



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**"Diseño de Una Enjuagadora Rotativa Automática para
Botellas Utilizadas en Planta Embotelladora de Agua"**

TESIS DE GRADO

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentada por:

José Luis Franco Ponce

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2004

ÁGRADECIMIENTO

Al Ing. Ernesto Martínez L.
Director de Tesis por su
infinita colaboración; así
como también a cada una
de las personas e
instituciones que de uno u
otro modo colaboraron en
la realización del presente
trabajo.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MI HERMANA

A MI ESPOSA

A MI HIJA

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

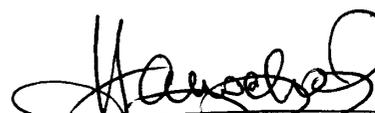
Ing. Eduardo Rivadeneira P.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE



Ing. Ernesto Martínez L.
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Manuel Helguero G.
VOCAL



Ing. Federico Camacho B.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



JOSE LUIS FRANCO PONCE

RESUMEN

La presente tesis se basa en el diseño de una enjuagadora rotativa automática para botellas utilizada en Planta embotelladora de agua. La máquina a diseñar es una adaptación tecnológica, es decir, deberá sostenerse sobre la materia prima existente en el mercado.

La empresa ONG situada en la ciudad de Machala se dedica al envasado de agua sin gas utilizando un sistema de enjuague manual, es decir, el operador coloca las botellas entre sus dedos y las introduce totalmente en agua, luego las saca y las voltea para dejar drenar el agua para posteriormente colocarlas en el transportador, siendo así enjuagadas. El agua en contacto es la misma durante un periodo determinado, pudiendo ser contaminada con el polvo externo a la botella, luego de lo cual se procede a su reemplazo. Este sistema no es confiable, ya que no garantiza la higiene total de los envases y además implica la utilización de grandes cantidades de agua.

Uno de los propósitos de esta empresa es utilizar una máquina que pueda enjuagar botellas en forma segura sin emplear varios operadores en el proceso y que cumpla con las normas establecidas.

La finalidad principal es minimizar los costos de producción y responder las necesidades requeridas. El cansancio del hombre y la higiene son dos parámetros importantes en el diseño del sistema. Entre otros objetivos se debe aumentar la vida útil de ciertos mecanismos que en otras máquinas son relativamente cortos.

Para el diseño se han realizado visitas a varias empresas, donde se pudo observar distintos equipos. En base a la observación se decide por una máquina rotativa y después de evaluar varias ofertas se decide construirla, para lo cual he sido contratado.

Utilizando un software de simulación de mecanismos se diseña el sistema agarrador de la botella, observando el movimiento del mismo. Con modelos en aluminio a escala real y otras partes, se construye el mecanismo que permite enjuagar el envase en forma invertida. Haciendo los ajustes respectivos se realiza cambios en la simulación para la presentación final del mecanismo.

Se realiza el análisis de costos; considerando: materiales, equipos, tiempo de construcción y mano de obra. Con ello se podrá establecer la diferencia de precios entre el equipo diseñado y lo que se encuentra en el mercado nacional y extranjero. Los resultados de esto es: una máquina económica, versátil, segura, fácil de manejar y sobre todo hecho en Ecuador.

ÍNDICE GENERAL

	PAG.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
SIMBOLOGÍA.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE PLANOS.....	VIII
ANTECEDENTES.....	1
CAPÍTULO 1.....	3
1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE EMBOTELLADO.....	3
1.1. Equipos Existentes en la Planta.....	7
1.2. Tratamiento De Aguas.....	8
1.2.1. Agua para Enjuague de Botellas.....	9
1.2.2. Agua como Producto.....	10
1.3. Definición del Problema.....	18
CAPÍTULO 2.....	20

2. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	20
2.1. Comprar Equipo Nuevo.....	20
2.2. Comprar Equipo Usado.....	24
2.3. Diseñar y Construir Equipo.....	26
2.3.1. Enjuague por Soplado.....	27
2.3.2. Enjuague Lineal con Chorro de Agua.....	28
2.3.3. Enjuague Rotativo con Pinza Mecánica.....	31
2.4. Matriz de Decisión.....	34
CAPÍTULO 3.....	36
3. DISEÑO DE ENJUAGADORA DE BOTELLAS CON PINZA MECÁNICA.....	36
3.1. Diseño de Forma.....	36
3.2. Cálculos Básicos para Dimensionar Equipo.....	40
3.2.1. Dimensionamiento de Mesa Rotativa.....	45
3.2.2. Diseño de Pinza Mecánica.....	48
3.2.3. Mecanismo Volteador de Botella.....	67
3.2.4. Diseño de Bancada.....	70
3.3. Suministro de Agua.....	79
3.4. Sistema de Lubricación.....	85
3.5. Sistema Motriz.....	89
3.6. Sistema de Control.....	115

3.7. Velocidades Necesarias e Intensidades de Alimentación.....	123
CAPÍTULO 4.....	125
4. ANÁLISIS DE COSTOS.....	125
4.1. Costo de Material.....	125
4.2. Costo de Equipos.....	129
4.3. Costo de Mano de Obra.....	131
CAPITULO 5.....	134
5. AJUSTE Y PRUEBAS.....	134
5.1. Análisis de Resultados.....	140
CAPITULO 6.....	141
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	141
APÉNDICE	
BIBLIOGRAFÍA	

ABREVIATURAS

AISI	American Iron and Steel Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
a.c	Corriente alterna
BPM	Botellas por minuto
°	Grados
cc	Centímetros cúbicos
FDA	Food and Drug Administration
GPM	Galones por minuto
H	Hora
HP	Caballo de fuerza
K	Kilo
Kg	Kilogramo
Lts.	Litros
M	Mega, Bobina Magnética
máx	Máximo
min	Minuto
mm	Milímetro
mm ²	Metro cuadrado
m ²	Metro cúbico
N.L.G.I.	Grado de resistencia a la penetración – grasas -
OL	Protector contra sobrecarga
Pa	Pascales
PET	Tereftalato de polietileno
psi	Libras por pulgadas cuadradas
PVC	Cloruro de polivinil
Rad	Radianes
RPM	Revoluciones por minuto
SAE	Society of Automotive Engineers
seg	Segundo
V	Voltios
W	Vatios, Velocidad de Rotación

SIMBOLOGIA

A	Área
A_s	Área a soldar
A_p	Ángulo entre pinzas
B	Bomba de agua
C	Carga dinámica del Rodamiento
C_c	Coefficiente de pérdida de tubería, Constante de columna J.B.
Φ_B	Diámetro de envase
ζ	Holgura entre envases
D_e	Diámetro exterior
D_i	Diámetro interior
D_p	Diámetro Primitivo
ρ	Densidad
E	Módulo de elasticidad
E_s	Peso de electrodos
F	Fusible, carga
f_d	Factor de diseño
f_s	Factor de servicio
σ	Esfuerzo de flexión
σ'	Esfuerzo de Von Mises
H	Cabezal de bomba
h	Ancho de garganta –soldadura-
I	Momento de inercia de masa
J	Segundo momento polar de área
K_i	Factores modificadores de S_e
k	Factor de modificación de límite de fatiga, radio de giro
L	Duración ó vida útil, longitud, soldable
I	Momento de inercia
M	Momento flexionante, módulo
M	Tasa de flujo másico
m_G	Razón de engranaje

N	Neutro, número, newton
η	Factor de seguridad
P	Fuerza, presión, carga
P_v	Paso de válvula
P_{cr}	Carga crítica –pandeo-
Q	Caudal
R	Radio de giro Resistencia
S_e	Límite de resistencia a la fatiga del elemento
S_y	Esfuerzo de fluencia del material
S_{SY}	Resistencia a la fluencia en corte
S_r	Razón de esbeltez
S_{ut}	Resistencia última
T	Momento de torsión ,
t	Tiempo
τ_{max}	Esfuerzo cortante máximo
V	Volumen, Variador de frecuencias
W	Peso, carga, velocidad de rotación
X	Distancia entre eje
Z	Número de dientes

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pag.
Figura 1.1	Producto Listo Para la Venta.....	5
Figura 1.2	Organigrama del Proceso de Embotellado.....	6
Figura 1.3	Maquina Roscadora Spectrapak Lc3000.....	8
Figura 1.4	Equipos de Filtración de Agua.....	13
Figura 1.5	Diagrama de Instalación de Dos Filtros de Grava.....	14
Figura 1.6	Diagrama de Instalación del Filtro de Carbón.....	17
Figura 2.1	Equipo Enjuagador de Alta Producción.....	21
Figura 2.2	Enjuagadora de Botellas Norland.....	22
Figura 2.3	Sistema de Enjuague Lineal.....	30
Figura 2.4	Enjuagadora Lineal Automática.....	31
Figura 2.5	Estrellas Para Enjuagadora Rotativa.....	32
Figura 2.6	Enjuagadora Rotativa con Pinza Mecánica.....	33
Figura 3.1	Diseño de Forma del equipo Enjuagador de Botellas.....	37
Figura 3.2	Accesorios de Equipo Enjuagador de Botellas.....	38
Figura 3.3	Separador de Botellas.....	39
Figura 3.4	Medidas Generales de los Envases.....	45
Figura 3.5	Diámetro de Paso mínimo para Equipo.....	46
Figura 3.6	Pinza Mecánica para Enjuagadora.....	48
Figura 3.7	Modelo en Plástico de la Válvula.....	49
Figura 3.8	Fuerzas Actuantes en Válvula.....	50
Figura 3.9	Cálculo de Esfuerzos por Elementos Finitos para Válvula... ..	53
Figura 3.10	Pro forma para Envases de 500cc.....	54
Figura 3.11	Fuerzas Actuantes en Pieza Móvil.....	55
Figura 3.12	Fuerza Actuante en el Tornillo de Sujeción Fija.....	57
Figura 3.13	Cálculo de Esfuerzos por Elementos Finitos para Pieza Móvil.....	62
Figura 3.14	Fuerza Actuante en Pieza Fija.....	63
Figura 3.15	Cálculo de Esfuerzos por Elementos Finitos para Pieza Fija.....	64
Figura 3.16	Tiempos Utilizados en el Proceso.....	67
Figura 3.17	Leva Especial para el Volteo de Pinza.....	68
Figura 3.18	Elementos Críticos Para el Diseño de Bancada.....	71
Figura 3.19	Análisis de Esfuerzos por Elementos Finitos para Base de Cilindro hidráulico.....	73
Figura 3.20	Análisis de Esfuerzos por Elementos Finitos del Elemento b.....	76
Figura 3.21	Colector de Distribución de Agua.....	80
Figura 3.22	Tren de transmisión del eje central.....	111
Figura 3.23	Circuito de Control para el Motor Trifásico.....	118
Figura 3.24	Presiones estimadas para el cilindro Hidráulico.....	121

Figura 3.25	Diagrama del Circuito Hidráulico para Equipo.....	122
Figura 5.1	Cambio en la manigueta izquierda.....	135
Figura 5.2	Cambios en rodillo de Pinzas.....	135
Figura 5.3	Cambios en Mordaza porta Botellas.....	136
Figura 5.4	Simulación de Movimiento de Pinza con Leva.....	137
Figura 5.5	Simulación de Volteo de Pinza.....	138
Figura 5.6	Simulación a Escala Real de Pinza Mecánica.....	139
Figura 5.7	Simulación en Cinema 4D.....	140

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1.1	Datos Técnicos del Filtro de Grava..... 12
Tabla 1.2	Datos Técnicos del Filtro de Carbón..... 16
Tabla 2.1	Matriz de Decisión para Selección de la Mejor Alternativa.. 35
Tabla 3.1	Variación de la Velocidad de Rotación del Carrusel..... 42
Tabla 3.2	Variación del Número de Válvulas para Velocidades desde 6.5 a 8 RPM..... 43
Tabla 3.3	Variación del Número de Válvulas para Velocidades desde 8.5 a 10 RPM..... 44
Tabla 3.4	Datos para elaboración de Leva de Volteo..... 69
Tabla 3.5	Caudales Necesarios para los Volúmenes de Producción Estimados..... 84
Tabla 3.6	Clasificación de las grasas..... 88
Tabla 3.7	Análisis estático y de fatiga para el eje central para un diámetro Φ 105
Tabla 3.8	Comparación de tipo de cojinete..... 106
Tabla 3.9	Vía útil de diseño recomendada para cojinetes..... 108
Tabla 3.10	Velocidades e Intensidades de alimentación recomendada para Equipo Enjuagador..... 124

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1	Estructura Detallada / Equipo
Plano 1.1	Bases de Bancada – Manigueta y Puerta
Plano 1.2	Soportes para Rigidez - Soporte de Protector
Plano 1.3	Protector y Soporte Nº 3 para Protector
Plano 2	Estrellas de Suministro y Descarga
Plano 3	Colector Giratorio / 3D
Plano 3.1	Partes de Colector Giratorio
Plano 3.2	Eje Porta Platos
Plano 3.3	Plato de Distribución
Plano 3.4	Plato Interior de Distribución
Plano 3.5	Plato Superior / del Colector
Plano 3.6	Soportes y Sellos del Colector
Plano 3.7	Tubo Resistente
Plano 3.8	Placa Regulable y Pín Opcional
Plano 3.9	Seguro Para Plato Interior
Plano 4	Pinza Mecánica / 3D
Plano 5	Partes de La Pinza Mecánica
Plano 5.1	Detalles de Pinza
Plano 5.2	Geometría de la Pinza
Plano 5.3	Piezas 5 – 6 – 7 y 21 / Pinza
Plano 5.4	Piezas 1 – 9 – 14 – 22 y 23 / Pinza
Plano 5.5	Piezas 10 – 11 – 12 – 13 – 15 – 16 y 17 / Pinza
Plano 5.6	Dimensiones de Válvula
Plano 6	Geometría de Leva Especial
Plano 7	Carrusel y soporte superior motriz
Plano 8	Tambor – porta estrella
Plano 8.1	Manzana para eje tambor – engranaje
Plano 9	Eje central y camisa de arrastre
Plano 9.1	piezas 1 – 6 y 7 / Eje central
Plano 9.2	Piezas 2 – 3 – 4 y 5 / Eje Central
Plano 10	Distribución y Ubicación / Tren de Engranajes
Plano 11	Dimensiones y Forma / Tren de Engranajes

ANTECEDENTES

El constante desarrollo de las tecnologías y nuevos productos en la industria alimenticia ha creado distintos tipos de máquinas para diversos procesos alimenticios; máquinas con un alto grado de salubridad en la limpieza de utensilios portadores de los alimentos.

Actualmente, los envases **PET** (Tereftalato de Polietileno) están reemplazando a los de vidrio; en este sentido, se abordó el desarrollo de la metodología de análisis de aptitud sanitaria de botellas PET con la aprobación autorizada del **INTI** (Instituto Nacional de Tecnología Industrial) a través de su centro **CITIP** (Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Industria Plástica) como laboratorio oficial de referencia. Los estudios de aptitud sanitaria de envases **PET** realizada por el **CITIP** demuestran que la contaminación de este tipo material puede ser disminuida sensiblemente por los procesos de lavado y secado. Sin embargo, en caso de no hacer una correcta limpieza, estos envases podrían ser portadores de sustancias nocivas para la salud humana.

La mayoría de las pequeñas empresas en nuestro país, dedicadas a embotellar agua sin gas, lo hacen con procesos poco sofisticados. Procesos en los cuales la rapidez del hombre es un parámetro importante para el buen funcionamiento de la misma. El lavado de botellas se lo hace de forma

manual, contaminando grandes cantidades de agua e incrementando el consumo de químicos para el tratamiento de esta agua.

Motivo por el cual existe la necesidad de adecuar un sistema que enjuague botellas de forma segura, que garantice óptima limpieza, es decir, el alto grado de salubridad que se requiere, sin necesidad de recurrir a la importación de maquinaria.

El objetivo principal, es diseñar un equipo que pueda ser de utilidad para la pequeña y mediana empresa, satisfaciendo las altas velocidades de Producción con alta eficiencia y con un bajo costo económico.

CAPÍTULO 1

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE EMBOTELLADO.

A continuación se describe un breve resumen del proceso de embotellado de productos alimenticios tales como bebidas gaseosas, agua, Jugos u otro producto que requiera ser envasado en botellas plásticas para su comercialización.

Normalmente una planta embotelladora recibe los envases plásticos conformados por la planta elaboradora de botellas. Aquí, las botellas son trasladadas utilizando camiones a las diferentes empresas embotelladoras. En el caso de embotellado de agua, la mayoría de estas, utilizan envases PET (Tereftalato de Polietileno) no retornables.

Los envases etiquetados y empaquetados son receptados por la Planta y luego colocados en un área de almacenamiento. En esta área, dependiendo de la línea a embotellar, se seleccionan los envases (500

ml, 1000ml o 1800 ml); de allí, se los traslada hacia la zona de embotellado donde los operadores con sus manos ubican las botellas en la línea de transportación para el enjuague, ya que debe eliminarse el polvo que puede estar presente en el envase, producto de los diferentes movimientos.

Una vez que los envases pasan por la Enjuagadora (Rinseadora) se dirigen hacia la llenadora, donde el producto se vierte a la velocidad y niveles apropiados. A la salida de la llenadora se encuentra la máquina que coloca la tapa rosca (Taponadora Roscadora) sellando los envases con una tapa que se coloca en la boca del envase para evitar que el producto se derrame o ingresen elementos contaminantes que afecten la pureza del agua. En esta condición, el producto nuevamente pasa a la cinta de transportadora.

Antes de pasar al proceso de Embalaje, un operador verifica que el envase esté bien sellado, que esté en buenas condiciones y que el líquido esté en el nivel apropiado, garantizando así la calidad del producto.

Después de esta última etapa, el producto es codificado por medio de un inyector de tinta, el mismo que registrará en los bordes de la tapa la fecha de producción y caducidad del producto.

Posteriormente, el producto se traslada a la encajonadora, donde se agrupan varios lotes de envases en forma rectangular para así enviarlos al Paletizador. Este último es encargado de recubrir los envases agrupados con una lámina de plástico que se sella con el calor.

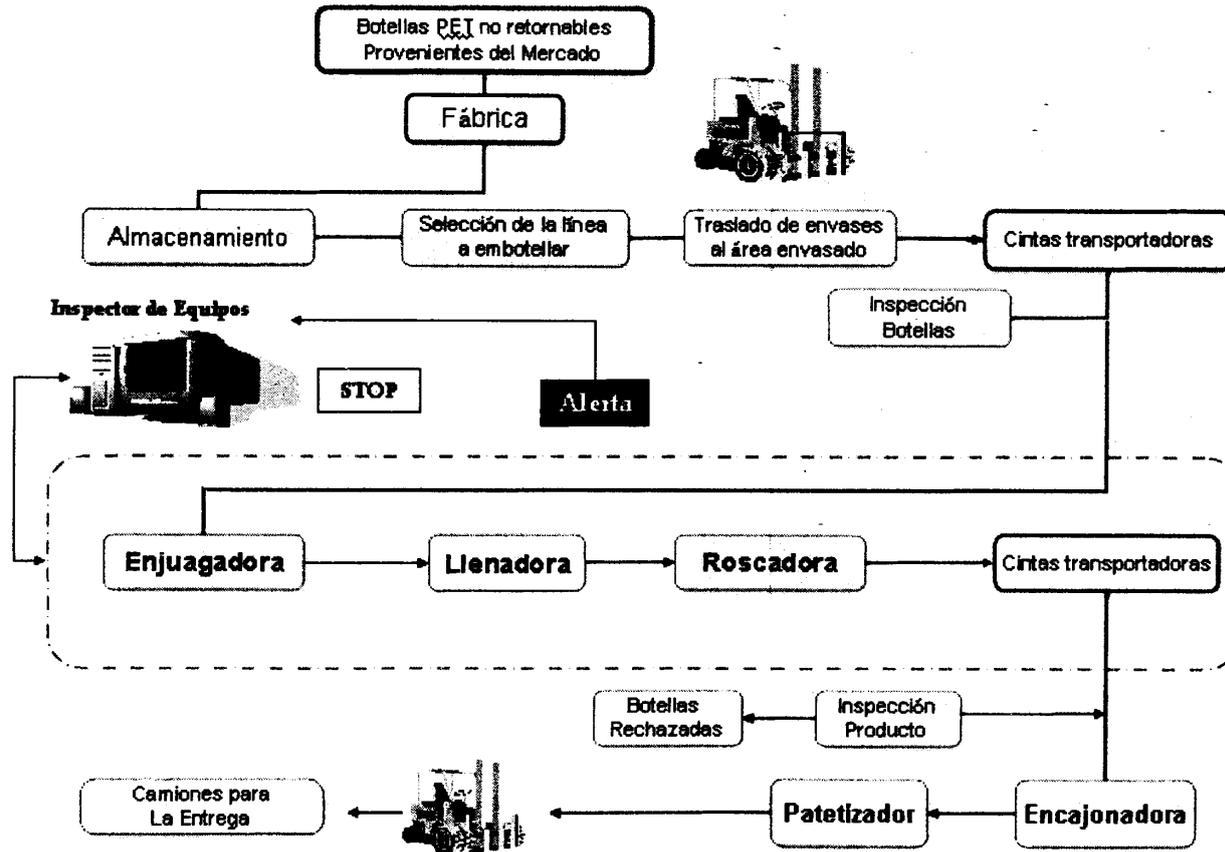


Figura 1.1 Producto Listo Para la Venta

Aquí, el producto queda listo para el **almacenamiento final y despacho**. El producto terminado es almacenado en un galpón donde permanece aproximadamente 2 o 3 días en almacén y luego se distribuye a los camiones repartidores listo para la venta.

A continuación véase el Organigrama del Proceso de Embotellado.

FIGURA 1.2 ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE EMBOTELLADO



1.1 Equipos Existentes en la Planta.

El proceso de embotellado de agua podría imaginarse como un proceso sencillo y de fácil control, pero en realidad implica una gran cantidad de procesos intermedios y de una gran cantidad de maquinaria especializada para lograr una calidad uniforme del producto que se elabora.

Los transportadores de rodillos, cintas transportadoras, enjuagadoras (Rinseadoras), llenadoras, roscadoras, encajonadoras, paletizadores, equipo de bombeo y control de flujo, sistemas de filtración, y otros, son parte del proceso de embotellado.

Si bien el proceso de fabricación no ha cambiado en lo esencial a través del tiempo, la maquinaria empleada sí lo ha hecho, un ejemplo de ello es la máquina Etiquetadora/tapadora que se muestra en la Figura 1.3.

Este equipo es uno de los más originales sistemas de etiquetado y tapado disponibles. Una característica única de la LC3000 es que el sistema combina las operaciones de etiquetado y tapado en un solo movimiento. Esto ayuda a reducir el costo total del sistema y disminuye la necesidad de piezas de repuesto adicionales.

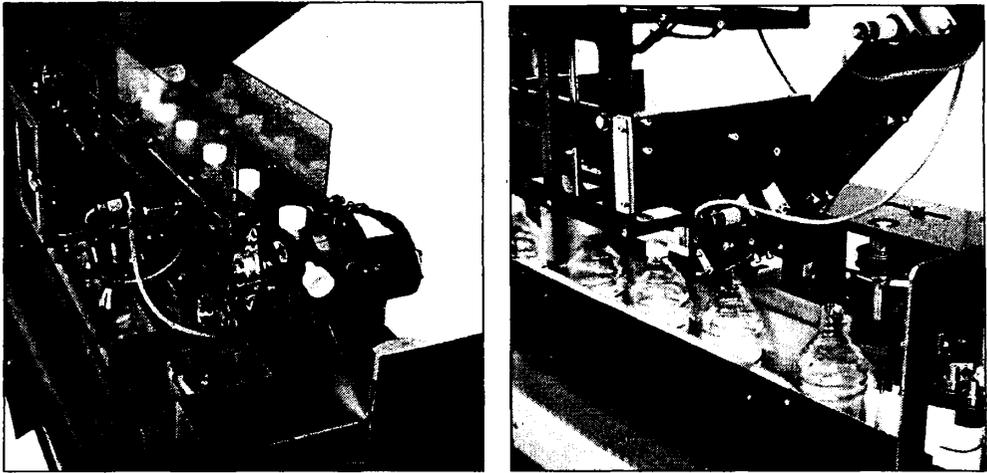


FIGURA 1.3 MAQUINA ROSCADORA SPECTRAPAK LC3000

A continuación se describe el proceso de tratamiento del agua en las plantas embotelladoras.

1.2 Tratamiento de Aguas.

El agua utilizada en la industria alimenticia requiere un tratamiento y depuración de alta calidad. Lo cual se lleva a cabo instalando sistemas de filtrado continuo, con radiación de rayos ultra violeta, con químicos u otros medios.

El proceso de elaboración de agua sin gas, implica la utilización de grandes cantidades de agua, en el lavado de los envases, en el producto y en la limpieza de la Planta.

El agua que utiliza una Planta Embotelladora proviene de una línea principal de abastecimiento, ya sea, un ingreso de agua proveniente de la red de distribución de agua potable o por alimentación con tanqueros. Esto depende de cuan grande es la empresa.

1.2.1 Agua para Enjuague de Botellas

El agua útil para enjuagar los envases proviene de las cisternas de almacenamiento, la cual pasa por un proceso de cloración. Este último, es uno de los procesos más utilizados en el control microbiológico del agua, ya sea para uso industrial o humano, debido a que es muy efectivo contra las bacterias, algas, hongos, virus y esporas, además ayuda a eliminar compuestos o sustancias que están disueltas en el agua que son indeseables para la calidad final que se requiere.

En esta planta se trabaja con dióxido de cloro (ClO_2), que es un gas en solución con un poder oxidante 2.6 veces mayor que el cloro, es un excelente biocida y además es amigable con el medio ambiente. Este compuesto se produce por medio de elementos especiales como: el ácido sulfúrico (SO_4H_2) al 37% y el clorito de Sodio (NaClO_2H) que son compuestos de elevados costos y que además no se los encuentra en el mercado local.

La Dirección de Ingeniería de la empresa, implementó el uso del hipoclorito de sodio (NaClO) al 6% para la cloración del agua con el que se obtiene resultados favorables.

El agua de la cisterna debe estar entre valores de **0.3 a 0.5** ppm de cloro para no tener problemas de contaminación.

1.2.2 Agua como Producto

Los materiales plásticos usados en una planta embotelladora de bebidas gaseosas o agua sin gas interactúan con el producto, pudiendo dar lugar a la incorporación de sustancias indeseables que reguladas o no, originan riesgos para la salud humana.

El agua utilizada como producto requiere un tratamiento de cierta tecnología especializada, ya que de esto va a depender algunos factores importantes en la preservación del agua.

El agua debe estar libre de contaminantes del medio ambiente, libre de sustancias con aromas y olores fuertes, Además las sustancias orgánicas y ácido de silicio (SiO_2) no deben sobrepasar determinado nivel.

Sumado a esto las impurezas del agua que por lo general vienen en proporciones muy pequeñas pero que dependiendo de su aplicación representan grandes problemas en los equipos y procesos en la que se utiliza.

Como sabemos el agua es un disolvente universal, siempre que se pone en contacto con una sustancia extraña hay alguna disolución de esta sustancia, algunos productos se disuelven mejor y más rápidamente que otros pero en todos los casos ocurre una interacción definida entre el agua y lo que se pone en contacto con ella.

Por ello se utiliza un sistema de filtración continua con filtros de grava y filtros de carbón activo.

Los filtros de grava son la primera etapa de purificación. Este proceso se realiza con el propósito de separar todas las partículas extrañas que se arrastran por la tubería y que vienen de la red de agua potable.

A continuación se presenta una Tabla de datos técnicos del Filtro de Grava utilizado para el sistema de Filtración de agua de la Cervecería Suramericana ubicada en el Km 13 1/2 Via Daule.

TABLA 1.1 DATOS TÉCNICOS DEL FILTRO DE GRAVA

DATOS TÉCNICOS DEL FILTRO DE GRAVA	
Capacidad	40 m ³ /h a 50 m ³ /h max
T° max. agua	30 °C
T° ambiente máx permisible	30 °C
Presión diferencial max. permisible en el fondo de la tobera	1 bar
Diámetro	1600 mm
Superficie libre del filtro	1.95 m ²
Altura del Cilindro	2000 mm
Tipo de material	Acero: RSt 37-2 SAE 1045 estructural
Protección Anticorrosiva	interior: 3mm "goma dura"; exterior: 2mm "pintura" RAL 5010
Material de Relleno	
Capa interior	Arena de cuarzo 2500 Kg. Garnulometría: 0.71 - 1.25 mm
Capa intermedia	Grava de cuarzo 300 Kg. Garnulometría: 2 - 1.25 mm
Capa superior	Grava de cuarzo 300 Kg. Garnulometría: 3.15 - 5.6 mm

La siguiente figura muestra otro sistema de filtración con tres filtros de arena (grava) conectados en serie.

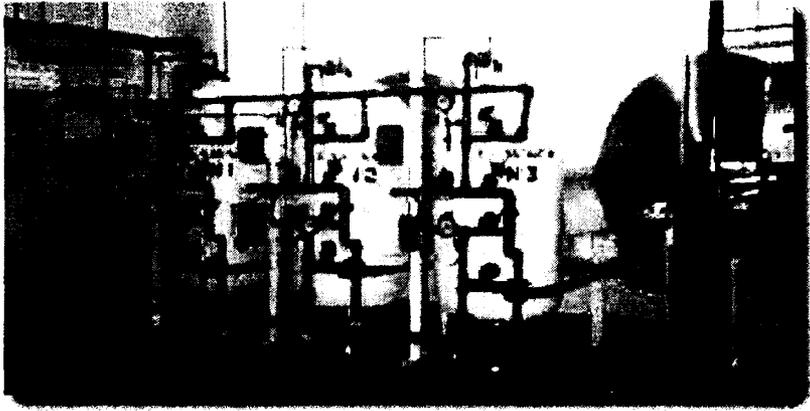
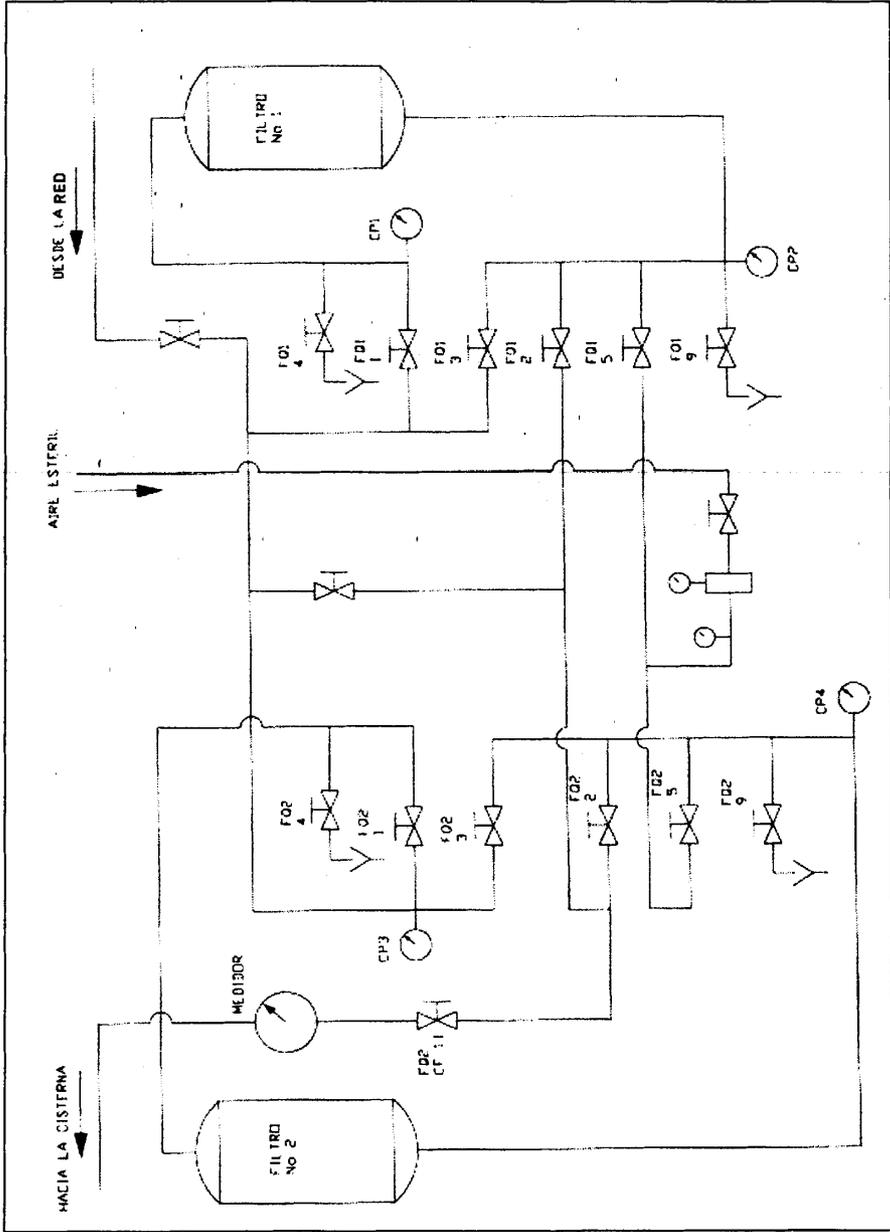


FIGURA 1.4 EQUIPOS DE FILTRACIÓN DE AGUA.

Garantizando así, el alto grado de salubridad que requiere el producto. Los diferentes granos de arena filtrante (cuarzo) retienen las partículas extrañas existentes en el agua y en menor grado también absorben sustancias orgánicas. El agua a tratar se lleva por la parte superior del filtro haciéndola fluir de arriba hacia abajo a través del lecho de arena por medio de la misma presión de la línea de agua potable.

A continuación se presenta el diagrama de instalación de dos Filtros de grava conectados en serie.

FIGURA 1.5 DIAGRAMA DE INSTALACIÓN DE DOS FILTROS DE GRAVA



El lecho filtrante se encuentra formado por tres capas de arena: grava gruesa (5.6 a 3.15mm) para la retención de la mayoría de los sólidos en suspensión; Capa intermedia de arena (3.15 a 2mm) para la retención de sólidos que pudieron pasar en la primera fase de filtrado; y la capa de fondo (1.25 a 0.71mm) que actúa como barrera para evitar que los sólidos pasen a la cisterna de almacenamiento.

Filtro de Carbón Activo.

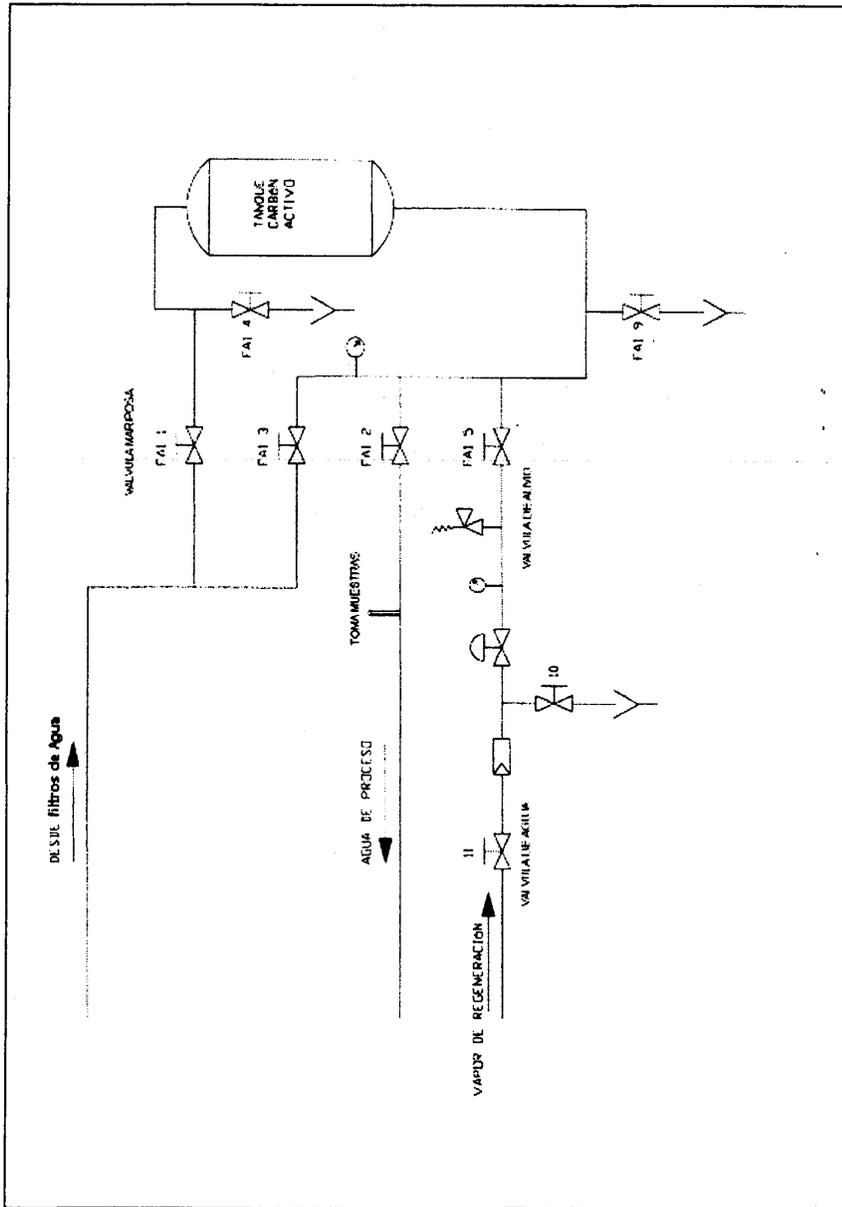
En la segunda etapa de purificación, el Filtro de Carbón Activo FA1 (Ver Figura 1.6) es el medio más eficaz y confiable para remover el cloro presente en el agua (desclorinación), también remueve los compuestos orgánicos que frecuentemente afectan adversamente el sabor y el olor del agua, la desclorinación ocurre por una reacción que elimina el cloro del agua. La reacción es relativamente rápida reduciendo la concentración de cloro a la mitad en pocos segundos y un 90% en 60 segundos de estar en contacto con el carbón activado fresco.

En el tanque el agua ingresa por la parte superior y atraviesa el carbón activado que está constituido por tres capas de diferente granulometría. (Ver Tabla 1.2)

TABLA 1.2 DATOS TÉCNICOS DEL FILTRO DE CARBÓN

DATOS TÉCNICOS DEL FILTRO DE CARBÓN	
Capacidad	50 m ³ /h a 60 m ³ /h max
T° max. de servicio	30 °C
T° max. al vaporizar	140 °C
Presión diferencial max. permisible en el fondo de la tobera	1 bar
Diámetro	2000 mm
Superficie libre del filtro	3 m ²
Altura del Cilindro	2500 mm
Tipo de material	Acero Inoxidable: SAE 312LT DIM 1.4571
Protección Anticorrosiva	interior: 3mm "goma dura"; exterior: 2mm "pintura" RAL 5010
Material de Relleno	
Capa en el fondo	Carbón Activado SERVO AN 800 Kg.
Capa intermedia	Carbón Activado SERVO Filt QD16 225 Kg. Granulometría 2 - 3.15 mm
Capa superior	Carbón Activado SERVO Filt QD17 225 Kg. Granulometría 3.15 - 5.6 mm

FIGURA 1.6 DIAGRAMA DE INTALACIÓN DEL FILTRO DE CARBÓN



1.3 Definición del Problema

La empresa ONG situada en la ciudad de Machala se dedica al envasado de agua sin gas utilizando un sistema de enjuague manual, es decir, el operador delante de un recipiente grande, coloca las botellas entre sus dedos y las introduce totalmente en agua, luego las saca y las voltea para dejar drenar el agua y posteriormente colocarlas en el transportador, siendo así enjuagadas. El agua en contacto es la misma durante un periodo determinado, pudiendo ser contaminada con el polvo externo a la botella, luego del cual se procede a su reemplazo. Este sistema no es confiable, ya que no garantiza la higiene total de los envases y además implica la utilización de grandes cantidades de agua y de acuerdo a los requerimientos de producción deben utilizar varios operadores.

Uno de los propósitos de esta empresa es utilizar una máquina que pueda enjuagar botellas en forma segura sin emplear varios operadores en el proceso, cumpliendo las normas establecidas, minimizando los costos de producción y sobre todo, que responda a las necesidades requeridas. Consecuentemente, dicha empresa planteo sus requerimientos:

El equipo deberá enjuagar no menos de 100 botellas por minuto considerando el espacio reducido en que deberá ser ubicada, admitiendo la línea de envases de 500 ml, 1000 ml y 1800 ml.

Otro de los requerimientos importantes es que deberá ser de bajo costo, bajo costo de operación, bajo consumo de agua, admitir un fácil mantenimiento y sobre todo, que la adquisición de repuestos sea posible en caso de que el equipo sufra daños.

CAPÍTULO 2

2. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.

Para desarrollar este proyecto, se presenta alternativas tales como: comprar un equipo nuevo o usado, ya sea dentro del mercado nacional o extranjero; también, se plantea la posibilidad de construir dicho equipo, considerando el mercado local y las normas correspondientes. Todas estas alternativas, entre otras, son consideraciones importantes para el desarrollo de cualquier sistema.

2.1 Comprar Equipo Nuevo.

En el mercado nacional no existen fabricantes de tales equipos, por lo que no podríamos adquirir el equipo con gran facilidad. Sin embargo existen varios representantes de compañías extranjeras que venden esta clase de equipos, siendo de gran ayuda para empresas grandes y medianas.

El costo del equipo, el pago de aranceles y el tiempo de desaduanización, son las principales causas para que la pequeña empresa en el Ecuador descarte esta opción. El solo hecho de adquirir un equipo de lavado, proveniente de las compañías (SIDEL, AKUPAK, KHS, KAPS ALL PACKAGING SYSTEMS, etc.) conlleva a rubros excesivamente grandes.

La importación de este tipo de maquinaria requiere de tiempo y dinero. A continuación se muestra una enjuagadora rotativa que se la puede adquirir en el exterior.

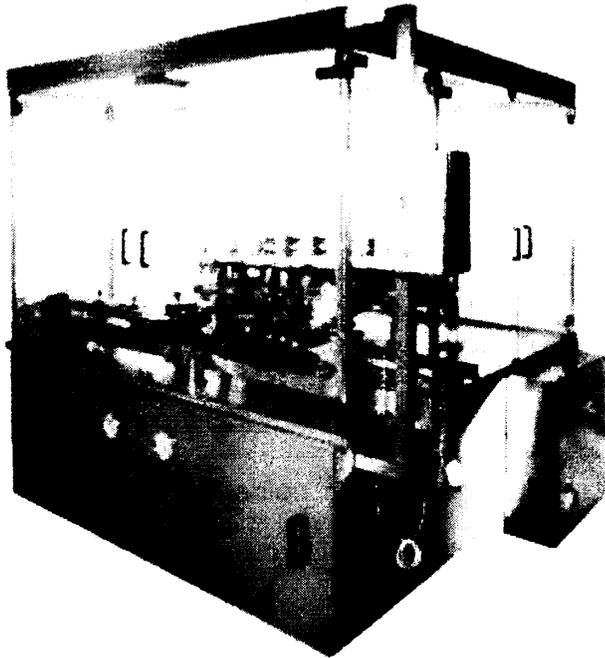


Figura 2.1 Equipo Enjuagador de Alta Producción

Existen también, empresas que a pesar de estar usando un equipo sofisticado para el llenado de botellas; la limpieza de envases lo hacen en forma manual; o utilizando un equipo de baja producción. Un ejemplo de ello es la enjuagadora de botellas NORLAND, de modelo sencillo.

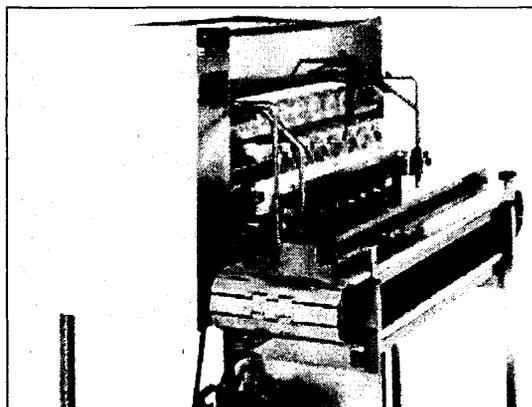


Figura 2.2 Enjuagadora de Botellas Norland

Este dispositivo fue diseñado para el "enjuague interno" de envases. Ideal para enjuagar botellas cuadradas o redondas, de vidrio o plástico. Los sensores ópticos aseguran una operación suave y libre de problemas. Si la alimentación de las botellas se interrumpe, el sistema hará una pausa automáticamente hasta que el suministro de botellas se restituya.

Una vez en el lugar, se voltean las botellas para enjuagarlas internamente con el producto adecuado o agua. Las toberas de alta

presión dirigen el agua hacia adentro de las botellas para una efectiva operación de enjuagado. Las botellas se escurren, se giran de nuevo a la posición normal y se sitúan en el transportador de cinta principal, donde son liberadas del mecanismo de sujeción. Cabe decir, que por ser un modelo sencillo, se podría producir en el país, sin embargo presenta sus desventajas:

Este equipo es de baja producción debido a que hace pausas periódicas en el proceso, es decir que el transportador de botellas estará estacionario por cierto tiempo (enjuague); diseñado para un solo tipo de envase, a menos que se modifique la altura del transportador para que pueda trabajar con envases de mayor tamaño,

En resumen, veamos cuales son las ventajas y desventajas de adquirir un equipo nuevo:

VENTAJAS

- ✓ Se Ajusta a la Necesidad
- ✓ Mayor Producción
- ✓ Mejor Tecnología
- ✓ Pocos Paros por Daños
- ✓ Bajo Mantenimiento

DESVENTAJAS

- ⇓ **Inversión Inicial Excesivamente Alta**
- ⇓ **Tiempo de Importación Muy Largo**
- ⇓ **Demora en Reparación de Daños por Garantía**
- ⇓ **Fuga de Divisas**

2.2 Comprar Equipo Usado.

Otra de las posibilidades es la adquisición de un equipo usado. Este tipo de opción debe ser bien estudiada por parte de los técnicos de la empresa.

Muchas veces se piensa en algún contacto con empresas que recientemente hayan renovado sus equipos y opten por venderlos, o la posibilidad de localizar alguna empresa local que venda equipos usados para embotellado, pero esto muy rara vez se presenta.

Por otra parte, cuando una empresa grande cambia sus equipos, es por la ineficiencia de los mismos, escasez de repuestos, estados de vejez, innovación, entre otras cosas, consideraciones que hacen que estos equipos sean obsoletos.

Es por ello que no es recomendable adquirir equipos demasiado viejos, a menos que se haga una serie de estudios minuciosos que digan lo contrario.

Ahora, veamos cuales son las ventajas y desventajas de adquirir un equipo usado:

VENTAJAS

- ✓ Menor Inversión que Equipo Nuevo
- ✓ Buena Producción
- ✓ Buena Tecnología
- ✓ Bajo Mantenimiento

DESVENTAJAS

- ⇓ Adaptarse a su Capacidad
- ⇓ Ajustarse a sus Dimensiones
- ⇓ Demora en Importación
- ⇓ Por ser un Equipo Usado, NO es confiable para Largos períodos de Trabajo

2.3 Diseñar y Construir Equipo.

La construcción de un equipo de esta clase, en nuestro país, es un gran reto, ya que deberá sostenerse sobre todos los posibles materiales existentes en el mercado nacional, utilizando la tecnología del medio y apoyándose en parámetros tales como: procesos de manufactura, tiempo y lo más importante el factor económico.

Esta alternativa ofrece grandes ventajas, ya que se adaptará un equipo a la medida del espacio asignado aprovechando las instalaciones existentes, una máquina de bajo costo, generando trabajo y más que todo, fortaleciendo el área de la construcción de maquinaria en el Ecuador.

VENTAJAS

- ✓ Equipo Nuevo
- ✓ Se Adapta Más a la Necesidad
- ✓ Alta Producción
- ✓ Adquisición de Repuestos Locales
- ✓ Desarrollo Tecnológico para el País
- ✓ Campo a la Formación de Nuevas Industrias

DESVENTAJAS

- ⇓ Dificultad en la construcción de ciertos mecanismos
- ⇓ Dificultad en la adquisición de componentes eléctricos.
- ⇓ Dificultad en el montaje y modificación de eleven

Ya observadas cada una de las ventajas y desventajas de las alternativas anteriores, se procede a revisar los tipos de enjuague y el funcionamiento de ciertos equipos que permitirán ampliar el rango de posibilidades para una construcción.

A continuación se describen diferentes tipos de enjuague.

2.3.1 Enjuague por Soplado.

Este método de enjuague consiste en utilizar un gas estéril a presión, pudiendo ser aire ionizado dentro de botellas nuevas de PET. Este procedimiento suelta las partículas de polvo adheridas a las paredes internas de la botella por obra de la electricidad estática. Otra posibilidad es inyectar aire ozonizado para botellas de vidrio o plástico (bebidas carbonatadas).

Actualmente gran cantidad de equipos contienen este sistema, accesorio adicional utilizado para un enjuague en seco cuando la botella es nueva, permitiendo esterilizarla en un tiempo corto. Sin embargo, esto eleva los costos de operación del embotellado, haciendo un gasto innecesario en el caso de envases PET para agua purificada.

2.3.2 Enjuague Lineal con Chorro de Agua.

Este método consiste en hacer pasar los envases en línea recta sobre toberas rociadoras. (Ver Figura 2.3)

La botella cuando está en el transportador es tomada por la base por otro mecanismo de transportación haciéndola girar 180° (invertida) para el enjuague.

Luego, válvulas abiertas constantemente golpean el interior y exterior del envase con un chorro de agua que va a depender del tamaño del envase; volviendo a su estado original después de un tiempo determinado (escurrido) e ingresando al transportador que las llevará a la llenadora.

A pesar de tener 3 o 4 toberas para este trabajo, el agua útil para la limpieza de los envases es mínima comparada con la que se pierde fuera de la botella.

El agua que ingresa a la botella es insuficiente para velocidades altas haciendo un gasto innecesario en los alrededores cuando dicho chorro pasa de botella a botella.

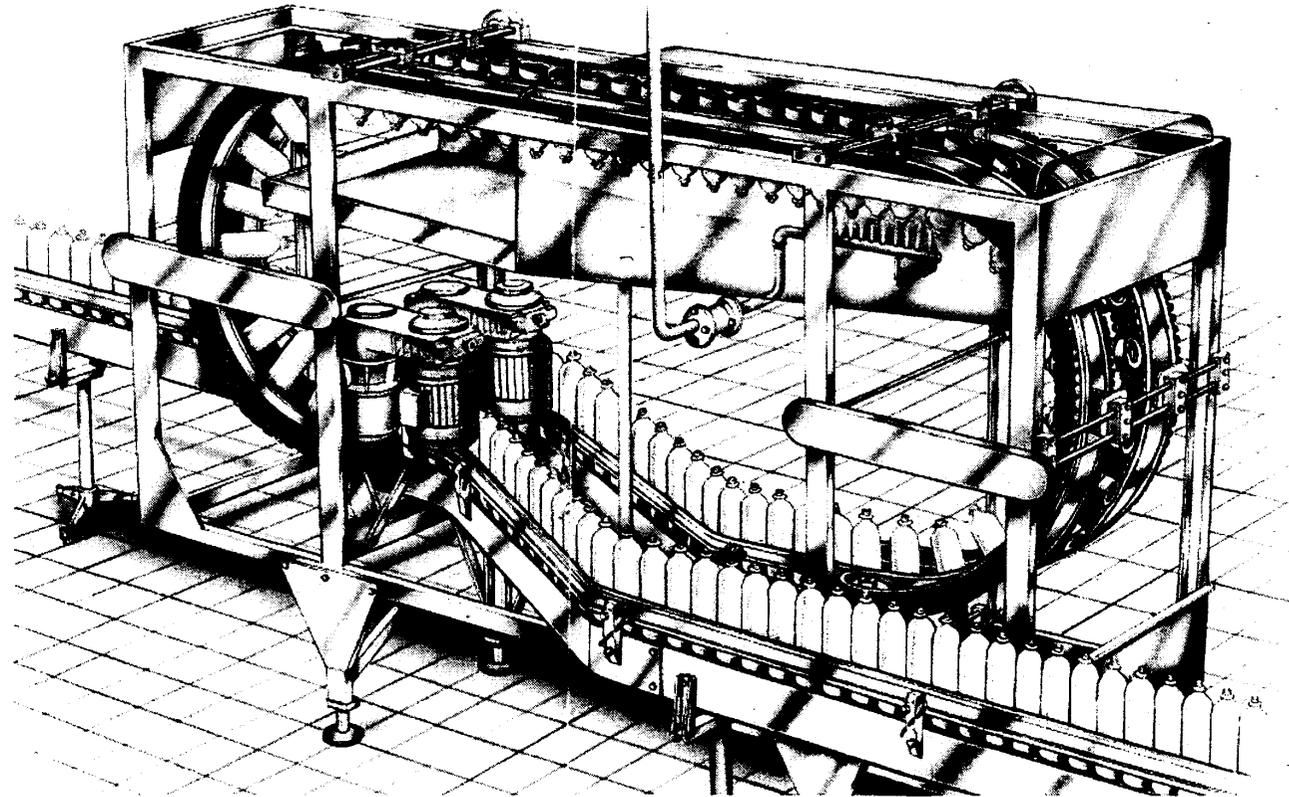
Si el tiempo en contacto es corto, se podría disminuir la velocidad de los envases, para así enjuagar de forma segura las botellas. Pero, el hecho de disminuir la velocidad de los envases llevaría a mayores desperdicios de agua, es decir: "un enjuague óptimo en un tiempo largo".

Es por ello, estos sistemas han sido fabricados para grandes espacios manteniendo un sistema de enjuague continuo, lento y con capacidades grandes de captación por la cantidad de envases que puede captar.

A continuación se muestra el diagrama del sistema mencionado anteriormente para tener una visión más clara del mismo:

FIGURA 2.3

SISTEMA DE ENJUAGUE LINEAL



Equipo robusto y sencillo de gran tamaño, útil para un enjuague rápido y continuo.

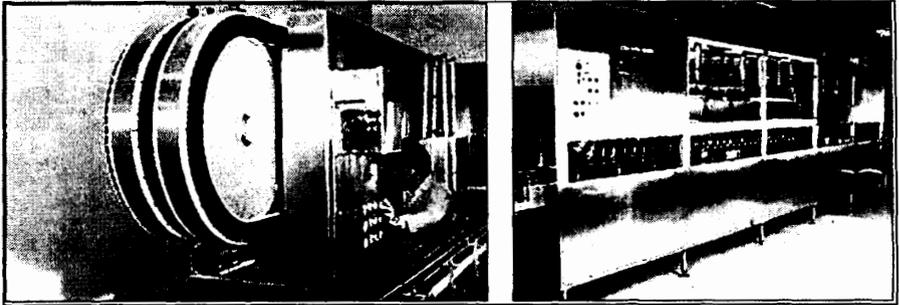


Figura 2.4 Enjuagadora Lineal Automática

Sistema con entrada y salida en Paralelo con captadores de goma para no causar daño a los envases, distancia entre cadenas regulables para otro tipo de envases.

2.3.3 Enjuague Rotativo con Pinza Mecánica.

Este sistema consiste en una plataforma rotativa dotado de pinzas de acero inoxidable revestido en plástico en las partes que entran en contacto con el cuello del envase. Las pinzas sujetan a la botella y las voltean 180° por medio de una leva de forma especial que se encuentra alrededor del carrusel, colocando el envase justamente en la tobera de la válvula rociadora, permitiendo que el chorro de agua ingrese únicamente al interior de la botella.

El número de válvulas y la velocidad de rotación determinan la cantidad de envases que se desea enjuagar por minuto.

Otra característica de este equipo es que su tamaño es directamente proporcional al número de válvulas o pinzas que contenga. El suministro y descarga de envases se lo hace a través de dos estrellas elaboradas comúnmente de Nylon o UHMWP (a la entrada y a la salida), las cuales deben estar sincronizadas para la captura y descarga de los envases.

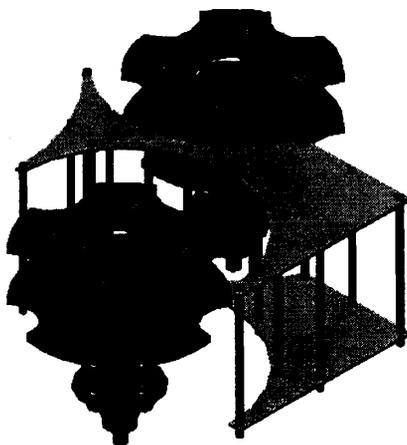
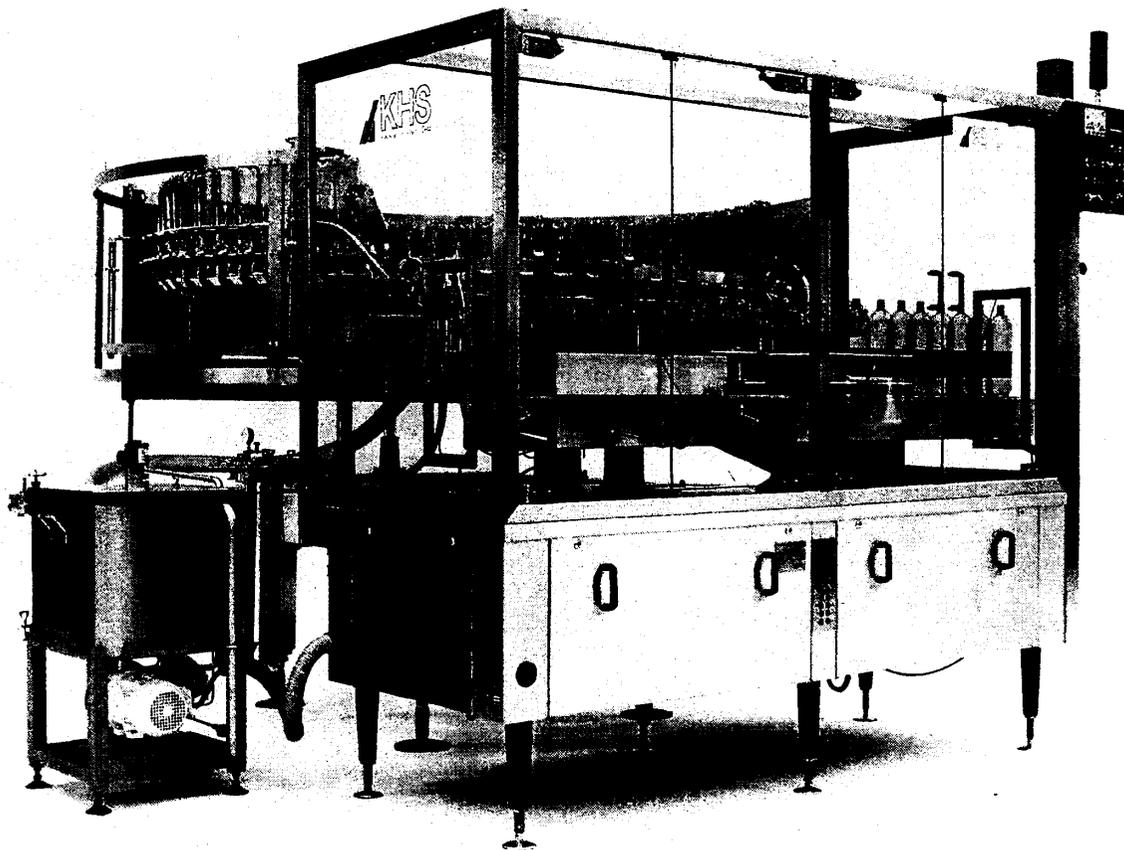


Figura 2.5 Estrellas Para Enjuagadora Rotativa

La siguiente página, muestra un sistema de enjuague continuo, rotativo y con pinzas mecánicas de la marca KHS (Klöckner-Holstein-Seitz) con Representantes en Brasil y Estados Unidos.

Figura 2.6 Enjuagadora Rotativa con Pinza Mecánica



Equipos muy costoso pero de muy buena precisión y de gran eficiencia, con un alto ahorro de agua comparada con otros sistemas del mismo tamaño, adaptable a varios tamaños de envase, con capacidad de 630 BPM a 10 RPM y mejor aún, necesita tan sólo de un operador para su control.

Equipo de fácil mantenimiento, diseñado para las grandes y medianas industrias que se dedican al embotellado de bebidas carbonatadas o sin gas.

2.4 Matriz de Decisión

En base a las observaciones y consideraciones hechas anteriormente, se procede a mostrar la Matriz de decisión.

Donde se observa que la mejor alternativa. Sin embargo los valores van a depender del punto de vista de aquel que realiza el trabajo y de las consideraciones que se dispongan, ya sean: espacio disponible, procesos de manufactura local, tiempo de construcción y dinero.

Tabla 2.1 MATRIZ DE DECISIÓN PARA SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA

MATRIZ DE DECISIÓN						
Objetivos	1°	2°	3°	4°		
	Adaptabilidad al área de Instalación	Baja Inversión \$	Acceso a Repuestos " Tiempo "	Confiabilidad	Satisfacción de objetivos Total	Decisión Definitiva Total
Valores: (wi)	0,3	0,4	0,1	0,2	$\Sigma w_i \cdot x_i$	
Alternativa						
Comprar Equipo Nuevo	90%	40%	30%	90%	64%	
Comprar Equipo Usado	40%	70%	40%	50%	54%	
Adaptar y Construir Equipo	90%	80%	70%	60%	78%	← optima

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DE UNA ENJUAGADORA DE BOTELLAS CON PINZA MECÁNICA.

El diseño de forma del equipo está basado en una enjuagadora rotativa con sistema de alimentación y descarga continua, con pinzas mecánicas, (carrusel), colector de distribución de agua, estrellas (surtidor y descarga), entre otros. Aquí, se muestran las partes más relevantes del equipo.

3.1 Diseño de Forma.

Para el diseño de forma del equipo y la Pinza, se tratará de igualar a un modelo existente producido en el exterior y que tiene excelente desempeño; su principal problema es el costo, debido a que su material de construcción es de acero inoxidable por lo que se trabajará con dimensiones aproximadas al elemento seleccionado como prototipo y que servirá de modelo inicial. A continuación, se presenta el diseño de forma del equipo.

FIGURA 3.1 Diseño de Forma del Equipo Enjuagador de Botellas

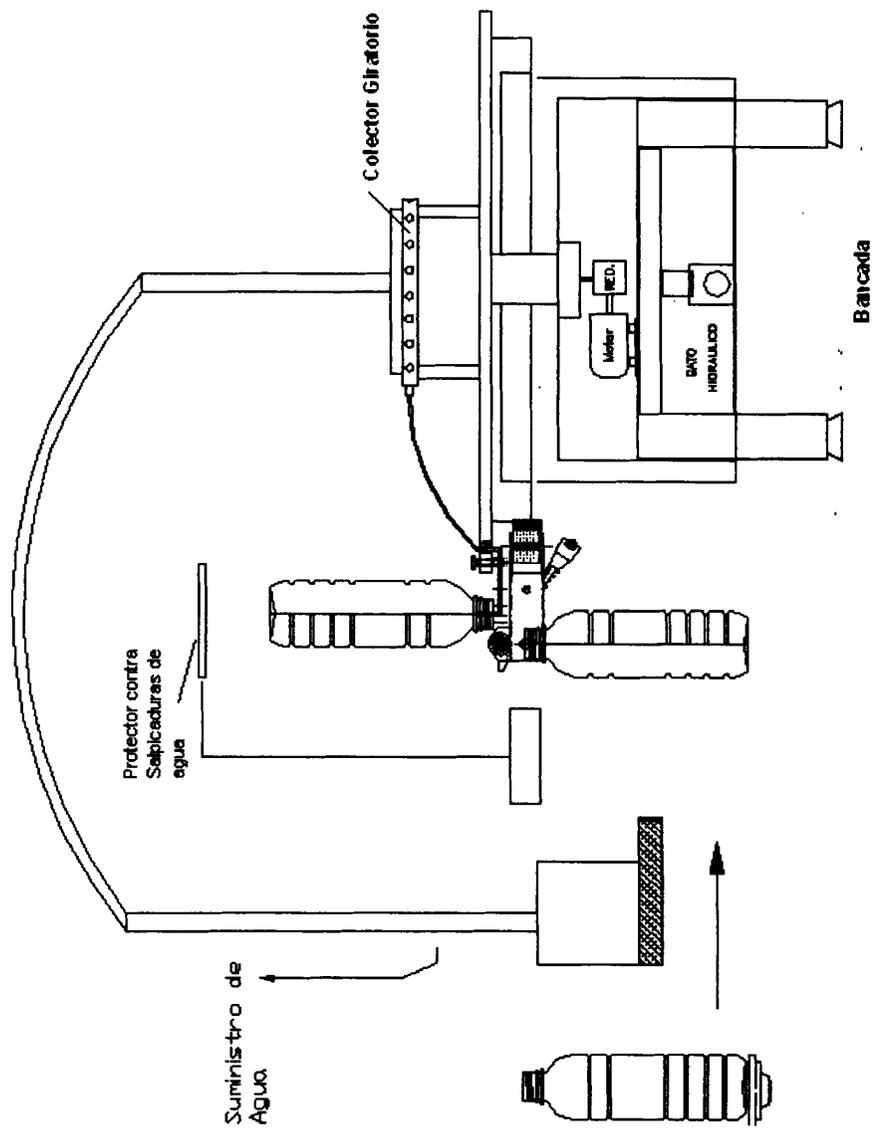
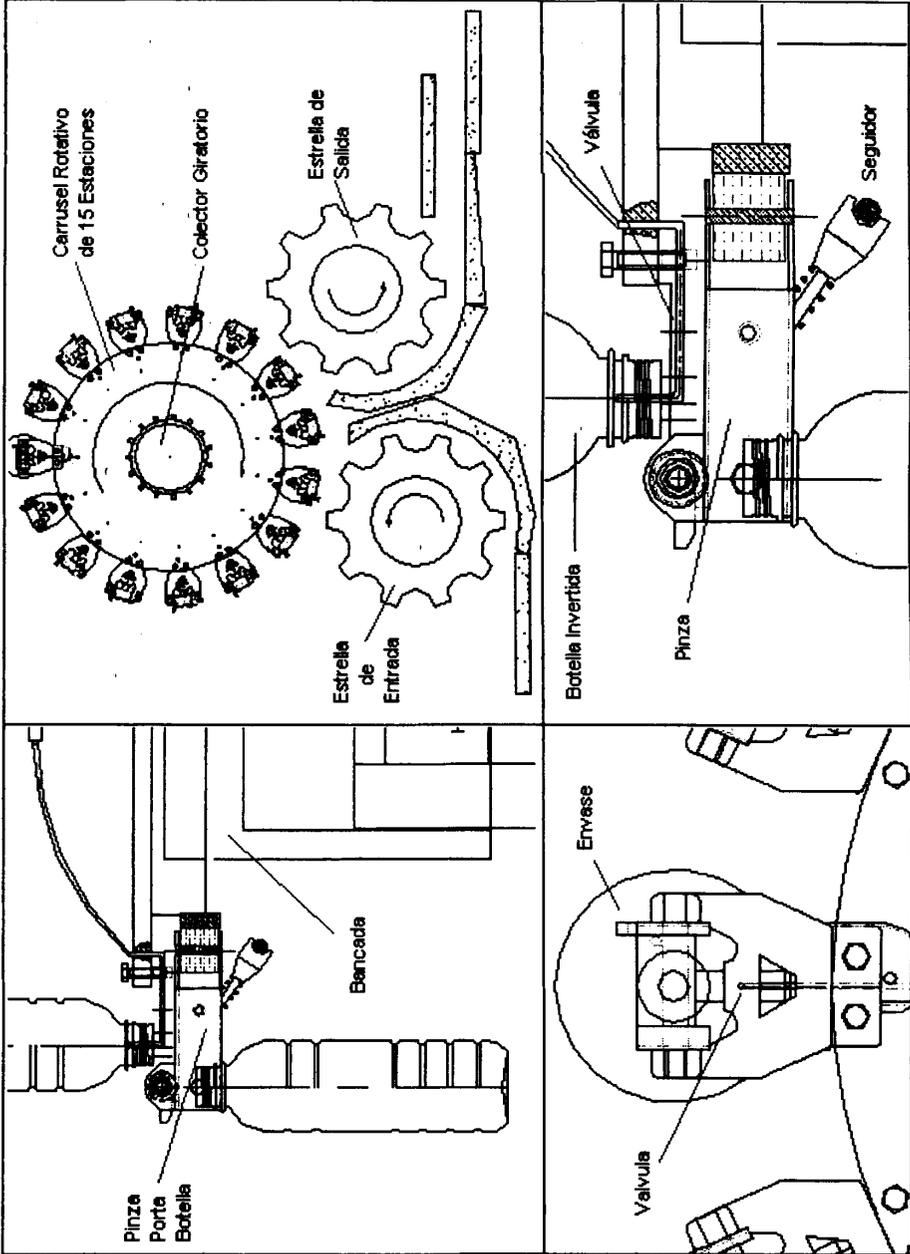


FIGURA 3.2 Accesorios de Equipo Enjuagador de Botellas



Este equipo está compuesto de: colector giratorio acoplado al carrusel, caracol de distribución, estrellas, conductos y pinzas adaptables a los distintos tipos de forma y tamaño de los envases. Para que la botella ingrese con el paso de la estrella de entrada, se acopla un caracol de distribución (Separador) a la medida de la línea a embotellar. Este controla la llegada y distribución de los envases.

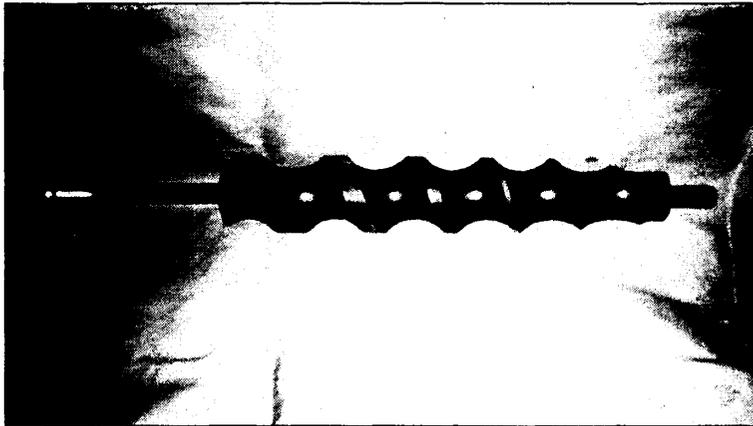


Figura 3.3 Separador de Botellas

Normalmente son contruidos con Nylon, Nylatron o UHMWP por su buena resistencia al desgaste y humedad. Además, existe un caracol de distribución con sus respectivas estrellas para cada tamaño de envase.

A continuación se realizan los cálculos básicos para el Dimensionamiento del equipo Enjuagador de Botellas (Rotacional Rinser Bottles).

3.2 Cálculos Básicos Para Dimensionar Equipo.

Uno de los requerimientos de este equipo es que debe enjuagar más de 100 botellas por minuto, por lo tanto, asumiremos una velocidad de rotación entre 6 y 10 rpm (velocidades recomendadas) para el carrusel, luego dividiendo el número mínimo de botellas para la velocidad asumida, se puede calcular la cantidad de pinzas mínima que puede acoplarse al carrusel. Así, también se puede estimar el ángulo entre pinzas, diámetros del carrusel, entre otros.

Uno de los cálculos se realiza a continuación y luego se muestra una tabla datos para distintas velocidades de rotación.

N_v : Número de válvulas del carrusel

N_m : Numero mínimo de botellas (Botellas/min)

W_c : Velocidad de rotación del carrusel. (rpm o cpm)

$$N_v = \frac{N_m}{W_c} \quad (1)$$

N_m = 100 botellas/min

W_c = 6 rpm (cpm)

$$N_v = \frac{100}{6} = 16.66 \approx 17 \text{valvulas} \dots \dots \dots N_m = 17 \times W_c = 102 \text{botellas / min}$$

Si $N_v \equiv$ número de botellas por ciclo (Botellas/rpm), y

A_p : Ángulo entre pinzas ($^\circ$); se tiene que:

$$A_p = \frac{360^\circ}{N_v} \quad (2)$$

$$A_p = 360/17 = 21.2^\circ$$

Si bien es cierto, el ángulo anterior corresponde a un carrusel con 17 válvulas, por lo que debemos asumir un diámetro circunferencial mayor, para que se ajusten las 17 válvulas.

Sin embargo, lo que determina el ángulo mínimo aproximado, es el envase y la holgura que se desee dejar entre envases. En este caso se ha tomado el envase de 3000cc.

En la Tabla 3.1, se puede observar que para una velocidad de rotación de 7 rpm, 16 válvulas y un ángulo entre pinzas de 21.2° proporciona 112 BPM. Observe que el ángulo entre válvulas decrece a medida que aumenta el número de estaciones.

Si desea tener mayores detalles sobre una velocidad específica variando el número de estaciones (válvulas) véase las Tablas 3.2 y 3.3 en las páginas siguientes.

**TABLA 3.1 VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE ROTACIÓN
DEL CARRUSEL**

Velocidad de Rotación del Carrusel Wc RPM	Número de pinzas del carrusel	Pinzas Exactas	Número de Botellas por min, (Botellas/min)	Ajuste Botellas/min	ángulo de separación entre botellas (°)
6	16,667	17	100	102,0	21,2
6,5	15,385	16	100	104,0	22,5
7	14,286	15	100	105,0	24,0
7,5	13,333	14	100	105,0	25,7
8	12,500	13	100	104,0	27,7
8,5	11,765	12	100	102,0	30,0
9	11,111	12	100	108,0	30,0
9,5	10,526	11	100	104,5	32,7
10	10,000	11	100	110,0	32,7

**TABLA 3.2 VARIACIÓN DEL NUMERO DE VALVULAS
PARA VELOCIDADES DESDE 6.5 A 8 RPM.**

Wc = 6.5 rpm			
Velocidad de Rotación del Carrusel Wc RPM	Número de pinzas del carrusel	Número de Botellas por min, (Botellas/min)	ángulo de separación entre botellas (°)
6,5	16	104	22,5

Wc = 7 rpm			
Velocidad de Rotación del Carrusel Wc RPM	Número de pinzas del carrusel	Número de Botellas por min, (Botellas/min)	ángulo de separación entre botellas (°)
7	16	112	22,5

Wc = 7.5 rpm			
Velocidad de Rotación del Carrusel Wc RPM	Número de pinzas del carrusel	Número de Botellas por min, (Botellas/min)	ángulo de separación entre botellas (°)
7,5	16	120	22,5

Wc = 8 rpm			
Velocidad de Rotación del Carrusel Wc RPM	Número de pinzas del carrusel	Número de Botellas por min, (Botellas/min)	ángulo de separación entre botellas (°)
8	14	112	25,7
8	15	120	24

**TABLA 3.3 VARIACIÓN DEL NUMERO DE VALVULAS
PARA VELOCIDADES DESDE 8.5 A 10 RPM**

Wc = 8.5 rpm			
Velocidad de Rotación del Carrusel Wc RPM	Número de pinzas del carrusel	Número de Botellas por min, (Botellas/min)	ángulo de separación entre botellas (°)
8,5	14	119	25,7
8,5	16	136	22,5

Wc = 9 rpm			
Velocidad de Rotación del Carrusel Wc RPM	Número de pinzas del carrusel	Número de Botellas por min, (Botellas/min)	ángulo de separación entre botellas (°)
9	14	126	25,7
9	15	135	24

Wc = 9.5 rpm			
Velocidad de Rotación del Carrusel Wc RPM	Número de pinzas del carrusel	Número de Botellas por min, (Botellas/min)	ángulo de separación entre botellas (°)
	12	114	30
	13	123,5	27,7
	14	133	25,7
	15	142,5	24

Wc = 10 rpm			
Velocidad de Rotación del Carrusel Wc RPM	Número de pinzas del carrusel	Número de Botellas por min, (Botellas/min)	ángulo de separación entre botellas (°)
10	13	130	27,7
10	14	140	25,7
10	15	150	24
10	16	160	22,5

Con esto, se podrá seleccionar la velocidad de rotación más adecuada y el número de válvulas más conveniente para el equipo. Luego, se selecciona una velocidad de rotación de 8 rpm, 15 válvulas alrededor del carrusel y un ángulo de 24° entre pinzas.

3.2.1. Dimensionamiento de Mesa Rotativa.

Para establecer las dimensiones del carrusel debe considerarse el número de válvulas seleccionadas; el diámetro de paso mínimo estimado, las dimensiones reales de la válvula (Ver plano 5.6) y el diámetro del envase de mayor capacidad. Para seleccionar este último, se toma como base las medidas referenciales de los envases: All Natural; Bonaqua y Big-cola.

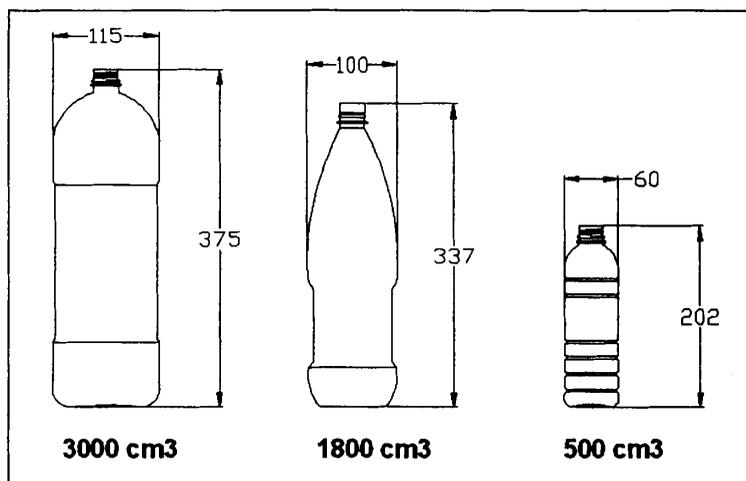


Figura 3.4 Medidas Generales de los Envases

Luego, con el diámetro del envase de diámetro $\varphi \approx 115\text{mm}$, se procede a realizar un análisis geométrico para carrusel permitiendo estimar el diámetro de paso mínimo del equipo.

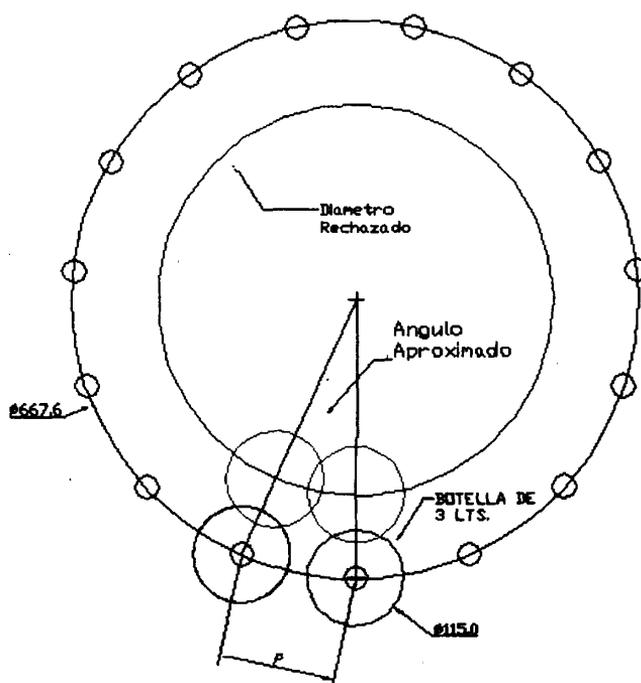


Figura 3.5 Diámetro de Paso Mínimo para Equipo

En esta figura se puede apreciar, que para envases grandes existe un diámetro de paso mínimo (P) para el cual el equipo puede funcionar correctamente. Note, que a medida que se alejan los envases del centro de rotación, aumenta el diámetro del carrusel. Luego, considerando la figura 3.4, se puede determinar el paso de válvula del equipo.

Para determinar el paso válvula P_v se aplica la ecuación (3).

$$P_v = \Phi_B + \zeta \quad (3)$$

Donde:

Φ_B = Diámetro de la Botella.

ζ = Holgura entre envases.

De aquí que: $P_v = 115 + 25 = 140\text{mm}$.

Considerando el dato anterior como el lado de un polígono regular de 15 lados e inscrito en una circunferencia de diámetro D_p , se puede determinar el diámetro de paso del equipo.

$$D_p = 667.6 \text{ mm}$$

Por lo tanto, para un equipo con 15 estaciones que trabaje con envases de 3000cc ($\varphi=115\text{mm}$), deberá construirse un carrusel con un diámetro de paso mínimo de 668mm.

A continuación se describe el diseño de forma de la Pinza Mecánica y el análisis de esfuerzos de los elementos que la conforman.

3.2.2. Diseño de Pinza Mecánica.

El diseño de este mecanismo está basado en los planos 4 y 5; y los diagramas de cuerpo libre de los elementos más relevantes de la pinza. Además, para los casos en los cuales se presenta una dificultad en la obtención del esfuerzo máximo, se hace uso del software Mechanical Desktop 2004; el cual permite realizar un análisis de elementos finitos. A continuación se muestra el diseño de forma de la Pinza Mecánica.

DISEÑO DE FORMA DE LA PINZA MECÁNICA

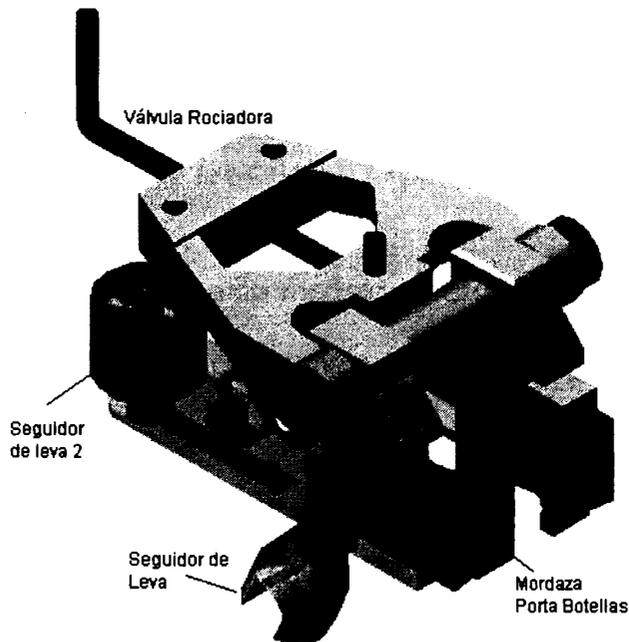


Figura 3.6 Pinza Mecánica para Enjuagadora

VALVULA PROTOTIPO

El diseño de la válvula se la realiza primeramente con bosquejos a mano alzada con medidas aproximadas, luego, de una forma artesanal se elabora la válvula en plástico, teniendo varias deformaciones en el mismo.

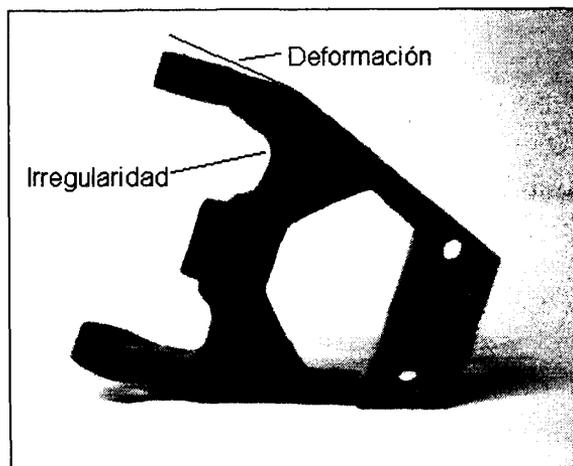


Figura 3.7 Modelo en Plástico de la Válvula

Posteriormente, con este modelo se procede a fundir la pieza en arena; utilizando como material base: aluminio, por ser un material liviano de fácil mecanización. Finalmente se corrigen los errores de simetría y deformación de una forma rápida y sencilla.

A continuación se presenta el diagrama de cuerpo libre de la válvula.

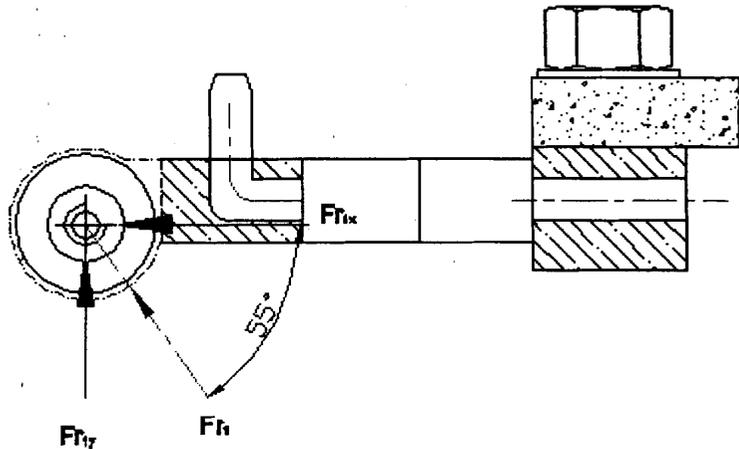


Figura 3.8 Fuerzas Actuantes en Válvula

Consideraciones

- * La fuerza del Resorte del seguidor de leva especial, es el único que afecta a la válvula.
- * El momento causado por la fuerza del resorte en la dirección x es despreciable.
- * La fuerza en la dirección y está repartida en partes iguales en los brazos de la válvula.
- * La fuerza generada por el resorte fue hallada experimentalmente con una balanza y no con equipo especial.

* La válvula se considera como una viga de forma especial en voladizo.

Datos Conocidos:

Resorte: $L_o = 70\text{mm}$ $\Phi_e = 11$; $\Phi_i = 9$; $d = 1\text{mm}$

$L_c = 60\text{mm}$ $F_{r1} = 1.25\text{Lbs} \approx 5.6\text{N}$

$L_f = 40\text{mm}$ $F_{r1} = 3.75\text{Lbs} \approx 16.68\text{N}$

Donde L_o : longitud del resorte sin fuerza aplicada

F_{r1} : Fuerza del Resorte 1 (55°)

L_c : longitud de resorte – pinza cerrada

L_f : longitud de resorte – pinza totalmente abierta

Considerando el ángulo de 55° , se puede determinar la fuerza del resorte en la dirección "y".

$$F_{r1y} = F_{r1} \text{ sen } (55^\circ) = 16.68 \times \text{sen } (55^\circ)$$

$$F_{r1y} = 13.66 \text{ N}$$

Este valor, se reparte en los dos brazos de la válvula dando como resultado dos fuerzas iguales a:

$$F_{r1y}/2 = 6.83 \text{ N } (1.53\text{Lbs}).$$

Con el resultado anterior se procede a realizar el análisis de elementos finitos, el cual permite determinar el esfuerzo máximo en el elemento y conocer las zonas más afectadas debido a la aplicación de la carga.

Considerando la figura 3.9, se obtiene el esfuerzo de Von Mises:

$$|\sigma_{\max}| = 3.26413 \text{MPa}$$

Luego se calcula el factor de seguridad con la ecuación (4):

$$\eta = \frac{S_y}{\sigma_{\max}} \quad (4)$$

Donde S_y : Esfuerzo de fluencia $\approx 80 \text{MPa}$

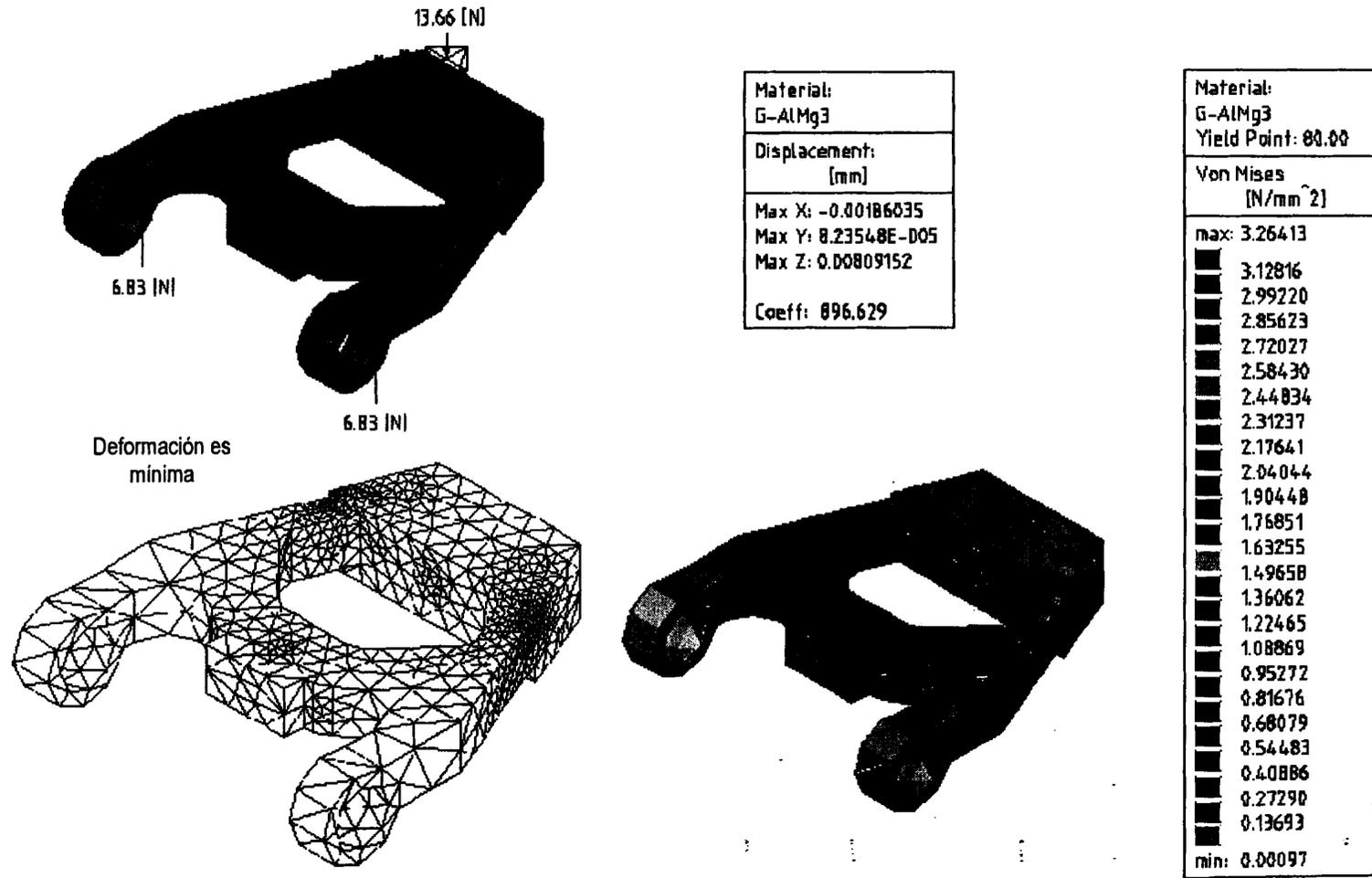
η : Factor de seguridad del elemento

σ_{\max} : Esfuerzo de Von Mises

$$\eta = 80/3.26413 = 24.5$$

El resultado anterior, demuestra que la válvula al ser elaborada en aluminio SAE 320 (G-ALMg3), cumple con las expectativas de diseño. A continuación véase el análisis de elementos finitos del elemento.

Figura 3.9 Cálculo de Esfuerzos por Elementos Finitos para Válvula



En base al análisis anterior, se puede decir que el acero inoxidable para la elaboración de este tipo de elementos, constituye gastos innecesarios, a menos que se requiera un incremento exagerado en la resistencia de la válvula (aproximadamente 3 veces más que la del aluminio SAE 320).

Otro parámetro importante en el diseño de la pinza, es la medida de los cuellos de los envases.

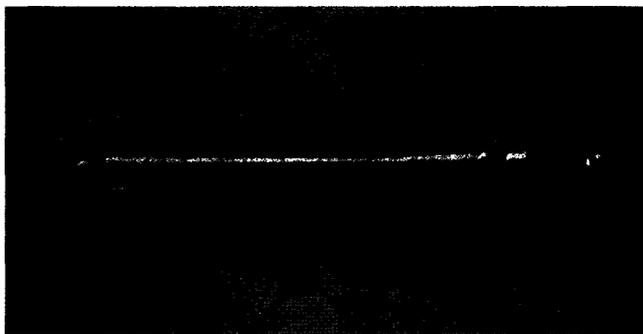


Figura 3.10 Pro-forma Para Envases de 500 cc.

Actualmente, las medidas de los cuellos de los envases, se encuentran estandarizados ya sea para envases de 500cc, 1800cc, 2000cc y 3000cc; esto facilita el diseño de forma de la mordaza porta botellas. En el caso que varíen en cierto grado las medidas de los cuellos de los envases, solo se cambiará la forma de la mordaza porta botellas, ya que éstas son intercambiables. Ver figura 3.6.

PIEZA MOVIL DE PINZA

A continuación se muestra el diagrama de cuerpo libre de la pieza móvil y las consideraciones tomadas para el diseño de la misma.

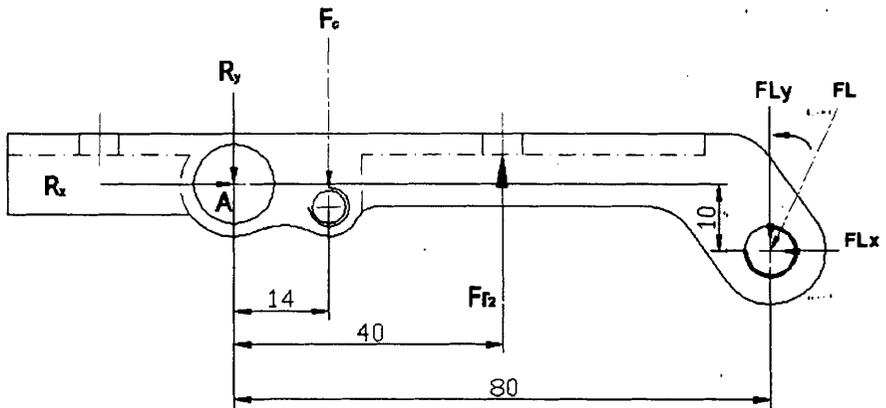


Figura 3.11 Fuerzas Actuantes en Pieza Móvil

Consideraciones

- * La fuerza F_c solo existe cuando la pinza está cerrada y la fuerza de acción de la leva F_L no se encuentra aplicada.
- * La pieza se considera como una viga en voladizo con carga concentrada en su centro.

- Para determinar los esfuerzos por torsión en elementos de sección *no circular* se aplican técnicas de elementos finitos con el programa mencionado anteriormente.

Antes de aplicar el software de elementos finitos, se debe calcular las fuerzas involucradas en el diagrama de cuerpo libre.

Primeramente, calcula la fuerza F_c sin considerar F_L . Para ello, se determina la sumatoria de momentos con respecto al punto **A**.

$$\sum M_A = 0$$

$$40F_{r2} - 14F_c = 0 \quad (5)$$

Donde F_{r2} : es la fuerza del Resorte de diámetro mayor

F_c : Fuerza de Tope - pinza está cerrada

F_L : Fuerza ejercida por la leva – pinza abierta

La fuerza F_{r2} es conocida por las características del resorte:

Resorte: $L_o = 62\text{mm}$ $\Phi_e = 19.6$; $\Phi_i = 15.8$; $d = 1.9\text{mm}$

$L_c = 50\text{mm}$ $F_{r2} = 8.2\text{Lbs} \approx 36.5\text{N}$

$L_f = 38\text{mm}$ $F_{r2} = 14.8\text{Lbs} \approx 65.83\text{N}$

De la ecuación (5) se tiene que:

$$F_c = 40\text{mm} (36.5)/14\text{mm} = 104.28\text{N}$$

De la sumatoria de fuerzas en "x e y", se tiene que:

$$\sum F_x = 0 \quad ; \quad R_x = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad ; \quad R_y = -67.78\text{N}$$

La fuerza F_c se la determinó para calcular el factor de seguridad del tornillo de sujeción fija que se muestra a continuación.

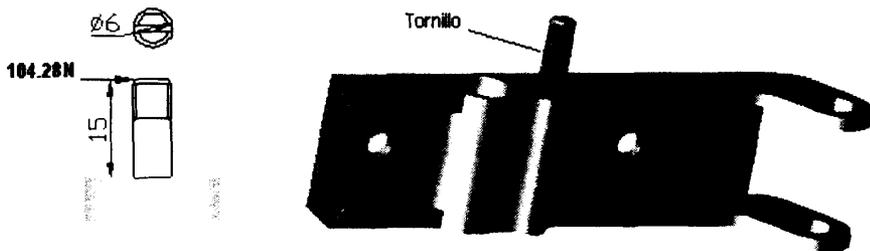


Figura 3.12 Fuerza Actuante en el Tornillo de Sujeción fija

Considerando la figura anterior y el material del cual está hecho el tornillo de sujeción (AISI 304) con $S_y = 241 \text{ MPa}$ se puede

calcular el esfuerzo de flexión y cortante debido a la carga con las ecuaciones 6 y 7 respectivamente.

$$\sigma_x = \frac{Mc}{I} \quad (6)$$

$$\tau_{xy} = \frac{4V}{3A} \quad (7)$$

Donde σ_x : Esfuerzo flexionante debido a la carga
M: Momento flexionante debido a la carga
c: distancia respecto al eje neutro
I: Momento de inercia $I = \pi.d^4/64$
 τ_{xy} : Esfuerzo cortante por cargas transversales
 para una sección circular sólida.
V: Cortante; igual a la carga aplicada
A: Área de la sección transversal

Ahora se calcula el Momento aplicado:

$$\mathbf{M} = 104.28\text{N} (15 \times 10^{-3}) \text{ m} = 1.56 \text{ N-m}$$

Se reemplazan los valores en la ecuación 6 y 7; y se obtiene:

$$\sigma_x = \frac{1.56N - m \left(\frac{0.006}{2} \right) m}{\frac{\pi(0.006)^4}{64} m^4} = 73.56MPa$$

$$\tau_{xy} = \frac{4(104.28N)}{3 \frac{\pi(0.006)^2}{4} m^2} = 4.9MPa$$

Ahora se calcula los esfuerzos principales con la ecuación (8).

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x}{2} \pm \left[\left(\frac{\sigma_x}{2} \right)^2 + \tau_{xy}^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

$$\sigma_1 = 73.89MPa$$

$$\sigma_2 = -0.327MPa$$

En la ecuación (9), el esfuerzo efectivo de Von Mises es:

$$\sigma' = \sqrt{(\sigma_1^2 - \sigma_1\sigma_2 + \sigma_2^2)} \quad (9)$$

$$\sigma' = \sqrt{73.89^2 - 73.89(-0.327) + (-0.327)^2}$$

$$\sigma' = 74.05MPa$$

Se utiliza la ecuación (4) para determinar el factor de seguridad del elemento.

$$\eta = \frac{241 \text{ Mpa}}{74.05 \text{ MPa}} = 3.25$$

Esto demuestra que el tornillo de sujeción fija con diámetro igual a 6mm es una opción válida y segura para el diseño de este elemento.

A continuación se calculan las fuerzas que actúan en el elemento para el caso en que $F_c = 0$ y F_L existe. Este último, es debido a la reacción que se genera cuando el rodillo de la pinza pasa por la leva que se encuentra bajo el carrusel.

Si se asume un ángulo de aplicación igual a 30° para la fuerza F_L , aplicando la sumatoria de momentos respecto al punto **A** y reemplazando el valor $F_{r2} = 16.4 \text{ Lbs} = 73 \text{ N}$ (admitiendo un comportamiento lineal en el resorte); en la ecuación de momento se tiene que:

$$\sum M_A = 0$$

$$40F_{r2} - 80F_L \cos(30^\circ) - 10F_L \text{sen}(30^\circ) = 0$$

$$40 \text{ mm} \times (73 \text{ N}) = [80 \text{ mm} \times \text{Cos}(30^\circ) + 10 \text{ mm} \times \text{sen}(30^\circ)] \times F_L$$

$$F_L = 39.3 \text{ N}$$

De la sumatoria de fuerzas en "x e y" se tiene que:

$$\sum F_x = 0 ; R_x \approx 39.3 \text{ sen } (30^\circ) \text{ N} = 19.65\text{N}$$

$$\sum F_y = 0 ; R_y = 73\text{N} - 39.3 \text{ cos } (30^\circ) \text{ N} = 38.95\text{N}$$

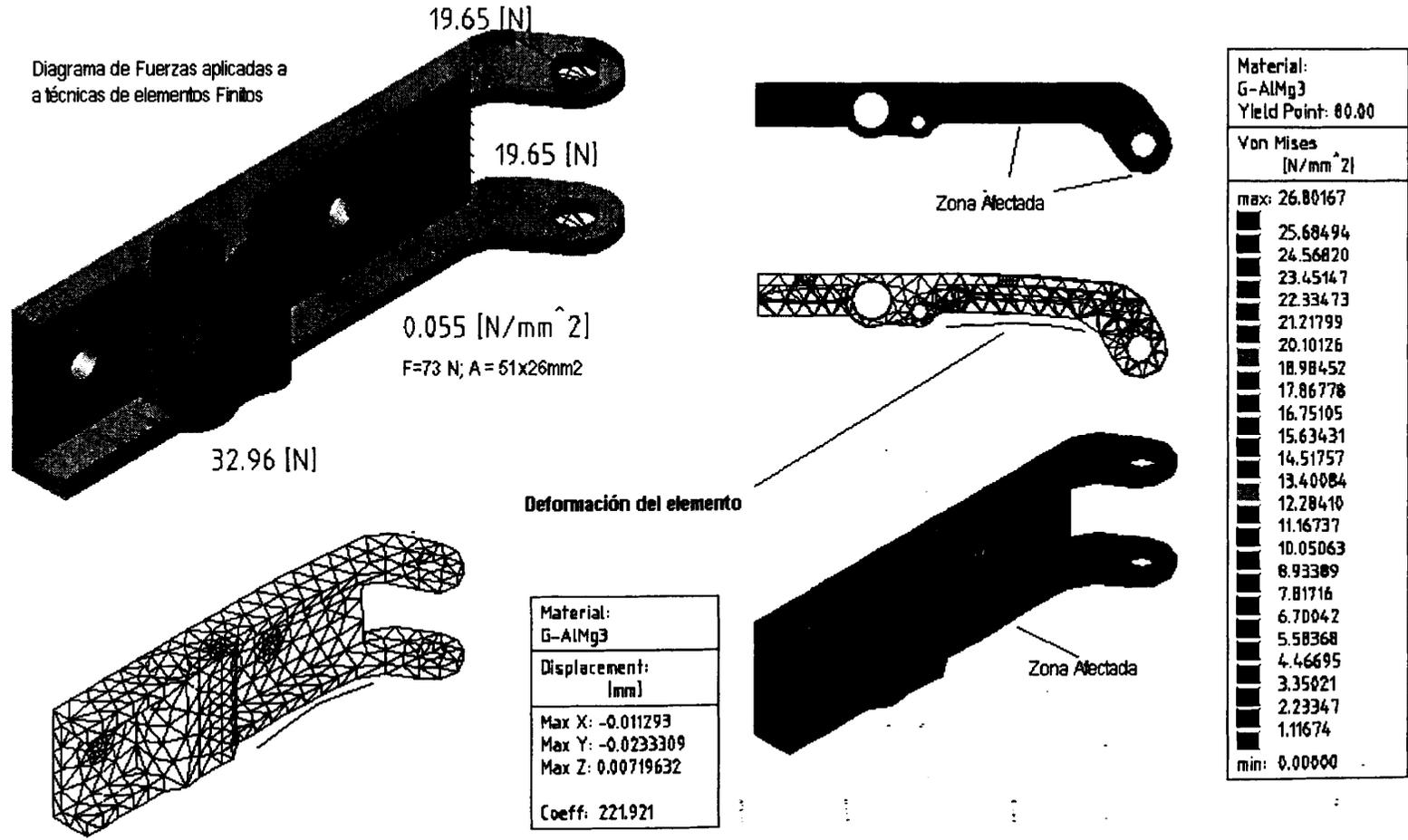
Con estas fuerzas, mediante la aplicación de elementos finitos se procede a calcular el esfuerzo de Von Mises crítico, el cual nos permite estimar el factor de seguridad del elemento

$$\eta = \frac{80\text{Mpa}}{26.80\text{MPa}} = 2.98$$

El factor de seguridad anterior demuestra que el elemento cumple con las expectativas, por lo tanto, es una buena alternativa elaborar este elemento con la geometría presentada en el plano 5.4.

A continuación véase la figura 3.13, el cual muestra el esfuerzo máximo de Von Mises.

Figura 3.13 Cálculo de Esfuerzos por Elementos Finitos para Pieza Móvil



ELEMENTO FIJO DE LA PINZA

Para el análisis de este elemento se hace la misma consideración del elemento móvil, pudiendo tener dos casos:

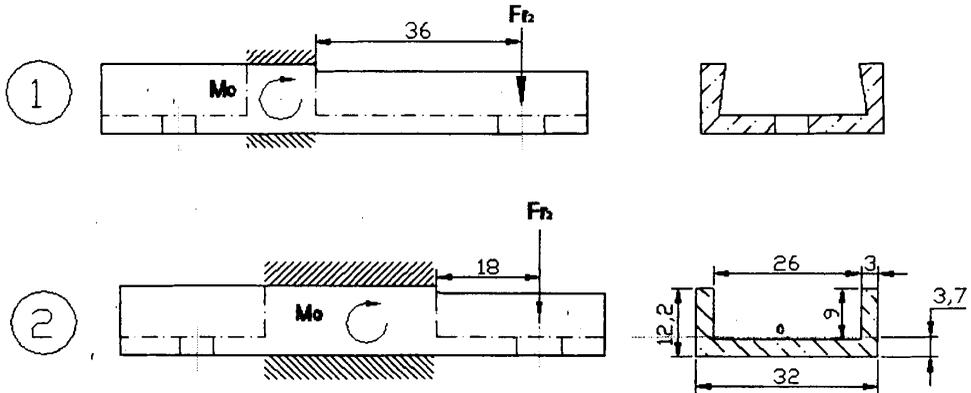


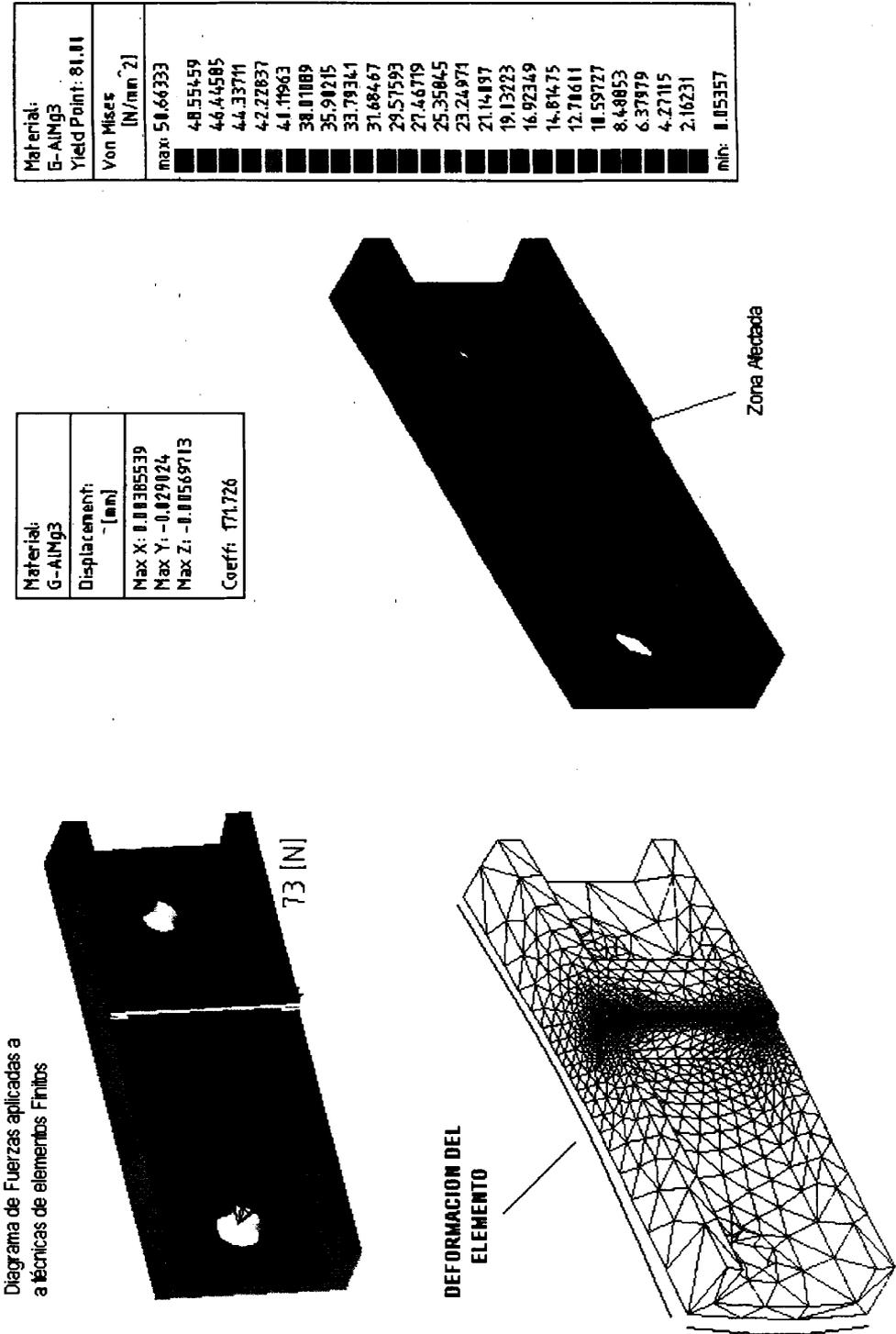
Figura 3.14 Fuerza Actuante en Pieza Fija

El primer elemento, es la pieza que muestra el plano 5.2. Este elemento es sometido a un análisis de elementos finitos como se muestra en la figura 3.15. Luego, se determina el factor de seguridad del elemento con la ecuación (4).

$$\eta = \frac{80 \text{ Mpa}}{50.66 \text{ Mpa}} = 1.6$$

Es claro observar que el diseño del elemento no es tan conservador, debido a forma del elemento y a la magnitud del momento flexionante.

Figura 3.15 Cálculo de Esfuerzos por Elementos Finitos para Pieza Fija



El segundo elemento, es el caso real de la pieza; aquí, se considera la ecuación (10) (ecuación 7-20 libro de Shigley), para un área crítica de una viga canal al 95% de esfuerzo, siendo $x = 3.7$; $t_f = 3$; $a = 32$; $b = 12.2$ (todas en milímetros).

$$A = 0.052 \cdot x \cdot a + (0.1) t_f \cdot (b - x) \quad (10)$$

Luego se calcula el esfuerzo flexionante para el segundo caso.

$$M = 73N \times 18 \times 10^{-3} = 1.314 \text{ N-m}$$

El momento de inercia respecto al eje centroidal es:

$$I = 1767.5 \text{ mm}^4$$

Éste último, fue calculado previamente en base a la dimensiones del elemento (figura 3.14-caso 2). Se reemplazan valores en la ecuación (10) y se tiene que:

$$A = 8.7068 \text{ mm}^2$$

Luego, se utiliza la ecuación (4) para calcular el esfuerzo flexionante:

$$\sigma_x = \frac{1.314N - m(3.7 \times 10^{-3})m}{1767.5 \times 10^{-12} m^4} = 2.75 \text{ MPa}$$

Se asume que el esfuerzo cortante máximo para la sección irregular de la pieza es:

$$\tau_{\max} = \frac{V}{A} \quad (11)$$

Donde **V**: cortante: $V = 73 \text{ N}$

A: Área de 95% de esfuerzo de la viga canal

Se reemplazan los valores y se tiene que:

$$\tau_{\max} = \frac{73 \text{ N}}{8.7068 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 8.38 \text{ MPa}$$

Aplicando la ecuación (8) se obtiene que:

$$\sigma_1 = 9.87 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = - 7.12 \text{ MPa}$$

Con la ecuación (9), el esfuerzo de Von Mises es:

$$\sigma' = 14.77 \text{ MPa}$$

Finalmente, se calcula el factor de seguridad del elemento.

$$\eta = \frac{80 \text{ Mpa}}{14.77 \text{ MPa}} = 5.41$$

El resultado anterior se debe a que la fuerza de aplicación se encuentra más cerca del voladizo. Además, era obvio esperar un factor de seguridad mayor debido a la forma en que se encuentra elaborada la pieza.

A continuación se describe el mecanismo que permite voltear los envases 180° para el enjuague.

3.2.3. Mecanismo Volteador de Botella.

Este mecanismo es una leva de forma especial (Ver plano 6), la cual fue elaborada haciendo uso de los tiempos de proceso del equipo.

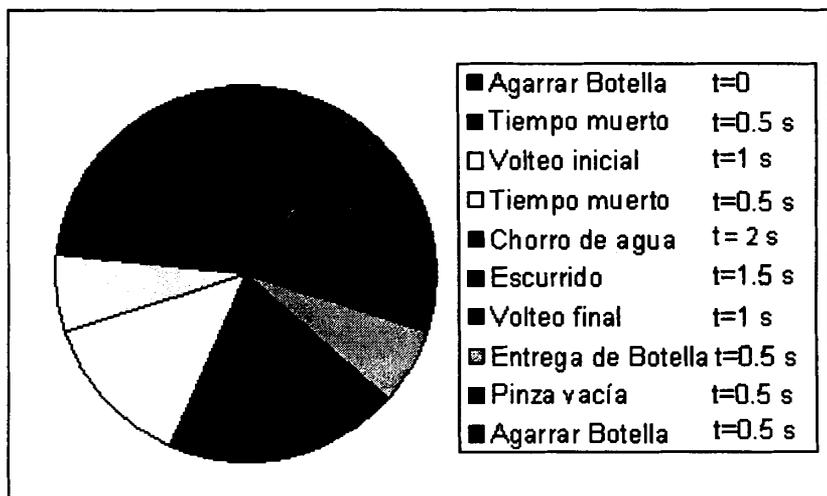


Figura 3.16 Tiempos Utilizados en el Proceso

Estos tiempos fueron tomados considerando una velocidad de rotación de 8 rpm para un envase de 1500cc. Cabe señalar que a medida que disminuye la velocidad de rotación, el tiempo de enjuague se incrementa, garantizando un enjuague más seguro.

Una de las partes más difíciles de la leva es la zona donde se realiza el volteo (Ver figura 3.17). Para generar la forma en este segmento, se parte de la tabla 3.4, la cual establece variaciones en el tiempo desde $t = 0$ hasta $t = 1$ seg. (Volteo) mostrando el ángulo recorrido por el carrusel y la pinza para un tiempo t .

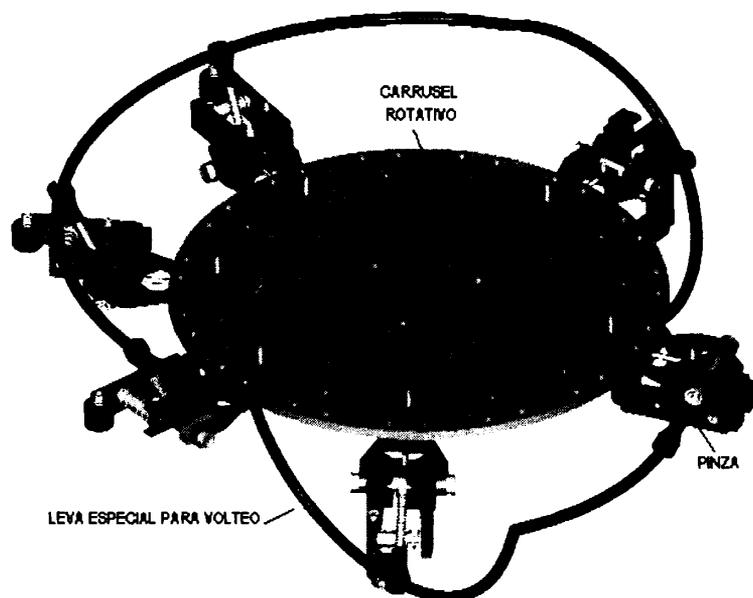


Figura 3.17 Leva Especial para el Volteo de Pinza

TABLA 3.4 Datos Para Elaboración de Leva de Volteo

Velocidad: 8 RPM

tiempo (0-1) segundos	48°/1seg Grados de carrusel	180°/1seg Grados pinza	$\Delta\theta$
			Diferencia
0	0	55	0
0,042	2	62,5	7,5
0,083	4	70	15
0,104	5	73,75	18,75
0,125	6	77,5	22,5
0,146	7	81,25	26,25
0,167	8	85	30
0,188	9	88,75	33,75
0,208	10	92,5	37,5
0,229	11	96,25	41,25
0,250	12	100	45
0,271	13	103,75	48,75
0,313	15	111,25	56,25
0,333	16	115	60
0,354	17	118,75	63,75
0,375	18	122,5	67,5
0,396	19	126,25	71,25
0,417	20	130	75
0,458	22	137,5	82,5
0,479	23	141,25	86,25
0,500	24	145	90
0,521	25	148,75	93,75
0,563	27	156,25	101,25
0,583	28	160	105
0,604	29	163,75	108,75
0,625	30	167,5	112,5
0,646	31	171,25	116,25
0,688	33	178,75	123,75
0,708	34	182,5	127,5
0,729	35	186,25	131,25
0,750	36	190	135
0,771	37	193,75	138,75
0,813	39	201,25	146,25
0,833	40	205	150
0,854	41	208,75	153,75
0,875	42	212,5	157,5
0,896	43	216,25	161,25
0,938	45	223,75	168,75
0,958	46	227,5	172,5
0,979	47	231,25	176,25
1,000	48	235	180

Los datos de la tabla 3.4 se utilizan para la elaboración de la leva de volteo en tres dimensiones. Para ello se hace uso del software Autocad (Plano 6). Por ser una leva que presenta complicaciones en su forma y movimiento en el espacio; no se ha puesto pone énfasis en el diseño de la misma, ya que diseñar una leva de este tipo involucra una serie de análisis, ya sean cinemáticos o de esfuerzos que deben tratarse con exclusividad. Aquí no se está diseñando una leva en especial, sino, un equipo que tiene una leva con una geometría similar a la que se muestra en la figura 3.17.

3.2.4 Diseño de Bancada.

La estructura de esta bancada se la ha diseñado con tubos cuadrados de Acero Inoxidable 316-L de 25x25x3mm, con plancha de acero inoxidable AISI 316-L de 2, 3 y 4mm de espesor. (Ver Planos: 1, 1.1, 1.2 y 1.3).

La bancada, por ser el asiento base de todos los accesorios, equipos, engranajes, árbol motriz, y otros elementos; se debe analizar con sumo cuidado. Para ello se ha considerado dos elementos críticos, a los cuales se les determinan los factores de seguridad correspondiente.

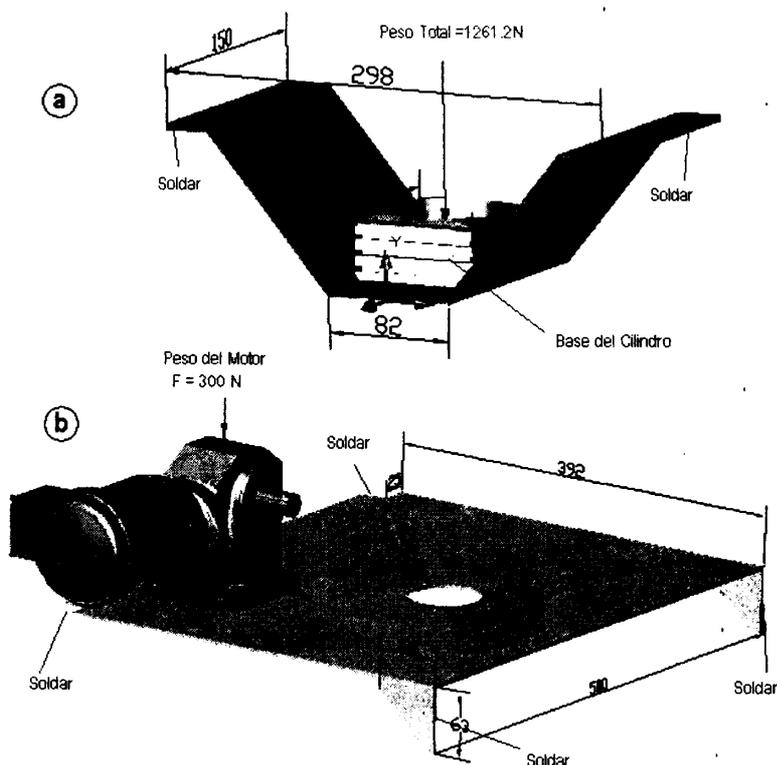


Figura 3.18 Elementos Críticos Para el Diseño de Bancada

Consideraciones

* Las partes más críticas son: el área donde se encuentra ubicado el cilindro hidráulico y la plancha que sostiene el Motor eléctrico.

* Se utiliza las mismas propiedades del SAE 316-L para el metal soldante. $S_y = 206.8\text{MPa}$ y $S_{ut} = 551.5\text{ MPa}$.

* La carga total en el elemento (a), es debido al peso que se calcula en la sección 3.5 y se aplica a una placa de 4mm de espesor.

$$P = 1261.2 \text{ N}$$

Caso (a): Para el cálculo de soldadura en el elemento (a) se utiliza un análisis de elementos finitos para determinar el esfuerzo cortante máximo y poderlo reemplazar en la ecuación (12). Luego, se selecciona la fuerza cortante máxima y se reemplazan en la ecuación.

$$\tau_{\max} = \frac{V_{\max}}{A} \quad (12)$$

Se utiliza la ecuación que presenta la tabla 9-3 del libro de Shigley (propiedades a la flexión de uniones de soldadura de filete) la cual establece que

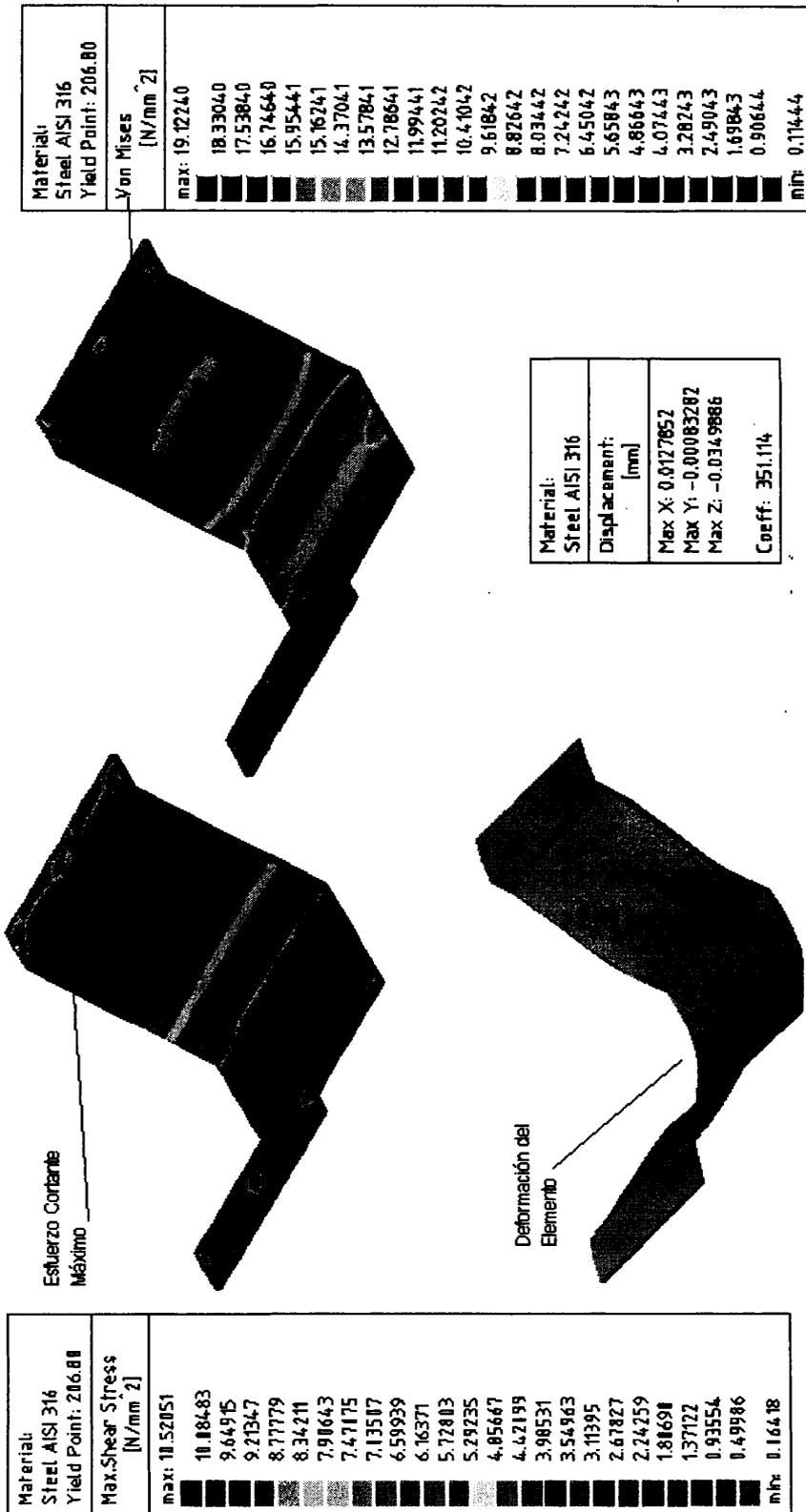
$$A = 1.414hb \quad (13)$$

Donde $b = 150\text{mm}$

h : ancho de garganta a determinar

A continuación se muestra el análisis de elementos finitos del elemento.

Figura 3.19 Análisis de Esfuerzos por Elementos Finitos para Base de Cilindro Hidráulico



Del análisis anterior se obtiene el esfuerzo cortante máximo y el esfuerzo de Von Mises respectivamente:

$$\tau' = 19.12 \text{ MPa}$$

$$\sigma' = 19.71 \text{ MPa.}$$

Si la fuerza cortante máxima en la soldadura se estima como el valor de la carga P , entonces $V = 1261\text{N}$; luego, con los datos obtenidos se reemplazan los valores y se obtiene que:

$$19.12\text{MPa} = \frac{1261\text{N}}{1.414h(0.150\text{m})}$$

$$h = 3.11 \times 10^{-4}\text{m} = 0.31\text{mm}$$

El valor anterior indica que el elemento necesita una aplicación mínima de material depositado, con un proceso que permita alcanzar anchos de garganta extremadamente bajos.

A continuación se calcula el factor de seguridad contra fluencia estática en la unión soldada con la ecuación (14).

$$\eta = \frac{S_{sy}}{\tau'} \quad (14)$$

Donde S_{SY} es la resistencia a la fluencia en cortante y viene dado por la ecuación (15).

$$S_{sy} = 0.5 S_y \quad (15)$$

$$\eta = \frac{0.5 \times 206.8 \text{MPa}}{19.12 \text{MPa}} = 5.4$$

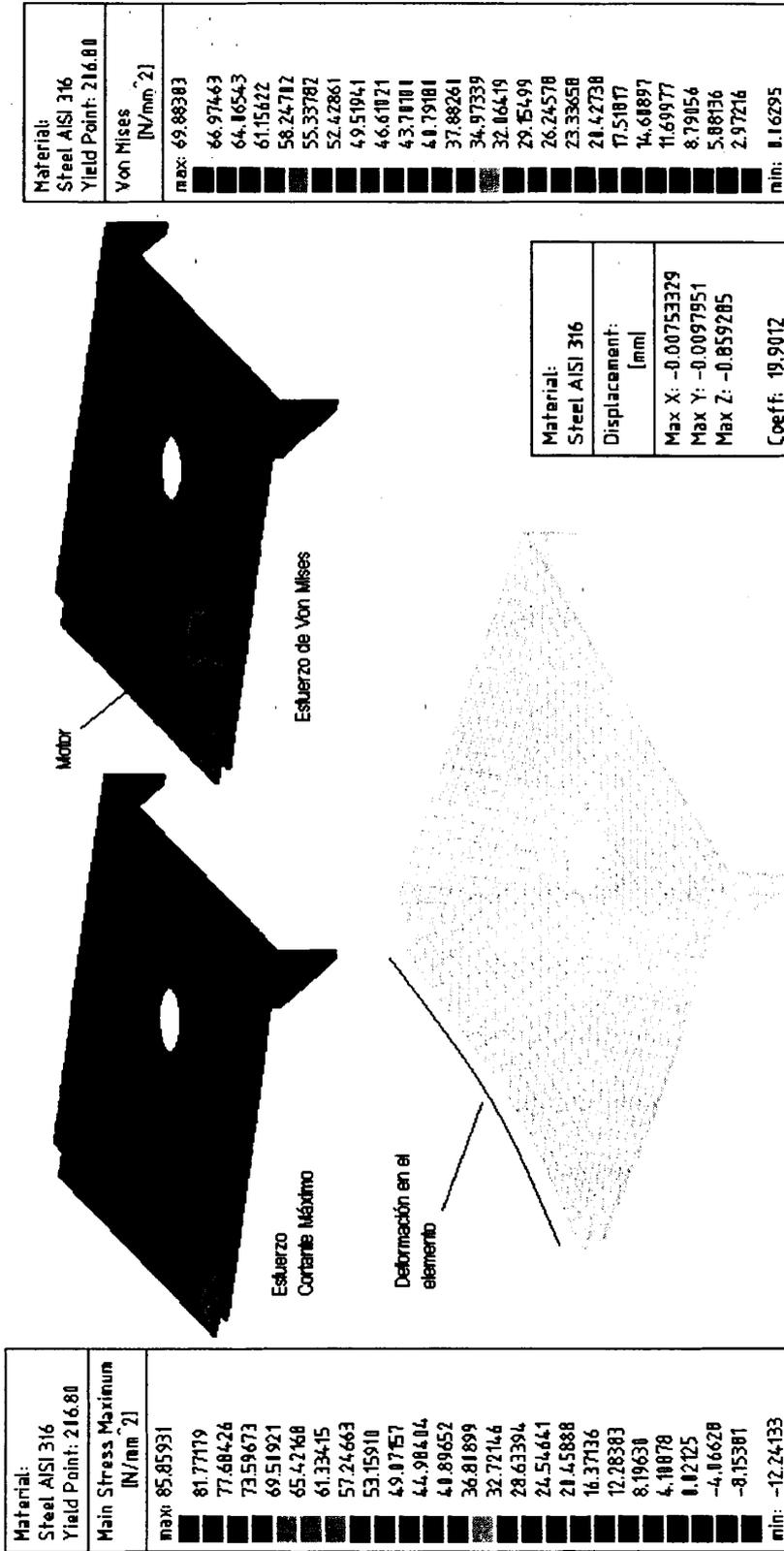
Aplicando la ecuación (4) se puede determinar el factor de seguridad contra falla estática.

$$\eta = \frac{206.8 \text{MPa}}{19.71 \text{MPa}} = 10.49$$

Los factores de seguridad anteriores, indican que el elemento puede ser elaborado con una plancha de acero AISI 316-L de menor espesor. Esto disminuirá los costos de construcción, haciendo que el equipo sea más económico.

Caso (b): se hacen las mismas consideraciones del caso (a), pero ahora se utiliza una plancha AISI 316-L de espesor $e = 3\text{mm}$ para verificar lo expuesto en caso (a). Posteriormente se determinan los esfuerzos en el elemento para determinar el factor de seguridad del mismo con ayuda de las técnicas de elementos finitos. Ver figura 3.20.

Figura 3.20 Análisis de Esfuerzos por Elementos Finitos por Elementos Finitos del Elemento (b)



De la figura anterior se tiene que:

$$\tau' = 85.85 \text{ MPa}$$

$$\sigma' = 66.97 \text{ MPa.}$$

Se calcula el factor de seguridad contra fluencia estática.

$$\eta = \frac{0.5 \times 206.8 \text{ Mpa}}{66.97 \text{ Mpa}} = 1.54$$

Ahora se determina el factor de seguridad contra falla estática.

$$\eta = \frac{206.8 \text{ Mpa}}{85.85 \text{ Mpa}} = 2.4$$

Estos factores de seguridad indican que el elemento cumple con los requerimientos de resistencia y seguridad. Además, en base al análisis realizado se puede decir que los elementos a soldar no necesariamente deben ser preparados para una soldadura fuerte; ya que los elementos críticos presentan factores de seguridad altos. Por lo tanto, bastará con tener espesor de garganta h aproximadamente de 2 a 3mm para todos los casos de soldadura en la bancada.

A continuación se hace el cálculo de consumo electrodos.

Cálculo de Consumo de Electrodo

Para el cálculo de consumo de electrodos en la estructura se asume que todas las partes a soldar son JUNTAS A TOPE SIN PREPARACIÓN, con material AISI 316-L; espesor de 3mm y una separación de 1.5mm. Se consideró, que la raíz de la soldadura superior es rebajada, por lo que va existir una pérdida de material depositado.

Para llegar al peso del acero depositado es necesario calcular primero el volumen del metal depositado. Luego se convierte este valor de volumen a peso, multiplicándolo por 0.00783 Kg/cm³ para acero.

En este caso, la longitud total a soldar, es la multiplicación de juntas a soldar considerando el ancho de la tubería cuadrada; más la longitud a soldar de las planchas que van bajo y sobre la estructura, platinas para aumentar la rigidez de la bancada y tubería circular utilizada como bases de bancada. Para ello se utilizo la ecuación (4).

$$E_s = A_s \times L \times \rho \quad (16)$$

Donde:

E_s = Peso de electrodos que se necesitan

A_s: Area a soldar

L: Longitud total a soldar.

ρ: Densidad del acero depositado

$$A_s = 0.3 \text{ cm} \times 0.15 \text{ cm} + 0.5 \text{ cm} \times 0.1 \text{ cm} = 95 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$$

$$L = 13.8 \text{ m}$$

$$E_s = 95 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 \times 1380 \text{ cm} \times 0.00783 \text{ Kg/cm}^3$$

$$E_s = 1.026 \text{ Kg}$$

Por lo tanto, para los trabajos de soldadura deberá utilizarse aproximadamente **2.26 lb.** de material depositado.

3.3 Suministro de Agua.

El suministro de Agua se lo hace a través de una bomba que se conecta a las tuberías de suministro del equipo hasta conectarse a una manguera de ¾" (19.05mm), el cual se conecta de un tubo de acero inoxidable AISI 304-L, extendiéndose hasta el plato superior (fijo) del colector. En el interior se encuentra un disco de material UHMWP con dos sellos (buna N) y en cierto sector, una ranura circular (96°) para permitir el paso del fluido a presión y alimentar a las toberas de suministro que se encuentran en las válvulas del carrusel (Ver Planos 3, 3.1 y 3.4). A continuación se muestra un corte del colector.

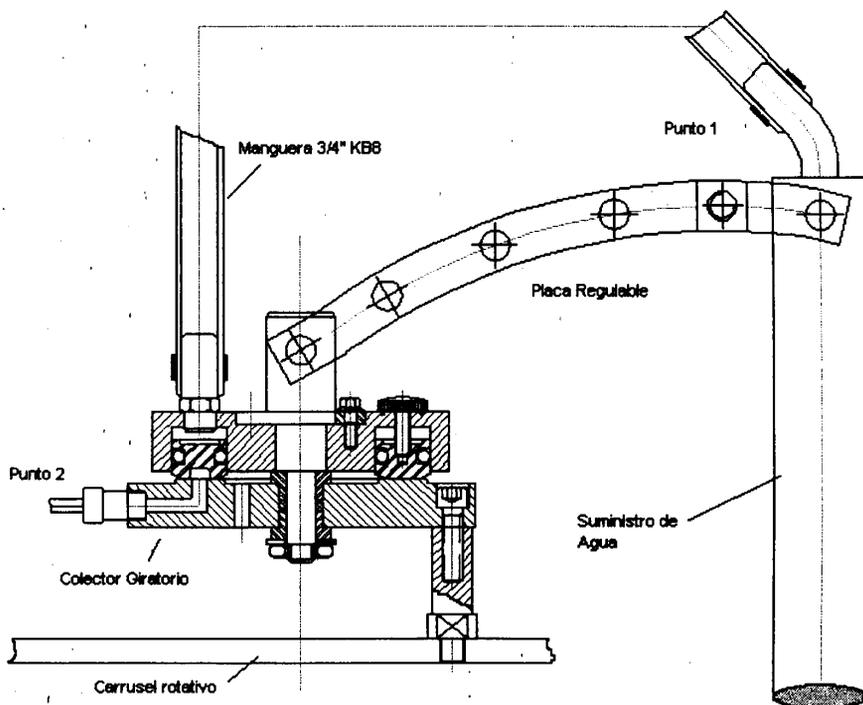


Figura 3.21 Colector de Distribución de Agua

En otras palabras, a medida que gira el carrusel solo permanecen abiertas 4 toberas de válvulas; abriéndose y cerrándose en el momento que crucen por la cavidad del plato interno.

Cálculo del Caudal Necesario para Enjuague.

Para encontrar el caudal neto de enjuague, se consideró un volumen estimado para el enjuague de los envases que el equipo puede manejar. Estos valores pueden ser modificados aumentando el caudal de la bomba y/o disminuyendo la velocidad de rotación.

Mediante el uso de la ecuación (17) se puede calcular el caudal efectivo para el proceso de enjuague (Q_{ef})

$$Q_{ef} = V_{prod} \times ml_r \quad (17)$$

Donde

Q_{ef} : Caudal efectivo empleado en proceso

ml_r : Mililitros requeridos para enjuagar un envase

V_{prod} : Volumen de producción en BPM (botellas por minuto)

Los mililitros requeridos para el enjuague de cada envase fueron estimados y se muestran en la tabla 3.5

A continuación se realiza el cálculo para el envase de 1800cc:

$$V_{prod} = 113 \text{ BPM}$$

$$Q_{ef} = 113 \frac{\text{botellas}}{\text{min}} \times \frac{130 \times 10^{-3} \text{ Lst.}}{1 \text{ botella}} = 14.63 \frac{\text{Lts.}}{\text{min}}$$

Mediante un razonamiento utilizado en el libro de James W. Daily, se puede deducir la red de flujo para contracción brusca. Se supone que toda la disipación de energía ocurre en la zona de expansión de flujo, es decir, en las cuatro boquillas de suministro del colector ($\varphi=6\text{mm}$).

De aquí que:

$$Q_{\text{ef}} = C_c \times Q_t \quad (18)$$

Donde

C_c : Coeficiente de pérdida para la boquilla de descarga libre

Q_t : Caudal teórico requerido

Los experimentos dan a C_c en términos de la relación de las áreas

A_2/A_1 como:

$$C_c = 0.620 + 0.38 (A_2/A_1)^3 \quad (19)$$

Donde A_1 corresponde a un $\varphi = 3/4" = 19.05\text{mm}$ y A_2 a un $\varphi = 6\text{mm}$.

Determinando las áreas correspondientes tenemos que:

$$A_1 = 2.85 \times 10^{-4} \text{m}^2$$

$$A_2 = 2.82 \times 10^{-5} \text{m}^2$$

Se tiene que la relación: $(A_2/A_1)^3 = 9.76 \times 10^{-4}$

Dando como resultado: $C_c = 0.62037$

Esto sucede debido a que A_1 es excesivamente grande comparada con A_2 .

Despejando Q_t de la ecuación (18), se tiene:

$$Q_t = \left(\frac{1}{C_c} \right) x Q_{ef} \quad (20)$$

$$Q_t = \left(\frac{1}{0.62} \right) x 14.63 \frac{\text{Lts.}}{\text{min}} = 23.58 \frac{\text{Lts.}}{\text{min}}$$

Sabiendo que 1 galón = 3.7854 Lts., se tiene un caudal teórico equivalente a **6.23 GPM**.

En base a los cálculos obtenidos, se podría utilizar una bomba con las siguientes especificaciones técnicas:

Marca: ITT A-C Cincinnati, OH U.S.A.	3 fases
Caudal Q: 4 a 40 Lts/min (1 a 10 GPM)	Q_{max}: 10.6 GPM
H: 38/5	H_{max}=40 IP: 44
V: 115-220 Voltios	Hz: 60 RPM: 1750
Kw: 0.37	HP: 0.5 I: 2.5A
Kw_{max}: 550	C: 10 μF

Los cálculos para los otros tamaños de envases se encuentran en la tabla 3.5. Aquí se incluye el tiempo de enjuague para un envase específico, la velocidad de rotación máxima para el proceso de enjuague y los caudales estimados para la producción.

TABLA 3.5 CAUDALES NECESARIOS PARA LOS VOLUMENES DE PRODUCCIÓN ESTIMADOS

ENVASE (cc)	Velocidad Máxima de Rotación (RPM)	Producción Máxima BPM (Botellas/min)	Agua Para Enjuague de un Envase (ml)	Qef. Volumen de Producción (Lts/min)	Qt. x 10⁻⁴ (m3/seg)	Qt Requerido GPM	Tiempo Enjuague de Envases
350	9,5	143	50-60	8,55	2,30	3,64	1,7
500	9,0	135	60-70	9,45	2,54	4,03	1,8
1000	8,5	128	70-100	12,75	3,43	5,43	1,9
1500	8,0	120	100-120	14,40	3,87	6,14	2,0
1800	7,5	113	120-130	14,63	3,93	6,23	2,1
2000	7,0	105	130-140	14,70	3,95	6,26	2,3
3000	6,5	98	140-160	15,60	4,19	6,65	2,5

EQUIPO CON 15 VÁLVULAS

Qefc: Caudal efectivo

1 Galon = 3,7854 Lts

Cc= Coeficiente de Pérdida para la boquilla de Descarga Libre = 0,62

Qef=Cc x Qt

Qt= Caudal Teórico =Qef / Cc

Qef = BPM x ml requeridos para un envase

Qt=1,6Qef

3.4 Sistema de Lubricación

En el equipo, todos los engranajes deben lubricarse a fin de evitar la falla prematura. Un procedimiento usual y preferido es proveer un baño de aceite al encerrar los engranajes en una caja a prueba de aceite. Sin embargo, en el equipo existen varios engranajes que no están provistos de una caja.

En este caso se realiza una aplicación periódica de lubricante a los engranes en forma de GRASA, cuando se detienen el equipo para un mantenimiento preventivo.

Las grasas son usadas en aplicaciones donde los lubricantes líquidos no pueden proveer la protección requerida. Es fácil aplicarlas y requieren poco mantenimiento.

Están básicamente constituidas por aceite (mineral o sintético) y un jabón espesante que es el "transporte" del aceite, siendo este último el que tiene las propiedades lubricantes, no así el jabón.

Las principales propiedades de las grasas son que se quedan adheridas en el lugar de aplicación, provee un sellamiento y un espesor laminar extra.

La lubricación por grasa posee ciertas ventajas en relación con la lubricación por aceite:

- La construcción y el diseño son menos complejos.
- A menudo menor mantenimiento, al ser posible la lubricación de por vida.
- Menor riesgo de fugas y juntas de estanqueidad más sencillas.
- Eficaz obturación gracias a la salida de la grasa usada, es decir, La "formación de cuellos de grasa".
- Con grasas para altas velocidades, cantidades de grasa dosificadas y un proceso de rodaje pueden obtenerse bajas temperaturas del cojinete a elevado número de revoluciones.

Pero también posee desventajas:

- No es posible la evacuación de calor.
- La película de grasas absorbe las impurezas y no las expulsa, sobre todo en el caso de lubricación con cantidades mínimas de grasa.

Clasificación De Las Grasas Lubricantes

La clasificación de las grasas lubricantes no está regulada de forma clara. A causa de las múltiples aplicaciones y de las diferentes

composiciones, las grasas se clasifican principalmente según su aceite base o su espesante.

Ensayo De Penetración

Este ensayo se hace para determinar el grado de resistencia a la penetración (grado N.L.G.I.) que tienen las grasas, de forma similar a la que se mide la dureza de los materiales.

La diferencia entre un grado de penetración o "dureza" de una grasa y otra, es muy importante a la hora de elegir una grasa para una determinada aplicación. Por ejemplo, una grasa muy dura no sería adecuada para la lubricación de un rodamiento que gire a elevadas velocidades, porque al ofrecer mayor resistencia, se calentaría demasiado, con los inconvenientes que esto aparece.

El aparato para realizar este ensayo consiste en un bastidor con una base donde está ubicada la muestra de grasa. Por encima de la muestra esta el cono penetrador (de peso, forma y material normalizados), conectado a un reloj comparador que mide en décimas de milímetro. Una vez posicionada la muestra en la base, se deja por gravedad caer el cono sobre la superficie rasada de la muestra de la grasa, y el reloj medirá la profundidad que penetró el cono en la grasa.

De esta manera, se determina la "dureza" o grado de penetración de las grasas.

Dependiendo de la profundidad de penetración las grasas se clasifican en: fluidas, blandas, semiduras, sólidas y duras. Un aspecto a tener en cuenta antes de hacer este ensayo, es trabajar la grasa para homogeneizar su masa y además darle una cierta temperatura, similar a la de trabajo.

NLGI	PENETRACION	ESTRUCTURA
000	445/475	Fluida
00	400/430	Casi fluida
0	355/385	Extremadamente blanda
1	318/340	Muy blanda
2	265/295	Blanda
3	220/250	Media
4	175/205	Sólida
5	130/160	Muy sólida
6	85/115	Extremadamente sólida

Tabla 3.6 Clasificación de las Grasas

En base a lo expuesto anteriormente se recomienda aplicar grasa con un grado de penetración (NLGI) 3 para lubricar el tren de engranajes y otros elementos que estén expuestos a la atmósfera; y una aplicación de grasa de grado (NLGI) 2 para los rodamientos.

3.5 Sistema Motriz

Este equipo consta de un motor eléctrico encargado de hacer rotar el eje central que el sistema de engranajes; un cilindro hidráulico de doble acción ayuda a controlar los niveles del carrusel en el caso que se cambie de tamaño de envase. A continuación veremos los cálculos del eje central sometido a compresión, torsión y flexión.

Cálculos del Eje Central

Considerando el espacio para la ubicación del cilindro hidráulico de doble acción y la longitud de ascenso del cilindro, se procede a calcular las dimensiones generales del eje central.

Datos Conocidos:

Camisa de arrastre:	$L = 200\text{mm}$
Altura elevación:	$375\text{mm} - 202\text{mm} = 173\text{mm} \approx 180\text{mm}$
Carga de Colector:	$8\text{ Kgf} \approx 78.5\text{ N}$
Carga de Carrusel:	$17\text{ Kgf} \approx 166.7\text{ N}$
Carga de Pinzas:	$0.907\text{ Kgf} \times 15 = 13.6\text{ Kgf} \approx 133.4\text{ N}$
Sobrecarga	$90\text{ kgf} \approx 882.6\text{ N}$
Peso Total:	$128.6\text{ Kgf} = 1261.2\text{ N}$

Donde la altura de elevación es la diferencia de alturas entre el envase de 3000cc y el de 500cc (Figura 3.5), es decir, la distancia que debe recorrer el cilindro hidráulico. El valor de sobrecarga, es debido al peso de los elementos que pudieran afectar al eje central.

Consideraciones.

- La fuerza de reacción debido al chorro de agua que golpea las paredes de los 4 envases en el momento del enjuague es insignificante.
- La fuerza de fricción entre los seguidores y la leva especial se considera en una sola dirección (tangencial al carrusel) en contra del sentido de giro.
- La fuerza del resorte del seguidor de leva especial es despreciable.
- Todas las fuerzas actúan sobre el eje central.

Utilizando como material base el **SAE 1045** (ASSAB 760) para la columna, se asume un diámetro de 30mm y se procede a calcular la constante de columna C_c y la razón de esbeltez S_r con las ecuaciones:

$$S_r = \frac{K.L}{\rho} \quad (21)$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{S_y}} \quad (22)$$

Donde:

K: Constante que depende de la fijación de la columna (empotrada libre) para aplicaciones prácticas $K = 2.1$

L: Longitud real de la columna $L = 400\text{mm}$

ρ : radio de giro. Para una barra sólida circular; $\rho = \sqrt{I/A} = D/4$

E: Modulo de elasticidad del material de la columna; 207GPa .

S_y : Límite de Fluencia del material; 310MPa .

$$S_r = \frac{2.1 \times 400}{7.5} = 112$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 (207 \times 10^9 \text{ Pa})}{310 \times 10^6 \text{ Pa}}} = 114.8$$

Como $S_r < C_c$, la columna es corta. Por lo que debemos utilizar las ecuaciones de J.B. JOHNSON el cual establece un análisis para columna corta con carga concentrada en su centro.

Ahora, se calcula la carga crítica con la ecuación (23), para verificar que la carga que se aplica al equipo es segura, por debajo de la carga crítica que origina el pandeo.

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EA}{(KL/r)^2} \quad (23)$$

Donde:

P_{cr} : Carga crítica para la cual se pandea la columna

A: Sección transversal del eje central; $A = \pi D^2/4$

P_a : Carga permisible en el eje central

$$A = \frac{\pi(0.030)^2}{4} = 7.06 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 (207 \times 10^9 \text{ Pa})(7.06 \times 10^{-4})}{(112)^2} = 114984.4 \text{ N}$$

Si con esta carga debe empezar a pandearse la columna. Una carga segura sería un valor reducido, que se encuentra al aplicar un factor de diseño (f_d) a la carga crítica con la ecuación (24).

$$P_a = \frac{P_{cr}}{f_d} \quad (24)$$

Se utiliza un valor de $f_d=3$ para calcular la carga permisible.

$$P_a = \frac{114984.4N}{3} = 38328.12N$$

Si se compara este valor con la carga real aplicada ($P = 1261.2N$), se puede decir que el eje central con $\Phi=30mm$ y longitud igual a 400mm está sobredimensionado, sin embargo, por estética de diseño se lo considera bastante aceptable. Para mayor seguridad se elabora la tabla 3.7, la cual muestra varias opciones para el eje ámetro del eje.

Luego se procede a calcular el factor de seguridad con la ecuación (25).

$$\sigma_{\max} = \frac{S_y}{\eta} \quad (25)$$

Donde η : es el factor de seguridad.

σ_{\max} : Esfuerzo máximo para la carga P_a .

$$\sigma_{\max} = \frac{P_a}{A} = \frac{38328.12N}{7.06 \times 10^{-4} m^2} = 54.2MPa$$

$$\eta = \frac{310 \times 10^6 Pa}{54.2 \times 10^6 Pa} = 5.7$$

Análisis de Fatiga para el Eje Central

Para la estimación del límite de fatiga del eje central se utiliza la ecuación (26) propuesta por Marín que se escribe como:

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e S_e' \quad (26)$$

Donde; S_e : Límite de resistencia a la fatiga del elemento mecánico

S_e' : Límite de resistencia a la fatiga propuesta por Mischke

k_a : Factor de Superficie

k_b : Factor de tamaño

k_c : Factor de carga

k_d : Factor de temperatura

k_e : Factor de efectos diversos

Datos conocidos:

Material: SAE 1045

$\phi=30\text{mm}$

S_y : 310 MPa

S_{ut} : 565MPa

Los factores modificadores se encuentran estipulados en las tablas del Libro de Shigley, capítulo 7 en las pág 317 a 320 para mayor información. A continuación se calcula el límite de resistencia a la fatiga de Mischke con la siguiente ecuación:

En caso de Aceros:

$$S_e' \approx 0.5S_{ut} \quad \text{para } S_{ut} < 1400\text{MPa} \quad (27a)$$

$$S_e' \approx 700\text{MPa} \quad \text{para } S_{ut} \geq 1400\text{MPa} \quad (27b)$$

Utilizando la ecuación 27a, se tiene que: $S_e' = 282.5\text{MPa}$.

Factor k_a .

Para calcular el factor de superficie k_a se hizo uso de la ecuación (16) con factores $a = 4.51\text{MPa}$ y $b = 0.265$.

$$k_a = aS_{ut}^{-b} \quad (28)$$

De la ecuación anterior se obtiene:

$$K_a = 4.51\text{MPa} \times (565\text{MPa})^{-0.265} = 0.8412$$

Factor k_b .

Para el factor k_b se utiliza la ecuación (29)

$$k_b = \left(\frac{d}{7.62} \right)^{-0.1133} \quad (29)$$

Para diámetros comprendidos entre 2.79mm y 51mm; donde d viene dado en milímetros; de aquí que:

$$k_b = \left(\frac{30}{7.62} \right)^{-0.1133} = 0.856$$

Factor k_c

Resultados obtenidos por Mischke al comparar datos experimentales del límite de fatiga torsional y el límite de fatiga flexionante, arrojaron un factor de carga práctico equivalente a:

$$K_c = 0.585$$

Factor k_d

El factor de temperatura, se lo ha tomado en base a la tabla 7-5 del Libro de Shigley; y a las condiciones de trabajo del equipo. Se considera que el equipo trabajará en condiciones severas a una temperatura ficticia de 50°C, para garantizar que dicho equipo puede trabajar en otro tipo de condiciones que no sea la normal. Entonces se tiene que:

$$K_d = 1.010$$

Factor k_e .

En el factor de efectos diversos se ha considerado a la corrosión como el factor principal que reduce la resistencia a la fatiga, asignándole un valor $k_e = 0.9$. de tal manera que:

$$S_e = (0.8412) (0.856) (0.585) (1.010) (0.9) (282.5\text{MPa})$$

$$S_e = 108.19\text{MPa}$$

Con este valor se puede calcular el número de ciclos que puede soportar dicho eje, con la ecuación (30).

$$N = \left(\frac{\sigma_a}{a} \right)^{1/b} \quad (30)$$

Donde a y b se calculan con las ecuaciones (31) y (32), N es el número de ciclos y σ_a es un esfuerzo (axial) aplicado al eje central.

$$a = \frac{(0.9S_u)^2}{S_e} \quad (31)$$

$$b = -\frac{1}{3} \log \frac{0.9S_u}{S_e} \quad (32)$$

Para estimar los valores de a y b se sustituye el valor de S_{ut} y S_e ; obteniendo como resultado:

$$a = 2338.5 \text{MPa.}$$

$$b = -0.22$$

Supóngase que se tiene un esfuerzo completamente invertido $\sigma_a = 54.2 \text{MPa}$ ($\approx \sigma_{\max}$) y un esfuerzo mínimo $\sigma_{\min} = 1261.2 \text{N/A} = 1.78 \text{MPa}$.

Entonces, el número de ciclos de duración del eje central es:

$$N = \left(\frac{54.2}{2228.5} \right)^{\frac{1}{-0.22}} = 21.69 \times 10^6 \text{ ciclos}$$

Ahora, se calculan los esfuerzos alternantes y medios, utilizando las ecuaciones (33) y (34):

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2} \quad (33)$$

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2} \quad (34)$$

$$\sigma_a = \frac{(54.2 - 1.78) \text{MPa}}{2} = 26.21 \text{MPa}$$

$$\sigma_m = \frac{(54.2 + 1.78)MPa}{2} = 27.99MPa$$

Haciendo uso de la ecuación de Goodman modificada, tenemos:

$$\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_w} = \frac{1}{\eta} \quad (35)$$

Se reemplazan los valores de los esfuerzos y se tiene que:

$$\frac{26.21}{108.19} + \frac{27.99}{565} = \frac{1}{\eta}$$

$$\eta = 3.42$$

Esto demuestra que el acero SAE 1045 para ese tipo de geometría tiene buenas características de resistencia a la fatiga, Sin embargo, se necesita el análisis de otros materiales para compararlo.

Para determinar el Momento rotacional y el esfuerzo de torsión, se hace uso de las ecuaciones (36) y (37) respectivamente; y se estima que el motor a utilizar es de ½ HP (372.8W); esto es, por las dimensiones del equipo y analogía con otros equipos rotativos.

$$T = 9.55 \frac{P}{N} f_s \quad (36)$$

Donde **P**: Potencia en Watts (W)

N: Velocidad de rotación (RPM)

f_s: Factor de servicio del motor eléctrico $f_s = 0.75$

Se sustituye los valores para la velocidad máxima de rotación (10RPM); (1.047rad./s) y se tiene que:

$$T = 9.55 \times \frac{372.8}{10} \times 0.75 = 267 \text{ N} - \text{m}$$

Luego se calcula el esfuerzo de torsión con la ecuación (37).

$$\tau_{xy} = \frac{16T}{\pi d^3} \quad (37)$$

$$\tau_{xy} = \frac{16 \times 267 \text{ N} - \text{m}}{\pi (0.03 \text{ m})^3} = 50.36 \text{ MPa}$$

Ahora, se calcula la fuerza de rozamiento (**f_r**) entre la leva y el seguidor, para ello, se hace uso de la ecuación (39). Esta fuerza es generada por el resorte del seguidor de leva y se la asume en forma circular a un radio de 360 mm (ver plano 6 y figura 3.17). La fuerza ejercida por el resorte (Normal) fue estimada haciendo mediciones con un dinamómetro, esto nos permite estimar la constante **K** del resorte ($K = 0.9 \text{ Kgf por cada cm.}$).

Se utiliza la ecuación (38), con un $X = 2\text{cm}$ (movimiento del seguidor debido a imperfecciones de leva), se puede calcular la Fuerza de resorte F_k .

$$F_k = -K.X \quad (38)$$

$$F_k = 0.7 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}} \times 2\text{cm} = 1.4\text{Kgf} \cong 13.72\text{N}$$

Aplicando la Ecuación (38), se tiene que:

$$f_r = 15x\mu_s.N \quad (39)$$

Donde el factor **15** es debido a las 15 válvulas, $\mu_s=0.2$ coeficiente de rozamiento estático entre el Nylon y el acero inoxidable; y **N** es la normal a la superficie de contacto e igual a F_k .

Se ha estimado un valor del coeficiente de rozamiento estático (μ_s) en condiciones severas para conocer la fuerza máxima que generan los seguidores al arrancar el equipo.

$$f_r = 15 \times 0.2 \times 13.72\text{N} = 41.2\text{N}$$

Luego, se asume que la fuerza de rozamiento genera un momento flexionante al eje central, debido a la forma irregular de la leva. Este valor viene dado por:

$$M = 0.36 \times f_r = 14.82\text{N}\cdot\text{m}.$$

El esfuerzo flexionante se calcula con la ecuación (40)

$$\sigma_x = K_f \frac{M}{Z} \quad (40)$$

Donde **Z**: módulo de sección

M: momento flexionante

K_f: Factor de concentración de esfuerzo = 1

El módulo de sección se lo calcula como: $Z = \frac{\pi D^3}{32} = 2.65 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

De aquí que:

$$\sigma_x = 1 \frac{14.82\text{N}\cdot\text{m}}{2.65 \times 10^{-3} \text{ m}^3} = 5.6 \text{ kPa}$$

Se determina los dos esfuerzos principales, a partir de un análisis por círculo de Mohr con la ecuación (8).

$$\sigma_{1,2} = \frac{5.6 \times 10^3 \text{ Pa}}{2} \pm \left[\left(\frac{5.6 \times 10^3 \text{ Pa}}{2} \right)^2 + (50.36 \times 10^6 \text{ Pa})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\sigma_1 = 50.36 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = -50.36 \text{ MPa}$$

En la ecuación (41), el esfuerzo de Von Mises es:

$$\sigma' = \sqrt{(\sigma_1^2 - \sigma_1 \sigma_2 + \sigma_2^2)} \quad (41)$$

$$\sigma' = \sqrt{(133.56^2 - 133.56(-0.587) + 0.587^2)}$$

$$\sigma' = 50.36 \text{ MPa}$$

Esto demuestra que el esfuerzo flexionante (σ_x) generado por la fricción (leva-seguidor) es despreciable comparada con el esfuerzo debido a la torsión (τ_{xy}). De aquí que:

Por último, se estima el factor de seguridad contra la falla por fatiga debido a la torsión con la ecuación (42).

$$\eta = \frac{S_e}{\sigma'} \quad (42)$$

Donde $S_e \approx 108 \text{ MPa}$

Reemplazando valores, se tiene que

$$\eta = 2.14$$

Para comparar algunos valores se muestra una tabla con los resultados de los cálculos con otros aceros y una pequeña variación en el diámetro del eje central.

**TABLA 3.7 ANÁLISIS ESTÁTICO Y DE FATIGA PARA EL
EJE CENTRAL PARA UN DIAMETRO ϕ**

ϕ mm	Material AISI / SAE-ASSAB	RESISTENCIA		Esfuerzo de Corte τ_{xy} (Mpa)	Factor de Seguridad S_y/σ_{max} η	Límite de Resistencia a la Fatiga (Se) (Mpa)	Factor de Seguridad GoodMan Mod. η	Factor de Seguridad Fatiga-Torsión η	Tipo de Columna
		ULTIMA Sut (Mpa)	DE FLUENCIA Sy (Mpa)						
28	AISI / SAE 1018 Transmisión	475	275	61,96	7,75	95,98	4,68	1,55	CORTA
30		475	275	50,37	6,75	95,24	4,01	1,89	CORTA
26	AISI 1040 Transmisión	630	350	77,38	2,88	119,12	1,67	1,54	LARGA
30		630	350	50,37	2,17	117,21	1,23	2,33	LARGA
25	AISI 4337- ASSAB 705	980	685	87,05	6,10	165,56	2,57	1,90	LARGA
26		980	685	77,38	5,64	164,83	2,36	2,13	LARGA
28	AISI C 1045- ASSAB 760	565	310	61,96	1,65	109,04	0,98	1,76	LARGA
30		565	310	50,37	7,61	108,19	4,60	2,15	CORTA
28	AISI 304 INOXIDABLE	586	241	61,96	6,79	112,00	5,52	1,81	CORTA
30		586	241	50,37	5,92	111,13	4,73	2,21	CORTA
26	AISI 4140- ASSAB 709	880	680	77,38	5,60	152,29	2,17	1,97	LARGA
28		880	680	61,96	4,83	151,02	1,85	2,44	LARGA

Nota: Todas las Resistencias (Sut y Sy) fueron tomadas del catálogo de IVAN BOHMAN

Selección de Cojinetes.

Para seleccionar los rodamientos adecuados, primeramente deben conocerse las fuerzas que actúan en los elementos rodantes y conocer la aplicación principal de los cojinetes. (Véase la tabla 3.8)

<i>Tipo de cojinete</i>	<i>Capacidad de carga radial</i>	<i>Capacidad de carga de empuje</i>	<i>Capacidad de desalineación</i>
Bola de hilera única, ranura profunda	Buena	Aceptable	Aceptable
Bola de doble hilera, ranura profunda	Excelente	Buena	Aceptable
Contacto angular	Buena	Excelente	Pobre
Rodamiento cilíndrico	Excelente	Pobre	Aceptable
Aguja	Excelente	Pobre	Pobre
Rodamiento esférico	Excelente	Aceptable/buena	Excelente
Rodamiento ahusado	Excelente	Excelente	Pobre

Tabla 3.8 Comparación de Tipo de Cojinete

Luego, se puede usar la ecuación (43).

$$F_e = XVF_r + YF_a \quad (43)$$

- Donde
- F_e**: Carga Radial equivalente
 - F_r**: Carga Radial aplicada
 - X**: Factor Radial
 - Y**: Factor de Empuje
 - F_a**: Carga de Empuje aplicada
 - V**: Factor de Rotación

Para el eje central, se tiene un cojinete de empuje con un factor de rotación $V = 1.2$, puesto que el la pista externa al cojinete gira con el eje central. Se asume una carga $F_r = 41.2 \text{ N} \approx fr$; y una carga de empuje conocida ($F_a = 1261 \text{ N} \approx 1300 \text{ N} = 292 \text{ lb.}$); se utiliza la tabla 11-2 del libro de Shigley para obtener los valores $e = 0.11$, $X = 0.56$ y $Y = 1.45$ y se reemplazan en la ecuación (43).

$$F_e = 0.56 \times 1.2 \times 41.2 + 1.45 \times 1300 = 1912 \text{ N} \approx 430 \text{ Lbf.}$$

Luego, como el eje central tiene que girar a 10 rpm, y $F_e = P$ se procede ha utilizar la ecuación (44) para obtener la carga dinámica del rodamiento.

$$C = \left[\frac{(60NL_{10,h})}{10^6} \right]^{\frac{1}{3}} P \quad (44)$$

Donde **C**: carga dinámica del rodamiento (N)

N: Revoluciones de trabajo (RPM)

P: Carga de empuje aplicada = F_e

$L_{10,h}$: Vida útil recomendada

La vida útil de diseño recomendada para cojinetes se muestra en la tabla 3.9, esto permite calcular finalmente el factor **C** o carga dinámica y posteriormente hacer la selección del rodamiento.

<i>Uso</i>	<i>Vida útil de diseño</i> <i>L₁₀, h</i>
Aparatos domésticos	1 000–2 000
Motores para aviones	1 000–4 000
Automotriz	1 500–5 000
Equipo agrícola	3 000–6 000
Elevadores, ventiladores industriales, engranes de uso múltiple	8 000–15 000
Motores eléctricos, ventiladores industriales con tolva, máquinas industriales en general	20 000–30 000
Bombas y compresoras	40 000–60 000
Equipo crítico en operación continua las 24 horas	100 000–200 000

Fuente: Eugene A. Avallone y Theodore Baumeister III, eds. *Marks' Standard Handbook for Mechanical Engineers*, 9ª edición. Nueva York: McGraw-Hill Book Company, 1986.

Tabla 3.9 Vida Útil de Diseño Recomendada para Cojinetes

Reemplazando los valores en la ecuación (44), tenemos:

$$C = [(60 \times 10 \times 20000)/10^6]^{1/3} \times 1.912 \text{ N}$$

$$C = 4377.38 \text{ N}$$

Con este valor se toma un catálogo de rodamientos y se procede ha seleccionar el más adecuado. En este caso se hizo uso de un rodamiento axial bajo la norma ISO 104-212 12x28x11. (Plano 9.1)

Para selección de los rodamientos en las estrellas de suministro y descarga, se considera la forma de la manzana (Plano 8 y 8.1). Los rodamientos cónicos que se muestran fueron seleccionados del catálogo de rodamientos de la NTN.

Otra opción, es utilizar la componente de empuje F_a producida por la carga radial F_r especificada por Timken Company (apéndice C), ecuación (45).

$$F_a = \frac{0.47F_r}{K} \quad (45)$$

Donde K : Coeficiente de capacidad de carga radial y de empuje.

Para las estrellas se asume una Fuerza radial aplicada $F_r = 200$ N (\approx 45 Lb.) debido al tren de engranajes y $K = 1.3$ obtenida de la tabla 11-6 de libro de Shigley.

$$F_a = 0.47 \times 200 / 1.3 = 72.3 \text{ N}$$

Este valor es bastante bajo, debido a que el equipo no manejará gran capacidad de carga, sino más bien, su propio peso y envases vacíos de Tereftalato de Polietileno. Además, la carga de empuje F_a es mínima aplicando rodamientos cónicos sobre el mismo eje con ensamble directo (ver plano 8).

Con ayuda de las tablas del apéndice C, se selecciona un rodamiento cónico con capacidad de carga de empuje mínima (4620 N) - L4464, lo cual favorece al sistema, dándole mayor durabilidad y eficiencia.

Otra alternativa para el tambor porta estrellas puede ser, la utilización de un rodamiento axial más un bosín de bronce (fosforoso), de tal manera que no se utilice la manzana porta tambor.

A continuación se realiza el cálculo del tren de Engranajes.

Tren de Engranajes.

Para el diseño del tren de engranajes se hizo uso del manual de casillas debido a que con él, se puede determinar la forma real de los engranajes; determinando el paso, módulos y diámetros primitivos. (Ver plano 10 y 11).

Considerando un motoreductor B63 de la línea BLOCK (Apéndice C) con características:

Entrada: 1800 rpm

Salida: 30 RPM

Relación: 60/1

Potencia 0.5 Hp. \approx 372.8 Kw

Eje de Salida: \varnothing 24

Longitud (L3): 50mm

Chaveta 8x7 DIN 141

Y sabiendo que la velocidad de rotación del eje central debe ser 10 RPM, se calcula el sistema de transmisión del eje central compuesta por dos engranajes cónicos como muestra la figura 3.22.

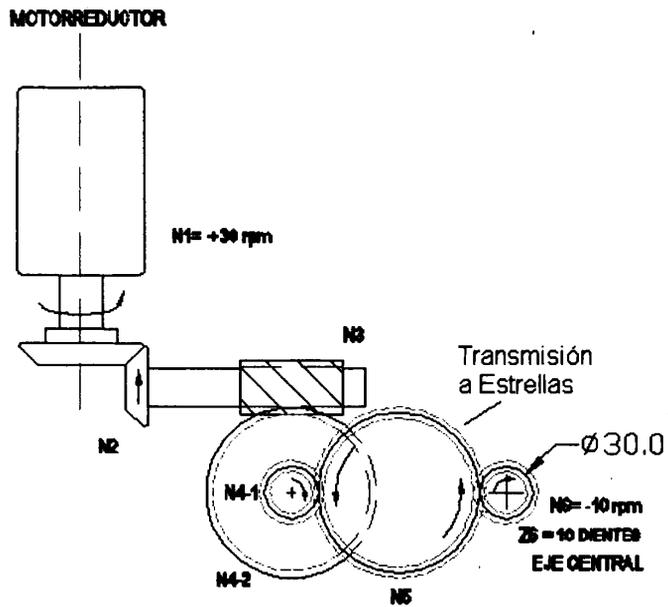


Figura 3.22 Tren de Transmisión del Eje central

De la figura se tiene que: $N_2 = N_3$

$$N_{4-1} = N_{4-2}$$

$$N_{4-1} = N_6$$

Donde N_i : revoluciones del elemento (RPM)

Z_i : Número de dientes del elemento

Es claro observar que:

$$N_{4-1} = \frac{Z_3}{Z_4} \frac{Z_2}{Z_1} N_1 \quad (46)$$

Asumiendo valores: $Z_3 = 4$ (tornillo sin fin); $Z_4 = 24$ (Rueda); y la relación de engranajes cónicos (1:2), $Z_2=16$ y $Z_1=8$; se obtiene que:

$$N_{4,1}=10 \text{ RPM}$$

Esta velocidad de rotación es la que se requiere para que el carrusel gire a máxima velocidad, por lo tanto, si se utiliza un variador de frecuencia se podrá controlar la velocidad de rotación del equipo pudiendo obtener velocidades menores a 10 RPM.

El engrane de la rueda deberá elaborarse con módulo $M = 4$, mientras que el piñón ($N_{4,1}$) con módulo $M = 3$, ya que el eje central está elaborado con este mismo módulo.

Con el número de dientes del engrane y del piñón se procede a calcular la razón de engranes mediante la ecuación (47).

$$m_G = \frac{N_g}{N_p} \quad (47)$$

Donde m_G : Razón de engranes. Transmisión con $M = 3$

N_g : número de dientes del engrane $Z_5 = 30$.

N_p : número de dientes del Piñón $Z_{4,1} = Z_6 = 10$.

Dando como resultado: $m_G = 30/10 = 3$

Ahora se determina el paso circular P_c con la ecuación (48).

$$P_c = \pi M \quad (48)$$

$$P_c = 3.1416 \times 3 = 9.42 \text{ mm}$$

Los diámetros primitivos y radios de paso del piñón y engrane se los calcula con la ecuación (48) y (49) respectivamente.

$$D_p = M.Z \quad (49)$$

$$r_p = \frac{D_p}{2} \quad (50)$$

Donde D_p : Diámetro Primitivo

M : Módulo; $M = 3$

Z : Número de dientes

Entonces tenemos que:

Para el Piñón: $D_p = 3 \times 10 = 30\text{mm}$ $r_p = 15\text{mm}$

Para el engrane $D_p = 3 \times 30 = 90\text{mm}$ $r_p = 45\text{mm}$

A continuación se calcula el diámetro exterior del engrane y piñón.

El diámetro exterior D_e viene dado por la ecuación (51)

$$D_e = M(Z + 2) \quad (51)$$

Reemplazando los datos del piñón y engrane en la ecuación anterior, se tiene que:

Para el piñón: $D_e = 3(10 + 2) = 36\text{mm}$

Para el engrane: $D_e = 3(30 + 2) = 96\text{mm}$

Con las ecuaciones anteriores, las medidas referenciales del carrusel y la ubicación de las estrellas (suministro y descarga), se puede elaborar el tren de engranajes del equipo.

El plano 10, muestra la distribución de los engranes con las dimensiones aproximadas y las distancias entre centros, así como también la ubicación de los mismos, de acuerdo a las dimensiones del equipo.

El plano 11, muestra en cierta forma las medidas de cada uno de los engranes así como también: módulos, número de dientes, paso, etc.

A continuación se analiza el sistema de control que deberá tener el equipo.

3.6 Sistema de Control

Para la selección adecuada de un sistema de control para un motor eléctrico, se exige conocer cuando menos los siguientes factores:

- 1) Tipo de servicio eléctrico: 220-110V, 60HZ; Corriente trifásica.
- 2) Tipo y tamaño de motor: 1/2HP, 1750 – 1800 rpm.
- 3) Operación que se preñde: intermitente; velocidad variable, en un sentido y en reserva.
- 4) Entorno: agua que se salpica.
- 5) Limitaciones de espacio: si
- 6) Accesibilidad de los controles: si
- 7) Factores de ruido o aspecto: bajos y aspecto agradable

¿Cómo se detiene el motor?

Donde no existen condiciones especiales cuando se apaga o detiene el sistema, se puede permitir que el motor se desplace hasta el punto en que se detiene una vez que se interrumpe el suministro de energía. El tiempo que se requiere para detenerlo depende de la inercia y la fricción que se generan en el sistema.

Si se necesita detenerlo con rapidez y en forma controlada, se puede recurrir a **frenos externos**. Se dispone de *frenos para motor*

en los que el freno es parte integral del motor. Por lo regular, el diseño es de naturaleza "seguro ante fallas", en el que el freno es desactivado por una *bobina electromagnética* cuando el motor se energiza.

Cuando el motor se desenergiza ya sea a propósito o a consecuencia de una falla en el suministro de energía, el freno es activado mediante fuerza mecánica y proviene de un resorte.

En circuitos con arrancadores reversibles, se puede utilizar la *detención mediante clavija de contacto*. Cuando se desea detener el motor que trabaja en sentido directo es posible operar de inmediato el control para ponerlo en reserva, en esta situación se aplica un torque desacelerador al rotor que se detiene con rapidez. Cuando el motor se encuentra en reposo hay que tener cuidado de cortar el circuito de reversa para evitar que siga operando en reversa.

Protección contra sobre carga

La causa principal de las fallas en motores eléctricos es el sobrecalentamiento de las bobinas debido al exceso de corriente. Esta depende de la carga que se aplica al motor. Desde luego, un corto circuito originará una corriente alta virtualmente instantánea cuyo nivel resulta perjudicial.

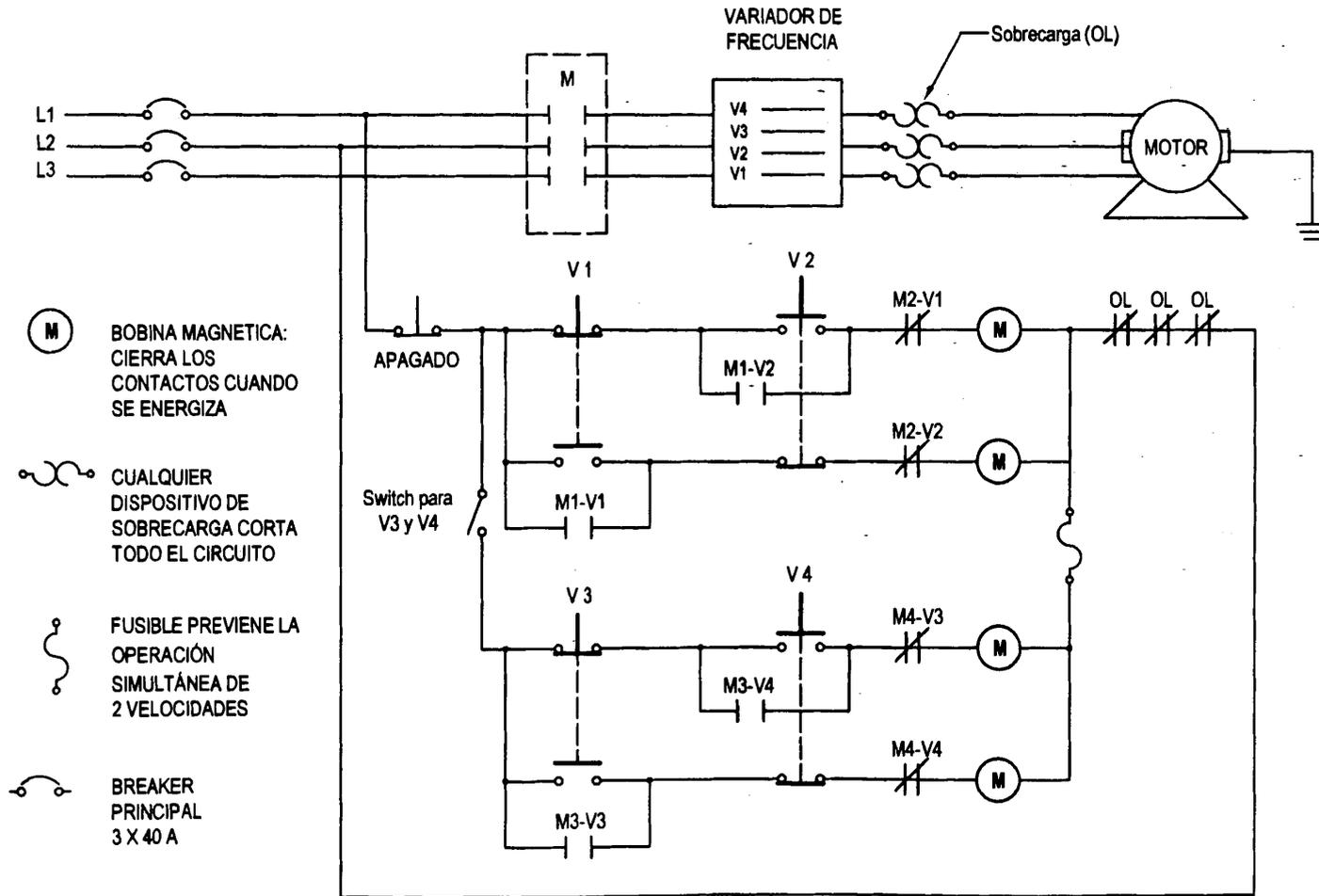
Los *fusibles* ofrecen protección contra cortos circuitos, no obstante es de fundamental importancia tener precaución al utilizar fusibles en motores. Un fusible contiene un elemento que se funde virtualmente cuando a través de él fluye un nivel particular de corriente, por consiguiente, se abre el circuito. Para reactivar el sistema es necesario cambiar el fusible.

En los circuitos de motores se requiere de fusibles de acción retardada o fusibles de acción lenta para evitar que se fundan cuando se enciende el motor, utilizando aquella corriente de arranque, relativamente baja, que es normal y no perjudicial.

Una vez que el motor ha encendido, el fusible se fundirá cuando se presente un valor de corriente excesiva que se establece con antelación.

A continuación se muestra el circuito de Control para el motor eléctrico.

FIGURA 3.23 CIRCUITO DE CONTROL PARA EL MOTOR TRIFÁSICO



Otro de los sistemas que debe controlarse es cilindro hidráulico, que es el encargado de dar el nivel apropiado cuando se cambia de tipo de botella.

El circuito de la Figura 3.25, utiliza una válvula de contrabalanceo para balancear las presiones del cilindro, haciendo que éste ascienda o descienda a una velocidad lenta y equilibrada. Esta válvula es el control de la presión en el cilindro.

Otro componente de este circuito son los manómetros, encargados de reflejar en su carátula la presión que se maneja en el momento. Una válvula de alivio, válvula de control direccional de cuatro vías y una válvula de retención.

Para controlar los niveles se hace pruebas, fijando varias presiones para la válvula de alivio, se toma lecturas de los dos manómetros y se procede a observar el movimiento del cilindro.

Para cada presión se observará tres lecturas (2 en manómetros y 1 en movimiento vertical del cilindro), esto sirve para formar una tabla de datos con las presiones de trabajo y distancias recorridas por el pistón.

A continuación se describe el análisis de la presión de estabilización.

Presión de estabilización.

Esta, presión se la estima, considerando el diámetro interior del cilindro, la presión ejercida por el fluido en la parte superior y el peso que soporta el eje del pistón, sin considerar la sobrecarga:

W_1 : Peso de Carrusel + Pinzas + Colector = 386.6 N

W_2 : Peso de eje central = 1.66Kg \approx 16.27 N

W_t : Peso total sobre el eje del pistón = 394.7 N

Para ello se utiliza la ecuación .

$$P_{\text{inferior}} = P_s + \frac{W_t}{A_c} \quad (51)$$

Donde:

A_c : Área inferior del pistón del cilindro hidráulico con $\varphi=63\text{mm}$

P_{inferior} : Presión en la parte inferior del cilindro.

P_s : Presión en la parte superior del pistón (para el descenso)

En este caso **$P_s = 0$** , ya que se supone en equilibrio

$$A_c = \frac{\pi D^2}{4} = 3.11 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$P_{inferior} = 0 + \frac{394.8}{3.11 \times 10^{-3}} = 126.9 \text{ kPa}$$

La presión calculada es equivalente a 17.65 Psi \approx 1.2 Bares. Esta presión es la que se requiere para que el cilindro se encuentre en reposo..

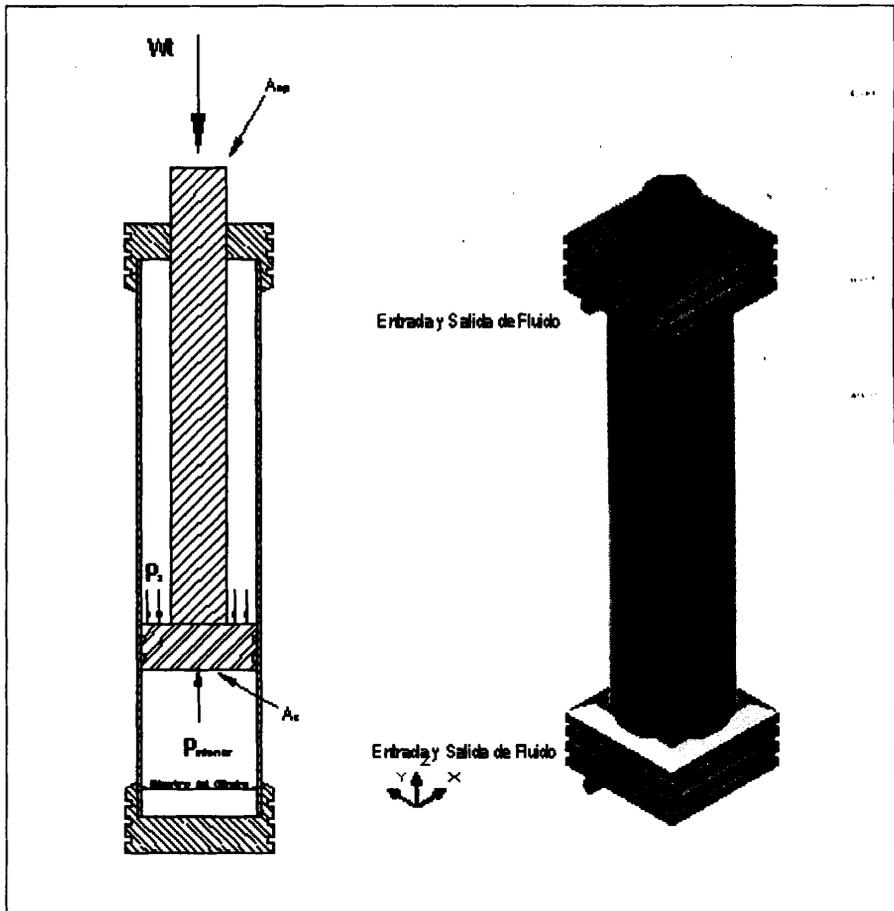
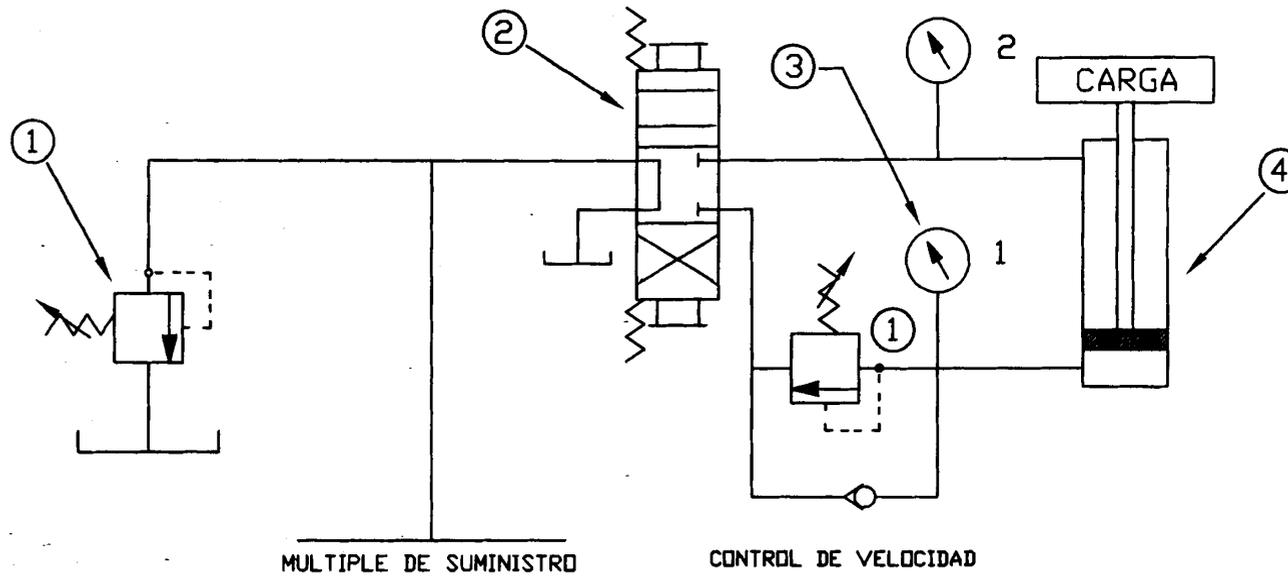


Figura 3.24 Presiones Estimadas para el Cilindro Hidráulico

A continuación véase el diagrama del circuito hidráulico.

FIGURA 3.25 DIAGRAMA DEL CIRCUITO HIDRAULICO PARA EQUIPO



ITEM	COMPONENTES
1	VALVULA DE ALIVIO
2	VALVULA DE CONTROL DIRECCIONAL DE 4 VIAS
3	MANOMETROS DE PRESIÓN
4	CILINDRO HIDRAULICO DE DOBLE ACCIÓN

3.7 Velocidades Necesarias e Intensidades de Alimentación.

Las velocidades necesarias en los equipos (maquinaria industrial) para la producción van en función de las fuerzas de mercado, es decir, que después que se cubren los gastos operativos y administrativos como parte principal, la producción estará controlada por la demanda del producto y su venta en el mercado local o exterior.

Este incremento en la demanda afecta significativamente la velocidad de trabajo de la maquinaria, por lo tanto, se debe buscar un dispositivo que permita hacer variaciones en la velocidad de rotación del motor eléctrico.

El dispositivo del cual se habla, es el VARIADOR DE FRECUENCIAS que se encuentra acoplado al motor eléctrico (figura 3.23). Éste, deberá suministrar la frecuencia respectiva según las velocidades recomendadas para el proceso.

Estas velocidades se muestran en la tabla 3.10. La cual muestra las velocidades necesarias y las intensidades de alimentación del equipo según el envase a enjuagar.

**TABLA 3.10 VELOCIDADES E INTENSIDADES DE ALIMENTACIÓN
RECOMENDADAS PARA EQUIPO ENJUAGADOR**

ENVASE (cc)	Velocidad Máxima de Rotación	Velocidad Mínima de Rotación	Intensidad Alimentación Máxima BPM	Intensidad Alimentación Mínima BPM	Producción Promedio/Día BPD	Tiempo Enjuague 96°
	(RPM)	(RPM)	(Botellas/min)	(Botellas/min)	Botellas/D	(Seg.)
350	9,5	7,0	143	105	59400	1,7
500	9,0	7,0	135	105	57600	1,8
1000	8,5	7,0	128	105	55800	1,9
1500	8,0	7,0	120	105	54000	2,0
1800	7,5	7,0	113	105	52200	2,1
2000	7,0	6,0	105	90	46800	2,3
3000	6,5	5,0	98	75	41400	2,5

EQUIPO CON 15 VÁLVULAS

ÁNGULO DE ENJUAGUE: 96°

El Promedio de Producción al Día está evaluado a la Velocidad Promedio

Tiempo de Enjuague evaluado a la velocidad máxima

96° = 0,267 Vueltas

Equipo Operativo: 8 h Diarias

CAPÍTULO 4

4. ANÁLISIS DE COSTOS.

A continuación se presenta un análisis detallado de costos. Aquí se muestra la inversión en material útil para la fabricación de dicho equipo, esto es: pernos, anillos, tuercas, material a mecanizar, soldadura, entre otros. Luego, se presenta el costo de los equipos y accesorios más relevantes de la máquina. Finalmente se muestra el promedio de inversión en mano de obra directa y se hace un análisis comparativo ante otro equipo (Importado) de similares características para determinar la factibilidad del equipo.

4.1 Costo de Material.

CANTIDAD	UNIDAD	DETALLES	COSTO
30	unidad	Tornillos cabeza Plana M6x1.0x16 Inoxidable	3,90
30	unidad	Tornillos cabeza Plana M6x1.0x30 Inoxidable	4,80

15	unidad	Tomillo de escalón M6x1.0x6 L = 20 Inoxidable	15,00
15	unidad	Perno Acero Inox. M4x0.7x10+ anillo	2,70
15	unidad	Perno 2A-20 Inox. M8x1.25x30 +anillo	3,00
2,3	m	Tubería Delgada $\phi_{ext}=6$	6,90
4,5	Kg	Barra Acero inoxidable AISI 304 $\phi=22$ L =1500	12,60
0,63	Kg	Barra cuadrada de Nylon 30x25 L =1300	8,82
0,45	Kg	Barra de Nylon $\phi=30$ L = 600 Rodillo de leva	6,30
0,4	Kg	Barra de Nylon $\phi=25$ L = 800 "Seguidor"	5,60
0,35	Kg	Barra de Nylon $\phi=20$ L = 1000 " Bosin + Asiento -Resorte"	4,90
3,72	Kg	Acero Inoxidable AISI 304 $\phi=7/8=22.2$ L = 1200	11,90
1,2	Kg	Acero Inoxidable AISI 304 $\phi=5/8=15.9$ L = 750	3,84
2,3	Kg	Acero Inoxidable AISI 304-L $\phi=3/4$ =19.1 L = 1000	7,36
0.45	Kg	Acero Inoxidable AISI 304 $\phi=1/4=6.35$ L = 400	2.3
6,2	Kg	Acero Inoxidable AISI 304-L $\phi=1$ $3/4=44.5$ L = 500	19,84
15	unidad	Resorte ($\phi 20 \times \phi 2 \times 45$) n =7 ASTM A227-47	60,00
15	unidad	Resorte ($\phi 12 \times \phi 1 \times 70$) n =20 ASTM A227-47	37,50

15	unidad	Fundición Valvula y Pinza (Aluminio AISI 320)	450,00
1	unidad	Plancha Acero Inox. AISI 304 L (1220x2440x2)mm	244,00
1	unidad	Plancha Acero Inox. AISI 316 L (1220x2440x3)mm	448,00
1	unidad	Plancha Acero Inox. AISI 304 L (1220x2440x4)mm	500,00
1	unidad	Plancha Acero Inox. AISI 316 L (1220x2440x5)mm	623,00
3	m	Tubería Inox. AISI 316 L $\phi=3$ " SHC-10	203,34
3	m	Tubería Inox. $\phi=1/2$ " SHC-10 21,34 mm ϕ EXT	75,00
23	m	Tubo cuadrado Sanitario 25x25 e= 1.2 mm	157,76
2,2	Kg	Torta de Acero Inox. AISI 304 $\Phi=120$ h=25 mm	11,22
3,5	Kg	Torta de Acero Inox. AISI 304 $\Phi=150$ h=20 mm	17,85
1,9	Kg	Torta de Acero Inox. AISI 304 $\Phi=114,3$ h=20 mm	9,69
6,9	Kg	Barra Acero Inoxi. AISI 304 L $\phi=1 \frac{1}{4} =31,75$ mm	35,19
1	unidad	Plancha Inox. 316-L (1220x2440x10) mm	1.275,00
0,9	Kg	Barra Acero Inoxi. AISI 304 L $\phi=20$ L=200	4,59
5	Kg	Acero Inoxidable AISI 304 $\phi=5/8=15.9$ L=750	25,50
0,6	Kg	Barra Perforada Inox. 304 $\phi_i=10$ $\phi_e=30$ L 30	3,60

1	m	Tubería Inox. 316 L $\phi=1\ 1/4"$ SHC-10	57,00
4	m	Varilla de Acero Inoxi. AISI 316 L $\phi=12$	20,40
2,2	Kg	Torta de Acero Inox. AISI 304 L $\phi 40$ L=60 mm	5,50
2	Kg	Barra Perf. Ovako Steel 280 50x25	39.,78
1,8	Kg	Barra Perf. Ovako Steel 280 50x35	36,21
2,5	Kg	Acero SAE 1040 ($\phi 40 \times 100$) mm	4,00
1	Kg	Bronce SAE 40 ($\phi 40 \times 80$) mm	10,00
3,50	Kg	Acero A36 ($\phi 35 \times 300$) mm	5,25
8	unidad	Perno 2A-20 Inoxidable M10x1.5x100	6,80
8	unidad	Perno Alen Inox. M10x1,5x20	2,72
4	unidad	Perno Inox. M5x0,8x12	0,64
3	unidad	Perno Alen Inox. M8x1,25x30	0,54
4	unidad	Perno Inox. M10x1,5x30	1,36
1,026	Kg	Soldadura E-316-L	15,00
1	unidad	Codo 45° Largo 3/4" SCH-10- 316-L	3,06
2	unidad	Codo 90° Corto 3/4" SCH-10- 316-L	12,94
2	unidad	TEE- 316 L 3/4" SCH-10- 316-L	8,14
		SUBTOTAL	\$ 4.529,80

4.2 Costo de Equipos.

En esta lista se detalla el costo de los equipos que se pueden adquirir en el mercado. Se trata de evitar las especificaciones técnicas, puesto que estos datos son valores de cotizaciones, más no, el detalle técnico de los equipos utilizados en la maquinaria.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	Motor-Reductor 3 fásico B63 60/1 Block	550,00
1	Rodamiento Axial	12,50
4	Rodamientos cónicos	21,00
1	Cilindro Hidráulico de Doble Acción	150,00
2	Chumacera de pared	60,00
1	Válvula Reguladora de Presión	65,00
1	Válvula de Alivio	70,00
2	Manómetros de presión	180,00
1	Válvula de Control Direccional	80,00
1	Válvula de Retención	35,00
1	Tablero Eléctrico	30,00
1	Drecker 3 x 40 amp. General Electric	12,00
1	Contactador ½ HP x 3 fase; bobina 110 V	10,00
1	Variador de frecuencias para motor de ½ HP x 3f	350,00

1	Selector de 2 posiciones	5,00
3	Pulsadores	20,00
3m	Cable flexible 2x16 AWG 300V	10,00
2m	Cable flexible # 16	6,00
2m	Manguera 3/4" de Vinyl KB8 + Abrazadera	12,00
1	Bomba ITT Q: 12 GPM max 1720 RPM- 0,5Hp-0,37KW	308,00
	SUBTOTAL	\$ 1.986,50

4.3 Costo de Mano de Obra.

CANTIDAD	PLANO/PIEZA	TRABAJOS	COSTO
1	1 /	Trabajos de Soldadura en Estructura	250,00
8	1.1 /	Bases de nivelación Torno	120,00
3	1.2-1.3 /	Soporte de Protector Taladro	10,00
4	2 /	Fresado y Taladrado	80,00
1	3.2 / 7	Cilindrado-Refrentado-Rosca	15,00
3	3,3 / 4	Cilindrado- Rosca y Desbaste -Torno-Fresa	18,00
1	3,3 / 6	Cilindrado-Taladrado - Torno - Fresa	40,00
1	3.4 / 3	Torno y Fresa	20,00
1	3.5 / 8	Cilindrado-Taladrado - Torno - Fresa	30,00
2	3.6 / 5	Torno	10,00
1	3.7 / 11	Brida -Torno - Machuelo y Fresa	20,00
11	3.7 /	Cilindrado de Pin -Torno	33,00
2	3.8 / 9	Taladrado	20,00
1	3.9	Torno	3,00
15	5.2 / 4 y 19	Taladrado y Rosca - Machuelo	30,00
15	5.3 / 5-7-21	Torno y Fresa	150,00

15	5.4 / 1-9-14-22-23	Torno - Fresa y Rosca Interna -Machuelo	225,00
15	5.5 / 10..15 y 17	Torno y Fresa	195,00
15	5.6 / 3	Taladrado y Rosca - Machuelo	75,00
1	6	Soldadura y Formado de leva	25,00
1	7	Torno-fresa-taladro y soldadura	70,00
1	8	Torno y Fresa	100,00
1	8.1	Torno-fresa y taladro	70,00
1	9.1	Torno y Fresa	100,00
1	9.2	Torno-fresa y taladro	60,00
1	Juego	Engranajes	250,00
1	-	Instalación Eléctrica	350,00
		SUBTOTAL	\$2.369.00

Análisis Comparativo.

- Equipo Construido Localmente:

Materiales	\$ 4.529,80
Equipos	\$ 1.986,50
Mano de Obra	\$ 2.369,00
Dirección Técnica	\$ 1.500,00
Total - Construcción	\$10.013,30
Imprevistos	\$ 1.000,00
Costo Total del Equipo	\$ 11.385,30

- Equipo Construido en el Exterior:

Costo de Maquinaria	\$23.000,00
Importación	\$ 5.000,00
Costo Total	\$28.000,00

Comparando los resultados, se demuestra que existe un ahorro significativo al construir una maquinaria localmente, descartando la posibilidad de prepagar el equipo 2.45 veces y una demora en la importación. Estos últimos, son puntos a favor para que en el Ecuador se fomente el área de la construcción de Maquinaria.

CAPÍTULO 5

5. AJUSTE Y PRUEBAS.

En este capítulo se describen los cambios que se produjeron en el transcurso de la elaboración del prototipo, así como también una breve descripción de las simulaciones realizadas en el software Working-Model-2D y el CINEMA 4D. Este último, es un programa de simulación y animación de objetos en tres dimensiones elaborados en AutoCad y convertidos a 3DStudio Max, permitiendo que se muestre el movimiento de los mecanismos del equipo.

Algunos Cambios en el Prototipo.

Según los planos 4 y 5, la pieza sobre la manigueta izquierda (elemento fijo de la pinza), deberá ser soldada con aluminio E-4043, utilizar proceso TIG con electrodo de Tungsteno (color verde para aluminio); o en el caso que el juego de piezas fundidas sea de acero inoxidable, utilizar proceso MIG – corriente alterna y unión a tope.

Las alternativas anteriores, no son las únicas, ya que se podría utilizar dos pernos de acero inoxidable M5x0.8x35 para unir los dos elementos, ubicándolos como se muestra a continuación:

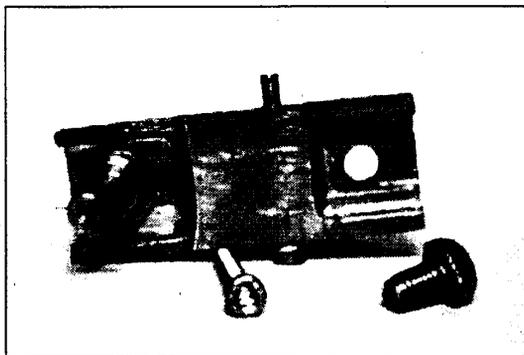


Figura 5.1 Cambio en la Manigueta Izquierda

Otro cambio que podría producirse es en la manigueta móvil de la pinza (ver Plano 5.1 y 5.3). Observe que el plano 5.3, presenta un perno M8x1.25x35 que sirve como eje para rodillo; éste podría ser modificado de la siguiente manera:

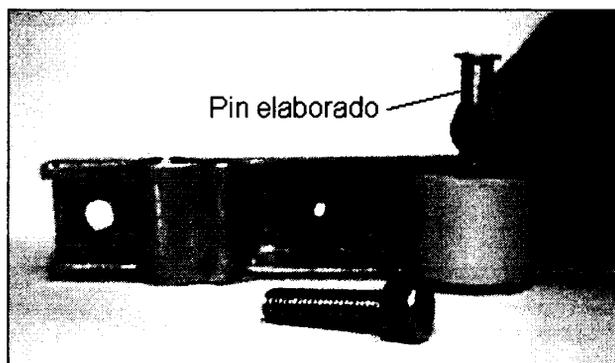


Figura 5.2 Cambios en Rodillo de Pinza

Otra de las piezas que presenta varias modificaciones, es la mordaza porta botella.

La Mordaza se modifica haciendo pruebas fuera de la pinza y en el montaje, simulando el movimiento del envase y la pinza, luego se corrige cualquier tipo de obstrucción que se presente entre el pico del envase y la mordaza.

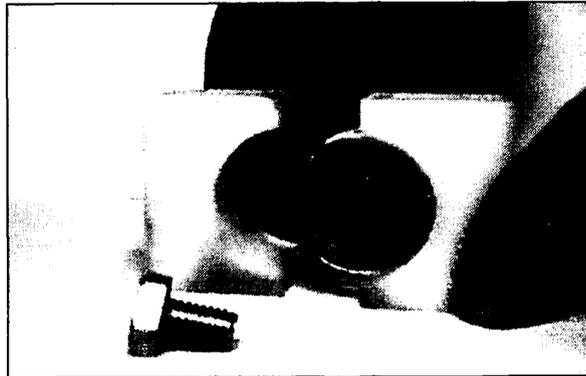


Figura 5.3 Cambios en Mordaza porta Botellas

A continuación se muestra tres pantallas de las simulaciones realizadas en Working Model 2D en inicios del proyecto para finalmente llegar a la simulación de presentación en CINEMA 4D.

Working Model 2D

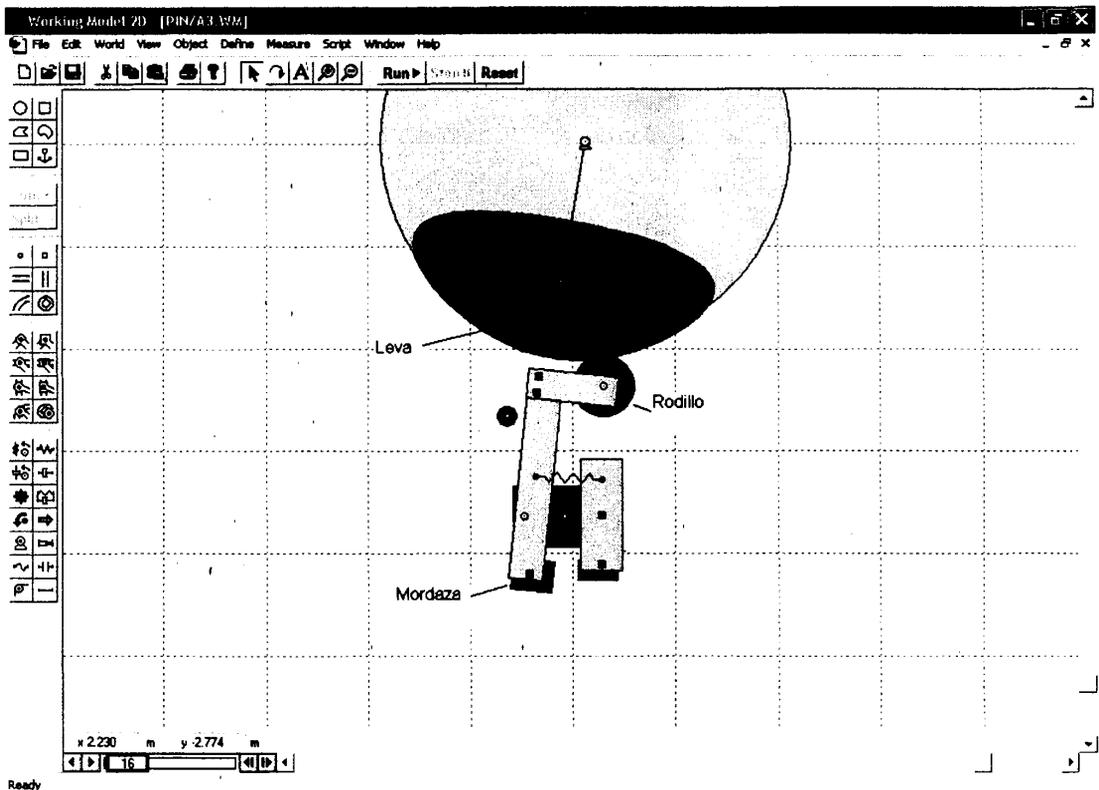


Figura 5.4 Simulación de Movimiento de Pinza con Leva

Esta figura representa los inicios de la presente tesis, aquí se trata de dar movimiento a un mecanismo en forma de pinza, el cual utiliza una leva que golpea la manivela móvil de la pinza. Esta simulación sirvió para colocar en el prototipo un tope que detuviera la pinza al abrirse.

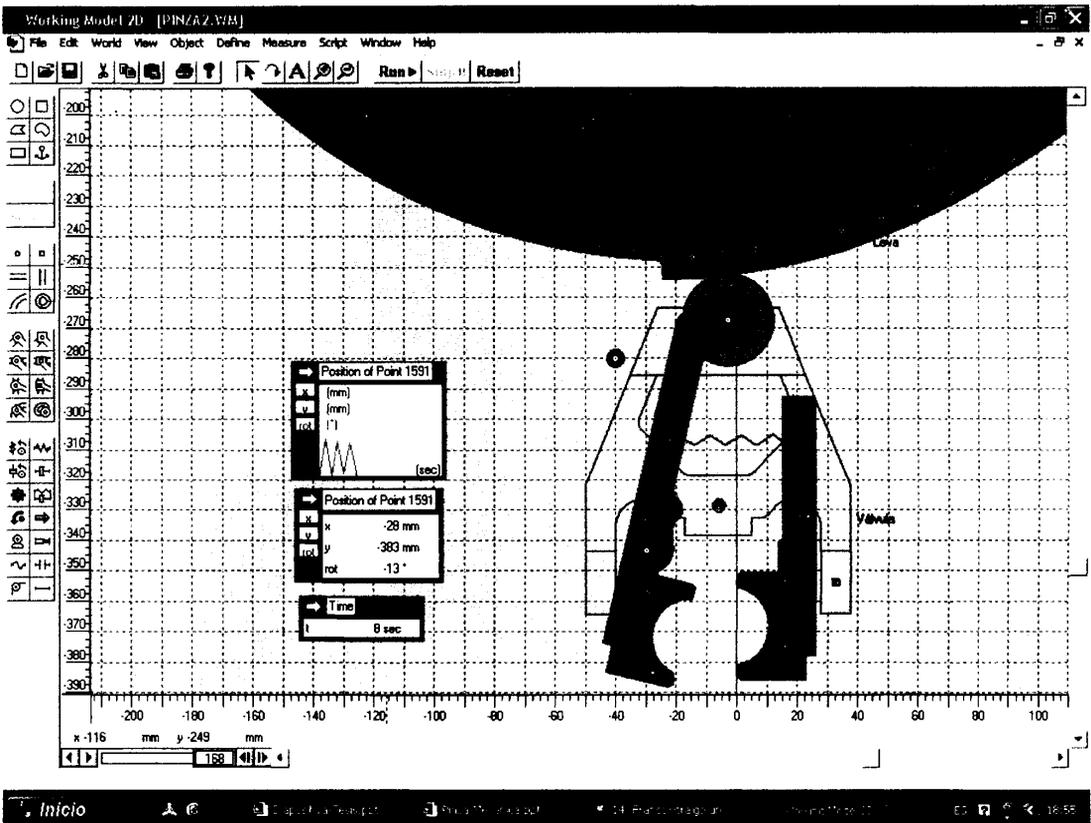


Figura 5.6 Simulación a Escala Real de Pinza Mecánica

Esta simulación trata de representar el funcionamiento de la pinza. Aquí se tuvo algunas complicaciones con el programa; el Working Model 2D tiene sus limitaciones para representar el movimiento de dos mecanismos vinculados entre sí. Para mejorar el sistema se hizo uso de el software de presentación CINEMA 4D que veremos a continuación.

Nota: Los archivos de simulación se pueden correr desde Windows Media Player u otro software para observar videos (*archivos.avi*).

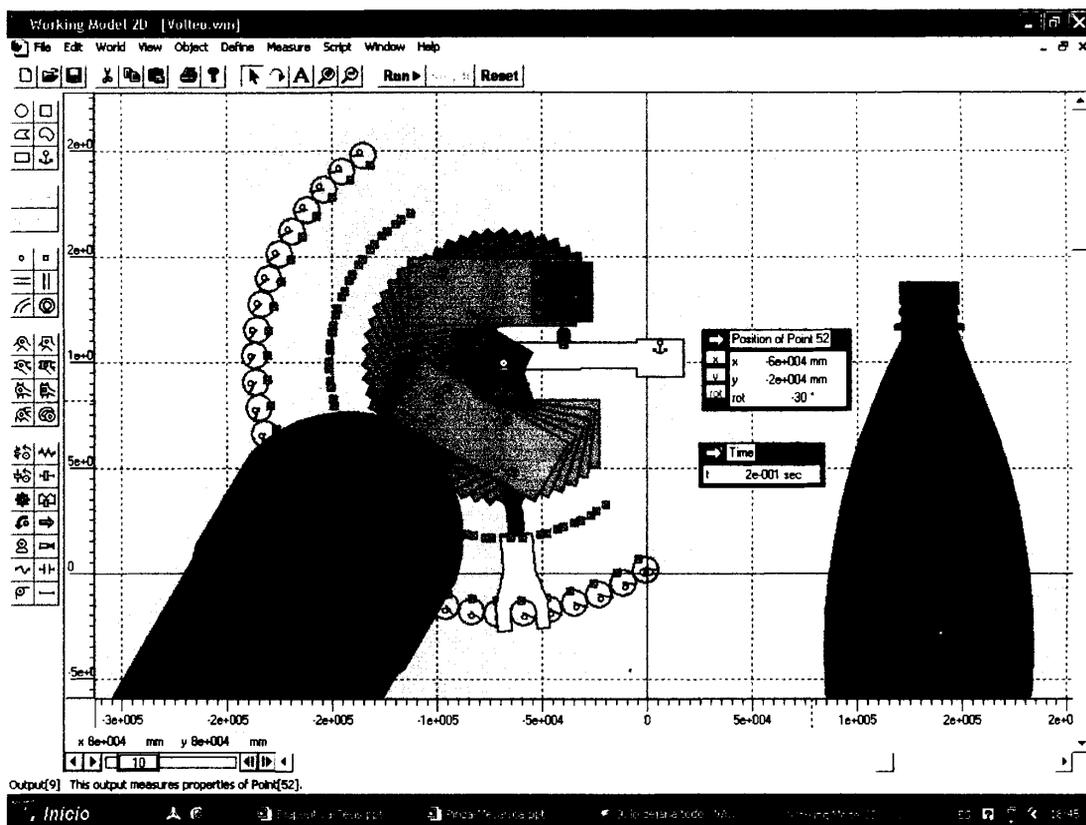


Figura 5.5 Simulación de Volteo de Pinza

Esta simulación representa el movimiento que debe realizar la pinza en el instante del volteo. Además, se determina un punto de referencia para conocer el movimiento de la leva especial en el plano mostrado, también se pudo determinar que dicho seguidor debe tener un ángulo de inclinación para que no haya ninguna obstrucción en el momento de agarrar el envase.

Luego con las medidas reales de la pinza y un envase de 3000cc se determinó que este seguidor debía tener un ángulo de inclinación aproximadamente a 55°.

CINEMA 4D.

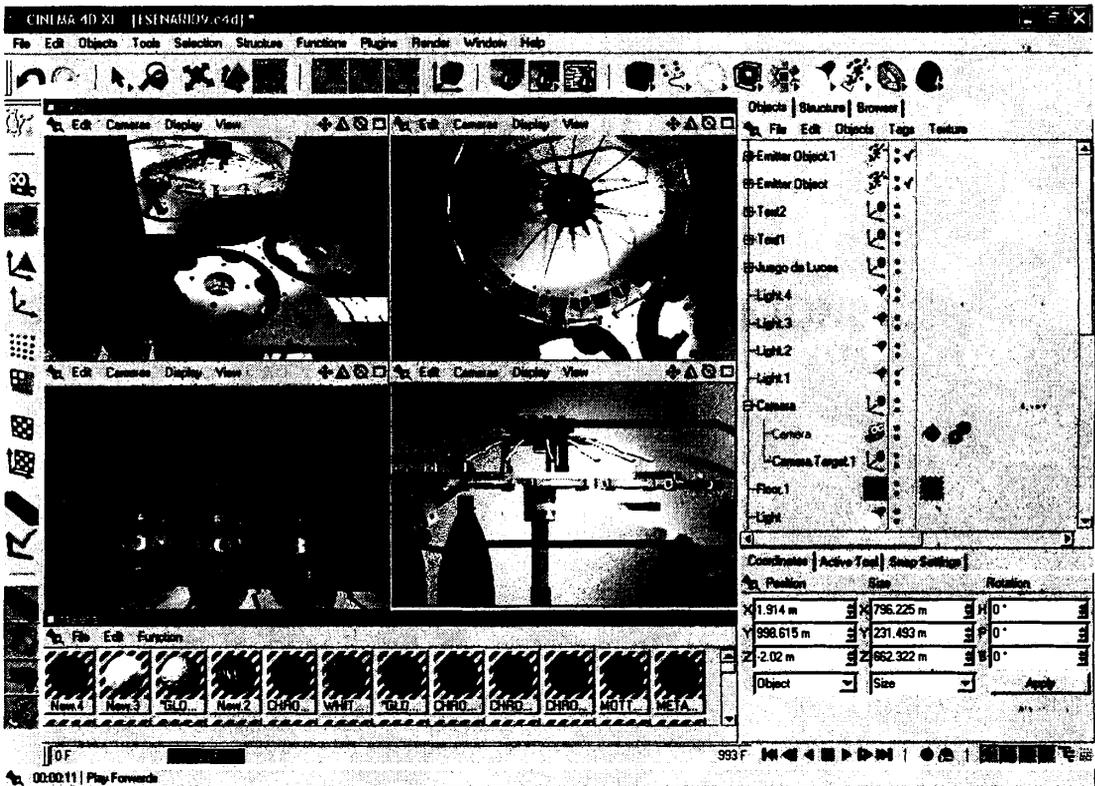


Figura 5.7 Simulación en CINEMA 4D

5.1 Análisis de Resultados

Los programas vistos anteriormente son una herramienta importante para el diseño de ciertos mecanismos y más que todo, una forma de explicar lo que se pretende hacer con un grupo de elementos, es por ello que los resultados obtenidos han sido favorables. Una muestra de ello, es la elaboración del prototipo de simulación (válvula-carrusel) presentado en la sustentación de la presente Tesis.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES

- 1. Existe la posibilidad de construir el equipo, utilizando los medios existentes en nuestro país.**
- 2. Crecimiento del área de la construcción de Maquinaria en el país, generando fuentes de trabajo y desarrollo en las microempresas.**
- 3. El costo total de este equipo es muy inferior al de una máquina importada con similares características.**
- 4. Equipo adaptable a distintos tamaños y tipos de envases, con unidades sincronizadas y precisas para una intervención mínima del operador.**

5. Equipo confiable y de fácil mantenimiento. Permitiendo un gran ahorro de agua comparada con otros equipos y con la ventaja que mantiene un sistema de enjuague continuo, pudiendo enjuagar hasta 135 botellas por minuto del envase de mayor acogida (500cc) a una velocidad de 9 rpm en el carrusel.

RECOMENDACIONES DE DISEÑO

1. Por ser un proyecto que aún puede admitir modificaciones, se recomienda que: en el caso cambiar el material de un sello u otra pieza; utilizar un catálogo de materiales para procesos alimenticios del Apéndice C.
2. El prototipo “pinza mecánica” construido en aluminio a escala real, sirve de base para la construcción de nuevas pinzas. Sin embargo, debe mejorarse los procesos y la calidad de los trabajos para darle mayor valor agregado a los elementos.
3. Se recomienda mantener lubricado los elementos que se encuentran bajo el carrusel, así como también los engranajes del tren de transmisión. Recuerde que la limpieza con agua a presión en los alrededores retira muchas veces el lubricante que se encuentra depositado en estos; procure hacer revisiones periódicas de los mismos.

RECOMENDACIONES PARA LA DESINFECCIÓN DE AGUA

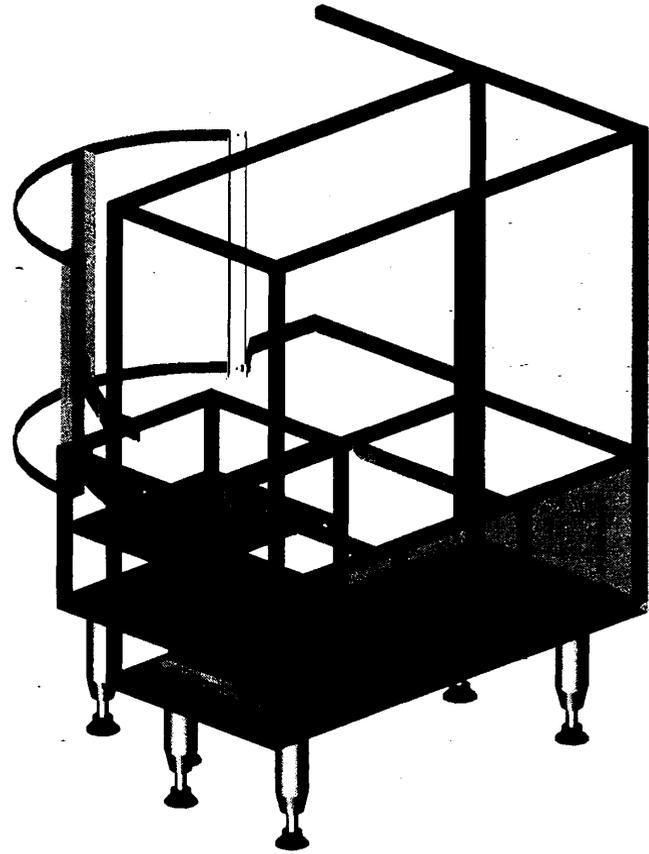
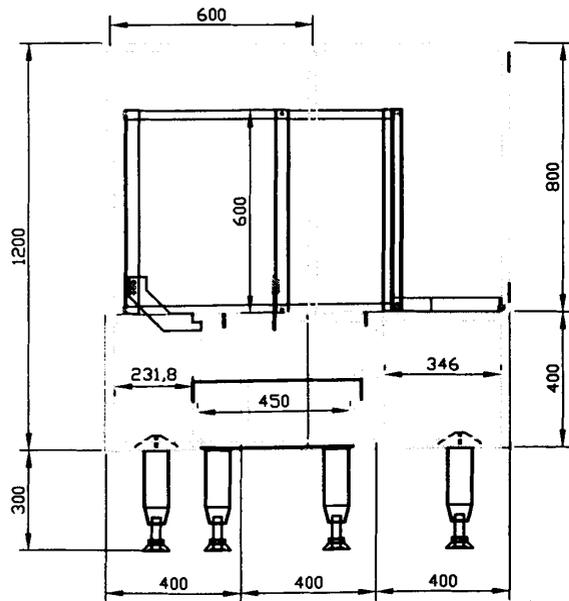
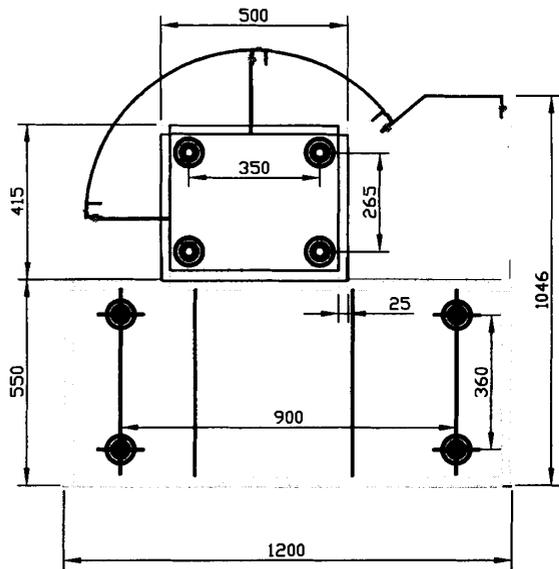
Para la desinfección del agua como producto, se recomienda utilizar purificadores de agua por radiación ultravioleta, a diferencia de otros métodos de desinfección (cloro, dióxido de cloro,...), ya que no solamente las bacterias, *sino también los virus, levaduras, esporas, son susceptibles de ser destruidos* por este método de purificación.

VENTAJAS DE LA RADIACION U.V. FRENTE A OTROS SISTEMAS

- 1. Destrucción instantánea y segura de todos los microorganismos.**
- 2. No precisa tiempo de contacto: el efecto de desinfección es inmediato.**
- 3. No altera ni modifica la composición química del Agua, ni por lo tanto, su olor y sabor característico.**
- 4. No hay posibilidad de formación de compuestos secundarios perjudiciales.**
- 5. Ninguna acción corrosiva sobre las instalaciones.**
- 6. Sencilla, limpia y segura manipulación, sin riesgos ni incomodidades para su mantenimiento.**
- 7. Fácil instalación.**
- 8. Prácticamente nulo mantenimiento.**
- 9. Bajos costes de inversión y explotación.**

PLANOS DE LA ENJUAGADORA

ROTATIVA



FIMCP - ESPOL

PROYECTO:

ENJUAGADORA ROTATIVA



ESCALA:
1:20

CONTIENE: ESTRUCTURA
DETALLADA

MATERIALES: ACERO INOXIDABLE TIPO
316-L

FECHA	NOMBRE
01/01/04	J. Franco P.
01/01/04	Ing. Martinez

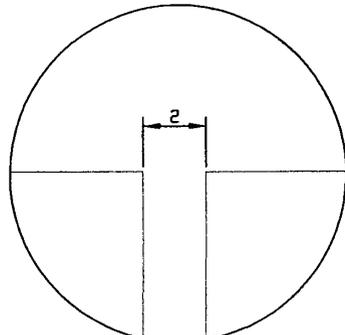
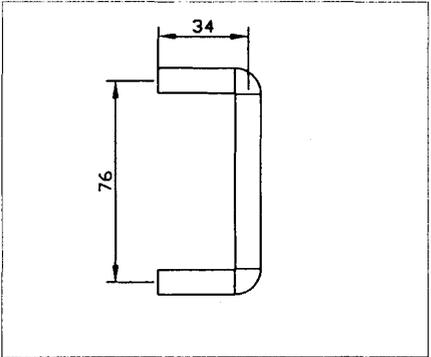
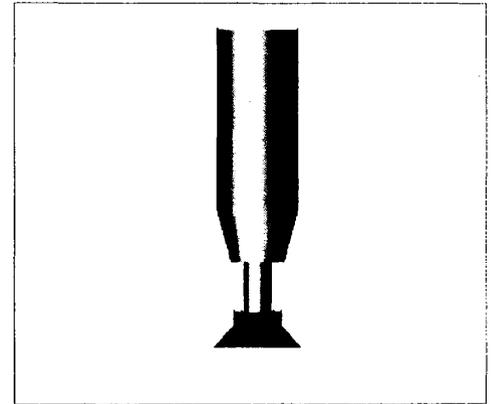
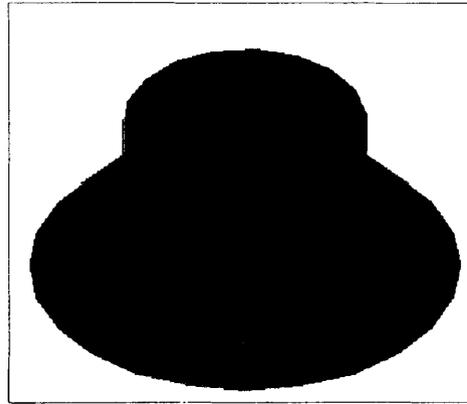
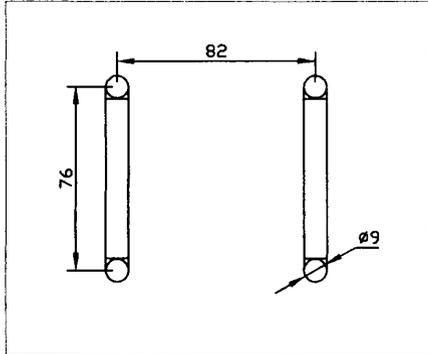
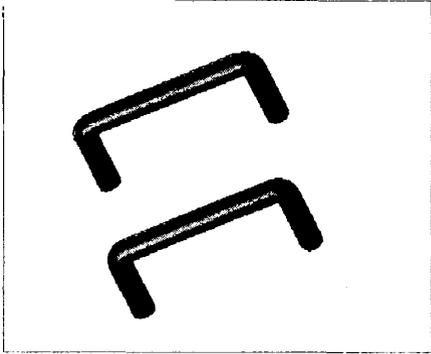
Dibujo

Revisó

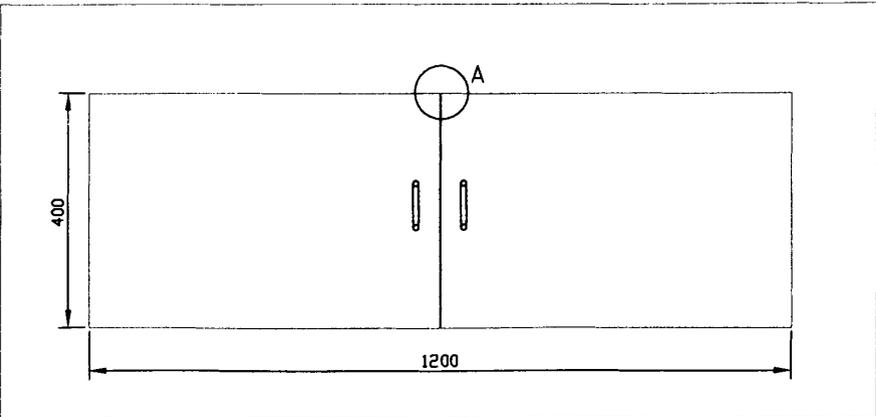
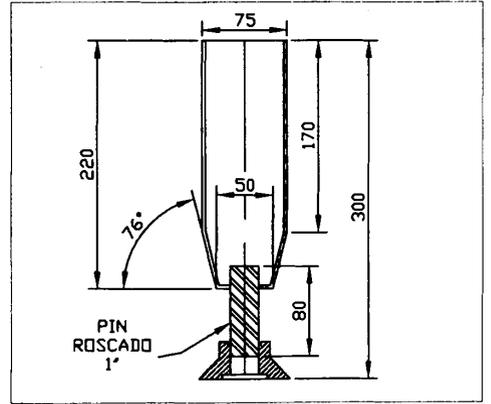
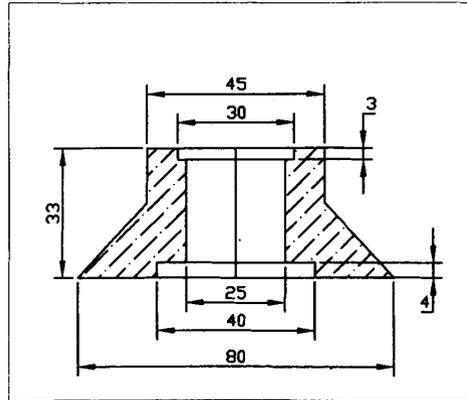
Plano No:

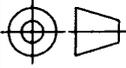
1

Masa (Kg)



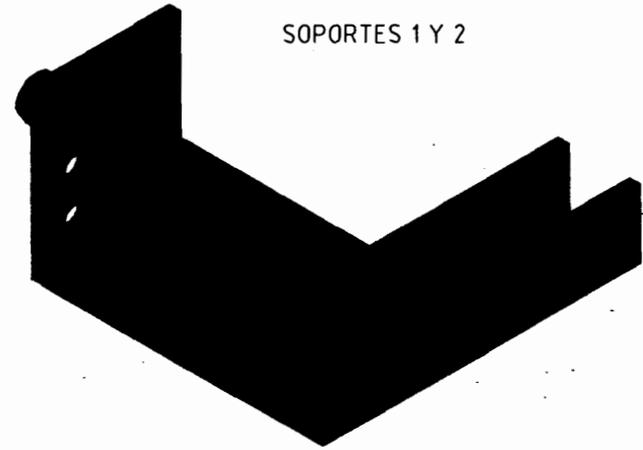
Detalle A



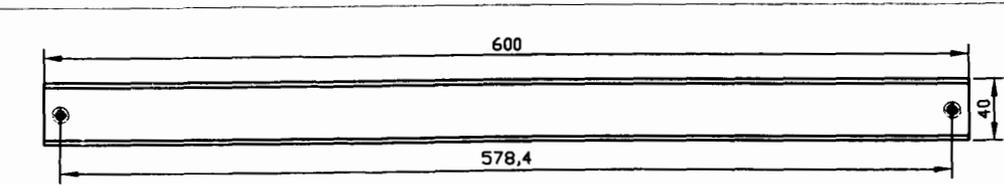
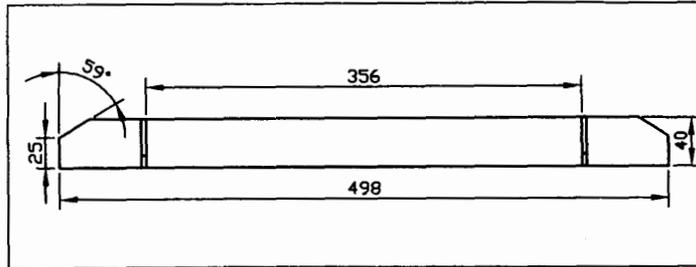
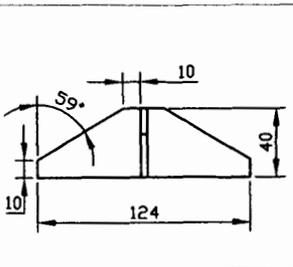
<h1>FIMCP - ESPOL</h1>		FECHA	NOMBRE
		Dibujo	01/01/04 J. Franco P.
PROYECTO: ENJUAGADORA ROTATIVA		Revisó	01/01/04 Ing. Martínez
	ESCALA: 1:1	CONTIENE: BASES DE BANCADA MANIGUETA Y PUERTA	
	MATERIALES: ACERO INOXIDABLE TIPO 316-L		Masa (Kg)
		Plano No: 1.1	



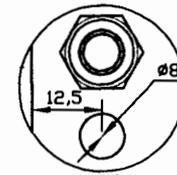
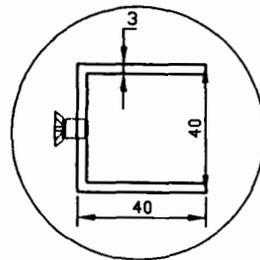
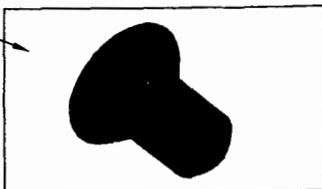
PLATINA RESISTENTE PARA BASES (3mm)



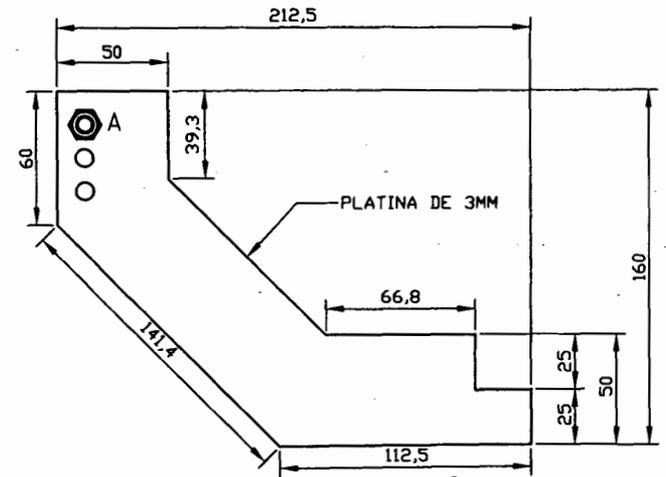
SOPORTES 1 Y 2



TORNILLO M6x1.0x10



DETALLE A



2 PIEZAS

FIMCP - ESPOL

PROYECTO: ENJUAGADORA ROTATIVA

ESCALA: 1:50
CONTIENE: SOPORTES PARA RIGIDEZ
SOPORTES DEL PROTECTOR

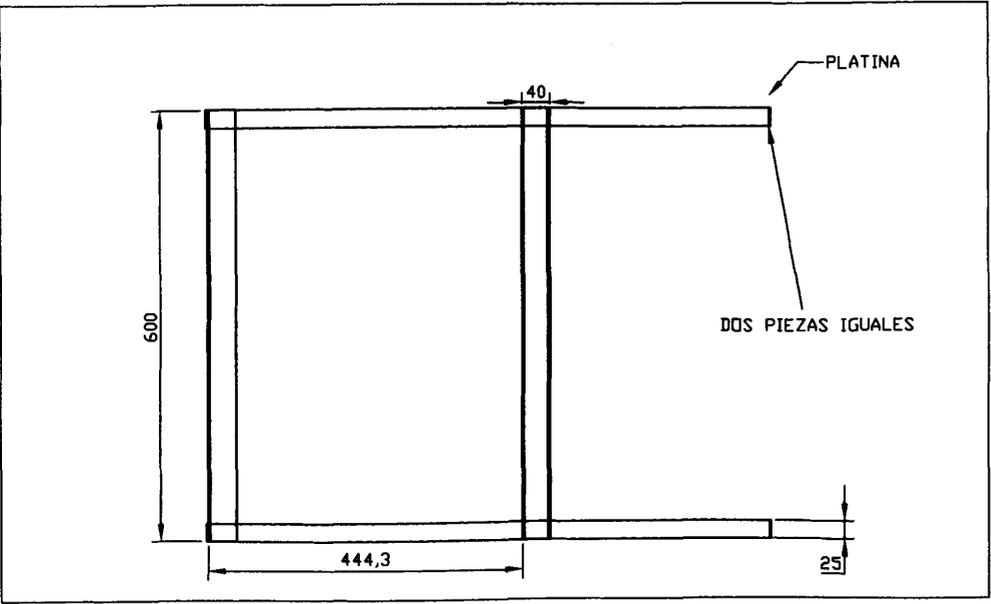
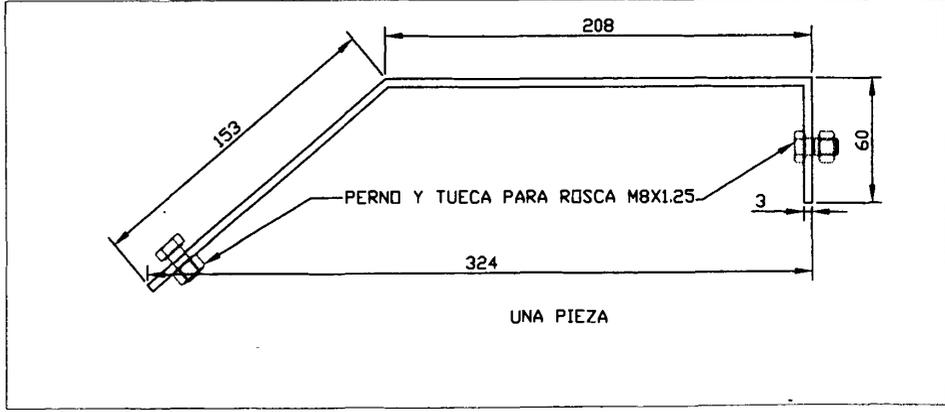
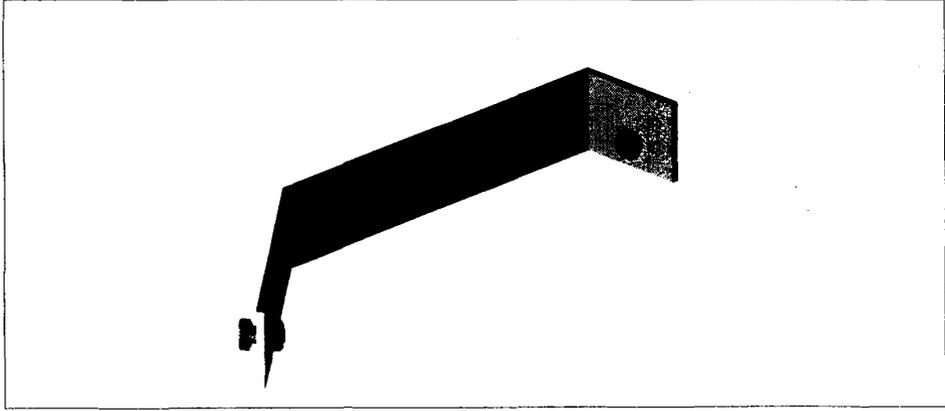
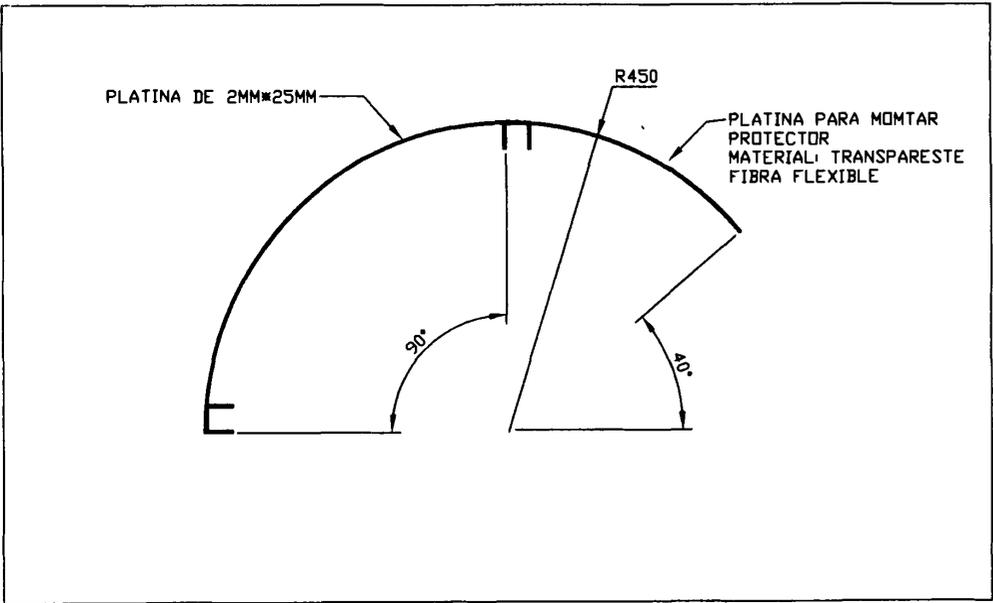
MATERIALES: ACERO INOXIDABLE TIPO 316-L

FECHA	NOMBRE
Dibujo 01/01/04	J. Franco P.
Revisó 01/01/04	Ing. Martínez

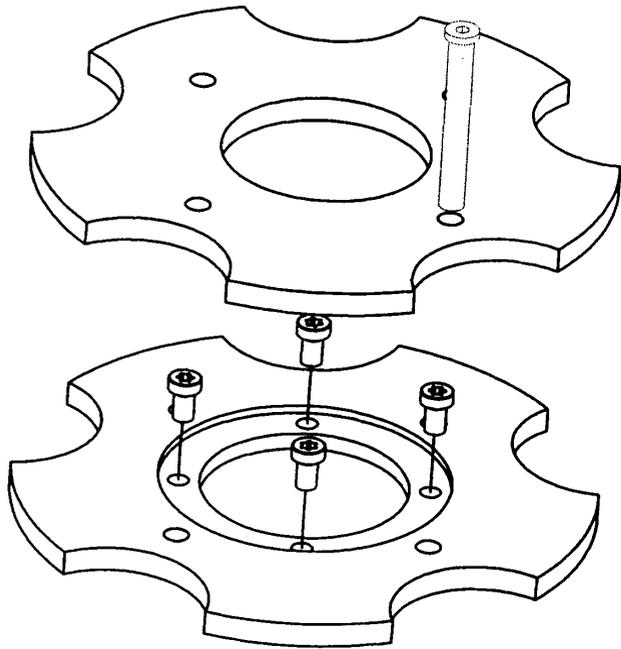
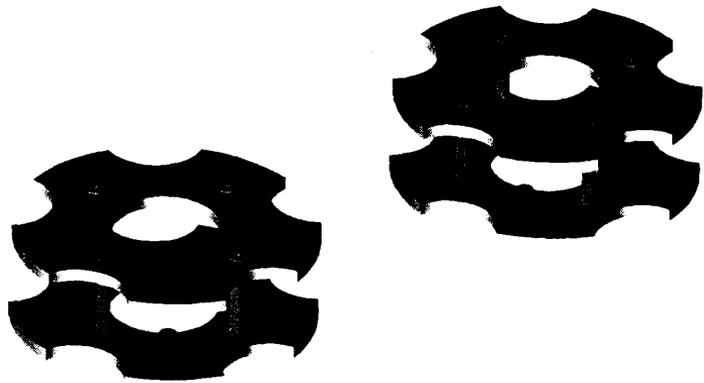
Plano No:

1.2

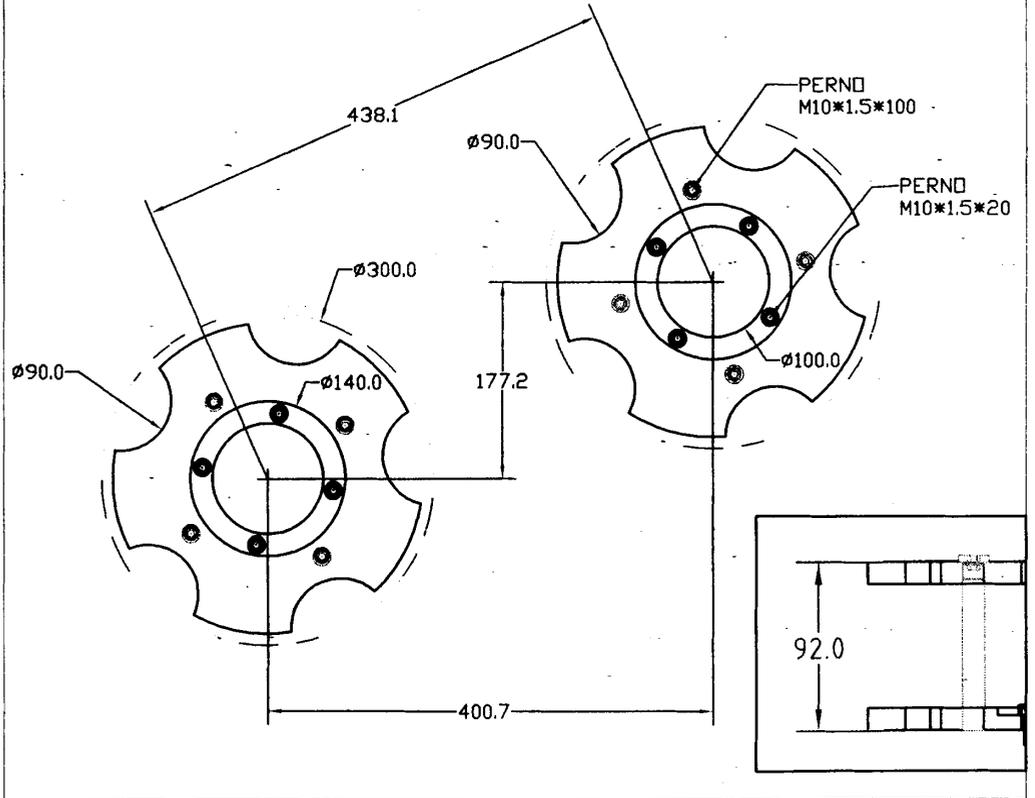
Masa (Kg)



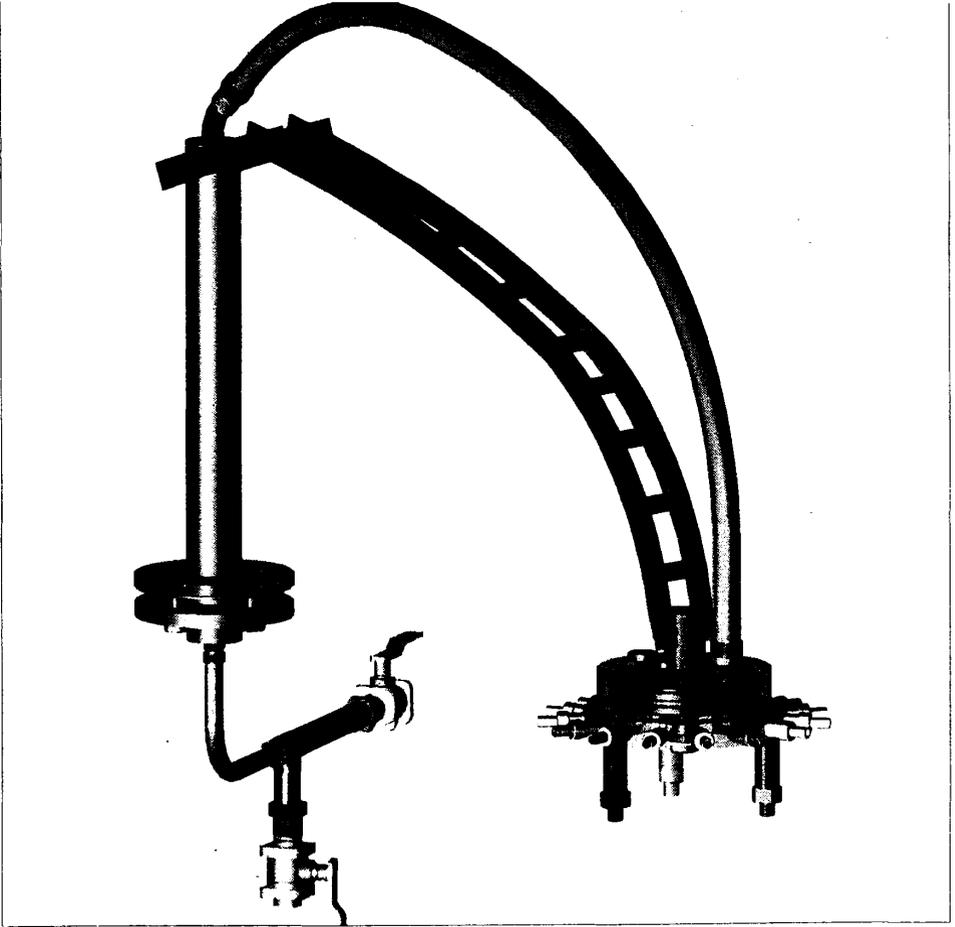
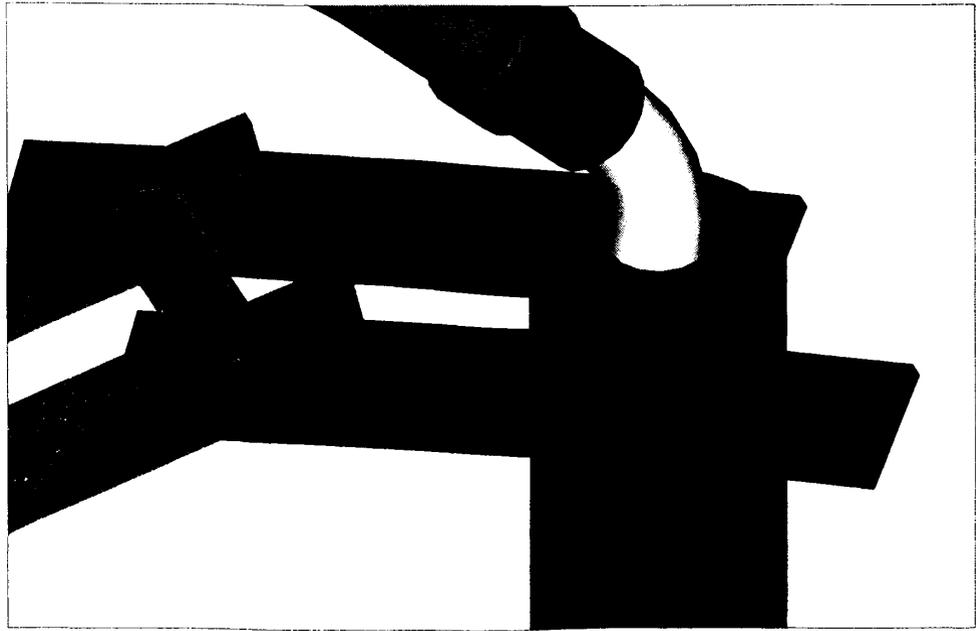
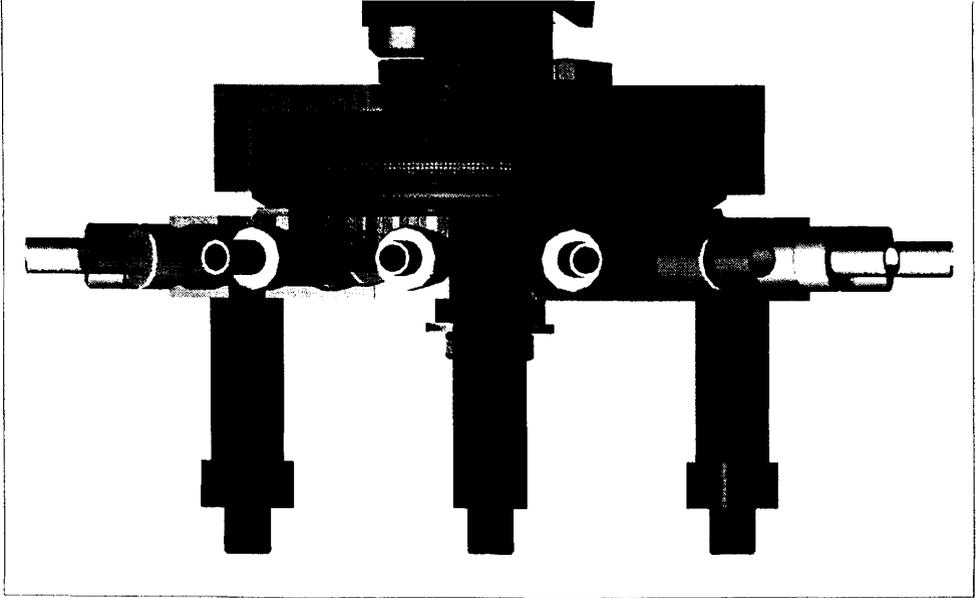
FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
		Dibujo	01/01/04 J. Franco P.
PROYECTO: ENJUAGADORA ROTATIVA		Revisó	01/01/04 Ing. Martínez
ESCALA: 1:20		CONTIENE: PROTECTOR Y SOPORTE Nº 3 PARA PROTECTOR	
MATERIALES: ACERO INOXIDABLE TIPO 316-L, FIBRA FLEXIBLE		Plano No: 1.3	
		Masa (Kg)	



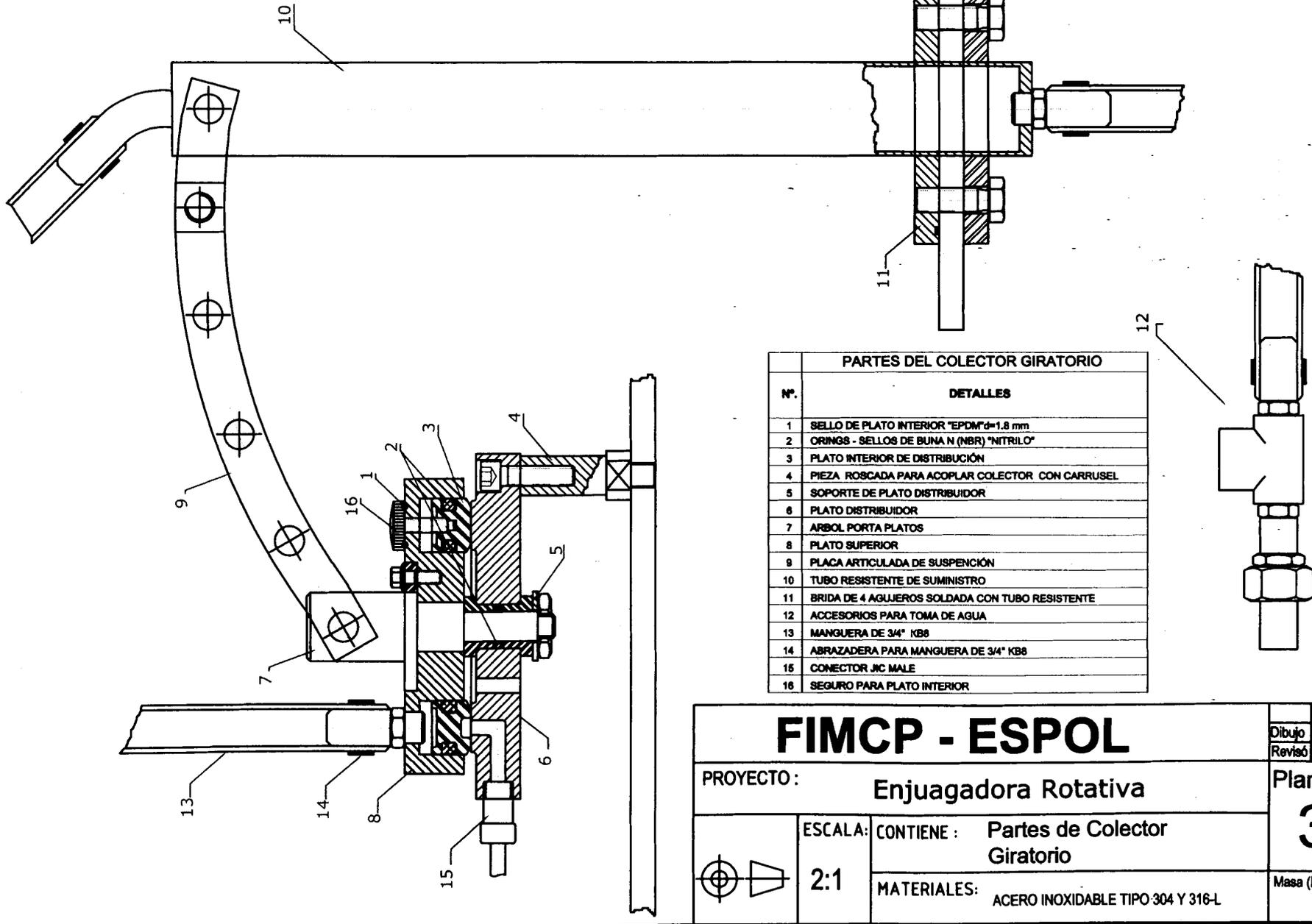
ESTRELLA DE NYLON:
 ESPESOR = 12 MM



FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
		Dibujo	01/01/04 J. Franco P.
PROYECTO: ENJUAGADORA ROTATIVA		Revisó	01/01/04 Ing. Martínez
	ESCALA:	CONTIENE: ESTRELLAS DE SUMINISTRO Y DESCARGA	
	1:10	MATERIALES: NYLON -	
		Plano No: 2	
		Masa (Kg)	

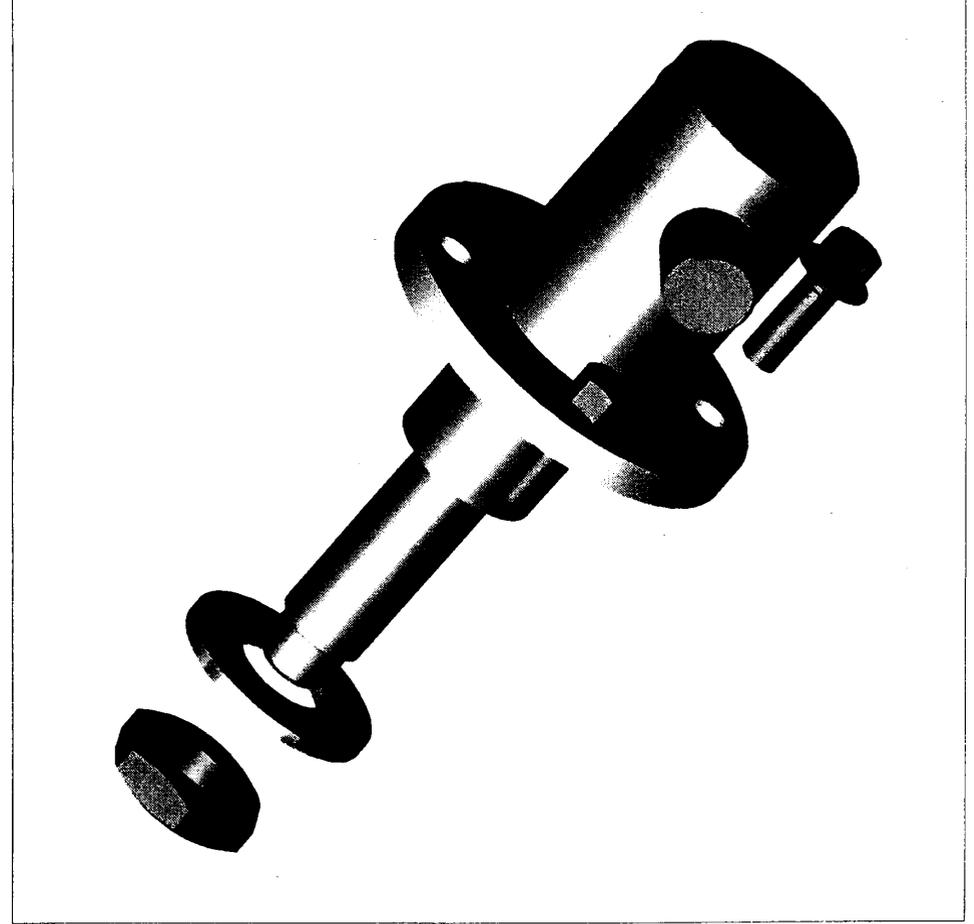
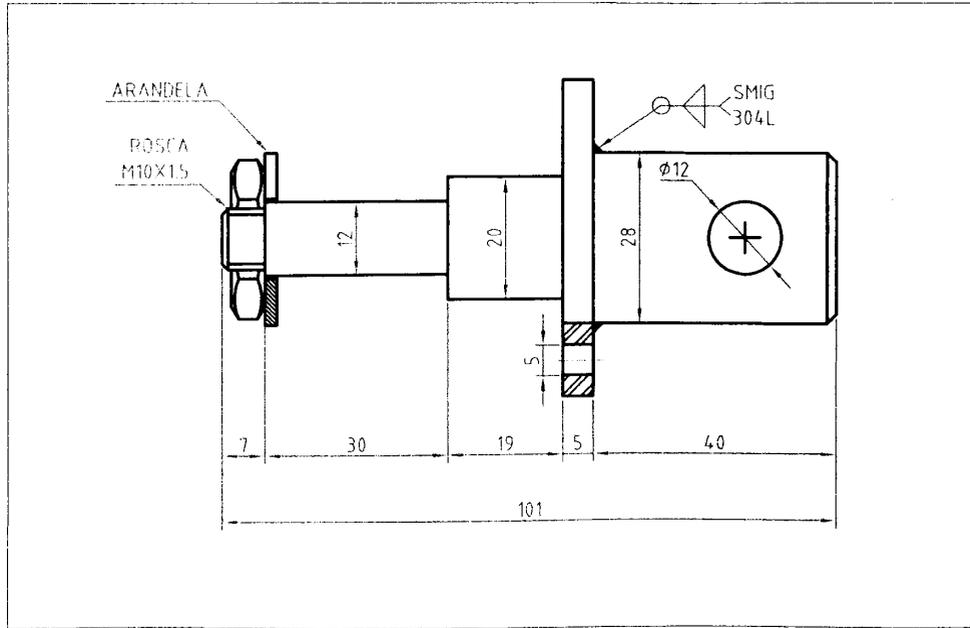
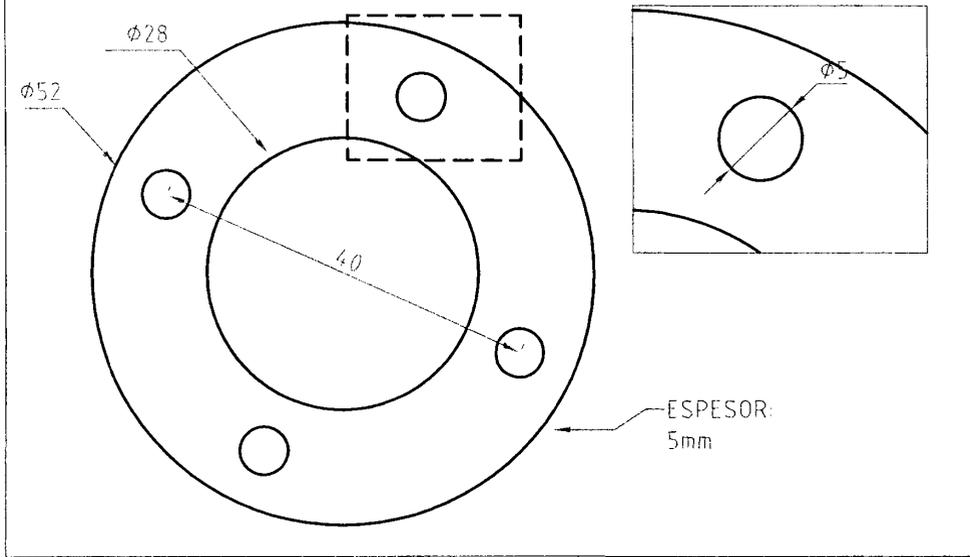


FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
		Dibujo 01/01/04	J. Franco P.
PROYECTO: ENJUAGADORA ROTATIVA		Revisó 01/01/04	Ing. Martinez
	ESCALA:	CONTIENE: Colector Giratorio	
	1:2	MATERIALES: ACERO INOXIDABLE TIPO 304 Y 316-L	
		Plano No: 3	
		Masa (Kg) 8.0	

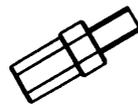
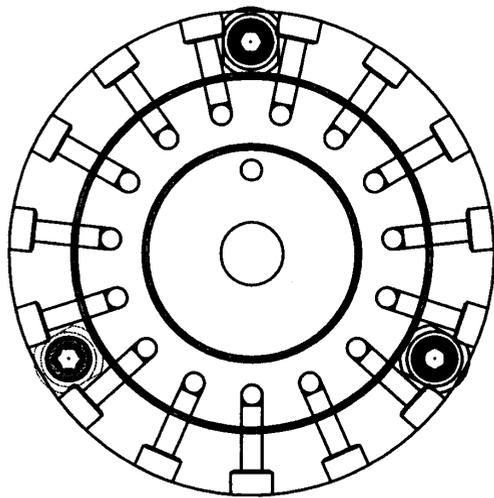


PARTES DEL COLECTOR GIRATORIO	
Nº.	DETALLES
1	SELLO DE PLATO INTERIOR "EPDM" d=1.8 mm
2	ORINGS - SELLOS DE BUNA N (NBR) "NITRILO"
3	PLATO INTERIOR DE DISTRIBUCIÓN
4	PIEZA ROSCADA PARA ACOPLAR COLECTOR CON CARRUSEL
5	SOPORTE DE PLATO DISTRIBUIDOR
6	PLATO DISTRIBUIDOR
7	ARBOL PORTA PLATOS
8	PLATO SUPERIOR
9	PLACA ARTICULADA DE SUSPENSIÓN
10	TUBO RESISTENTE DE SUMINISTRO
11	BRIDA DE 4 AGUJEROS SOLDADA CON TUBO RESISTENTE
12	ACCESORIOS PARA TOMA DE AGUA
13	MANGUERA DE 3/4" KB8
14	ABRAZADERA PARA MANGUERA DE 3/4" KB8
15	CONECTOR JIC MALE
16	SEGURO PARA PLATO INTERIOR

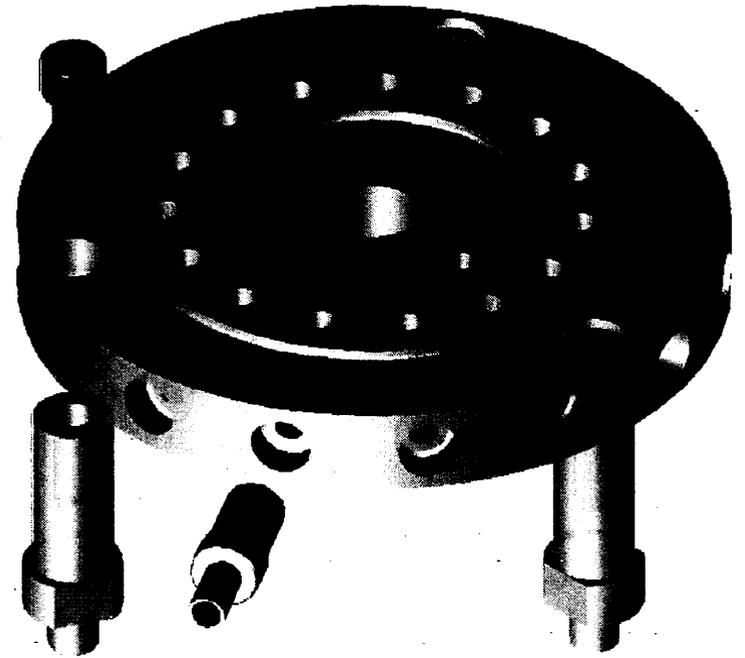
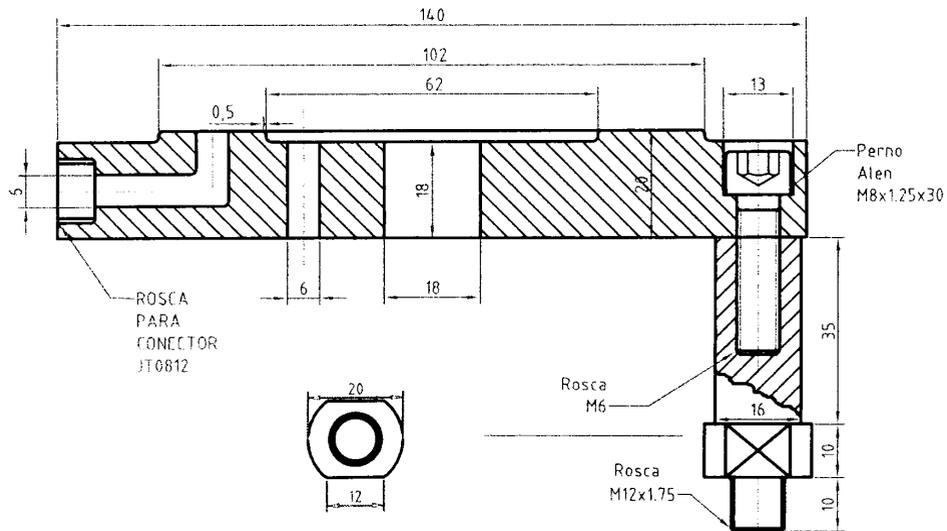
<h1>FIMCP - ESPOL</h1>		FECHA	NOMBRE
		Dibujó	01/01/04 J. Franco P.
PROYECTO : Enjuagadora Rotativa		Revisó	01/01/04 Ing. Martínez
 2:1	ESCALA:	CONTIENE : Partes de Colector Giratorio	
	MATERIALES:	ACERO INOXIDABLE TIPO 304 Y 316-L	
		Plano No: 3.1	
		Masa (Kg)	15 Kg



		FECHA	NOMBRE
		Dibujo 01/01/04	J. Franco P.
		Revisó 01/01/04	Ing. Martínez
FIMCP - ESPOL			Plano No: 3.2
PROYECTO: ENJUAGADORA ROTATIVA			
	ESCALA:	CONTIENE:	Masa (Kg)
	1:1	EJE-PORTA-PLATOS	
MATERIALES: ACERO INOXIDABLE TIPO 304			



15
CONECTORES



FIMCP - ESPOL

PROYECTO: ENJUAGADORA ROTATIVA

CONTIENE: Plato de Distribución



ESCALA: 1:2

MATERIALES: ACERO INOXIDABLE TIPO 304

FECHA NOMBRE

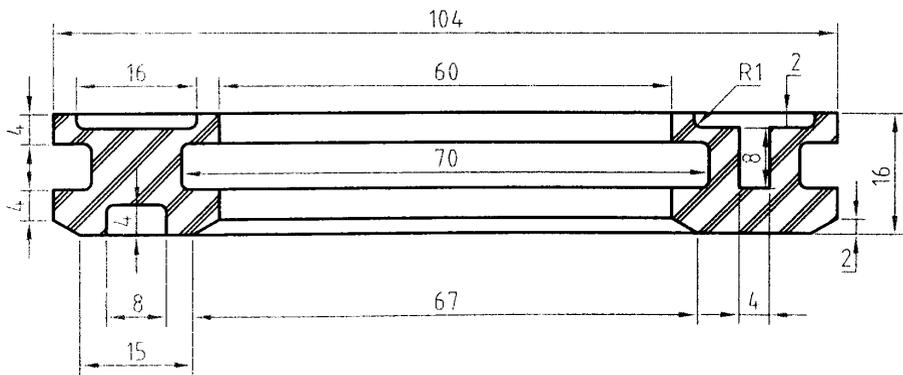
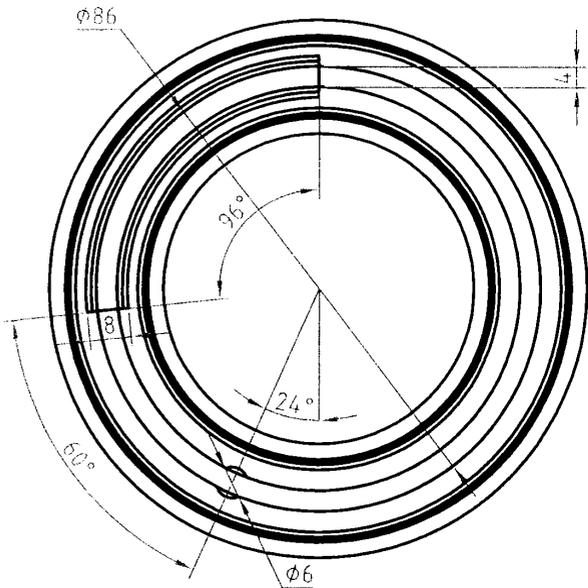
Dibujo 01/01/04 J. Franco P.

Revisó 01/01/04 Ing. Martinez

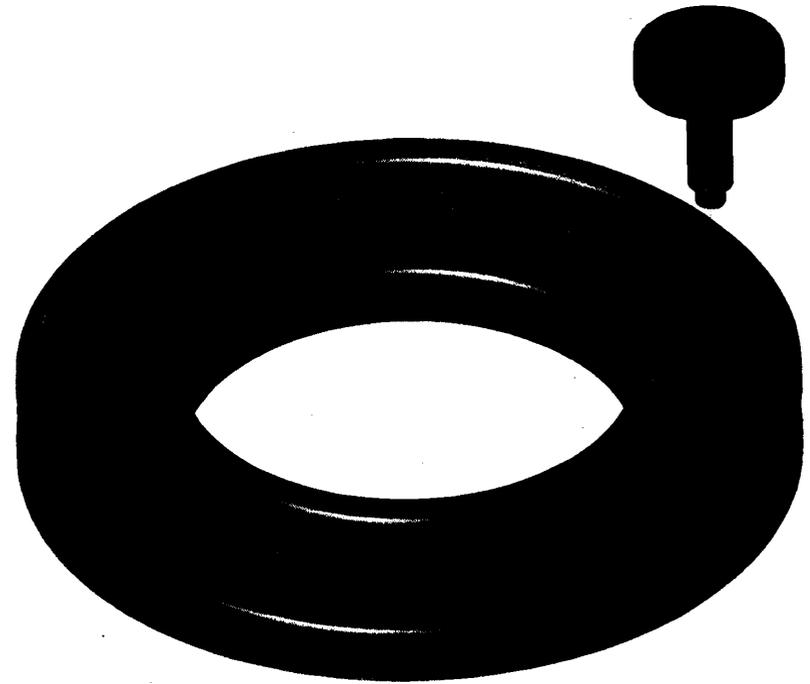
Plano No:

3.3

Masa (Kg)



VISTA EN CORTE
PLATO INTERIOR- DISTRIBUCIÓN



FIMCP - ESPOL

	FECHA	NOMBRE
Dibujo	01/01/04	J. Franco P.
Revisó	01/01/04	Ing. Martínez

PROYECTO: ENJUAGADORA ROTATIVA

Plano No:

3.4

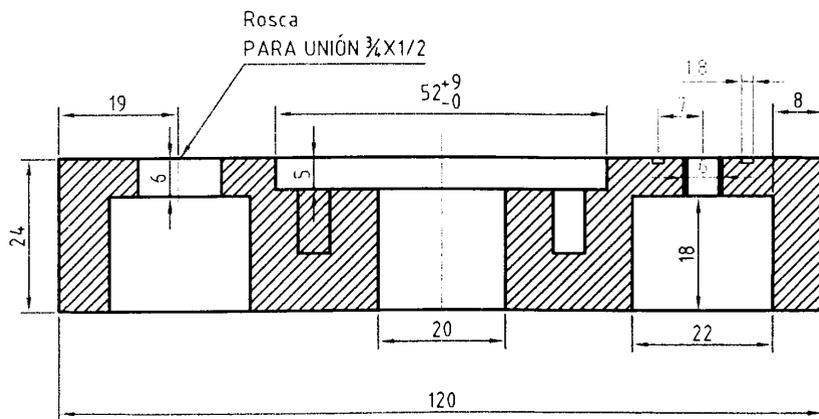
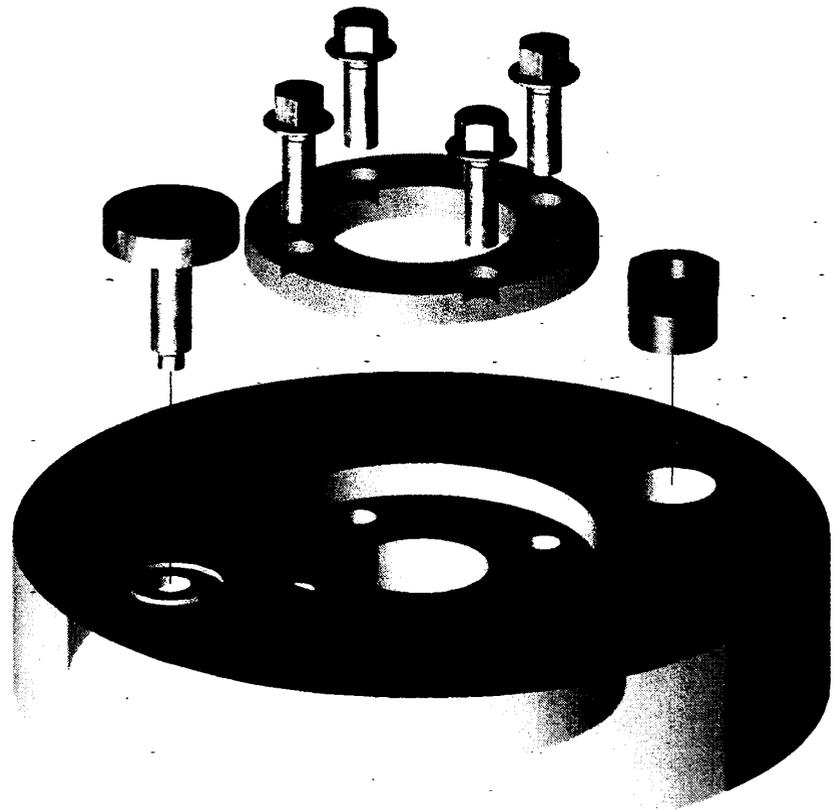
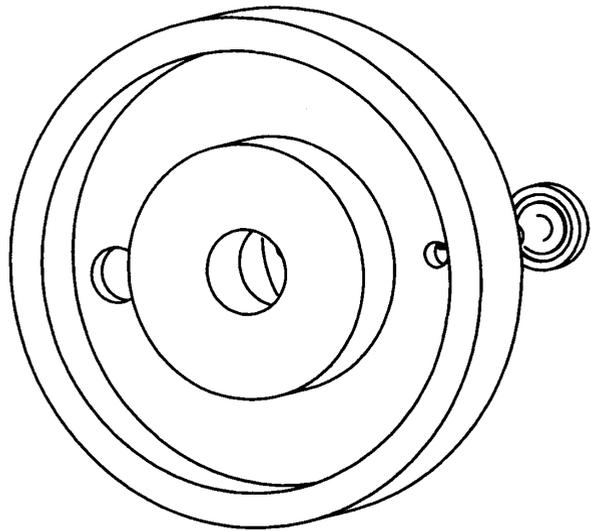


ESCALA:
1:1

CONTIENE: PLATO INTERIOR DE
DISTRIBUCIÓN

MATERIALES: Nylon - UHMWP

Masa (Kg)



FIMCP - ESPOL

PROYECTO: ENJUAGADORA ROTATIVA

ESCALA: 1:1 CONTIENE: PLATO SUPERIOR



1:1

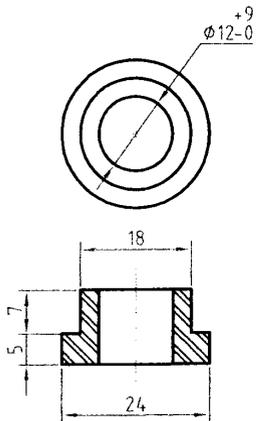
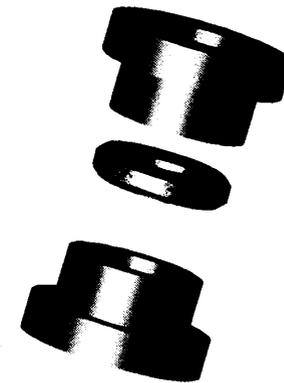
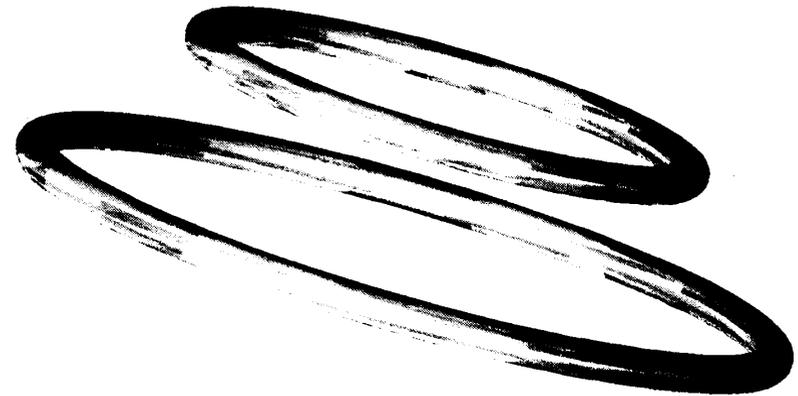
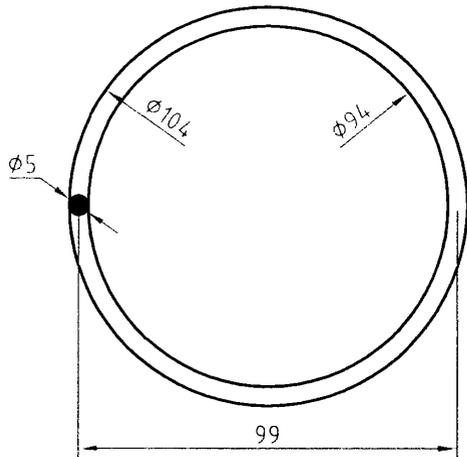
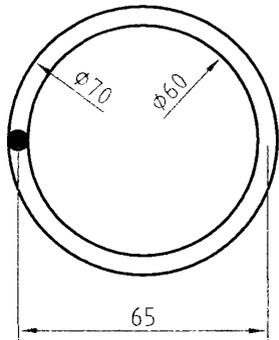
MATERIALES: ACERO INOXIDABLE TIPO 304

	FECHA	NOMBRE
Dibujó	01/01/04	J. Franco P.
Revisó	01/01/04	Ing. Martínez

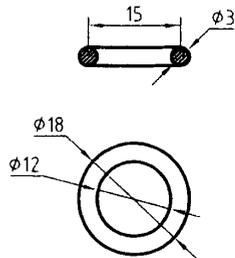
Plano No:
3.5

Masa (Kg)

ORINGS - PLATO INTERIOR
PARA SUMINISTRO

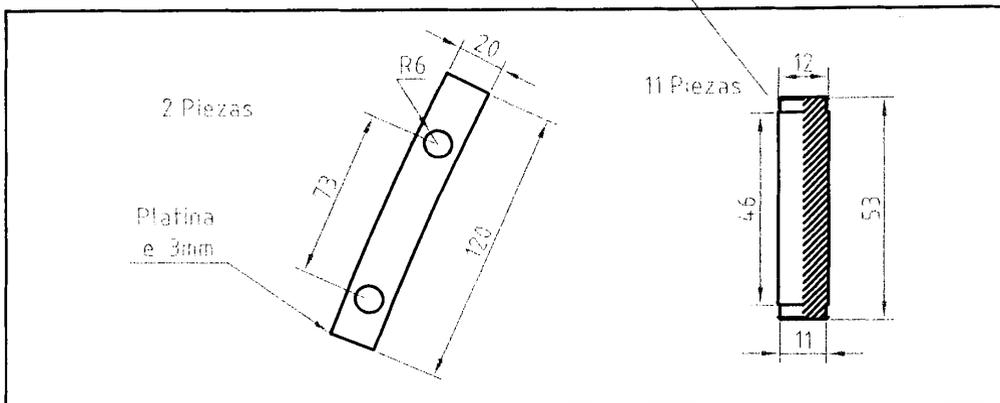
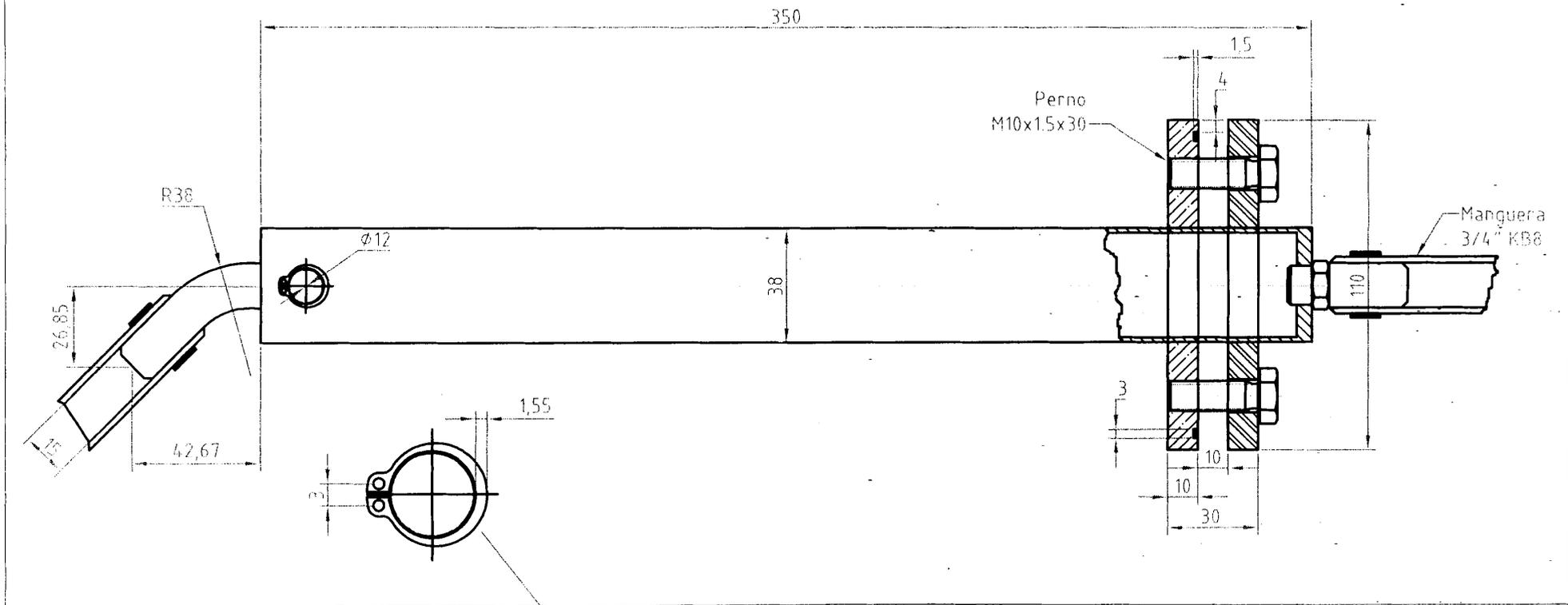


2 SOPORTES
PORTA DISTRIBUIDOR



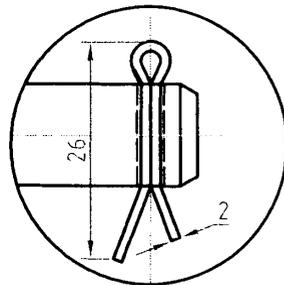
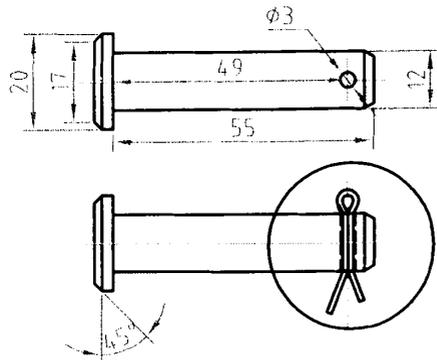
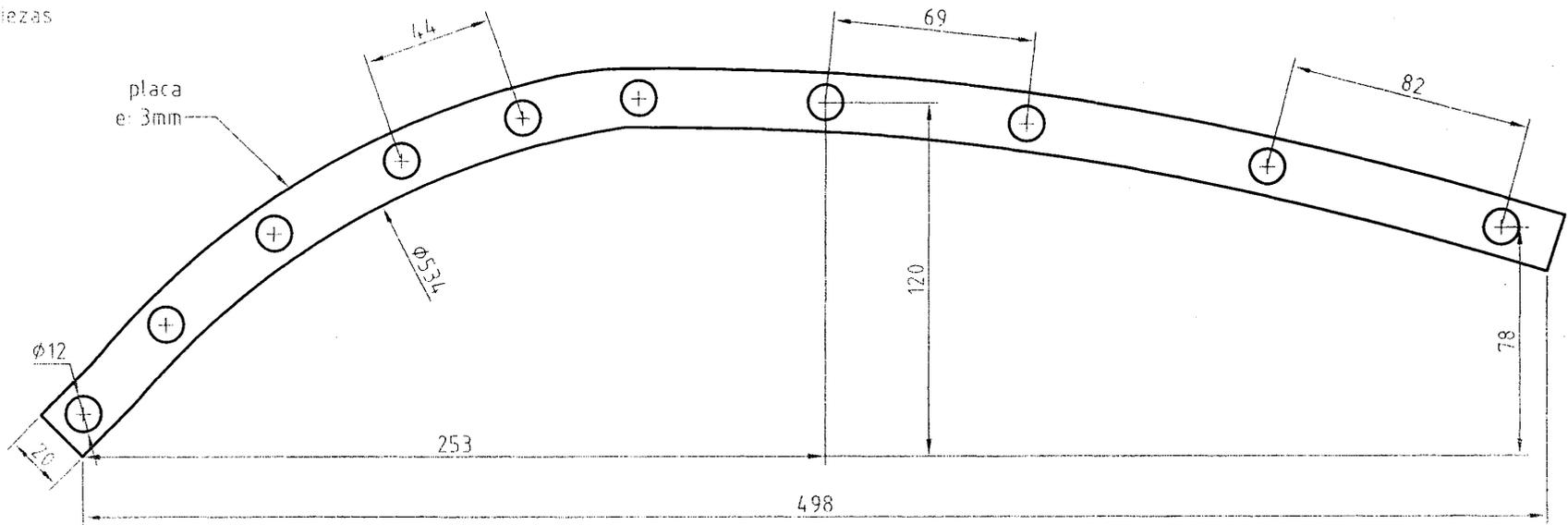
ORING NBR

FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
		Dibujo	01/01/04 J. Franco P.
PROYECTO: ENJUAGADORA ROTATIVA		Revisó	01/01/04 Ing. Martínez
	ESCALA: 1:1	CONTIENE: Soportes y Sellos del Colector	
	MATERIALES: ACERO INOXIDABLE TIPO 304 ORING DE NEOPRENO(CR)		Masa (Kg)
		Plano No: 3.6	

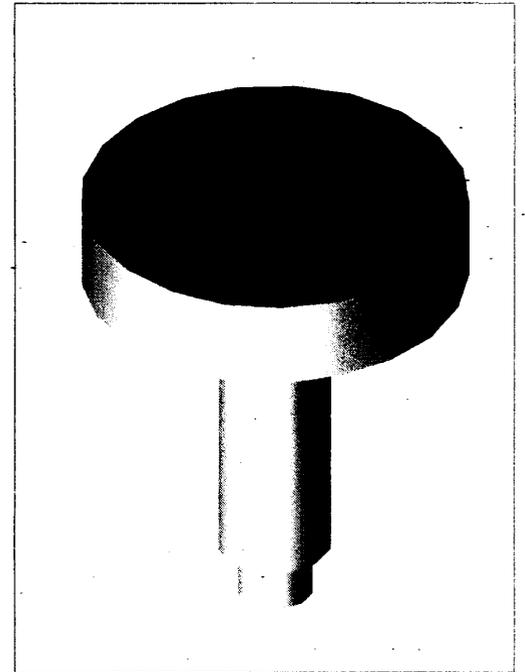
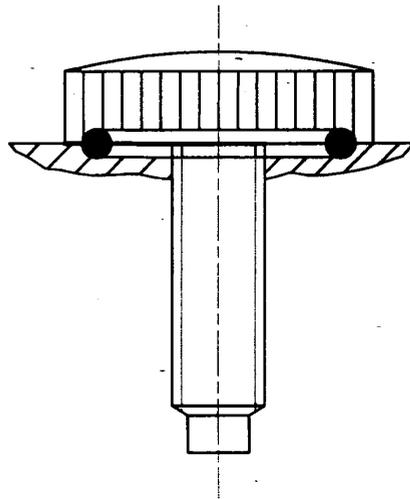
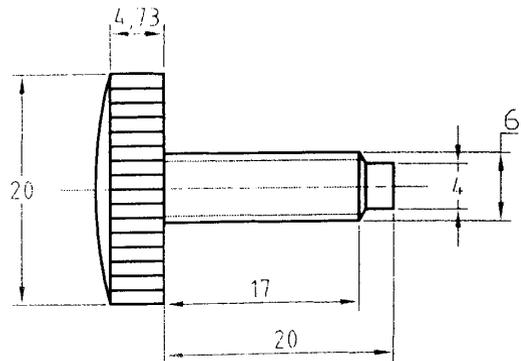
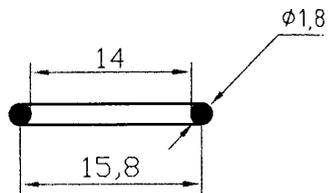
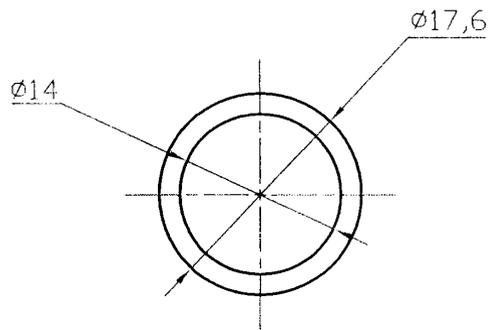


FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
		Dibujo	01/01/04 J. Franco P.
PROYECTO: ENJUAGADORA ROTATIVA		Revisó	01/01/04 Ing. Martinez
 ESCALA: 1:1	CONTIENE: Tubo Resistente	Plano No: 3.7	
	MATERIALES: ACERO INOXIDABLE TIPO 316L	Masa (Kg)	

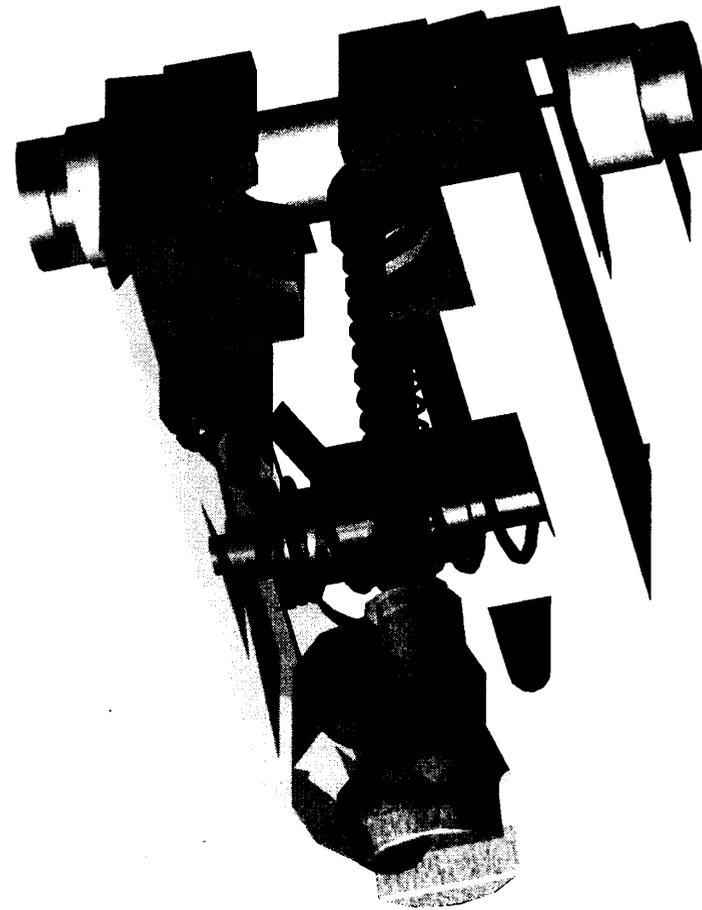
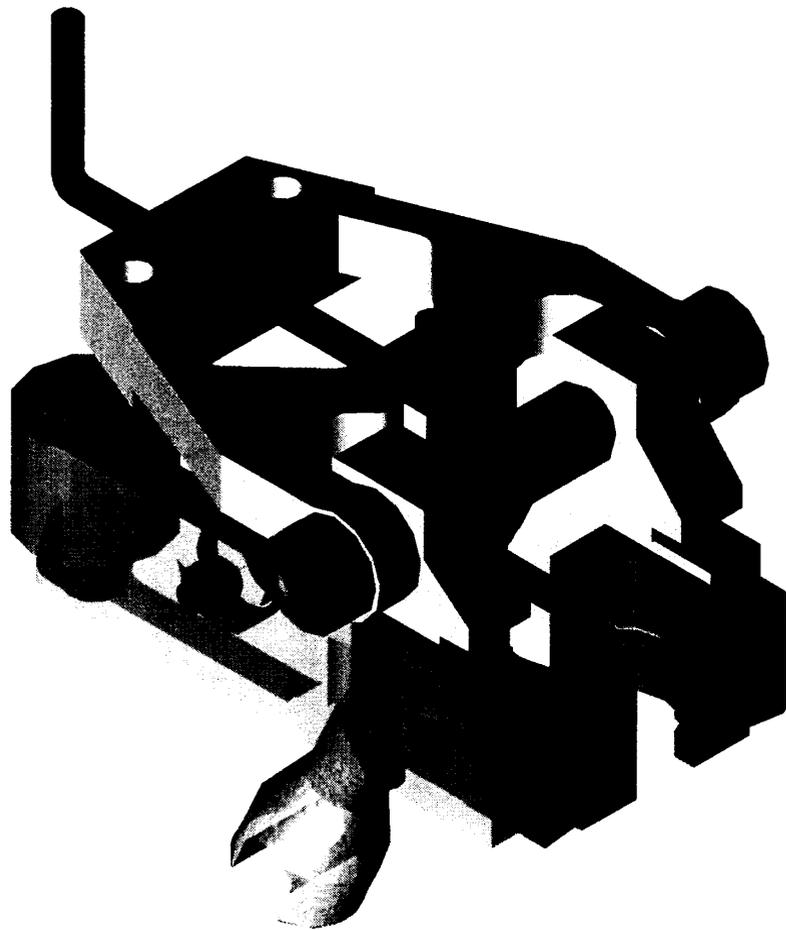
2 piezas



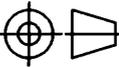
FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
PROYECTO: ENJUAGADORA ROTATIVA		Dibujo 01/01/04	J. Franco P.
ESCALA: 2:1		Revisó 01/01/04	Ing. Martinez
CONTIENE: Placa-Regulable y Pin Opcional		Plano No: 3.8	
MATERIALES: ACERO INOXIDABLE TIPO 304		Masa (Kg)	



FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
		Dibujo	01/01/04 J. Franco P.
PROYECTO: ENJUAGADORA ROTATIVA		Revisó	01/01/04 Ing. Martinez
	ESCALA:	CONTIENE: SEGURO PARA PLATO INTERIOR	
	2:1	MATERIALES: ACERO INOXIDABLE TIPO 304	
		Plano No: 3.9	
		Masa (Kg)	

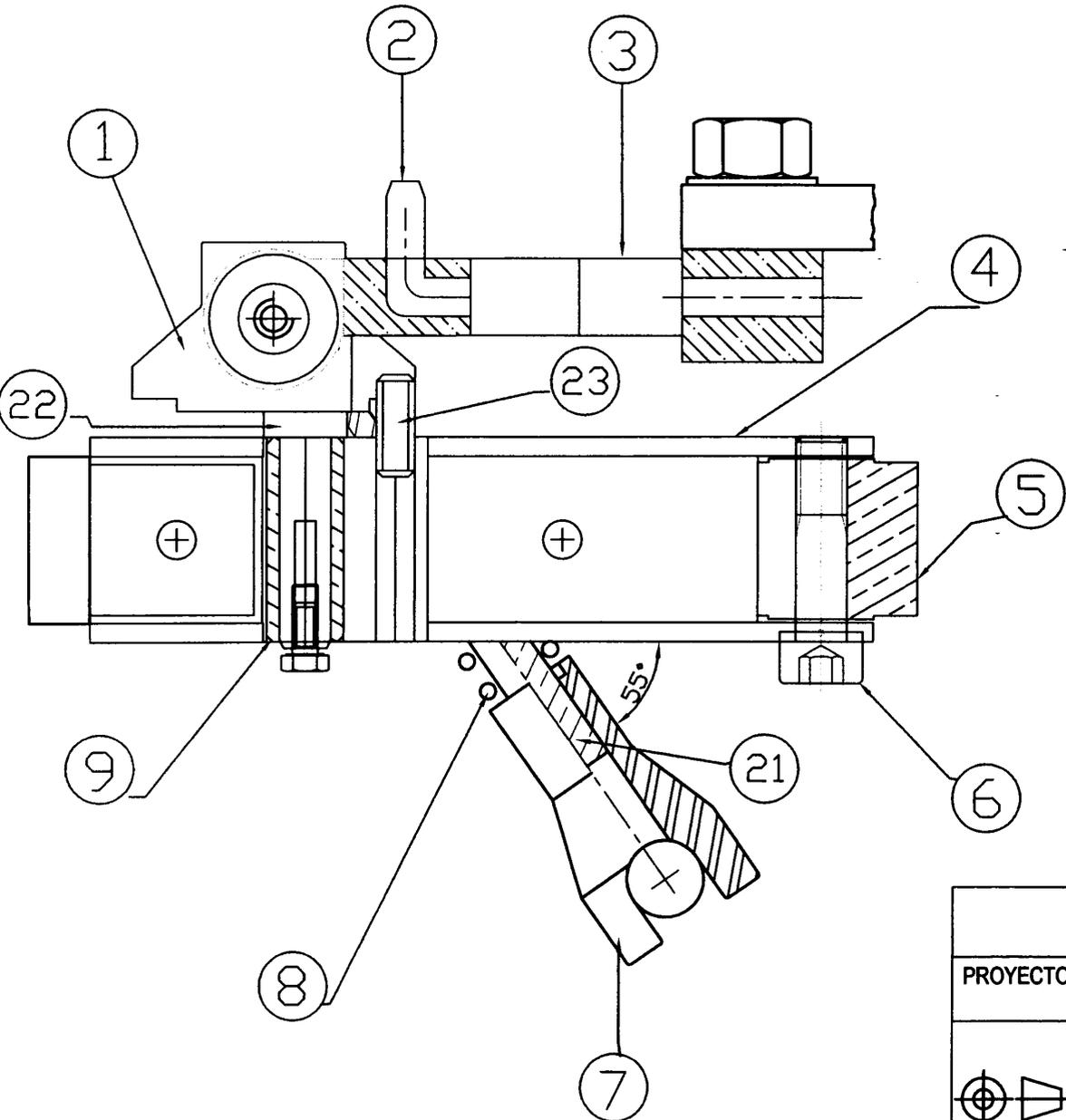


PINZA PORTA BOTELLAS
 CON MORDAZAS DESMONTABLES
 JUEGO DE TRES PIEZAS
 FUNDIDAS EN ARENA - INTRAMET

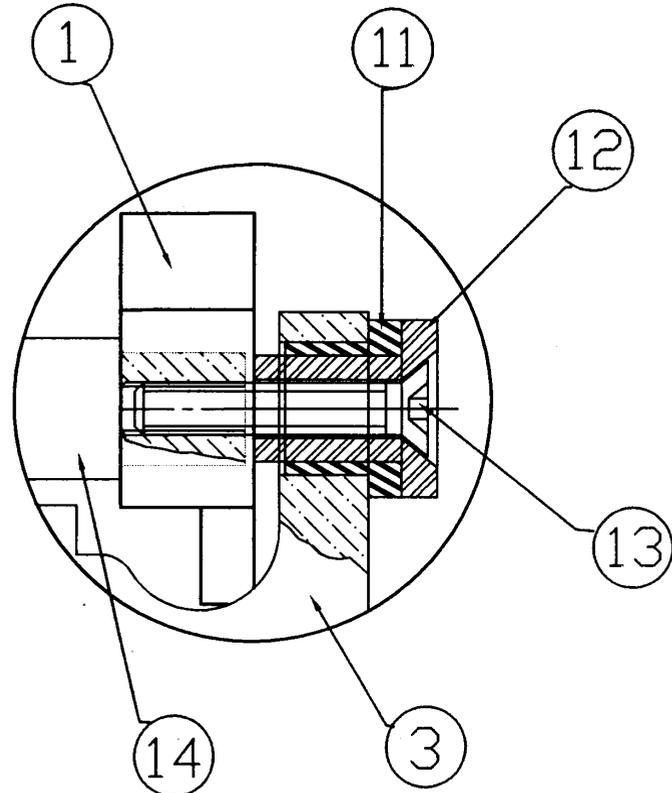
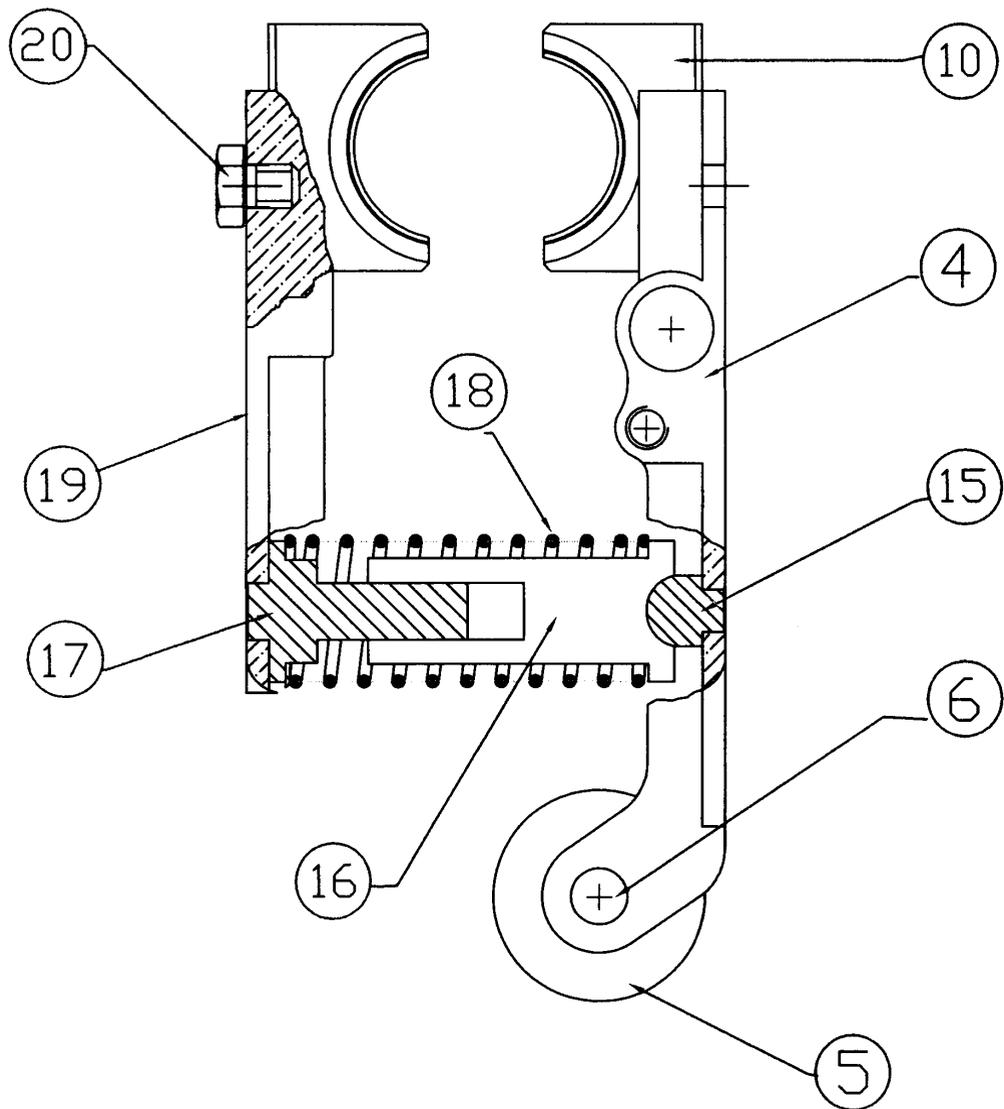
FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
		Dibujo	01/01/04 J. Franco P.
PROYECTO: ENJUAGADORA ROTATIVA		Revisó	01/01/04 Ing. Martínez
	ESCALA: 2:1	CONTIENE: PINZA MECÁNICA	
	MATERIALES: ALUMINIO 514 - SAE 320 O ACERO INOX. 304		Plano No: 4
			Masa (Kg) 0.907 Kgf

PARTES DE LA PINZA

Nº.	DETALLES
1	PIEZA DE ACOPLE DERECHO PARA ÁRBOL PORTA PINZA
2	TUBERÍA DE ACERO INOXIDABLE $\varnothing_{ext}=6mm.$
3	VÁLVULA PORTA PINZA * FUNDICIÓN DE ALUMINIO 514 - SAE 320 *
4	PORTE MÓVIL DE PINZA * PIEZA CON RODILLO *
5	RODILLO PARA SUMINISTRO Y DESCARGA DE BOTELLAS
6	PIN ROSCADO M8X1.25X30 CLASE 2A-20 INOXIDABLE
7	SEGUIDOR DE LEVA ESPECIAL PARA VOLTEO DE PINZA
8	RESORTE $De=12$ $d=1.6$ $n=16$ $Lo=70$ ASTM A227-47
9	BOSIN -BRONCE FOSFÓRICO- PIVOTE DE PINZA
10	MORDAZA PORTA BOTELLAS
11	RODILLO DE ACOPLE
12	PIEZA DE ACOPLE - SOBRE RODILLO
13	TORNILLO CABEZA PLANA M6X1.0X30 INOXIDABLE
14	ÁRBOL ARTICULADO PARA PIEZA Nº. 1
15	ARTICULACIÓN PARA RESORTE Nº. 18
16	PIEZA DE CONEXIÓN (HEMBRA) PARA Nº. 17
17	ASIENTO EXTENSOR DE RESORTE (MACHO)
18	Resorte $De=20$ $d=2$ $n=7$ $Lo=45$ ASTM A227-47
19	PORTE FIJA DE PINZA
20	PERNO CLASE 2A-20 INOX. M8x1.25x16
21	GUÍA DE SEGUIDOR - ANGULO 55° ★
22	PIN PARA PIVOTE DE PINZA PARA CONEXIÓN CON Nº. 1
23	TORNILLO DE ESCALÓN (TOPE) M6X1.0X6 L=6

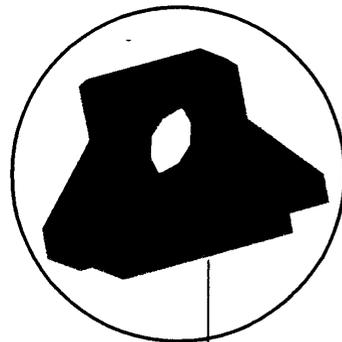
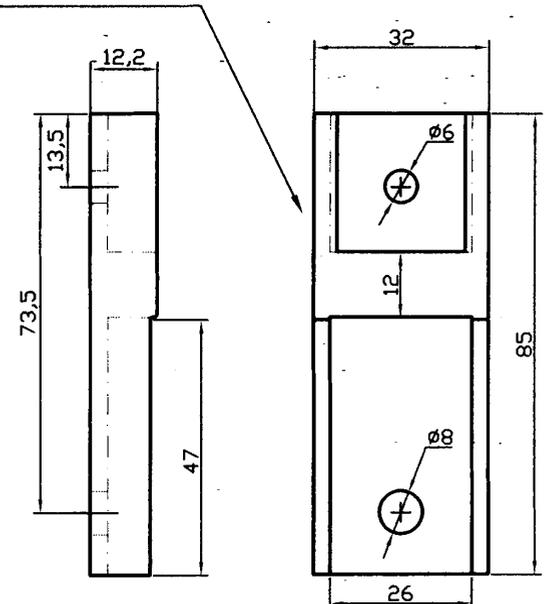
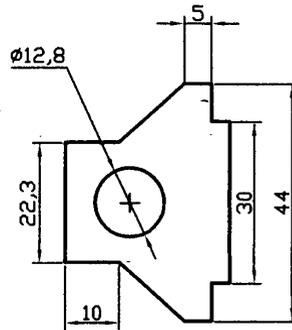
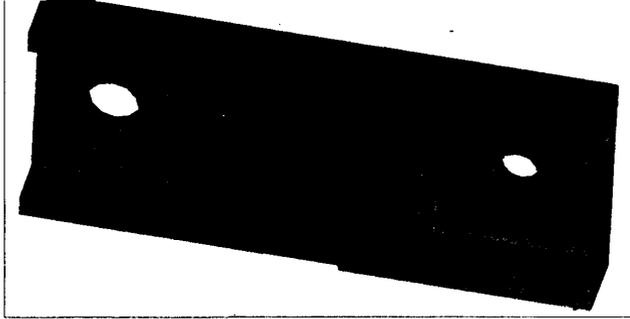
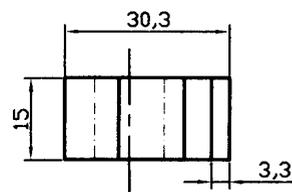
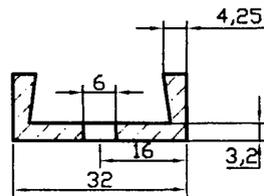
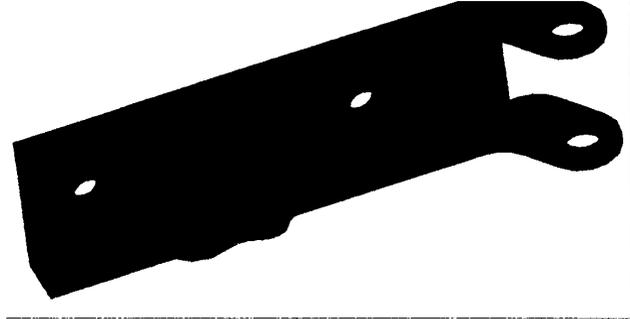


FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
		Dibujo	01/01/04
Revisó	01/01/04	Ing. Martínez	
PROYECTO : ENJUAGADORA ROTATIVA		Plano No:	
ESCALA: CONTIENE : PARTES DE LA PINZA MECÁNICA		5	
	1:1	MATERIALES: ALUMINIO 514 ACERO INOX. - NYLON	Masa (Kg) 0.907

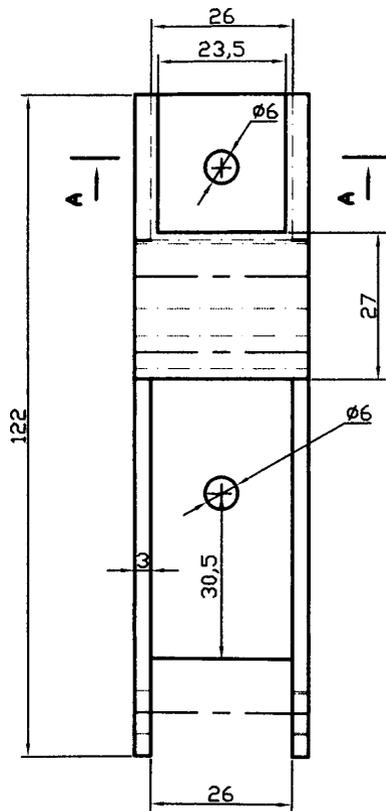
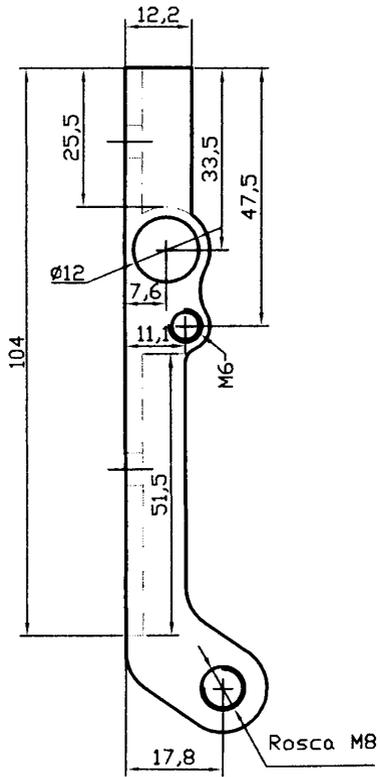


PINZA MECÁNICA

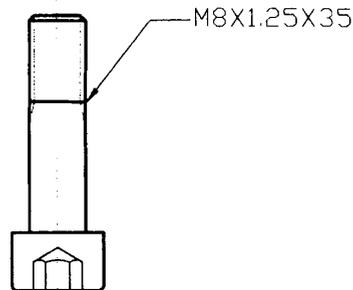
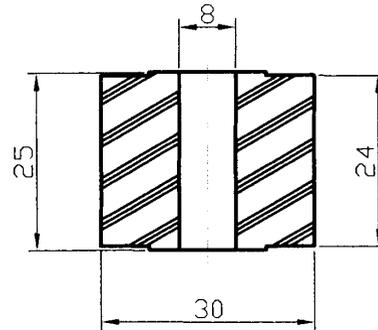
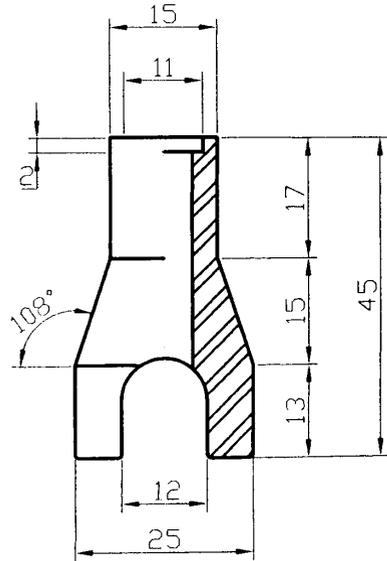
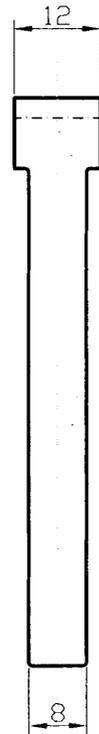
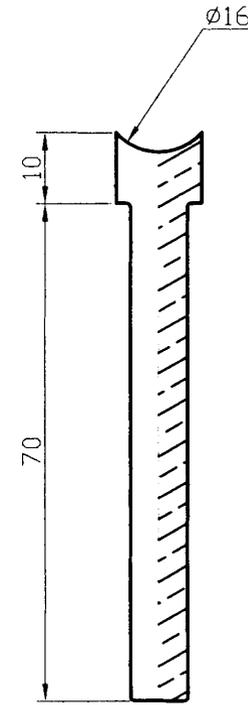
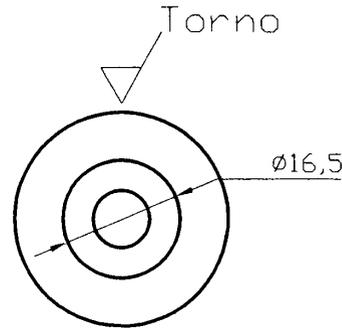
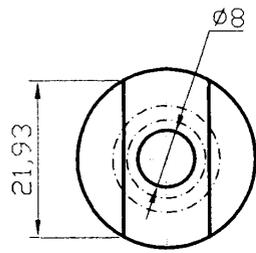
FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
		Dibujo 01/01/04	J. Franco P.
PROYECTO: ENJUAGADORA ROTATIVA		Revisó 01/01/04	Ing. Martínez
	ESCALA: 1:1	CONTIENE: DETALLES DE PINZA	
	MATERIALES: ALUMINIO 514 ACERO INOX. - NYLON		Mesa (Kg) 0.907
		Plano No: 5.1	



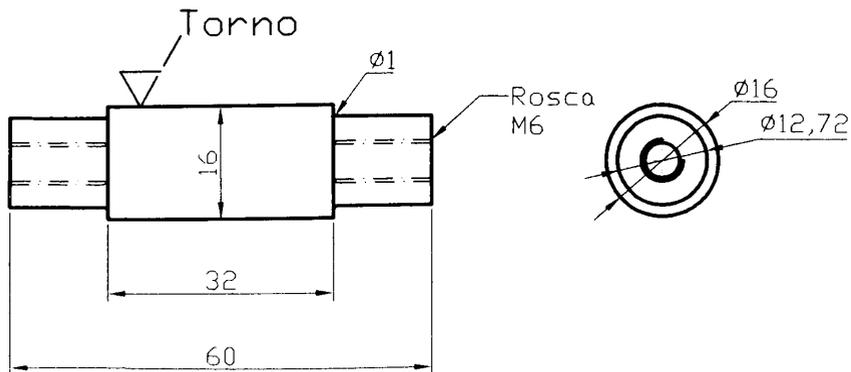
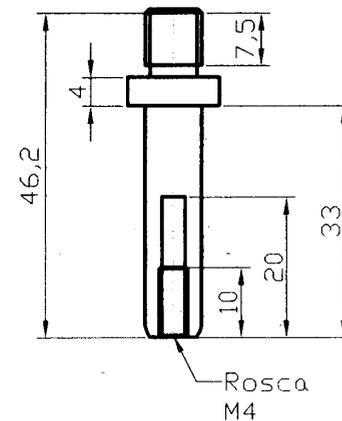
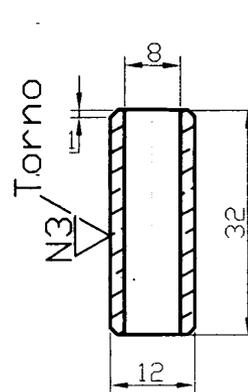
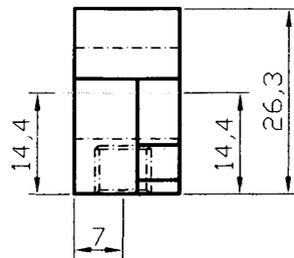
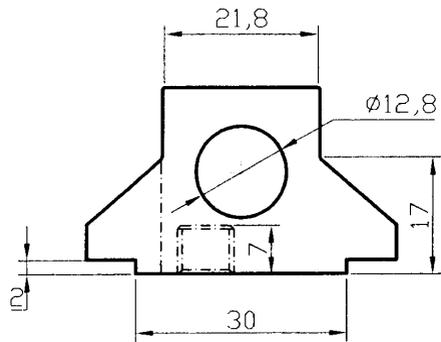
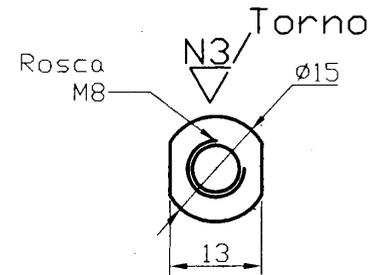
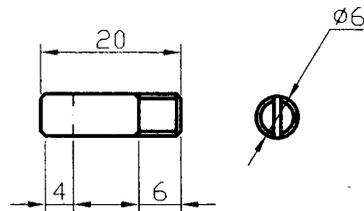
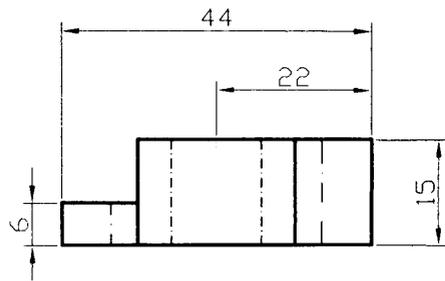
Soldar- E4043



FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
		Dibujo	01/01/04 J. Franco P.
PROYECTO: ENJUAGADORA ROTATIVA		Revisó	01/01/04 Ing. Martínez
	ESCALA: 2:1	CONTIENE: GEOMETRIA DE LA PINZA	
	MATERIALES: ALUMINIO 514 - SAE 320 TUBO ACERO INOX. d=6		Plano No: 5.2
			Masa (Kg) 0.0566



FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
		Dibujo	01/01/04 J. Franco P.
PROYECTO: ENJUAGADORA ROTATIVA		Revisó	01/01/04 Ing. Martínez
	ESCALA:	CONTIENE : Piezas 5 - 6 - 7 y 21	
	1:1	MATERIALES: ACERO INOXIDABLE TIPO 304 - NYLON	
		Plano No: 5.3	
		Masa (Kg)	



FIMCP - ESPOL

PROYECTO: **ENJUAGADORA ROTATIVA**

ESCALA: CONTIENE : Piezas 1 - 9 - 14 - 22 y 23



1:1

MATERIALES: ACERO INOXIDABLE TIPO 304

FECHA | NOMBRE

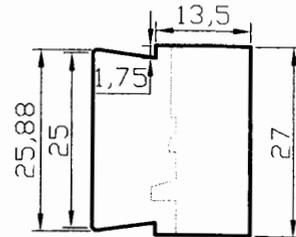
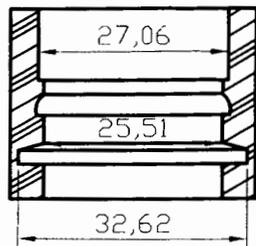
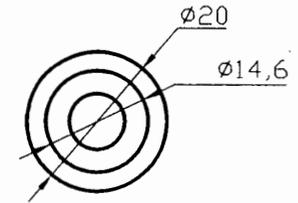
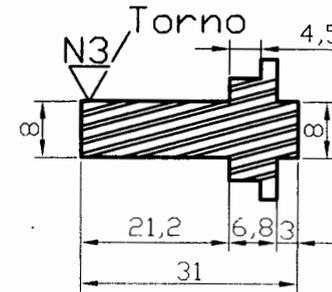
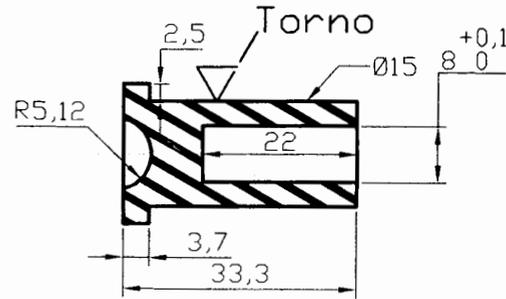
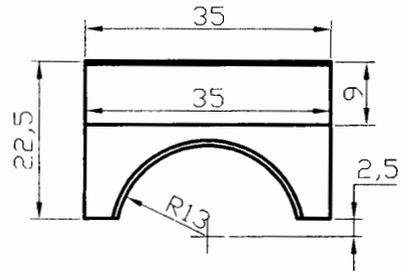
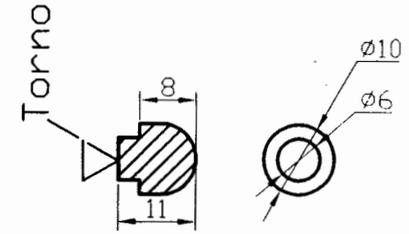
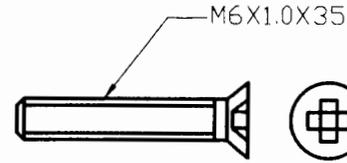
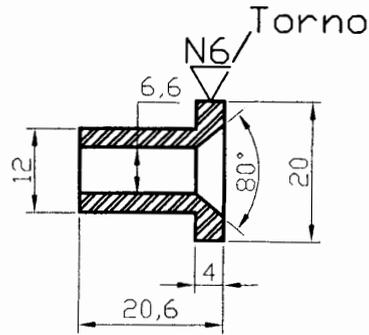
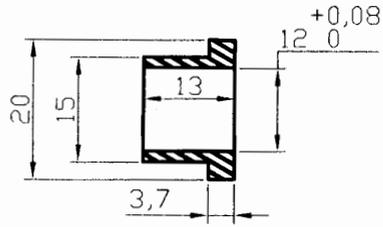
Dibujo 01/01/04 J. Franco P.

Revisó 01/01/04 Ing. Martínez

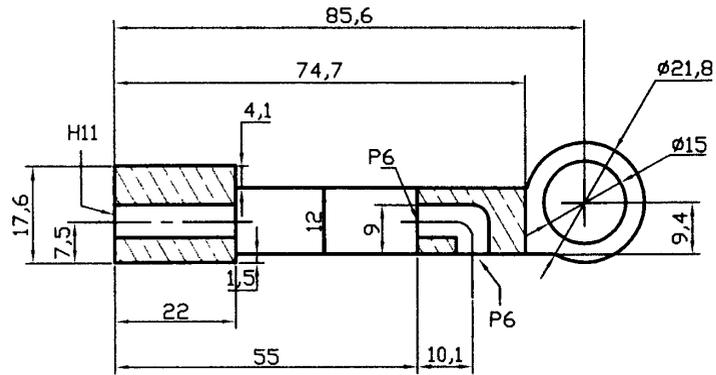
Plano No:

5.4

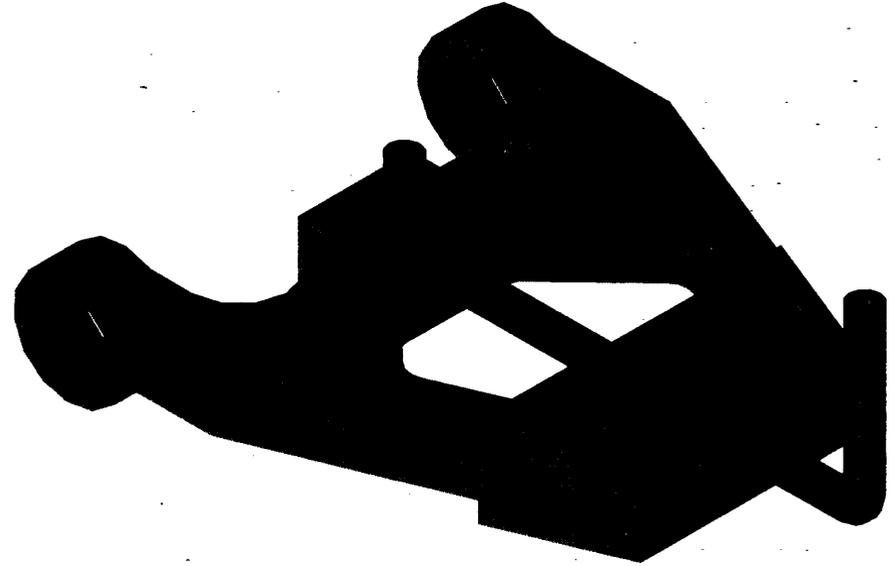
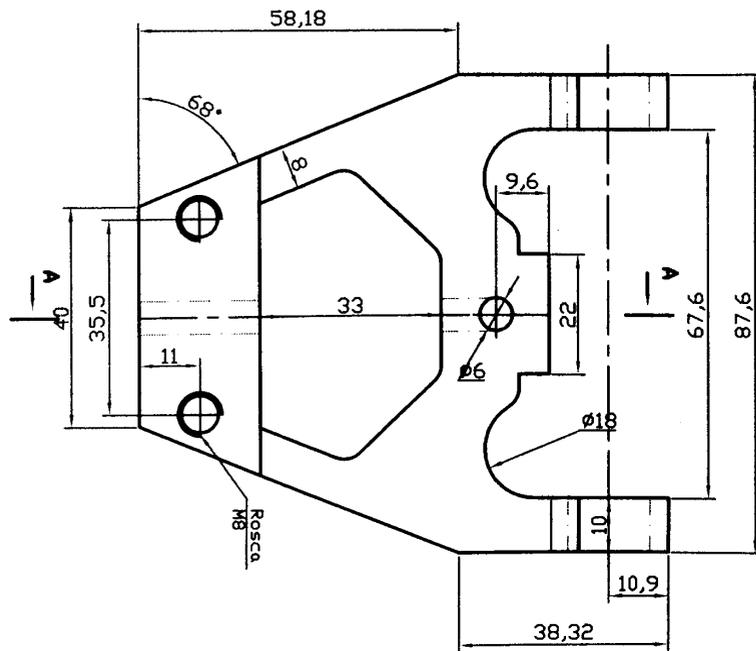
Masa (Kg)



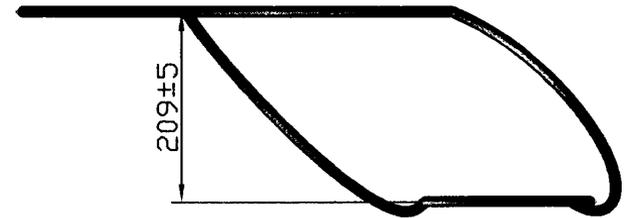
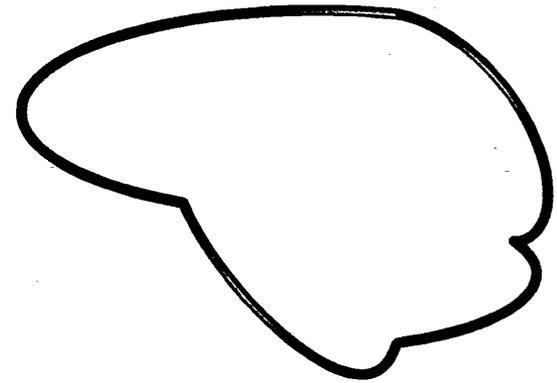
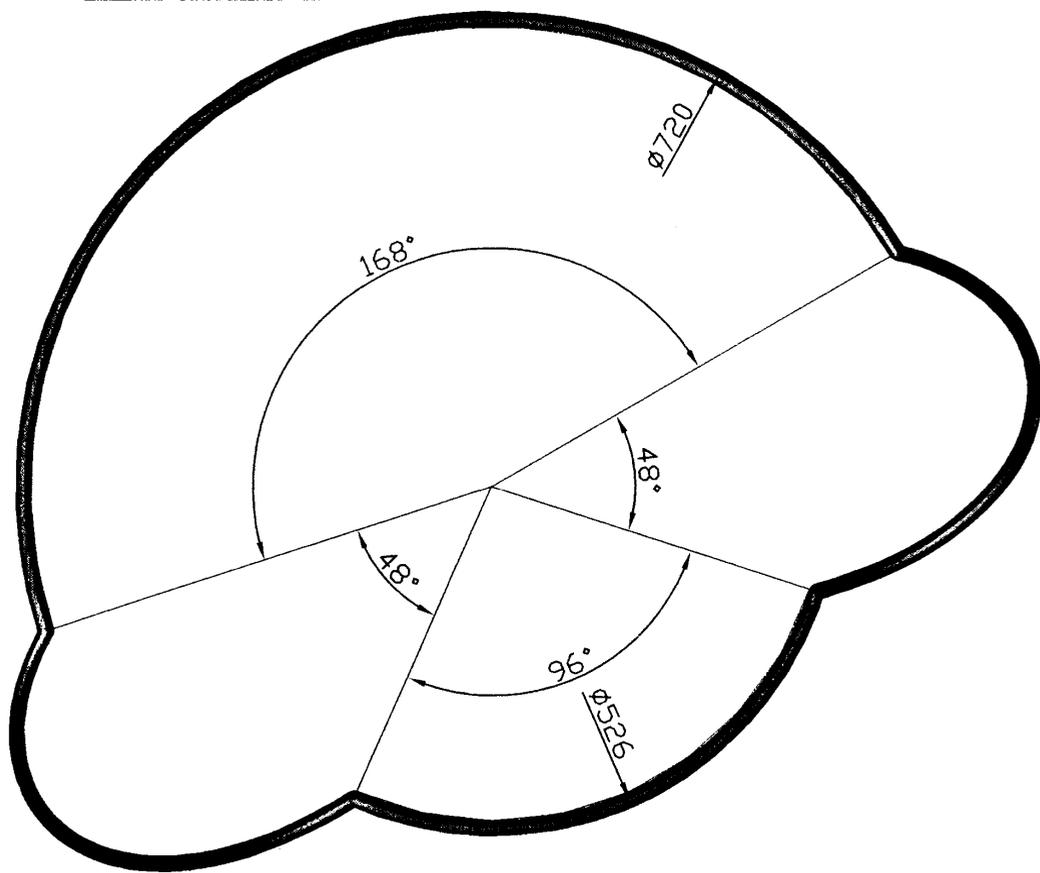
FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
Dibujo		01/01/04	J. Franco P.
Revisó		01/01/04	Ing. Martínez
PROYECTO: ENJUAGADORA ROTATIVA		Plano No:	
ESCALA: 1:1		5.5	
CONTIENE: Piezas 10 - 11 - 12 - 13 - 16 y 17		Mesa (Kg)	
MATERIALES: ACERO INOXIDABLE TIPO 304			



CORTE A-A



FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
		Dibujo	01/01/04 J. Franco P.
PROYECTO: ENJUAGADORA ROTATIVA		Revisó	01/01/04 Ing. Martinez
ESCALA: 2:1		Plano No: 5.6	
CONTIENE: Dimensiones de la Valvula		Masa (Kg)	
MATERIALES: ALUMINIO 514 - SAE 320 TUBO ACERO INOX. 304 o 316		0.0566	



VISTA LATERAL

VISTA SUPERIOR

BARRA- ACERO INOXIDABLE 304L
 DIAMETRO= 12 MM
 PESO APROXIMADO : 2.4 kg
 LONGITUD TOTAL: 2407 MM

FIMCP - ESPOL

PROYECTO: ENJUAGADORA ROTATIVA

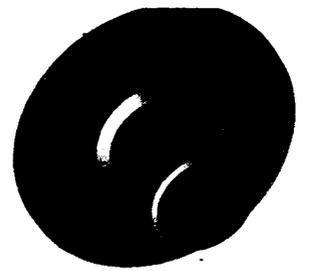
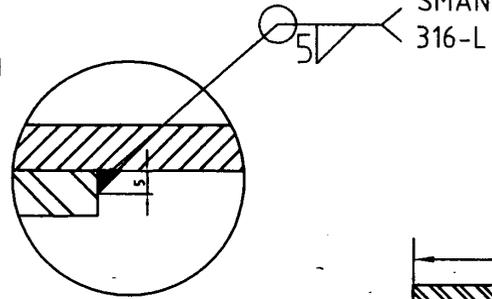
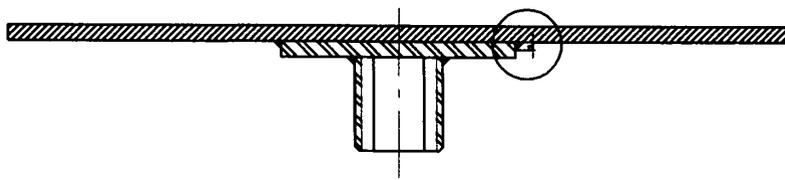


ESCALA: 1:10

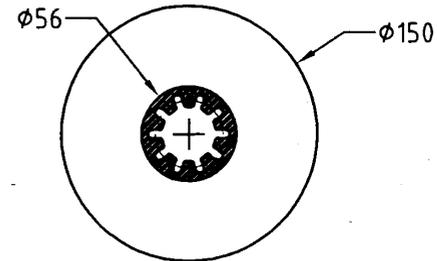
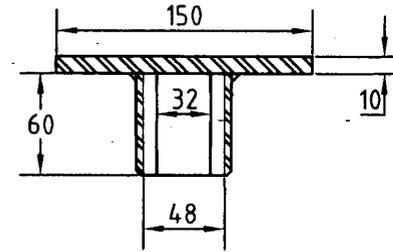
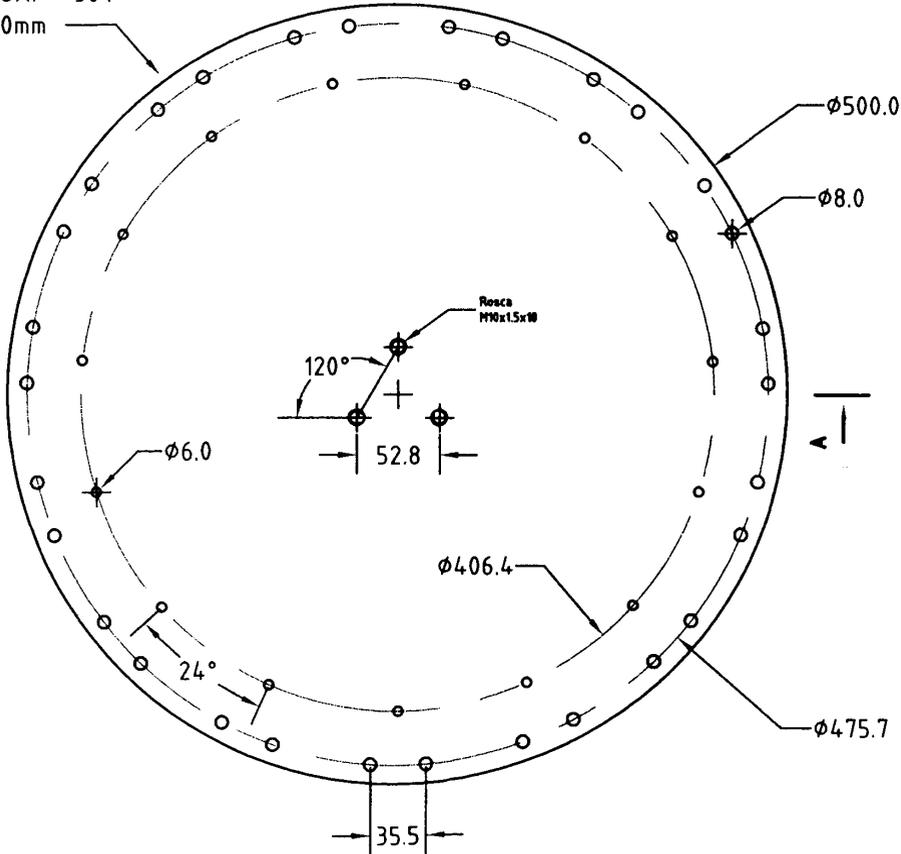
CONTIENE : GEOMETRIA DE LEVA ESPECIAL
 MATERIALES: BARRA DE 12 MM TIPO 316-L

FECHA	NOMBRE
Dibujo 01/01/04	J. Franco P.
Revisó 01/01/04	Ing. Martínez
Plano No:	
6	
Masa (Kg)	
2.4 kg	

CORTE A-A



A. INOX. 304
e=10mm



FIMCP - ESPOL

PROYECTO:

ENJUAGADORA ROTATIVA



ESCALA:
1:20

CONTIENE : CARRUSEL Y SOPORTE
SUPERIOR-MOTRIZ

MATERIALES: ACERO INOXIDABLE TIPO 304-L

FECHA: NOMBRE:

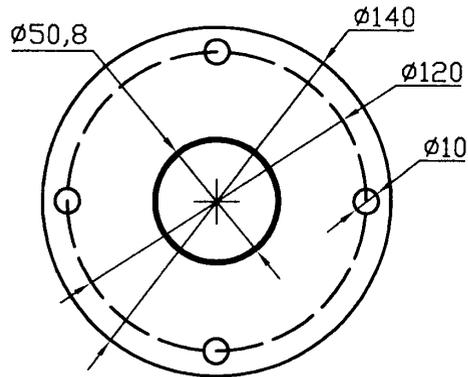
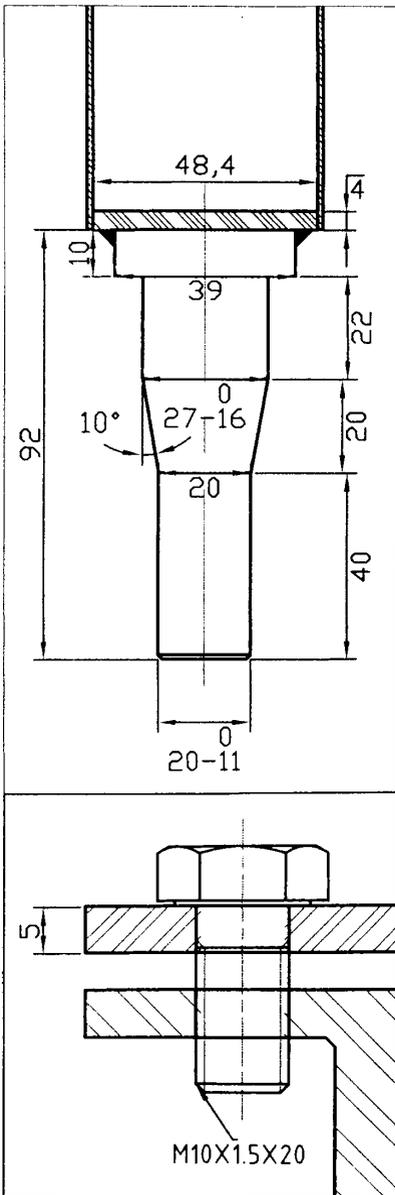
Dibujo: 01/01/04 J. Franco P.

Revisó: 01/01/04 Ing. Martínez

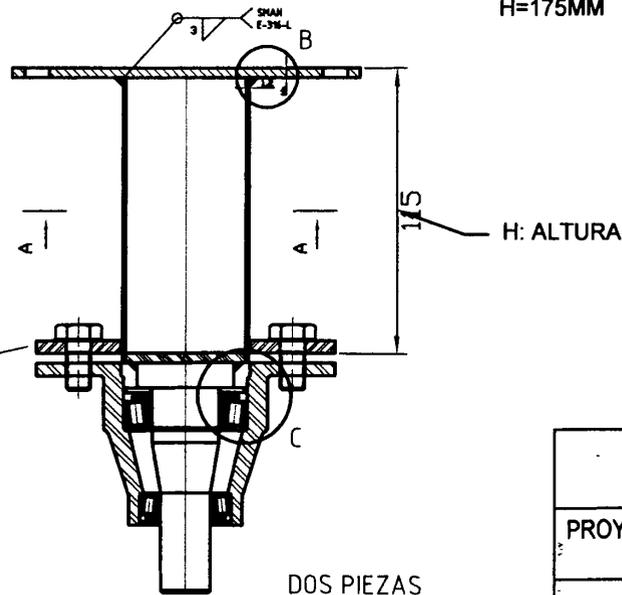
Plano No:

7

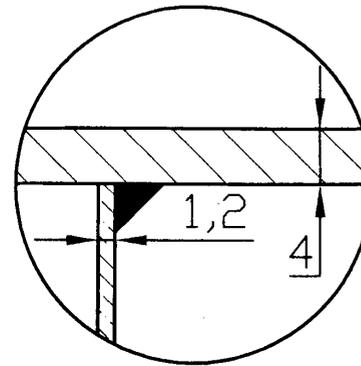
Masa (Kg)



CORTE A-A



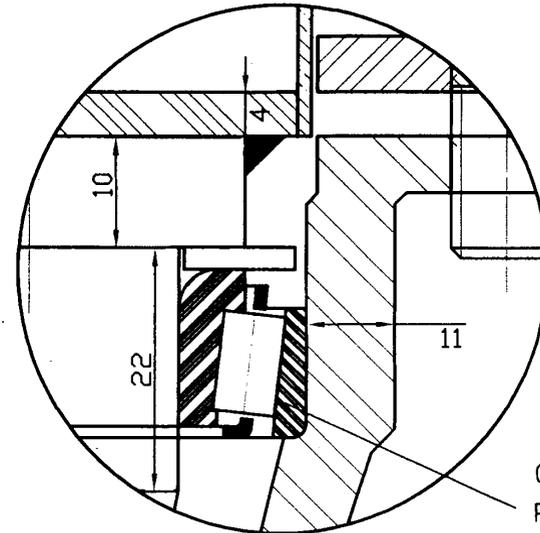
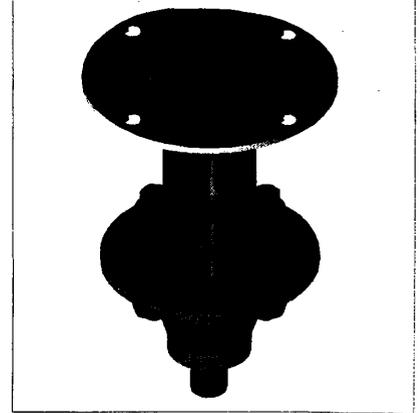
DETALLE B



ENVASE 500 CC
H=115MM

ENVASE 1800CC
H=135MM

ENVASE 3000CC
H=175MM



DETALLE C

COJINETE DE
RODILLOS CÓNICOS
NTN 4T-L44649

FIMCP - ESPOL

PROYECTO: ENJUAGADORA ROTATIVA

ESCALA: CONTIENE : TAMBOR-PORTA
ESTRELLAS



1:1

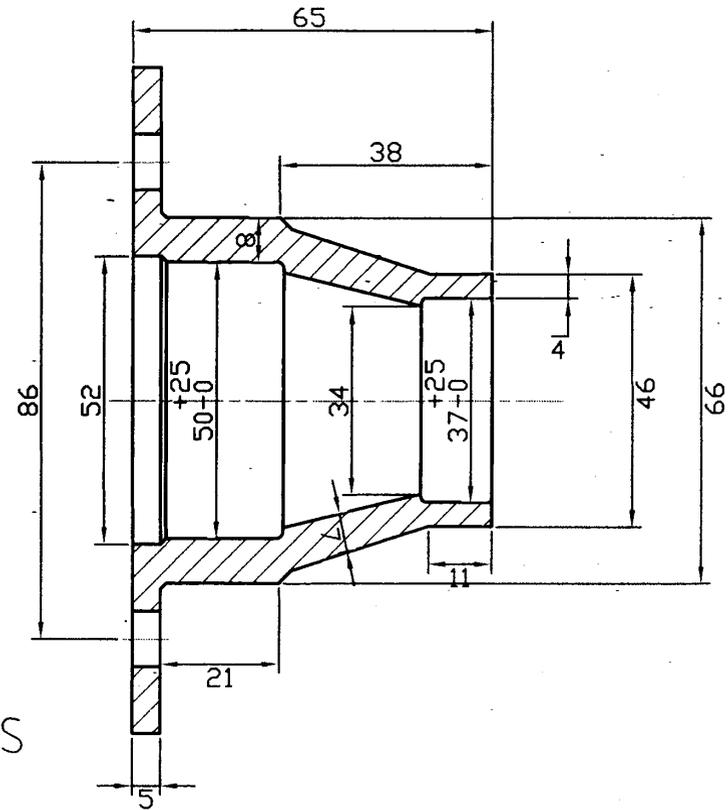
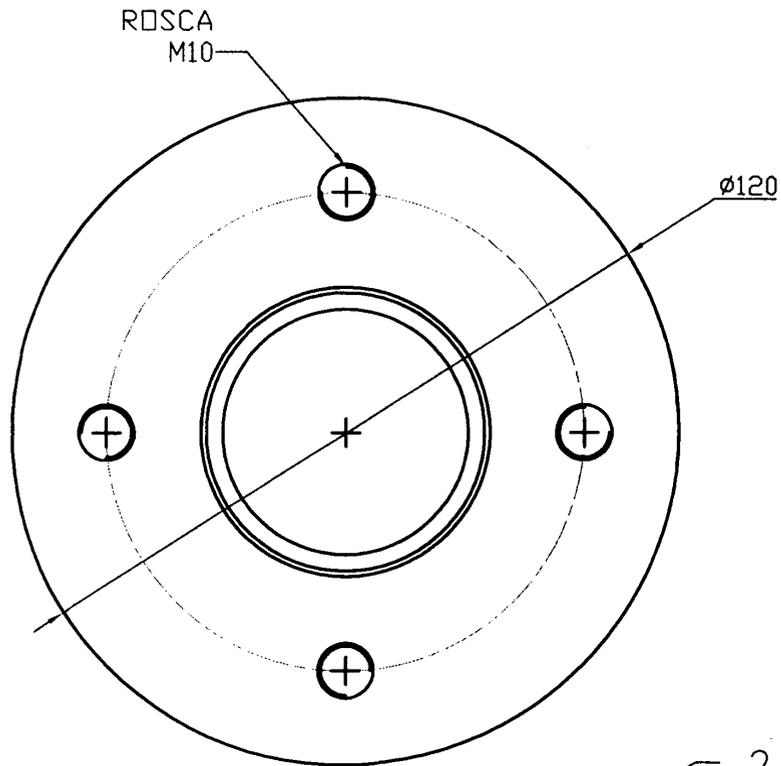
MATERIALES: ACERO INOXIDABLE TIPO
316-L, SAE 1018

FECHA	NOMBRE
Dibujo 01/01/04	J. Franco P.
Revisó 01/01/04	Ing. Martinez

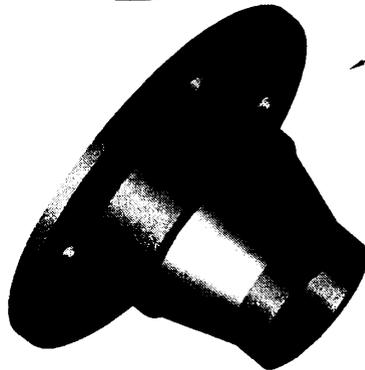
Plano No:

8

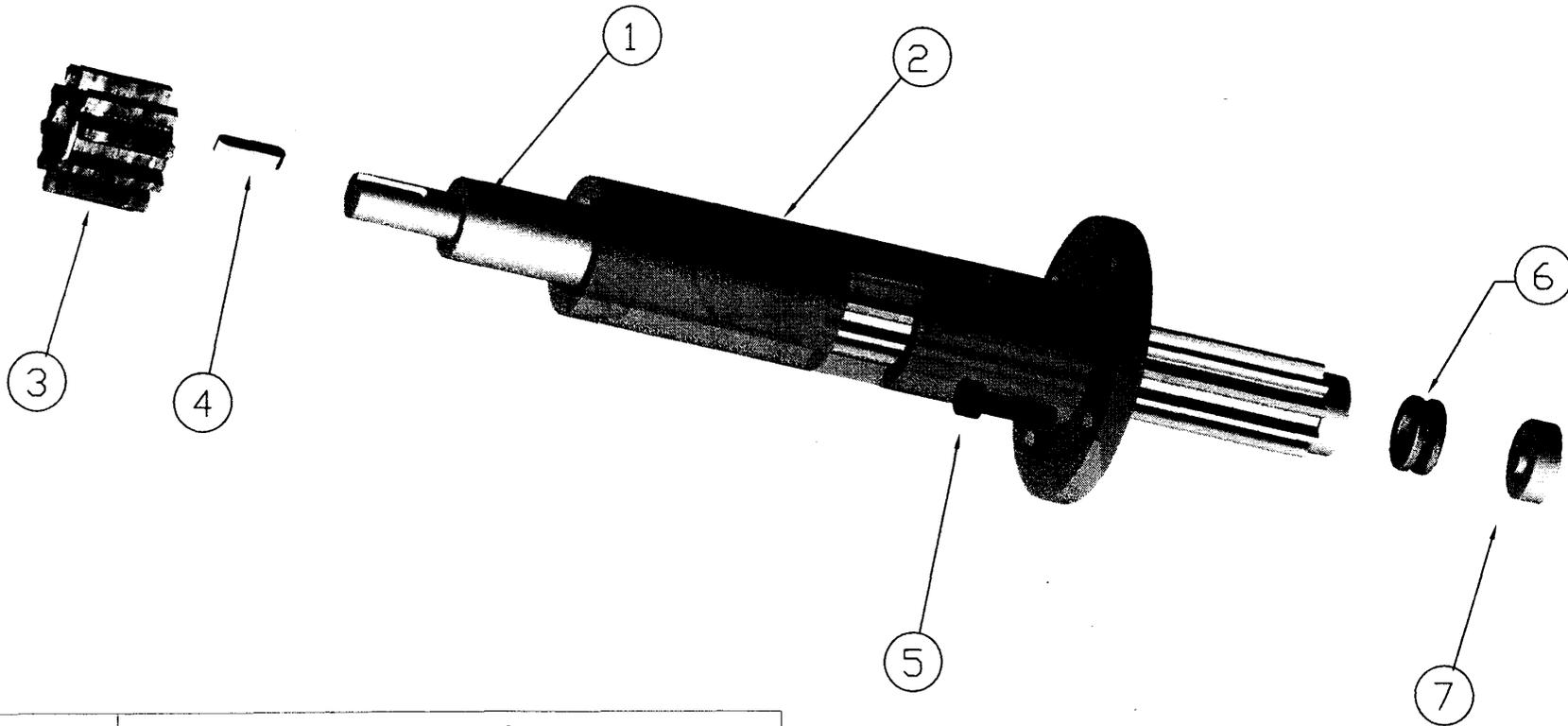
Masa (Kg)



2 PIEZAS

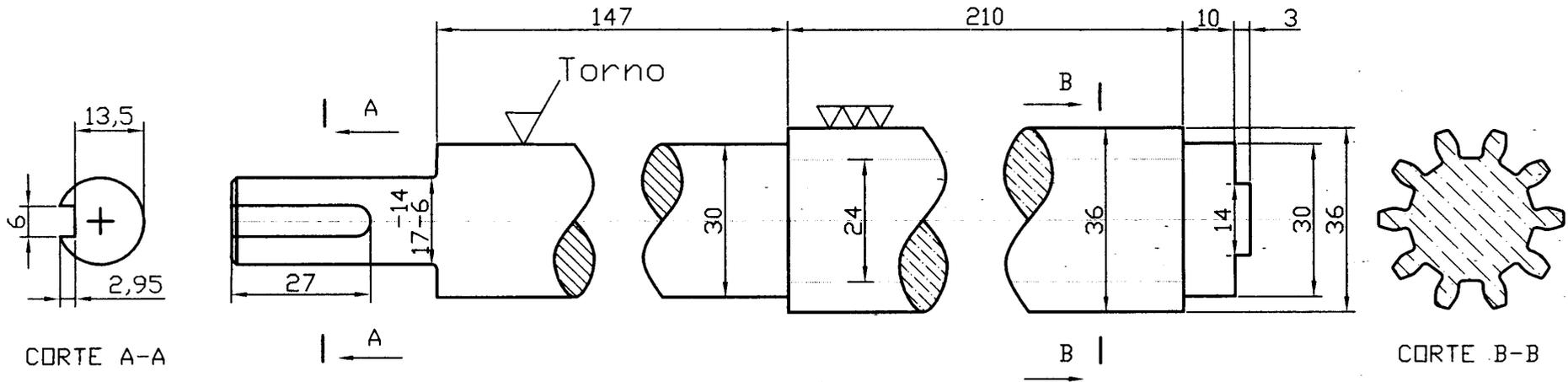


FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
Dibujo		01/01/04	J. Franco P.
Revisó		01/01/04	Ing. Martinez
PROYECTO: ENJUAGADORA ROTATIVA			Plano No:
ESCALA: 1:1			8.1
CONTIENE : MANZANA PARA EJE TAMBOR-ENGRANAJE			Masa (Kg)
MATERIALES: ACERO SAE 1010			



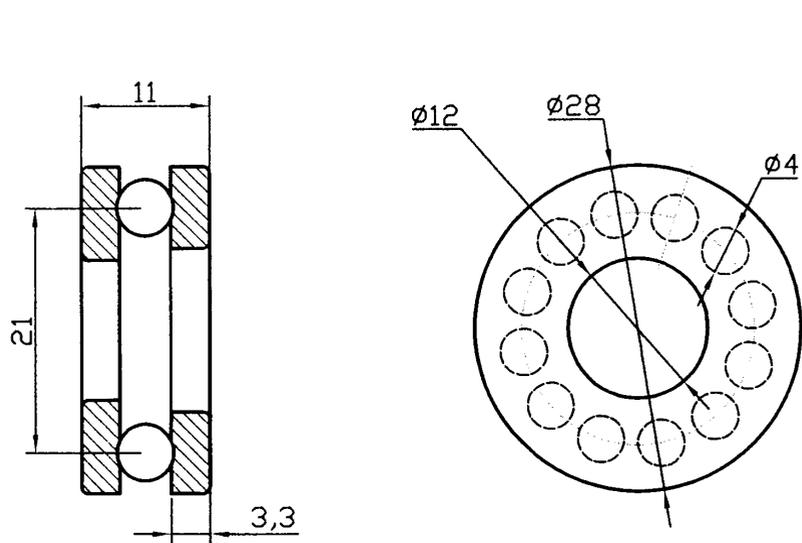
PIEZA N°	DESCRIPCIÓN
1	EJE CENTRAL ROTATIVO
2	CAMISA DE ARRASTRE PARA EJE
3	PIÑÓN MACHO PARA ACOPLAR CARRUSEL Y EJE
4	CHAVETA SEGÚN NORMA DIN 141
5	PERNO M6X1.0.20
6	RODAMIENTO AXIAL ISO-104-212- 12X28X11
7	PIEZA DE ACOUPLE PARA CILINDRO HIDRAULICO

<h1>FIMCP - ESPOL</h1>		FECHA	NOMBRE
		Dibujo 01/01/04	J. Franco P.
PROYECTO: ENJUAGADORA ROTATIVA		Revisó 01/01/04	Ing. Martínez
		Plano No: 9	
	ESCALA: 1:1	CONTIENE : EJE CENTRAL Y CAMISA DE ARRASTRE	
	MATERIALES: ACEROS DE TRANSMISIÓN		Masa (Kg)

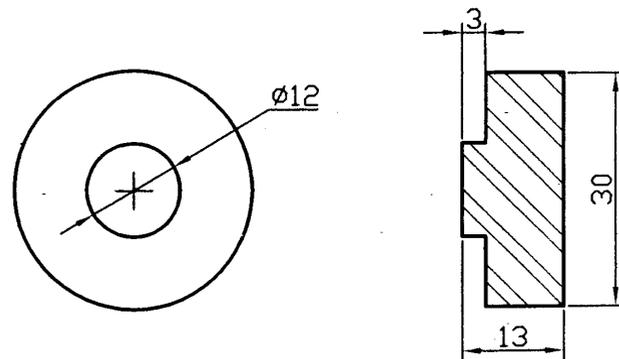


CORTE A-A

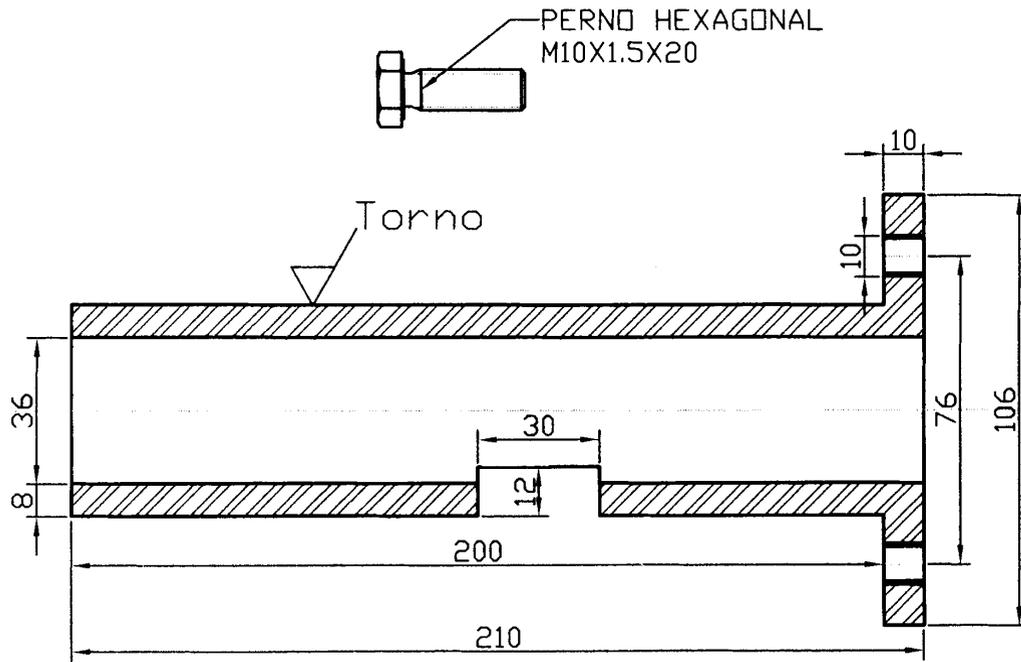
CORTE B-B



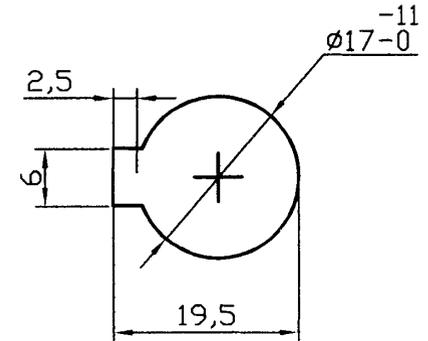
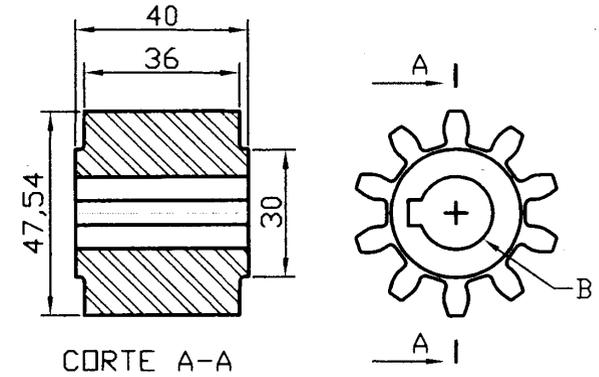
RODAMIENTO AXIAL-ISO 104-212-12X28X11



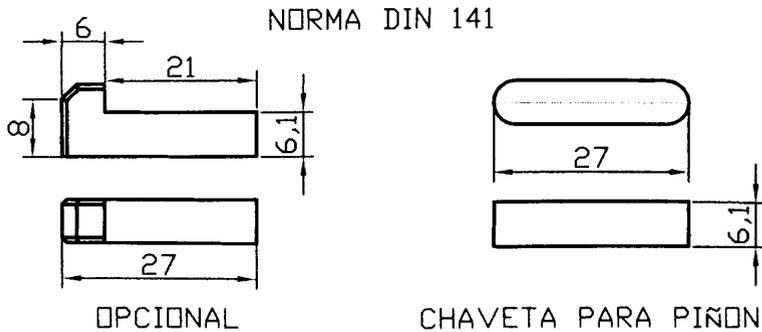
FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
		Dibujo	01/01/04 J. Franco P.
PROYECTO: ENJUAGADORA ROTATIVA		Revisó	01/01/04 Ing. Martínez
ESCALA: 1:1	CONTIENE: PIEZAS 1-6 Y 7	Plano No: 9.1	
	MATERIALES: ACERD ASSAB 760 AISI 1045	Masa (Kg)	



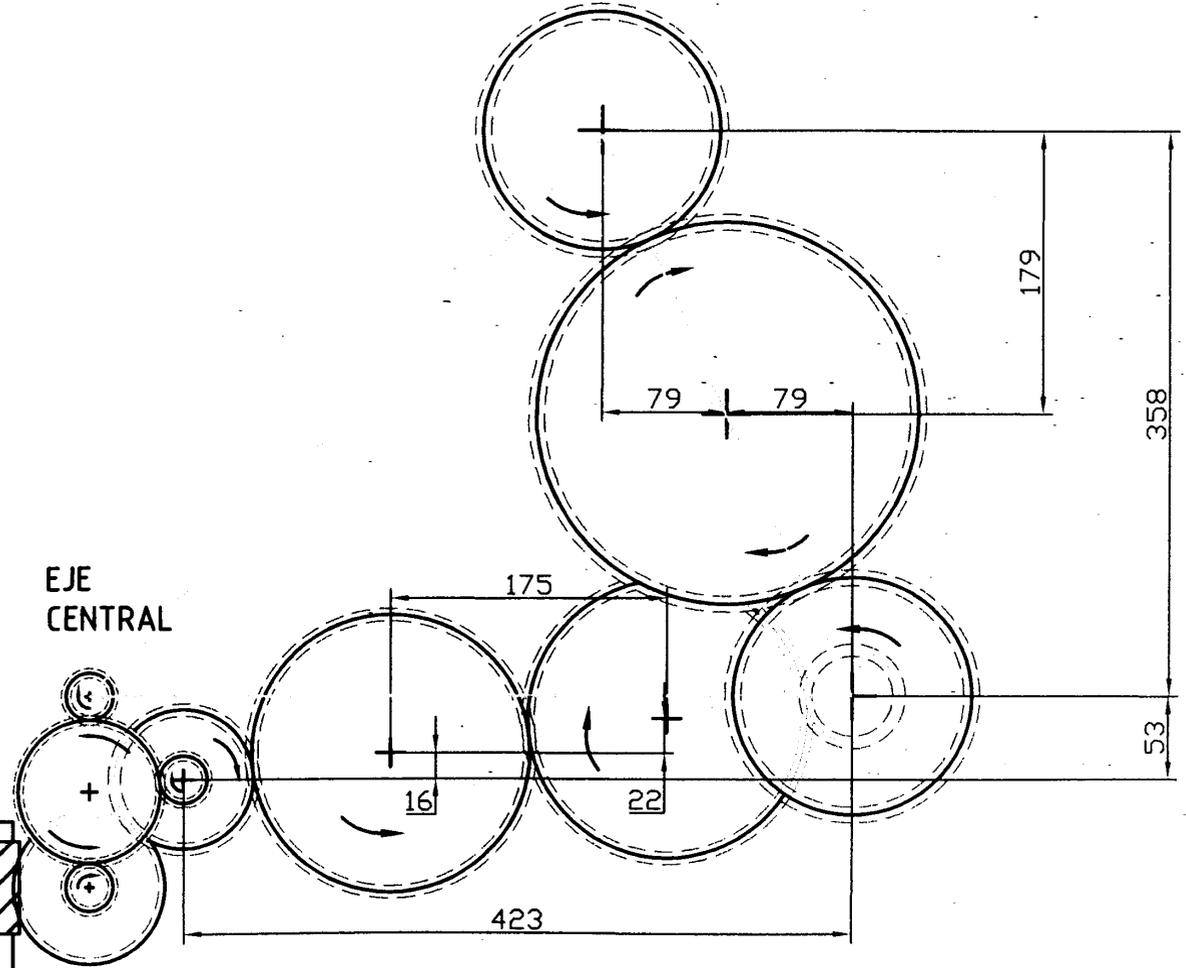
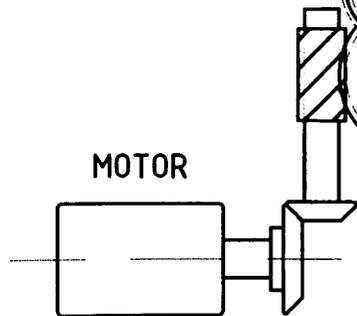
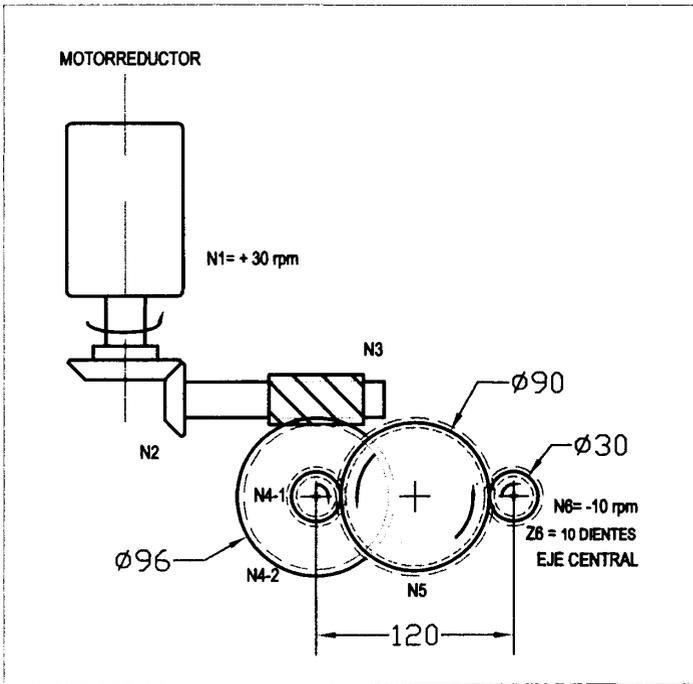
QVAKD-STEEL 280 - SAE 1024 BARRA PERFORADA



DETALLE B



FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
		Dibujo	01/01/04 J. Franco P.
PROYECTO: ENJUAGADORA ROTATIVA		Revisó	01/01/04 Ing. Martine
ESCALA: 1:1		Plano No: 9.2	
CONTIENE: PIEZAS 2-3-4 Y 5		Masa (Kg)	
MATERIALES: ACERO ASSAB 760 AISI 1045, QVAKD 280			

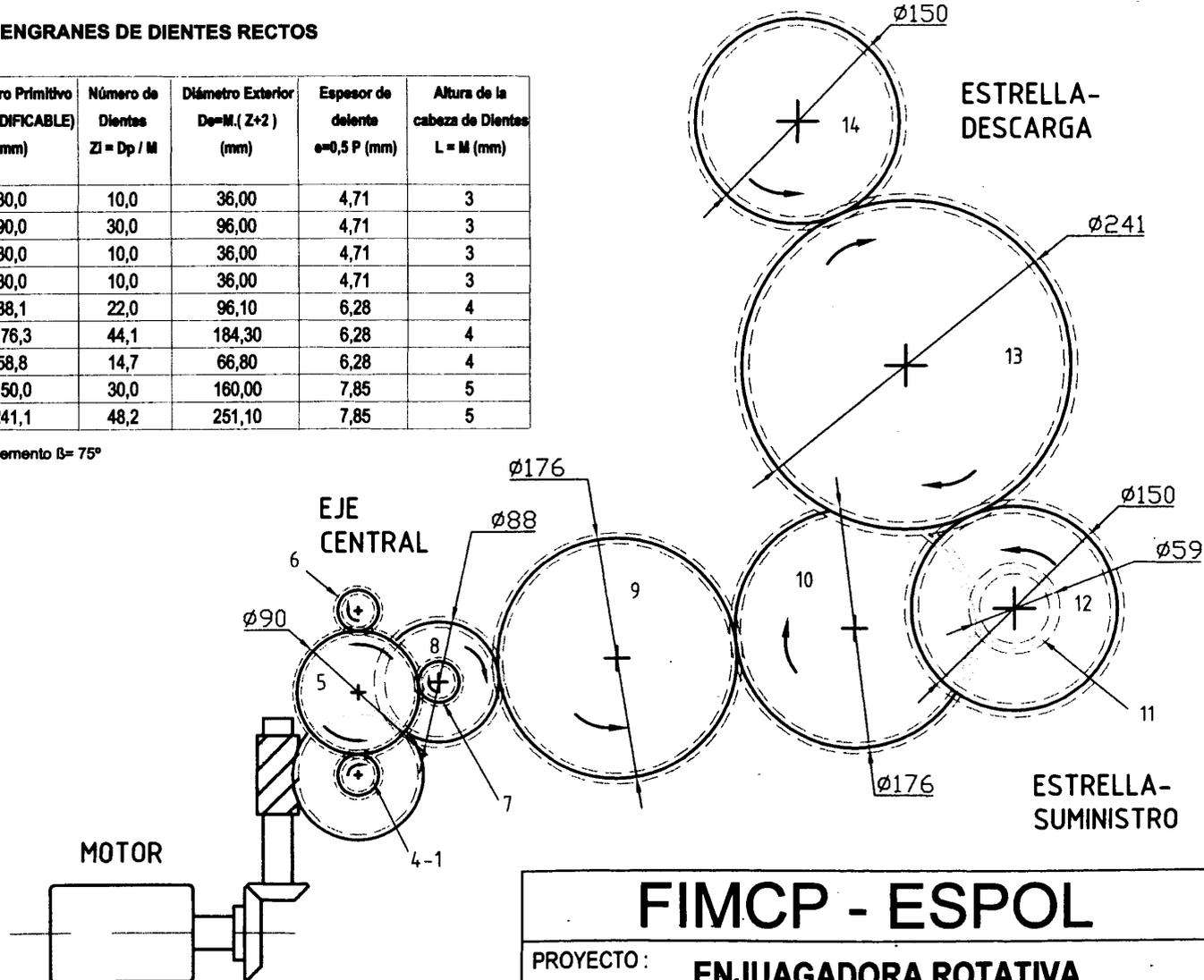


FIMCP - ESPOL		FECHA	NOMBRE
		Dibujo 01/01/04	J. Franco P.
PROYECTO: ENJUAGADORA ROTATIVA		Revisó 01/01/04	Ing. Martínez
	ESCALA: 1:1	CONTIENE: DISTRIBUCIÓN Y UBICACIÓN DE LOS ENGRANES	
	MATERIALES: ACERO ASSAB 7210 AISSI/SAE 3215		Masa (Kg)
Plano No: 10			

DATOS PARA LOS ENGRANES DE DIENTES RECTOS

PIÑÓN O ENGRANE Nº	Módulo M Estándar (mm)	Peso circular $P = \phi \cdot M$ (mm)	Diámetro Primitivo D_p (MODIFICABLE) (mm)	Número de Dientes $ZI = D_p / M$	Diámetro Exterior $D_e = M \cdot (Z + 2)$ (mm)	Espesor de diente $e = 0,5 P$ (mm)	Altura de la cabeza de Dientes $L = M$ (mm)
4-1	3,0	9,42	30,0	10,0	36,00	4,71	3
5	3,0	9,42	90,0	30,0	96,00	4,71	3
6	3,0	9,42	30,0	10,0	36,00	4,71	3
7	3,0	9,42	30,0	10,0	36,00	4,71	3
8	4,0	12,57	88,1	22,0	96,10	6,28	4
9 Y 10	4,0	12,57	176,3	44,1	184,30	6,28	4
11	4,0	12,57	58,8	14,7	66,80	6,28	4
12 Y 14	5,0	15,71	150,0	30,0	160,00	7,85	5
13	5,0	15,71	241,1	48,2	251,10	7,85	5

Para ángulos de presión $\alpha = 20^\circ$ y un ángulo de complemento $\beta = 75^\circ$



<h1>FIMCP - ESPOL</h1>		FECHA	NOMBRE
		Dibujo 01/01/04	J. Franco P.
PROYECTO: ENJUAGADORA ROTATIVA		Revisó 01/01/04	Ing. Martínez
		Plano No: 11	
	ESCALA:	CONTIENE : DISTRIBUCIÓN Y FORMA DE ENGRANAJES MATERIALES: ACERO ASSAB 7210 AISI/SAE 3215	
	1:1		

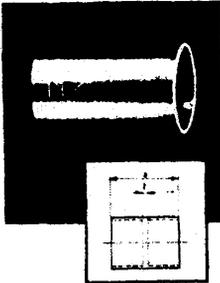
APÉNDICE A

STANDARD FITTINGS GUIDE

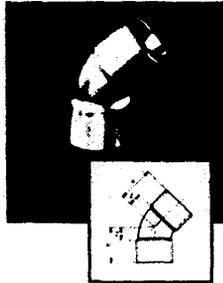
STANDARD FITTINGS

METRIC STAINLESS SOLDER FITTINGS

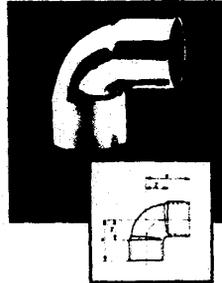
5270
M 600



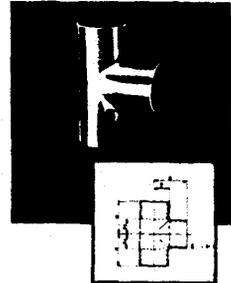
5041
M 606



5090
M 607



5130
M 611



Abm. Dim.	a	Z
6	14	2
8	16	2
10	17	2
12	19	2
14	23	2
15	23	2
16	23	2
18	27	2
20	33	2
22	33	2
25	36	2
28	38	2
32	45	2
35	48	2
36	48	2
42	56	2
54	66	2
64	69	4
70	69	4
76	71	4
80	71	4
89	79	4
104	99	4
108	99	4

Abm. Dim.	a	Z
6	10	4
8	11	4
10	12	4
12	14	5
14	17	5
15	17	6
16	17	5
18	20	7
20	27	14
22	25	9
25	29	11
28	29	10
35	37	14
36	30	7
42	42	15
54	52	20
64	60	27
70	63	30
76	66	32
80	68	34
89	75	37
104	108	60
108	108	60

Abm. Dim.	a	Z
6"	15	9
8"	17	10
10"	20	12
12"	19	10
14	22	11
15	20	11
16	23	12
18	24	12
20	30	16
22	30	14
25	36	18
28	35	16
32	48	23
35	48	24
36	60	37
42	55	28
54	75	43

Abm. Dim.	a	Z
6	12	6
8	14	7
10	15	7
12	16	7
14	19	7
15	20	9
16	19	9
18	24	11
20	29	12
22	28	12
25	32	16
28	34	15
32	37	19
35	45	21
36	44	24
40	46	23
42	52	24
52	64	30
54	63	31
64	84	48
70	84	44
76	90	56
80	90	56
89	105	67
104	122	74
108	122	74

EURODAN INT.
IMPORT • EXPORT

Phone: (415) 459-4117



999 Anderson Drive Suite 200 San Rafael, CA 94901

Also Stocking Large
Inventory of Metric
Brass -- Steel -- Stainless
Compression Fittings

Fax: (415) 459-4128

MARCON ENGINEERING, INC.

COMPRESSION TUBE/PIPE FITTINGS

Repairs to existing tank heating coil installations, when cargo tanks are not gas free & flameless repairs.



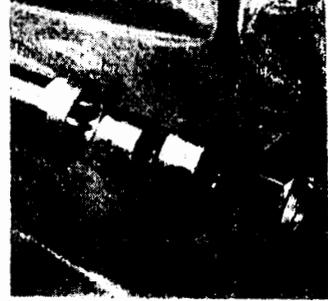
MAR - 11 - TU (Tanker Union)

This is a compression fitting with a large centre body, base ferrule that seals on the inside of the tube pipe. The tube pipe must be flared using a non-spark flaring tool.

*Note we require wall thickness of tube pipe when ordering.



Non-spark flaring tool

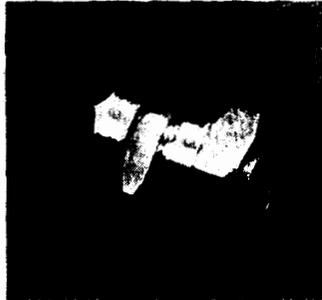


MAR - 11 - SU Fitting (Straight Taper Union)

The tube pipe ends are to be flared in a similar way to the MAR-11-TU. The MAR-11-SU has a large centre body with the sealing tapers at each end. This fitting also seals on the inside of the tube pipe.

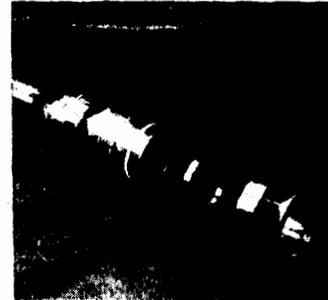
The sealing tapers on the MAR-11-SU have the additional feature of high temperature friction O-rings which are groove-fitted to the end tapers.

*Note we require wall thickness of tube pipe when ordering.



MAR - 11 - FC Fitting Full Compression (External Seal)

The MAR-11-FC has two O-rings/ferrules which seal externally on the tube pipe. No flaring of the tube pipe is necessary for installation of this fitting but the external surface of the tube pipe must be in good condition and free of pitting to ensure a positive seal is achieved.



When ordering, specify O.D. (see standard tube/pipe sizes on preceding two pages) and wall thickness.

*All of the above fittings are available in imperial and metric sizes and are also available in both inch, imperial, imperial and metric to metric.



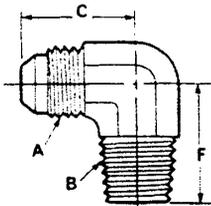
marcon
engineering

MARCON ENGINEERING LTD.
Leachmere Industrial Estate
Grange Town, Sunderland
Tyne & Wear SR2 9JA, England
Tel: (091) 5210200
Telex: 537149 MARCON G
Telefax: (091) 523 77 22

MARCON ENGINEERING, INC.
6615 Tributary St., Tributary I, Ste. A
Harbord Industrial Park
Baltimore, MD 21224 U.S.A.
Tel: (410) 633-6410, (800) 969-6655
Telex: 908346 Marcon USA
Fax: (410) 633-6414

VOSS, INC.

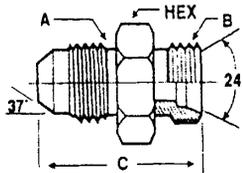
FLARED STEEL TUBE FITTINGS -- CONVERSION ADAPTERS



JIC Male/BSPT Male—90° Elbow

PART NO.	A	B	C	F
JB 0202-90K	5.16-24	1/8	.77	.72
JB 0402-90K	7.16-20	1/8	.89	.78
JB 0404-90K	7.16-20	1/4	1.05	1.09
JB 0406-90K	7.16-20	3/8	1.05	1.22
JB 0504-90K	1.2-20	1/4	1.05	1.09
JB 0604-90K	9.16-18	1/4	1.06	1.09
JB 0606-90K	9.16-18	3/8	1.14	1.22
JB 0608-90K	9.16-18	1/2	1.22	1.47
JB 0806-90K	3.4-16	3/8	1.25	1.22
JB 0808-90K	3.4-16	1/2	1.33	1.47
JB 1008-90K	7.8-14	1/2	1.45	1.47
JB 1012-90K	7.8-14	3/4	1.54	1.59
JB 1212-90K	1.1-16-12	3/4	1.68	1.59
JB 1616-90K	1.5-16-12	1	1.81	1.97
JB 2020-90K	1.5-8-12	1.1/4	2.06	2.38
JB 2424-90K	1.7-8-12	1.1/2	2.33	2.64

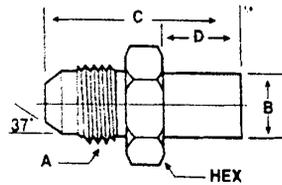
A = Tube Thread B = BSPT Thread



JIC Male/24° Metric Tube Seat

PART NO.	A	B	C	HEX	Metric Tube Size
JM 0406-TL	7/16-20	12 X 1.5	1.21	5/8	5L
JM 0608-TL	9/16-18	14 X 1.5	1.22	3/4	8L
JM 0810-TL	3/4-16	16 X 1.5	1.41	7/8	10L
JM 0812-TL	3/4-16	18 X 1.5	1.48	15/16	12L
JM 1015-TL	7/8-14	22 X 1.5	1.70	1-1/16	15L
JM 1218-TL	1-1/16-12	26 X 1.5	1.91	1-3/4	18L
JM 0606-TS	9/16-18	14 X 1.5	1.22	3/4	8S
JM 0808-TS	9/16-18	16 X 1.5	1.30	3/4	8S
JM 0810-TS	3/4-16	18 X 1.5	1.48	15/16	10S
JM 0812-TS	3/4-16	20 X 1.5	1.49	7/8	12S
JM 1014-TS	7/8-14	22 X 1.5	1.70	1-1/16	14S
JM 1218-TS	1-1/16-12	24 X 1.5	1.77	1-1/8	16S

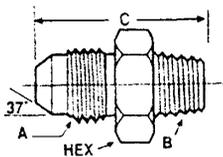
A = Tube Thread B = Metric Thread



JIC Male/Metric Stand Pipe

PART NO.	A	B	C	D	HEX
JT 0406	7/16-20	6MM	1.55	.75	5/8
JT 0408	7/16-20	8MM	1.66	.88	5/8
JT 0610	9/16-18	10MM	1.67	.85	3/4
JT 0812	3/4-16	12MM	1.97	1.00	7/8
JT 0814	3/4-16	14MM	1.99	.93	7/8
JT 1015	7/8-14	15MM	2.03	.91	1
JT 1016	7/8-14	16MM	2.07	.95	1
JT 1216	1-1/16-12	18MM	2.22	.95	1-3/8
JT 1218	1-1/16-12	18MM	2.12	.85	1-3/8
JT 1220	1-1/16-12	20MM	2.38	1.11	1-3/8
JT 1622	1-1/8-12	22MM	2.21	.88	1-1/2
JT 1625	1-1/8-12	25MM	2.54	1.22	1-1/2

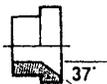
A = Tube Thread B = Tube O.D.



JIC Male/BSPT Male

PART NO.	A	B	C	HEX
JB 0202-K	5.16-24	1/8	1.00	7/16
JB 0402-K	7.16-20	1/8	1.10	1-2
JB 0404-K	7.16-20	1/4	1.22	9/16
JB 0406-K	7.16-20	3/8	1.28	3/4
JB 0504-K	1.2-20	1/4	1.22	9/16
JB 0604-K	9.16-18	1/4	1.21	5/8
JB 0606-K	9.16-18	3/8	1.29	3/4
JB 0608-K	9.16-18	1/2	1.46	4/16
JB 0806-K	3.4-16	3/8	1.41	13/16
JB 0808-K	3.4-16	1/2	1.59	15/16
JB 1008-K	7.8-14	1/2	1.66	15/16
JB 1012-K	7.8-14	3/4	1.28	1-1/8
JB 1212-K	1.1-16-12	3/4	1.93	1-1/8
JB 1616-K	1.5-16-12	1	2.13	1-3/8
JB 2020-K	1.5-8-12	1.1/4	2.34	1-11/16
JB 2424-K	1.7-8-12	1.1/2	2.64	2

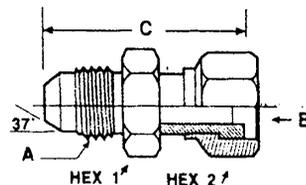
A = Tube Thread B = BSPT Thread



Metric SAE 37° Sleeve

PART NO.	Metric Tube OD (mm)	SAE Size
MS D406	6	4
MS 0508	8	5
MS 0610	10	6
MS 0812	12	8
MS 1014	14	10
MS 1015	15	10
MS 1016	16	10
MS 1218	18	12
MS 1220	20	12
MS 1420	20	14
MS 1422	22	14
MS 1625	25	16
MS 2030	30	20
MS 2438	38	24

REFERENCE CODES:
ORFS=O Ring Face Steel
BSP=British Standard Pipe



JIC Male/ORFS Female

PART NO.	A	B	C	HEX 1	HEX 2
JR 0404	7/16 X 20	9/16 X 18	1.41	5/8	11/16
JR 0606	9/16 X 18	1-1/16 X 16	1.50	3/4	7/8
JR 0808	3/4 X 16	13/16 X 16	1.81	7/8	1
JR 1010	7/8 X 14	1 X 14	2.05	1	1-1/8
JR 1212	1-1/16 X 12	1-3/16 X 12	2.26	1-3/8	1-3/8
JR 1616	1-1/8 X 12	1-7/16 X 12	2.44	1-1/2	1-5/8

A = Tube Thread B = ORFS Thread

NPT=National Pipe Thread
JIC=37° Flare
DIN=Deutsche Industrie Norm

To order the above items in 316 Stainless Steel, add "SS" after part number.

Metric Steel Tubing • Metric Tube Fittings
Metric Hose Assemblies • Metric Ball Valves

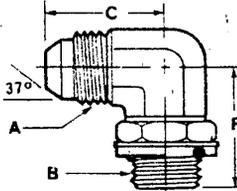


VOSS, INC., 7621 Hub Parkway, Valley View, OH 44125

Distributed by:
FABACHER INCORPORATED
532 Peters Road
Harvey, LA 70059
Phone: 504-362-5901
Fax: 504-362-5454

VOSS, INC.

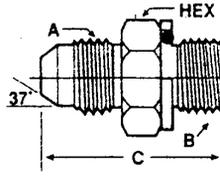
FLARED STEEL TUBE FITTINGS -- CONVERSION ADAPTERS



JIC Male/Metric Male — 90° Elbow

PART NO.	A	B	C	F
JM 0410-90	7/16-20	10 X 1	.89	1.03
JM 0412-90	7/16-20	12 X 1.5	.95	1.09
JM 0414-90	7/16-20	14 X 1.5	.95	1.25
JM 0614-90	9/16-18	14 X 1.5	1.06	1.25
JM 0616-90	9/16-18	16 X 1.5	1.14	1.45
JM 0816-90	3/4-16	16 X 1.5	1.25	1.45
JM 0818-90	3/4-16	18 X 1.5	1.26	1.47
JM 0822-90	3/4-16	22 X 1.5	1.33	1.70
JM 1018-90	7/8-14	18 X 1.5	1.41	1.60
JM 1020-90	7/8-14	20 X 1.5	1.45	1.70
JM 1022-90	7/8-14	22 X 1.5	1.45	1.70
JM 1222-90	1-1/16-12	22 X 1.5	1.66	1.78
JM 1227-90	1-1/16-12	27 X 2	1.66	1.94
JM 1633-90	1-5/16-12	33 X 2	1.81	2.05

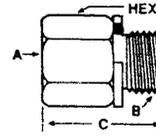
A = Tube Thread B = Metric Thread



JIC Male/Metric Male

PART NO.	A	B	C	HEX
JM 0410	7/16-20	10 X 1	1.18	5/8
JM 0412	7/16-20	12 X 1.5	1.22	5/8
JM 0414	7/16-20	14 X 1.5	1.22	3/4
JM 0614	9/16-18	14 X 1.5	1.22	3/4
JM 0616	9/16-18	16 X 1.5	1.32	7/8
JM 0816	3/4-16	16 X 1.5	1.42	7/8
JM 0818	3/4-16	18 X 1.5	1.48	15/16
JM 0822	3/4-16	22 X 1.5	1.61	1-1/16
JM 1018	7/8-14	18 X 1.5	1.58	15/16
JM 1020	7/8-14	20 X 1.5	1.71	1
JM 1022	7/8-14	22 X 1.5	1.71	1-1/16
JM 1222	1-1/16-12	22 X 1.5	1.81	1-1/8
JM 1226	1-1/16-12	26 X 1.5	1.91	1-1/4
JM 1227	1-1/16-12	27 X 2	1.95	1-1/4
JM 1633	1-5/16-12	33 X 2	2.03	1-5/8
JM 2042	1-5/8-12	42 X 2	2.15	2

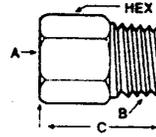
A = Tube Thread B = Metric Thread



NPT Female/Metric Male

PART NO.	A	B	C	HEX
PM 0210	1/8	10X1	1.18	9/16
PM 0412	1/4	12X1.5	1.38	3/4
PM 0414	1/4	14X1.5	1.38	3/4
PM 0616	3/8	16X1.5	1.47	7/8
PM 0618	3/8	18X1.5	1.51	15/16
PM 0816	1/2	16X1.5	1.67	1-1/8
PM 0818	1/2	18X1.5	1.69	1-1/8
PM 0822	1/2	22X1.5	1.77	1-1/8
PM 1226	3/4	26X1.5	1.80	1-3/8
PM 1227	3/4	27X2	1.85	1-3/8
PM 1633	1	33X2	2.22	1-5/8

A = Pipe Thread NPT B = Metric Thread



NPT Female/BSPT Male

PART NO.	A	B	C	HEX
PB 0202-K	1/8	1/8	.99	9/16
PB 0404-K	1/4	1/4	1.34	3/4
PB 0606-K	3/8	3/8	1.38	7/8
PB 0808-K	1/2	1/2	1.85	1-1/8
PB 1212-K	3/4	3/4	1.72	1-3/8
PB 1616-K	1	1	1.94	1-5/8

A = Pipe Thread NPT B = BSPT Thread

JIC Male/BSPP Male — 90° Elbow

PART NO.	A	B	C	F
JB 0402-90	7/16-20	1/8	.89	1.03
JB 0404-90	7/16-20	1/4	1.05	1.25
JB 0504-90	1/2-20	1/4	1.05	1.29
JB 0604-90	9/16-18	1/4	1.06	1.25
JB 0606-90	9/16-18	3/8	1.14	1.45
JB 0608-90	9/16-18	1/2	1.22	1.70
JB 0806-90	3/4-16	3/8	1.25	1.45
JB 0808-90	3/4-16	1/2	1.33	1.70
JB 0812-90	3/4-16	3/4	1.42	1.94
JB 1008-90	7/8-14	1/2	1.45	1.70
JB 1012-90	7/8-14	3/4	1.34	1.94
JB 1212-90	1-1/16-12	3/4	1.66	1.94
JB 1612-90	1-5/16-12	3/4	1.81	2.05
JB 1616-90	1-5/16-12	1	1.81	2.05
JB 2020-90	1-5/8-12	1-1/4	2.06	2.25
JB 2424-90	1-7/8-12	1-1/2	2.33	2.39

A = Tube Thread B = BSPP Thread

JIC Male/BSPP Male

PART NO.	A	B	C	HEX
JB 0402	7/16-20	1/8	1.10	5/8
JB 0404	7/16-20	1/4	1.24	3/4
JB 0406	7/16-20	3/8	1.30	7/8
JB 0504	1/2-20	1/4	1.24	3/4
JB 0604	9/16-18	1/4	1.25	3/4
JB 0606	9/16-18	3/8	1.31	7/8
JB 0608	9/16-18	1/2	1.51	1-1/8
JB 0806	3/4-16	3/8	1.48	7/8
JB 0808	3/4-16	1/2	1.67	1-1/8
JB 1008	7/8-14	1/2	1.71	1-1/8
JB 1012	7/8-14	3/4	1.83	1-3/8
JB 1212	1-1/16-12	3/4	1.93	1-3/8
JB 1612	1-5/16-12	3/4	2.05	1-3/4
JB 1616	1-5/16-12	1	2.20	1-3/4
JB 1620	1-5/16-12	1-1/4	2.27	2
JB 2020	1-5/8-12	1-1/4	2.32	2
JB 2024	1-5/8-12	1-1/2	2.44	2-3/8
JB 2420	1-7/8-12	1-1/4	2.44	2
JB 2424	1-7/8-12	1-1/2	2.44	2-3/8

A = Tube Thread B = BSPP Thread

REFERENCE CODES:
ORFS=O Ring Face Steel
BSP=British Standard Pipe

NPT=National Pipe Thread
JIC=37° Flare
DIN=Deutsche Industrie Norm

To order the above items in 316 Stainless Steel, add "SS" after part number.

Metric Steel Tubing • Metric Tube Fittings
Metric Hose Assemblies • Metric Ball Valves



VOSS, INC., 7621 Hub Parkway, Valley View, OH 44125

Distributed by:
FITTINGS, INCORPORATED
5979 Fourth Avenue South
Seattle, WA 98108
Phone: 206-767-4670 • U.S.: 800-426-8332
Fax: 206-762-9034

NPT Female/BSPP Male

PART NO.	A	B	C	HEX
PB 0202	1/8	1/8	1.06	9/16
PB 0204	1/8	1/4	1.20	3/4
PB 0402	1/4	1/8	1.22	3/4
PB 0404	1/4	1/4	1.42	3/4
PB 0606	3/8	3/8	1.46	7/8
PB 0808	1/2	1/2	1.77	1-1/8
PB 1212	3/4	3/4	1.85	1-3/8
PB 1616	1	1	2.20	1-5/8
PB 2020	1-1/4	1-1/4	2.21	2
PB 2424	1-1/2	1-1/2	2.22	2-3/8

A = Pipe Thread NPT B = BSPP Thread

Japanese (J15) & European (DIN) Metric Flanges

METRIC FLANGE DIMENSIONS



SLIP ON

JAPANESE (J15)
JIS-B 2201

- 5K J15B2221
- 10K J15B2222
- 16K J15B2223
- 20K J15B2224
- 40K J15B2225

EUROPEAN (DIN)
DIN 2501

- PN 6
- PN 10
- PN 16
- PN 25
- PN 40



BLIND

NOM DIA (MM)	DIN 6K	DIN 10K	DIN 16K	DIN 25K	DIN 40K	JIS 5K	JIS 10K	JIS 16K	JIS 20K	JIS 40K	NOM DIA (MM)
10	75 50 4 x 11	30 60 4 x 14	30 60 4 x 14	90 60 4 x 14	90 60 4 x 14	75 55 4 x 12	90 65 4 x 15	90 65 4 x 15	90 65 4 x 15	110 75 4 x 19	10
15	80 55 4 x 11	95 65 4 x 14	95 65 4 x 14	95 55 4 x 14	95 55 4 x 14	80 60 4 x 12	95 70 4 x 15	95 70 4 x 15	95 70 4 x 15	115 80 4 x 19	15
20	90 85 4 x 11	105 75 4 x 14	105 75 4 x 14	105 75 4 x 14	105 75 4 x 14	95 65 4 x 12	100 75 4 x 15	100 75 4 x 15	100 75 4 x 15	120 90 4 x 19	20
25	100 75 4 x 11	115 85 4 x 14	115 85 4 x 14	115 85 4 x 14	115 85 4 x 14	95 75 4 x 12	125 90 4 x 15	125 90 4 x 15	125 90 4 x 15	130 95 4 x 19	25
32	120 90 4 x 14	140 100 4 x 18	140 100 4 x 18	140 100 4 x 18	140 100 4 x 18	115 90 4 x 15	135 100 4 x 19	135 100 4 x 19	135 100 4 x 19	140 105 4 x 19	32
40	130 100 4 x 14	150 110 4 x 18	150 110 4 x 18	150 110 4 x 18	150 110 4 x 18	120 95 4 x 15	140 105 4 x 19	140 105 4 x 19	140 105 4 x 19	160 120 4 x 23	40
50	140 110 4 x 14	165 125 4 x 18	165 125 4 x 18	165 125 4 x 18	165 125 4 x 18	130 105 4 x 15	155 120 4 x 19	155 120 4 x 19	155 120 4 x 19	185 130 4 x 23	50
65	160 130 4 x 14	185 145 4 x 18	185 145 4 x 18	185 145 4 x 18	185 145 4 x 18	155 130 4 x 15	175 140 4 x 19	175 140 4 x 19	175 140 4 x 19	200 160 4 x 23	65
80	190 150 4 x 18	200 160 4 x 18	200 160 4 x 18	200 160 4 x 18	200 160 4 x 18	190 145 4 x 19	200 150 4 x 19	200 150 4 x 19	200 150 4 x 19	210 170 4 x 23	80
100	210 170 4 x 18	225 180 4 x 18	225 180 4 x 18	235 190 4 x 22	235 190 4 x 22	200 165 4 x 19	210 175 4 x 19	210 175 4 x 19	210 175 4 x 19	225 185 4 x 23	100
125	240 200 4 x 18	250 210 4 x 18	250 210 4 x 18	270 220 4 x 26	270 220 4 x 26	235 200 4 x 19	250 210 4 x 23	250 210 4 x 23	270 225 4 x 25	300 250 4 x 27	125
150	265 225 4 x 18	285 240 4 x 22	285 240 4 x 22	300 250 4 x 26	300 250 4 x 26	265 230 4 x 19	280 240 4 x 23	280 240 4 x 23	305 260 4 x 25	355 295 4 x 33	150
175		315 270 4 x 22	315 270 4 x 22	330 290 4 x 26	330 290 4 x 26	300 260 4 x 23	305 265 4 x 23				175
200	320 280 4 x 18	340 295 4 x 22	340 295 4 x 22	360 310 4 x 26	375 320 4 x 30	320 280 4 x 23	330 290 4 x 23	350 305 4 x 25	350 305 4 x 25	408 348 4 x 33	200
250	375 335 12 x 18	395 350 12 x 22	405 355 12 x 26	425 370 12 x 30	450 385 12 x 33	365 345 12 x 23	400 355 12 x 25	430 380 12 x 27	430 380 12 x 27	475 410 12 x 33	250
300	440 395 12 x 22	445 400 12 x 22	460 410 12 x 26	485 430 16 x 30	515 450 16 x 33	430 390 12 x 23	445 400 16 x 25	480 430 16 x 27	480 430 16 x 27	540 470 16 x 39	300
350	490 445 12 x 22	505 460 16 x 22	520 470 16 x 26	555 490 16 x 33	580 510 16 x 36	480 435 12 x 25	490 445 16 x 25	540 480 16 x 33	540 480 16 x 33	585 515 16 x 39	350
400	540 495 16 x 22	565 515 16 x 26	580 525 16 x 30	620 550 16 x 36	660 585 16 x 39	540 495 16 x 25	560 510 16 x 27	605 540 16 x 33	605 540 16 x 33	645 570 16 x 39	400

FLANGE DIAMETER
BOLT CIRCLE DIAMETER (PITCH)
BOLT HOLES x HOLE DIAMETER

1 INCH = 25.4 MM

★ METRICS ★

- FITTINGS
- FLANGES
- TUBING & PIPE
- METALS

W&O SUPPLY

P.O. BOX 3907 • JACKSONVILLE, FL 32206

800-842-3388

FAX 800-526-7747

★ METRICS ★

- JIS AND DIN
- GATE, GLOBE, ANGLE, CHECK
- HOSE VALVES
- BUTTERFLY VALVES

PVC SUCTION AND DISCHARGE HOSES

**EXTRA HEAVY DUTY—
GREEN COLORED HOSE**



Overlapping helix provides resistance to puncture and kinking. Abrasion resistant. Suitable for full vacuum.

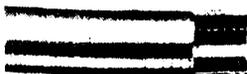
Lengths: 1½"-2½", 150'; 3"-4", 100'; 4½"-8", 40'

Couplings: Long or short shank, combination nipples.

Size (Inches)	Working Pressure (PSI) 70°F	Outside Diameter (Inches)	Wt. / Ft. (Pounds)	Min. Bend Radius (Inches)
1½	140	1.94	69	7
2	130	2.44	88	8
2½	120	3.00	125	10
3	110	5.50	148	12
3½	100	4.10	218	16
4	85	4.62	247	16
4½	70	5.20	318	22
5	60	5.70	350	25
6	50	6.75	450	30
8	55	8.94	746	48

Working pressures apply to normal open end service.

**STANDARD DUTY—
GREEN COLORED HOSE**



Suitable for full vacuum.

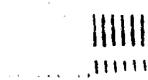
Lengths: 1"-2½", 150'; 3"-4", 100'; 6"-8", 40'

Couplings: Long or short shank, combination nipples.

Size (Inches)	Working Pressure (PSI) 70°F	Outside Diameter (Inches)	Wt. / Ft. (Pounds)	Min. Bend Radius (Inches)
1	90	1.28	28	3
1½	85	1.80	47	4
2	80	2.34	66	5
2½	70	2.88	97	6
3	60	3.42	120	7
4	50	4.50	200	10
6	40	6.64	360	12
8	30	8.84	600	14

Working pressures apply to normal open end service.

**STANDARD DUTY—
CLEAR COLORED HOSE**



Clear PVC wall with white helix allows detection of blockage or other problems. Suitable for full vacuum.

Lengths: 1"-2½", 150'; 3"-4", 100'; 6"-8", 40'

Couplings: Long or short shank, combination nipples.

Size (Inches)	Working Pressure (PSI) 70°F	Outside Diameter (Inches)	Wt. / Ft. (Pounds)	Min. Bend Radius (Inches)
1	90	1.28	28	3
1½	85	1.80	47	4
2	80	2.34	66	5
2½	70	2.88	97	6
3	60	3.42	120	7
4	50	4.50	200	10
6	40	6.64	360	12
8	30	8.80	660	14

Working pressures apply to normal open end service.

**STANDARD DUTY COLLAPSIBLE
DISCHARGE—BLUE COLORED HOSE**



Fully collapsible discharge hose suitable for open end discharge of water, mild chemicals, and sewage.

Length: 300' coils, standard package.

Couplings: Shank type recommended.

Size (Inches)	Working Pressure (PSI)	Wt. / Ft. (Pounds)
1½	105	23
2	85	30
3	75	41
4	75	52
6	50	93

INTERMAR

P.O. BOX 206 SCARSDALE, NEW YORK 10583

Tel: 914-472-1000...Fax: 914-472-1814

SEÑOR TIFT

COMPOFLEX & CHEMIFLEX

COMPOFLEX-CHEMIFLEX-HOSE-COUPPLINGS-EXPANSION JOINTS-PACKINGS

PVC SUCTION AND DISCHARGE HOSES

VINYL SUCTION AND DISCHARGE TUBING



Vinyl tubing has a high tensile polyester braided reinforcement embedded in the wall of the tubing. Designed for piping applications. Its clarity provides visual inspections of flow while its smooth inner bore provides maximum flow characteristics. Tubing is non-toxic, it can be used for food handling and other general industrial service applications such as pressurized air and water lines where resistance to abrasion is required. Meets FDA standards.

Part No.	Inside Diameter	Outside Diameter	Wall Thickness	Maximum Working Pressure (lbs.)*
KB1	1/8"	21/64"	7/64"	350
KB2	3/16"	13/32"	7/64"	350
KB3	1/4"	1/2"	1/8"	300
KB4	5/16"	9/16"	1/8"	275
KB5	3/8"	5/8"	1/8"	275
KB6	1/2"	13/16"	5/32"	250
KB7	5/8"	1"	3/16"	200
KB8	3/4"	1"	1/8"	150
KB9	1"	1-1/2"	1/4"	150
KB10	1-1/4"	1-3/4"	1/4"	150
KB11	1-1/2"	2"	1/4"	100
KB12	2"	2-1/2"	1/4"	75

Recommended working pressures based on a 70°F temperature. Higher temperatures will significantly reduce allowable working pressure ratings. Carton footage: KB1 thru KB7 = 100'. All larger sizes = 50'.

CHEMICAL TRANSFER HOSES

Multi-Chem®

Tube is cross-linked polyethylene and resists 90% of all industrial chemicals with the exception of strong oxidizing acids such as nitric and chromic. This hose is recommended for general chemical and solvent transfer. Synthetic textile cord with wire helix provides added strength. Black Nitrile/vinyl blend cover with orange stripe is abrasion and oil resistant. Maximum temperature limitation 150°F for most chemicals.



Construction

- Tube:** Cross-linked polyethylene.
- Reinforcement:** Synthetic textile braid with wire helix.
- Cover:** Green EPDM with orange stripe.
- Note:** Available with straight ends, uncapped only.
- Couplings:** Quick-acting, reattachable, non-reattachable.
- Length:** 1" - 50 ft.
1 1/2" to 4" - 80 ft.

Specifications

I.D. (In.)	O.D. (In.)	W.P. (PSI)	Braids	MBR (In.)	Weight (Lbs./Ft.)
1	1 1/4	200	2	10	.80
1 1/2	2	200	2	12	.85
2	2 1/2	200	2	15	1.13
2 1/2	3 1/4	150	2	24	1.59
3	3 3/4	150	2	30	1.88
4	4 1/2	100	2	35	2.64

Chemical B

General purpose chemical hose with Butyl tube for handling strong and oxidizing acids, esters, ketones and alcohols. The spiral steel wire helix between textile plies provides strength and flexibility. Brown EPDM cover is resistant to heat, ozone and weather.



Construction

- Tube:** Butyl
- Reinforcement:** Spiralled steel wire helix between synthetic textile plies.
- Cover:** EPDM, brown.
- Note:** Available with straight ends, uncapped only.
- Couplings:** Quick acting, reattachable or permanent.
- Length:** 60 ft.

Specifications

I.D. (In.)	O.D. (In.)	W.P. (PSI)	Plyes	MBR (In.)	Weight (Lbs./Ft.)
1 1/2	2	150	2	4 1/2	.83
2	2 1/4	150	2	5	1.14
2 1/2	3 1/4	150	2	6 1/2	1.52
3	3 3/4	150	2	8	1.94
4	4 1/2	100	2	12	2.80

APOLLO INTERNATIONAL

IN NEW YORK:
78 DeGraw Street, Brooklyn, New York 11231
Phone: 718-403-0200 Fax: 718-403-0210
Telex: 4938403 AIC UI

IN HOUSTON:
8930-F Lawndale Avenue, Houston, Texas 77012
Phone: 713-928-2200 Fax: 713-926-4812
Telex: 4938765 AIC UI

HOSE • COUPLINGS • PACKINGS • EXPANSION JOINTS

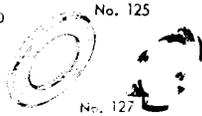
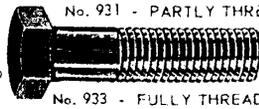
APÉNDICE B

METRIC STANDARD SCREWS

METRIC STANDARD SCREWS

METRIC HEX HEAD CAP SCREWS, NUTS, WASHERS and ASSORTMENTS

STEEL - GRADE 8 8 9 9.10.9
BRASS
STAINLESS - 304 (A2) or 316 (A4)



DIA	LENGTHS IN mm															
M 3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30	35					
M 4	5	6	8	10	12	16	20	25	30	35	40	45				
M 5	10	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60				
M 6	10	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	100
M 8	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	100	120
M 10	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	100	120	140	160
M 12	16	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	100	120	140	160	
M 14	20	25	30	35	40	45	50	60	80	100	120	150	200			

DIA	LENGTHS IN mm													
M 16	25	30	35	40	45	50	60	80	100	120	150	200	250	300
M 18	30	35	40	45	50	60	80	100	120	150	200	250	300	
M 20	50	60	80	100	120	150	200	250	300					
M 22	50	60	80	100	120	140	160	180	200	250	300			
M 24	50	60	80	90	100	120	140	160	180	200	250	300		
M 27	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200	250	300		
M 30	60	80	100	120	140	160	180	200	250	300				
M 36	50	100	120	140	160	180	200	250	300					

METRIC ASSORTMENTS
Hex Head Cap Screws, Nuts
and Split Lock Washers
STEEL Grade 8.8 IN BOX

No. ASST - H 160 QTY 160 PCS
No. ASST - H 280 QTY 280 PCS
No. ASST - H 500 QTY 500 PCS
No. ASST - H 1530 QTY 1530 PCS

DIA M 4 5 6 8 10
DIA M 4 5 6 8 10 12
DIA M 4 5 6 8 10 12
DIA M 4 5 6 8 10 12

Lengths 12 16 20 25 30 40 mm
Lengths 12 16 20 25 30 40 mm
Lengths 12 16 20 25 30 35 40 45 mm
Lengths 12 16 20 25 30 35 40 60 mm

METRIC SOCKET HEAD CAP SCREWS, NUTS, WASHERS and ASSORTMENTS

STEEL - GRADE 8.8 or GRADE 12.9
STAINLESS - 304 (A2) or 316 (A4)



No. 912 - 8.8 OR No. 912 - 12.9

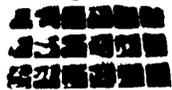


No. 7980



No. 934

No. ASST 210 - 12.9



DIA	LENGTHS IN mm															
M 3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30	35					
M 4	5	6	8	10	12	16	20	25	30	35	40					
M 5	8	10	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	
M 6	8	10	12	16	20	25	30	35	40	45	50	60	80	100	110	120
M 8	10	12	16	20	25	30	35	40	45	50	60	80	100	120	140	160
M 10	16	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	100	120	150	180	
M 12	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	100	120	140	160	180	
M 14	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	100	110	120			

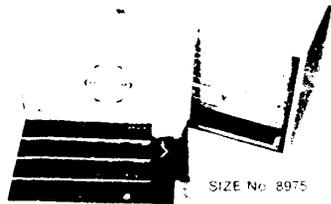
DIA	LENGTHS IN mm															
M 16	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100	120	140	160	180
M 18	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100	110	120				
M 20	35	40	45	50	55	60	70	80	100	120	140	160	180	200		
M 22	50	60	70	80	90	100	110	120	140	160						
M 24	45	60	70	80	90	100	120	140	150	180	200					
M 27	70	80	90	100	120	140	160	180	200							
M 30	80	90	100	110	120	140	160	180	200	250						
M 36	80	90	100	110	120	140	160	180	200	250	300					

METRIC ASSORTMENTS
Socket Head Cap Screws
STEEL Grade 8.8 or Grade 12.9
IN BOX

No. ASST 120 QTY 120 PCS
No. ASST 210 QTY 210 PCS
No. ASST 250 QTY 250 PCS
No. ASST 425 QTY 425 PCS
No. ASST 600 QTY 600 PCS
No. ASST 765 QTY 765 PCS
No. ASST 940 QTY 940 PCS

DIA M 3 4 5 6 8
DIA M 3 4 5 6 8 10
DIA M 4 5 6 8 10 12
DIA M 5 6 8 10 12
DIA M 5 6 8 10
DIA M 4 5 6 8 10 12
DIA M 4 5 6 8

Lengths 10 16 20 25 35 mm
Lengths 10 16 20 25 35 mm
Lengths 10 16 20 25 30 35 40 60 mm
Lengths 20 25 30 35mm and 5 HEX KEYS
Lengths 16 20 25 30 35 40 mm
Lengths 10 16 20 25 30 35 40 60 mm
Lengths 10 16 20 25 30 35 40 mm



SIZE No. 8975

METRIC FASTENERS ASSORTMENT No. ASST-F

IN FOUR DRAWER METAL CABINET

- 150 Pcs HEX HEAD CAP SCREWS DIA. M 4 5 6 8 10 12 LENGTHS 16, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 120, 140, 160, 180, 200 STEEL GRADE 8.8
- 120 Pcs SOCKET HEAD CAP SCREWS DIA. M 3 4 5 6 8 10 12 LENGTHS 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120 STEEL GRADE 12.9
- 120 Pcs MACH SCREWS CHEESE HEAD DIA. M 3 4 5 6 LENGTHS 6 thru 25 mm M10 Steel
- 120 Pcs MACH SCREWS PAN HEAD DIA. M 3 4 5 6 LENGTHS 6 thru 25 mm M10 Steel
- 120 Pcs MACH SCREWS FLAT HEAD DIA. M 3 4 5 6 LENGTHS 6 thru 25 mm M10 Steel
- 120 Pcs MACH SCREWS OVAL HEAD DIA. M 3 4 5 6 LENGTHS 6 thru 25 mm M10 Steel
- 210 Pcs HEX NUTS DIA. M 3 4 5 6 8 10 12 STEEL GRADE 8
- 480 Pcs WASHERS FLAT WAVE FOR SCREW DIA. M 3 4 5 6 8 10 12 STEEL
- 5 Pcs HEX KEYS D 25x4 1.6 - 10 mm 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 18, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 140, 160, 180, 200, 250, 300 CHROME VANADIUM STEEL 316



Metric & Multistandard Components Corp.

112 OLD SAW MILL RIVER ROAD HAWTHORNE, NY 10532 Tel: (914) 269-5020 Telex: 13 15 11
FAX: 914-269-5049 CALL TOLL FREE (except NY) 800-431-2792

Branch Warehouses

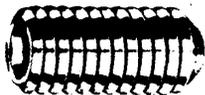
240 S. SHORE DR. BURN MIDDLE, IL 60411 574-234-1100
2000 E. 95th ST. CHICAGO, IL 60617 773-591-1100
5940 MONTICELLO DR. DALLAS, TX 75220 (214) 258-4100
7000 E. 15th ST. DENVER, CO 80231 (303) 751-1100

For variety of our Metric and British stock items, see our Ad spread in the index section



METRIC STANDARD SCREWS

METRIC SOCKET SET SCREWS and ASSORTMENTS

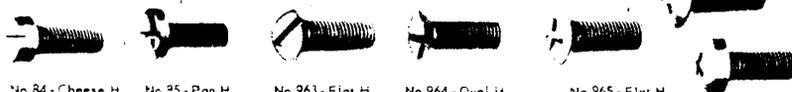


STEEL - HARDNESS C 45 STAINLESS STEEL A1-305 Ss

DIA	LENGTHS IN mm	DIA	LENGTHS IN mm
M 2.5	3 4 5 6 8 10	M 10	10 12 16 20 25 30 35 40 45 50 55
M 3	4 5 6 8 10 12 16 20	M 12	12 16 20 25 30 35 40 45 50 55 60
M 4	5 6 8 10 12 16 20 25 30	M 14	16 20 25 30 35 40 45 50
M 5	6 8 10 12 16 20 25 30 35 40 45 50	M 16	16 20 25 30 35 40 45 50 55 60
M 6	8 10 12 16 20 25 30 35 40 45 50 55	M 20	20 25 30 35 40 45 50 55 60
M 8	10 12 16 20 25 30 35 40 45 50 55	M 24	25 30 35 40 45 50 55 60

METRIC SOCKET SET SCREW ASSORTMENTS IN METAL CASE WITH HEX KEYS No ASST-SE 304 DIA M 3 4 5 6 Lengths 4 5 6 8 10 12 16 20 25 30 mm
 No ASST-SE 302 DIA M 3 4 5 6 8 10 12 Lengths 5 6 8 10 12 16 20 25 30 40 mm

METRIC MACHINE SCREWS and ASSORTMENTS



No. 966 - Oval Head



SLOTTED OR PHILLIPS DRIVE STEEL - BRASS - STAINLESS

DIA	LENGTHS IN mm	DIA	LENGTHS IN mm
M 2.5	4 5 6 8 10 12 16 20	M 6	10 12 16 20 25 30 35 40 50 60
M 3	5 6 8 10 12 16 20 25 30	M 8	16 20 25 30 35 40 50 60
M 4	6 8 10 12 16 20 25 30 35 40	M 10	16 20 25 30 35 40 50 60
M 5	8 10 12 16 20 25 30 35 40 50	M 12	20 25 30 35 40 50 60 (this Dia. in No. 963 only)

METRIC MACHINE SCREW ASSORTMENTS No ASST 460 DIA M 3 4 5 Lengths 4 5 8 10 16 20 25 mm (Screws only)
 No ASST 940 DIA M 3 4 5 7 Lengths 6 8 10 12 16 20 25 30 35 mm (Screws only)
 No ASST 2080 DIA M 3 4 5 6 Lengths 6 8 10 16 20 25 mm (All Hex Screws & Torx Screws)

METRIC STUDS No. 939 STEEL Grade 5.8 DIA M 3 4 5
 STAINLESS STEEL A2-1034 or A4-316



1 1/4" (31.75 mm) Overall Length Nom. Length 1"

STEEL - BRASS - STAINLESS

DIA	NOMINAL LENGTHS IN mm
M 6	20 25 30 35 40 45 50 60 65
M 8	20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80
M 10	30 35 40 45 50 55 60 65 70 80 90 100
M 12	30 35 40 45 50 55 60 65 70 80 90 100
M 14	35 40 45 50 55 60 65 70 80 90 100
M 20	45 50 55 60 80 90 100

METRIC THREADED RODS

No. 975 IN ONE METRE LENGTHS
 Quality Grade: 4.6 or 8.8

THREAD DIA M 2 2.3 2.5 2.6 3 4 5 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 27 30 33 36 39 42 45 48 52 56



METRIC PINS RETAINING RINGS SEAL RINGS

No. 1481 - TENSION PIN	DIA 1 2 3 4 5 6 10 mm Lengths 4 thru 100 mm
No. 1 - TAPER PIN	DIA 2 3 4 5 6 8 10 12 mm Lengths 12 thru 120 mm
No. 7 - DOWEL PIN	DIA 3 4 5 6 8 10 12 16 mm Lengths 10 thru 120 mm
No. 94 - COLLIER PIN	DIA 1.6 2 2.5 3 4 5 mm Lengths 10 thru 80 mm
No. 471 - RETAINING RING	EXTERNAL NOM DIA 3 thru 200 mm - SHARP TOE one mm steps
No. 472 - RETAINING RING	INTERNAL NOM DIA 3 thru 200 mm - BORE in one mm steps
No. 3760 - OIL SHAFT RINGS	DIA 10 27 17 20 16 35 20 40 25 40 30 40 30 50 40 55 50 60
Metric Orings - Buna-N	No. ORING - O RINGS DIA 5x7 5 6x2 8x2 10x2 12x2 15x3 20x3 25x3 35x3 50x3 60x4



Metric & Multistandard Components Corp.

112 OLD SAW MILL RIVER ROAD, HAWTHORNE NY 10532 Tel: (914) 769-5020 Telex: 13 1510
 FAX 914-769-5049 CALL TOLL FREE (except NY) 800 - 431 - 2792

Branch Warehouses:
 211 SHORE CT. BURR RIDGE IL 60521 9849 MONROE CT. DALLAS TX 75220
 Tel: (708) 555-9609 Telex: 25 4327 FAX: (708) 555-9602 Tel: (214) 358 - 4106 Telex: 73 0967 FAX: (214) 358 - 4129

For variety of our Metric and British stock items, see our Ad spread in the index section



METRIC STANDARD SCREWS

METRIC TAPS AND DIES (HAND MACHINE)

No.352 - Taps - HIGH SPEED STEEL - ROUND - SOLID - TOLERANCE

No.223 - Dies - HIGH SPEED STEEL - ROUND - SOLID - TOLERANCE



TAPS ARE AVAILABLE SINGLE T - Taper, B - Plug, B - Bottoming. IN SETS - 1 pos for coarse thread, 1 C - TPB for 2 pos for fine thread. P - PE

THREAD DIA x PITCH mm	DR O.D. mm	THREAD DIA x PITCH mm	DIE O.D. mm						
M 1 x 0.25	14	M 5.5 x 0.9	20	M 13 x 1	38	M 24 x 1	65	M 38 x 1.5	75
M 1.2 x 0.25	16	M 6 x 1	20	M 13 x 1.5	38	M 24 x 1.5	65	M 39 x 4	75
M 1.4 x 0.3	16	M 6 x 0.5	20	M 14 x 2	38	M 24 x 2	65	M 39 x 1.5	75
M 1.5 x 0.35	16	M 6 x 0.75	20	M 14 x 1	38	M 25 x 1.5	65	M 39 x 2	75
M 1.6 x 0.35	16	M 7 x 1	25	M 14 x 1.25	38	M 26 x 1	65	M 39 x 3	75
M 1.7 x 0.35	16	M 7 x 0.5	25	M 14 x 1.5	38	M 26 x 1.5	65	M 40 x 1.5	75
M 1.8 x 0.35	16	M 7 x 0.75	25	M 15 x 2	45	M 27 x 3	65	M 40 x 2	75
M 2 x 0.4	16	M 8 x 1.25	25	M 15 x 1	45	M 27 x 1.5	65	M 40 x 3	75
M 2 x 0.2	16	M 8 x 0.5	25	M 15 x 1.5	45	M 27 x 2	65	M 42 x 4.5	75
M 2 x 0.25	16	M 8 x 0.75	25	M 16 x 2	45	M 28 x 1	65	M 42 x 1.5	75
M 2 x 0.45	16	M 8 x 1	25	M 16 x 2	45	M 28 x 1.5	65	M 42 x 2	75
M 2.2 x 0.45	16	M 9 x 1.25	25	M 16 x 1.5	45	M 28 x 2	65	M 42 x 3	75
M 2.3 x 0.4	16	M 9 x 0.75	25	M 17 x 2	45	M 29 x 1.5	65	M 44 x 1.5	90
M 2.3 x 0.25	16	M 9 x 1	25	M 17 x 1	45	M 30 x 3.5	65	M 45 x 4.5	90
M 2.5 x 0.45	16	M 10 x 1.5	30	M 17 x 1.5	45	M 30 x 1	65	M 45 x 1.5	90
M 2.6 x 0.45	16	M 10 x 0.5	30	M 18 x 2.5	45	M 30 x 1.5	65	M 45 x 2	90
M 2.6 x 0.35	16	M 10 x 0.75	30	M 18 x 1	45	M 30 x 2	65	M 45 x 3	90
M 3 x 0.5	20	M 10 x 1	30	M 18 x 1.5	45	M 30 x 3	65	M 46 x 1.5	90
M 3 x 0.35	20	M 10 x 1.25	30	M 18 x 2	45	M 32 x 1.5	65	M 48 x 5	90
M 3 x 0.6	20	M 11 x 1.5	30	M 19 x 2.5	45	M 32 x 2	65	M 48 x 1.5	90
M 3.5 x 0.6	20	M 11 x 0.75	30	M 19 x 1.5	45	M 33 x 3.5	65	M 48 x 2	90
M 3.5 x 0.35	20	M 11 x 1	30	M 20 x 2.5	45	M 33 x 1.5	65	M 48 x 3	90
M 4 x 0.7	20	M 11 x 1.25	30	M 20 x 1	45	M 33 x 2	65	M 50 x 1.5	90
M 4 x 0.35	20	M 12 x 1.75	36	M 20 x 1.5	45	M 33 x 3	65	M 50 x 2	90
M 4 x 0.5	20	M 12 x 0.5	36	M 20 x 2	45	M 34 x 1.5	65	M 50 x 3	90
M 4 x 0.75	20	M 12 x 0.75	36	M 22 x 2.5	50	M 35 x 1.5	65	M 52 x 5	90
M 4.5 x 0.75	20	M 12 x 1	36	M 22 x 1	50	M 36 x 4	65	M 52 x 1.5	90
M 5 x 0.8	20	M 12 x 1.25	36	M 22 x 1.5	50	M 36 x 1.5	65	M 52 x 2	90
M 5 x 0.5	20	M 12 x 1.5	36	M 22 x 2	50	M 36 x 2	65	M 52 x 3	90
M 5 x 0.9	20	M 13 x 1.75	36	M 24 x 3	55	M 36 x 3	65		

16mm (1/2") 20mm (3/4") 25mm (1") 30mm (1 1/4") 36mm (1 1/2") 45mm (1 3/4") 50mm (2") 55mm (2 1/4") 65mm (2 1/2") 75mm (3") 90mm (3 1/2")

METRIC RETHREADING HEXAGON DIES

No. 382 CS - Carbon Steel - Coarse Thread



THREAD DIA x PITCH mm	ACROSS FLATS Wrench						
M 3 x 0.5	19	M 6 x 1	19	M 14 x 2	36	M 22 x 2.5	50
M 3.5 x 0.6	19	M 8 x 1.25	22	M 16 x 2	41	M 24 x 3	50
M 4 x 0.7	19	M 10 x 1.5	27	M 18 x 2.5	47	M 27 x 3	50
M 5 x 0.8	19	M 12 x 1.75	36	M 20 x 2.5	51	M 30 x 3.5	60



Metric & Multistandard Components Corp.

107 OLD SAW MILL RIVER ROAD, HAWTHORNE, NY 10532 TEL: (914) 709-5020 Telex: 13 1510
FAX: 914 709-5049 CALL TOLL FREE (except NY) 800 - 431 - 2792

Branch Warehouses:
1000 W. 10th St., Erie, PA 16501 Tel: (814) 833-4114 Telex: 131991 FAX: 814 833-4114
1000 W. 10th St., Erie, PA 16501 Tel: (814) 833-4114 Telex: 131991 FAX: 814 833-4114
For variety of our Metric and British stock items, see our Ad spread in the index section



APÉNDICE C

NORMAS Y CATÁGOLOS ÚTILES



CHEMICAL RESISTANCE GUIDE

FOR PLASTIC AND METAL
VALVES AND FITTINGS

CATALOG C-CRG-0887



NIBCO CHEMICAL RESISTANCE GUIDE FOR VALVES & FITTINGS

INTRODUCTION

This chemical resistance guide has been compiled to assist the piping system designer in selecting chemical resistant materials. The information given is intended as a guide only. Many conditions can affect the material choices. Careful consideration must be given to temperature, pressure and chemical concentrations before a final material can be selected.

Thermoplastics and elastomers' physical characteristics are more sensitive to temperature than metals. For this reason, a rating chart has been developed for each.

MATERIAL RATINGS FOR THERMOPLASTICS & ELASTOMERS

Temp. in F	=	"A" rating, maximum temperature which is recommended, resistant under normal conditions
B to Temp. in F	=	Conditional resistance, consult factory
C	=	Not recommended
Blank	=	No data available

MATERIAL RATINGS FOR METALS

A	=	Recommended, resistant under normal conditions
B	=	Conditional, consult factory
C	=	Not recommended
Blank	=	No data available

Temperature maximums for thermoplastics, elastomers and metals should always fall within published temp./pressure ratings for individual valves. **THERMOPLASTICS ARE NOT RECOMMENDED FOR COMPRESSED AIR OR GAS SERVICE.**

This guide considers the resistance of the total valve assembly as well as the resistance of individual trim and fitting materials. The rating assigned to the valve body plus trim combinations is always that of the least resistant part. In the cases where the valve body is the least resistant, there may be conditions under which the rate of corrosion is slow enough and the mass of the body large enough to be usable for a period of time. Such use should always be determined by test before installation of the component in a piping system.

In the selection of a butterfly valve for use with a particular chemical, the liner, disc, and stem must be resistant. All three materials should carry a rating of "A." The body of a properly functioning butterfly valve is isolated from the chemicals being handled and need not carry the same rating.

THERMOPLASTICS & ELASTOMERS

ABS — Acrylonitrile Butadiene Styrene Class 4-2-2 conforming to ASTM D1788 is a time-proven material. The smooth inner surface and superior resistance to deposit formation makes ABS drain, waste, and vent material ideal for residential and commercial sanitary systems. The residential DWV system can be exposed in service to a wide temperature span. ABS DWV has proven satisfactory for use from -40 F to 180 F. These temperature variations can occur due to ambient temperature or the discharge of hot liquids

into the system. ABS-DWV is very resistant to a wide variety of materials ranging from sewage to commercial household chemical formulations. ABS-DWV is joined by solvent cementing or threading and can easily be connected to steel, copper, or cast iron through the use of transition fittings.

CPVC — Chlorinated Polyvinyl Chloride Class 23447-B, formerly designated Type IV, Grade 1 conforming to ASTM D-1784, has physical properties at 73 F. similar to those of PVC, and its chemical resistance is similar to or generally better than that of PVC. CPVC, with a design stress of 2000 psi and maximum service temperature of 210 F, has proven to be an excellent material for hot corrosive liquids, hot or cold water distribution, and similar applications above the temperature range of PVC. CPVC is joined by solvent cementing, threading or flanging.

PP (Polypropylene) — Type 1 Polypropylene is a polyolefin, which is lightweight and generally high in chemical resistance. Although Type 1 polypropylene conforming to ASTM D-2146 is slightly lower in physical properties compared to PVC, it is chemically resistant to organic solvents as well as acids and alkalis. Generally, polypropylene should not be used in contact with strong oxidizing acids, chlorinated hydrocarbons, and aromatics. With a design stress of 1000 psi at 73 F, polypropylene has gained wide acceptance where its resistance to sulfur-bearing compounds is particularly useful in salt water disposal lines, crude oil piping, and low pressure gas gathering systems. Polypropylene has also proved to be an excellent material for laboratory and industrial drainage where mixtures of acids, bases, and solvents are involved. Polypropylene is joined by the thermo-seal fusion process, threading or flanging. At 180 F, or when threaded, PP should be used for drainage only at a pressure not exceeding 20 psi.

PVC — Polyvinyl Chloride Class 12454-B, formerly designated Type 1, Grade 1, PVC is the most frequently specified of all thermoplastic materials. It has been used successfully for over 30 years in such areas as chemical processing, industrial plating, chilled water distribution, deionized water lines, chemical drainage, and irrigation systems. PVC is characterized by high physical properties and resistance to corrosion and chemical attack by acids, alkalis, salt solutions, and many other chemicals. It is attacked, however, by polar solvents such as ketones, some chlorinated hydrocarbons and aromatics. The maximum service temperature of PVC is 140 F. With a design stress of 2000 psi, PVC has the highest long-term hydrostatic strength at 73 F. of any of the major thermoplastics being used for piping systems. PVC is joined by solvent cementing, threading, or flanging.

PVDF (Polyvinylidene fluoride) — KEM-TEMP (KYNAR®) is a strong, tough and abrasion-resistant fluorocarbon material. It resists distortion and retains most of its strength to 280 F. It is chemically resistant to most acids, bases, and organic solvents and is ideally suited for handling wet or dry chlorine, bromine and other halogens. No other solid thermoplastic piping components can approach the combination of strength, chemical resistance and working temperatures of PVDF. PVDF is joined by the thermo-seal fusion process, threading or flanging.

EPDM — EPDM is a terpolymer elastomer made from ethylene-propylene diene monomer. EPDM has good abrasion and tear resistance and offers excellent chemical resistance to a variety of acids and alkalis. It is susceptible to attack by oils and is not recommended for applications involving petroleum oils, strong

1



acids, and strong alkalis. It has exceptional resistance to ozone and ozone resistance. It is fairly good with ketones and alcohols and has an excellent temperature range from -20 F. to 250 F.

HYALON® (ICSM) — Hyalon has very good resistance to oxidation, ozone, and good flame resistance. It is similar to neoprene except with improved acid resistance where it will resist such oxidizing acids as nitric, hydrofluoric, and sulfuric acid. Abrasion resistance of Hyalon is excellent, about the equivalent of nitriles. Oil and solvent resistance is somewhat between that of neoprene and nitrile. Salts have little if any effect on Hyalon. Hyalon is not recommended for exposure to concentrated oxidizing acids, esters, ketones, chlorinated, aromatic and ultra hydrocarbons. Hyalon has a normal temperature range of -20 F. to 200 F.

NEOPRENE (CR) — Neoprenes were one of the first synthetic rubbers developed. Neoprene is an all purpose polymer with many desirable characteristics and features high resilience with low compression set, flame resistance, and is animal and vegetable oil resistant. Neoprene is principally recommended for food and beverage service. Generally, neoprene is not affected by moderate chemicals, fats, greases, and many oils and solvents. Neoprene is attacked by strong oxidizing acids, most chlorinated solvents, esters, ketones, aromatic hydrocarbons, and hydraulic fluids. Neoprene has a moderate temperature range of -20 F. to 160 F.

NITRILE (NBR) — (BUNA-N) is a general purpose oil resistant polymer known as nitrile rubber. Nitrile is a copolymer of butadiene and acrylonitrile and has a moderate temperature range of -30 F. to 180 F. Nitrile has good solvent, oil, water, and hydraulic fluid resistance. It displays good compression set, abrasion resistance and tensile strength. Nitrile should not be used in highly polar solvents such as acetone and methyl ethyl ketone, nor should it be used in chlorinated hydrocarbons, ozone or nitro hydrocarbons.

FLUOROCARBON (FKM) (VITON®) (FLUOREL®) — Fluorocarbon elastomers are inherently compatible with a broad spectrum of chemicals. Because of this extensive chemical compatibility, which permits considerable concentration and temperature ranges, fluorocarbon elastomers have gained wide acceptance as a material of construction for butterfly valve rings and seats. Fluorocarbon elastomers can be used in most applications involving mineral acids, salt solutions, chlorinated hydrocarbons, and petroleum oils. They are particularly good in hydrocarbon service. Fluorocarbon elastomers have one of the broadest temperature ranges of any of the elastomers, -20 F. to 300 F.; however, they are not suited for steam service.

TEFLON® (PTFE) — Polytetrafluoroethylene has outstanding resistance to chemical attack by most chemicals and solvents. PTFE has a temperature rating of -20 F. to 400 F. In valve applications, PTFE, a self-lubricating compound, is used as a seat material in ball valves.

PEEK (Polyetheretherketone) — PEEK is a high performance engineered thermoplastic which can be used above the useful range of PTFE. PEEK has physical characteristics approaching some metals (approximately 30K tensile) and has excellent resistance to a wide range of organic and inorganic chemicals. PEEK can be used up to 550 F. and is an excellent choice for heat transfer fluids, steam and hydrocarbon services.

GRAPHITE — Graphite is the packing and seal material of choice for most fire rated products, primarily because of its high temperature rating of approximately 2000 F. Graphite has excellent chemical resistance, can retain compressibility at all temperatures

and has a low coefficient of friction. Graphite is not recommended for use in strong oxidizing atmospheres.

For more information, contact the following:
 NIBCO Valve Division, Division of The Fluid Control Company
 411440 or write to: NIBCO Valve Division, Division of The Fluid Control Company
 11111 11th Avenue, East, Denver, Colorado 80231
 NIBCO Valve Division, Division of The Fluid Control Company
 3111 31st Avenue, East, Denver, Colorado 80231

METALS USED IN VALVES & FITTINGS

ALUMINUM — A non ferrous metal, very lightweight, approximately one third as much as steel. Aluminum exhibits excellent atmospheric corrosion resistance. It can be very reactive with other metals. In valves, aluminum is mainly used as an external component such as a handwheel or an identification tag.

COPPER — Among the most important properties of wrought copper materials are their thermal and electrical conductivity, corrosion resistance, wear resistance, and ductility. Wrought copper performs well in high temperature applications and is easily joined by soldering or brazing. Wrought copper is exclusively used for fittings.

BRONZE — One of the first alloys developed in the bronze age is generally accepted as the industry standard for pressure-rated bronze valves and fittings. Bronze has a higher strength than pure copper, is easily cast, has improved machinability, and is very easily joined by soldering or brazing. Bronze is very resistant to pitting corrosion, with general resistance to most chemicals less than that of pure copper.

SILICONE BRONZE — Has the ductility of copper but much more strength. The corrosion resistance of silicon bronze is equal to or greater than that of copper. Commonly used as stem material in pressure-rated valves, silicon bronze has greater resistance to stress corrosion cracking than common brasses.

ALUMINUM BRONZE — The most widely accepted disc material used in butterfly valves, aluminum bronze is heat treatable and has the strength of steel. Formation of an aluminum oxide layer on exposed surfaces makes this metal very corrosion resistant. Not recommended for high pH wet systems.

BRASS — Generally good corrosion resistance. Susceptible to dezincification in specific applications; excellent machinability. Primary uses for wrought brass are for ball valve stems and balls, and iron valve stems. A forging grade of brass is used in ball valve bodies and end pieces.

GRAY IRON — An alloy of iron, carbon and silicon; easily cast, good pressure tightness in the as-cast condition. Gray iron has excellent dampening properties and is easily machined. It is standard material for bodies and bonnets of Class 125 and 250 iron body valves. Gray iron has corrosion resistance that is better than steel in certain environments.

DUCTILE IRON — Has composition similar to gray iron. Special treatment modifies metallurgical structure, which yields higher mechanical properties; some grades are heat treated to improve ductility. Ductile iron has the strength properties of steel using similar casting techniques to that of gray iron.

CARBON STEEL — Very good mechanical properties, good resistance to stress corrosion and scaling. Carbon steel has high and low temperature strength, is very tough and has excellent fatigue strength. Mainly used in gate, globe, and check valves for applications up to 850 F. and in one, two, and three piece ball valves.



NIBCO VALVE DIVISION • 411440 • DENVER, COLORADO • PHONE 353-1100 • FAX 353-1101

3% NICKEL IRON - Improved corrosion resistance to sulfur, sulfur dioxide and chloride ions. Higher temperature strength, resistance to creep and mechanical properties. Very resistant to sulfuric acid solutions.

NICKEL-PLATED DUCTILE IRON - The Ni-Cu coatings have excellent weld acceptability for use in chemical processing. These coatings have very high tensile strength, 50 to 275 ksi. To some extent, the hardness of a material indicates its resistance to abrasion and gouge chip formation. The Ni-Cu plating is easily repaired as a dry coating for butterfly valves.

400 SERIES STAINLESS STEEL - An alloy of iron, carbon, nickel, and chromium. This stainless is normally magnetic due to its martensitic structure and iron content. 400 series stainless steel is resistant to high temperature oxidation and has superior physical and mechanical properties over carbon steel. Most 400 series stainless steels are heat treatable. The most common applications are valves and fasteners in butterfly valves and backseat butterfly valves and welds in cast steel valves.

316 STAINLESS STEEL - An alloy of iron, carbon, nickel, and chromium. A nonmagnetic stainless steel with more ductility than 400SS. Austenitic in structure, 316 stainless steel has very good corrosion resistance to a wide range of environments, is not susceptible to stress corrosion cracking and is not affected by heat treatment. Most common uses in valves are stem, body and ball materials.

17-4 PH STAINLESS STEEL - Is a martensitic precipitation age hardening stainless steel offering high strength and hardness. 17-4 PH withstands corrosive attack better than any of the 400 series stainless steels. And in most conditions its corrosion resistance closely approaches that of 300 series stainless steel. 17-4 PH is primarily used as a stem material for butterfly and ball valves.

ALLOY 20Cb-3 - This alloy has higher amounts of nickel and chromium than 300 series stainless steel and with the addition of cobalt and niobium. This alloy retains strength compared to cracking and has improved resistance to sulfuric acid. Alloy 20 finds wide use in all phases of chemical processing. Commonly used as a valve trim on butterfly valves.

MONEL - Is a nickel-copper alloy used primarily as exterior trim on butterfly and ball valves. One of the most specified materials for corrosion resistance to sea and salt water. Monel is also very resistant to strong caustic solutions.

STELLITE - Cobalt base alloy, one of the best all purpose hard facing alloys. Very resistant to heat, wear, corrosion, impact, galling, oxidation, thermal shock and erosion. Stellite takes a high polish and is used in steel valve seat rings. Normally applied with hand or plasma arc. Stellite hardness is not affected by heat treatment.

HASTELLOY C - A high nickel-chromium-molybdenum alloy, also has outstanding resistance to a wide variety of chemical process environments, including strong oxidizers such as wet chlorine, chlorine gas, and ferric chloride. Hastelloy C is also resistant to nitric, hydrochloric, and sulfuric acid at moderate temperatures.

17-4 PH Stainless Steel is a precipitation hardened stainless steel alloy. STELLITE is a cobalt based hard alloy. 316 is 304 stainless steel with 2% molybdenum. 20Cb-3 is a nickel-copper alloy with 3% cobalt and niobium. MONEL is a nickel-copper alloy with 30% copper.

MATERIAL DESIGNATIONS & ASTM STANDARDS FOR LISTED VALVE METALS

Aluminum	ASTM B 291 Die Cast	Cu-Ni Iron	ASTM A 494 Class B Modified
Copper	ASTM B 75 Weld & ASTM B 88	Ni-Plated Ductile Iron	ASTM B 320 Plating
Bronze	ASTM B 61 Cast ASTM B 62 Cast ASTM B 741 Alloy B-11	400 Series Stainless Steel	ASTM B 582 Type 416 Weld ASTM A 217 Grade CA-15 ASTM A 276 Type 410 Weld
Seawater Bronze	ASTM B 98 Alloy B ASTM B 371 Weld	316 Stainless	ASTM A 276 Type 316 ASTM A 351 Grade CF-3M
Aluminum Bronze	ASTM B 148 Cast ASTM B 150 Rod	17-4 PH Stainless Steel	ASTM A 564 Type 630
Brass	ASTM B 16 Weld ASTM B 121 Forged	Alloy 20	ASTM A 751 Grade CU-7M ASTM B 473 29Cu-3
Gray Iron	ASTM A 126 Class B	Monel	ASTM B 161 ASTM A 494 Grade M-35-1
Ductile Iron	ASTM A 395 Heat Treated ASTM A 436 As Cast	Stellite	AWS 5.13 Heat Face
Carbon Steel	ASTM A 216 Grade WCB Cast ASTM A 105 Forged ASTM A 299 Grades CC1 Cast	Hastelloy C	ASTM B 674 ASTM A 994 Grade CW-12 MW



NORMAS Y CATÁLOGOS ÚTILES

Ajustes ISO

DIN 7155 (Selección)

Campos de tolerancia para una cota nominal de 50 mm

Ajuste único	DIN 7155 (Selección)				
	H6	H7	H8	H9	H8
3	±0.006	±0.010	±0.015	±0.020	±0.025
6	±0.012	±0.018	±0.025	±0.035	±0.045
9	±0.018	±0.025	±0.035	±0.050	±0.065
12	±0.024	±0.035	±0.050	±0.070	±0.090
18	±0.036	±0.050	±0.070	±0.100	±0.130
24	±0.048	±0.070	±0.100	±0.140	±0.180
30	±0.060	±0.090	±0.130	±0.180	±0.240
40	±0.080	±0.120	±0.180	±0.250	±0.330
50	±0.100	±0.150	±0.220	±0.330	±0.430
63	±0.125	±0.180	±0.280	±0.400	±0.530
80	±0.160	±0.220	±0.350	±0.500	±0.660
100	±0.200	±0.280	±0.450	±0.630	±0.830
120	±0.240	±0.350	±0.550	±0.780	±1.000
140	±0.280	±0.420	±0.650	±0.950	±1.200
160	±0.320	±0.500	±0.750	±1.150	±1.430
180	±0.360	±0.580	±0.850	±1.350	±1.680
200	±0.400	±0.650	±0.950	±1.550	±1.950

(DIN 7155 (Selección))

Ajustes ISO

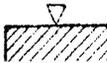
Campos de tolerancia para una cota nominal de 50 mm

Ajuste único	DIN 7155 (Selección)				
	h6	h7	h8	h9	h8
3	-0.006	-0.010	-0.015	-0.020	-0.025
6	-0.012	-0.018	-0.025	-0.035	-0.045
9	-0.018	-0.025	-0.035	-0.050	-0.065
12	-0.024	-0.035	-0.050	-0.070	-0.090
18	-0.036	-0.050	-0.070	-0.100	-0.130
24	-0.048	-0.070	-0.100	-0.140	-0.180
30	-0.060	-0.090	-0.130	-0.180	-0.240
40	-0.080	-0.120	-0.180	-0.250	-0.330
50	-0.100	-0.150	-0.220	-0.330	-0.430
63	-0.125	-0.180	-0.280	-0.400	-0.530
80	-0.160	-0.220	-0.350	-0.500	-0.660
100	-0.200	-0.280	-0.450	-0.630	-0.830
120	-0.240	-0.350	-0.550	-0.780	-1.000
140	-0.280	-0.420	-0.650	-0.950	-1.200
160	-0.320	-0.500	-0.750	-1.150	-1.430
180	-0.360	-0.580	-0.850	-1.350	-1.680
200	-0.400	-0.650	-0.950	-1.550	-1.950

NORMAS Y CATÁLOGOS ÚTILES

SIGNOS SUPERFICIALES

Los signos superficiales caracterizan el estado final admisible de la superficie de una pieza; por lo general estos signos dejan libertad sobre elección del procedimiento de mecanizado.

	Profundidad máxima de aspereza R en μ = 0,001 mm.	Mecanizado
	Arbitraria	<i>Superficie bruta o conseguida por conformación</i> sin arranque de viruta p. ej. forja, fundición, laminado.
	Arbitraria	<i>Forja, calada o limado cuidadosos.</i>
	160 (en casos especiales hasta 250)	<i>Desbastado</i> , arranque de viruta, p. ej. mediante limado, torneado, fresado. Las marcas o surcos pueden apreciarse al tacto y ser visibles.
	25	<i>Afinado</i> , arranque de viruta mediante limado, torneado, fresado. Las marcas o surcos pueden distinguirse aún a simple vista.
	4	<i>Afinado cuidadoso</i> , arranque de viruta, p.ej., por limado o torneado.
	1	<i>Afinado muy cuidadoso (superfino)</i> , arranque de viruta p. ej., mediante esmerilado o vaciado (esmerilado de refino). Apenas si se notan las marcas.
		<i>Mecanizado especial:</i> Afinado de la superficie p. ej., mediante rasquetado, vaciado, repasado, pulido. Caracterización mediante indicación escrita con líneas de referencia o relacionada con los correspondientes signos superficiales.
		<i>Tratamiento especial</i> Consecución de una apariencia especial o de propiedades especiales, p. ej., pintado, niquelado, decapado, templado.
SIGNOS SUPERFICIALES		H.I.T. 8 001 8/8

Aluminio – 514

4Mg.

Nombre Comercial:

Forma de Designación: 214

Especificaciones:

ASTM, G4A

SAE. 320

UNS – A05140

ISO: AlMg3

Composición Química: Con límite máximo 0.15 Cu; 3.5 a 4.5 Mg; 0.35 Si, 0.5 de Fe; 0.15 Zn, 0.25 de Ti; 0.05 otros elementos cada uno; 0.15 otros (total); metal principal: Al.

Consecuencias al excederse en Impurezas: tener un exceso de cobre o Níquel reduce la resistencia a la corrosión y decrece la ductilidad.

Alto Fe, Si o Mg, disminuye la resistencia y ductilidad. Alto titanio disminuye la resistencia a la corrosión.

Aplicaciones.

Típicos Usos: Industria de Alimentos, Lechería, Utensilios de cocina, tubería para químicos y aguas servidas.

Otras aplicaciones.- excelente resistencia a la corrosión y cuando se requiere materiales con poco brillo.

Propiedades Mecánicas.

Material templeable. Resistencia última a la tensión: 145 MPa (21Ksi); Esfuerzo de Fluencia: 95 MPa (14Ksi); 3.0% de elongación; Resistencia al corte: 140 MPa (20Ksi); Resistencia a la compresión 85 MPa (12Ksi). Dureza: 50 HB (500 Kg de carga con esfera $\phi=10\text{mm}$). Relación de Poisson: 0.33; Módulo de elasticidad: 71.0 GPa (10.3×10^6 psi); Módulo de Rigidez: 26.5 GPa (3.85×10^6 psi); y Resistencia a la fatiga: 50 MPa (7ksi) para 5×10^8 ciclos.

Otras Propiedades: Densidad: 2650 Kg/m³ (0.096 Lb/in³) a 20° C (68 °F). Conductividad térmica: 146 W/m.K (86Btu/Ft.h.°F) a 25 °C (77°F); Calor Latente de fusión: 389 kJ/kg (167 Btu/lb); Calor específico: 963 J/kg.K (0.230 Btu/lb) a 100 °C (212°F). Para soldadura con electrodo usar: E-Alum-4043. Temperatura de Fundición: 675 a 815 °C (1250 a 1500 °F).

Para Mayor Información revisar:

HANDBOOK DE MATERIALES- Pag-174-Aluminum.

Chavetas		Chavetas en cuna										Chavetas de pose cilíndrica														
Diámetro del eje d	Chaveta	Cabeza de la chaveta					Chaveteros					Diámetro del eje d	Chaveta	Chaveteros					Diámetro del eje d							
		d	b	c ₁	c ₂	e	h ₁	h	g	f	h			l	r	l	e	f		h						
Min.	Máx.	d	b	c ₁	c ₂	e	h ₁	h	g	f	h	l	r	l	e	f	h									
10	12	4	4	4,1	7	4	2,5	1,5	2	2,5	2	2,5	2	2,5	2	2,5	2									
12	17	5	5	5,1	8	5	3,5	2,5	3	3,5	3	3,5	3	3,5	3	3,5	3									
17	22	6	6	6,1	10	6	4,5	3,5	3,5	4,5	3,5	4,5	3,5	4,5	3,5	4,5	3,5									
22	30	7	7	7,2	11	8	4	3	3,5	4	3	3,5	3	3,5	3	3,5	3									
30	38	8	8	8,2	12	10	4,5	3,5	3,5	4,5	3,5	4,5	3,5	4,5	3,5	4,5	3,5									
38	44	8	8	8,2	12	12	4,5	3,5	3,5	4,5	3,5	4,5	3,5	4,5	3,5	4,5	3,5									
44	50	9	9	9,2	14	14	5	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4									
50	58	10	10	10,2	16	16	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5									
58	65	11	11	11,2	18	18	6	5	5	6	5	6	5	6	5	6	5									
65	75	12	12	12,2	20	20	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6									
75	85	14	14	14,2	22	22	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7									
85	95	14	14	14,2	22	25	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7									
95	110	16	16	16,2	25	28	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8									
110	130	18	18	18,3	28	32	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9									
130	150	20	20	20,4	32	36	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10									
150	170	22	22	22,4	36	40	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11									
170	200	25	25	25,4	40	45	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13									
200	230	28	28	28,4	45	50	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14									
230	260	32	32	32,5	50	56	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16									
260	290	32	32	32,5	56	63	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16									
290	330	36	36	36,5	63	70	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18									
330	380	40	40	40,5	70	80	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20									
380	440	45	45	45,6	75	90	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23									
440	500	50	50	50,6	80	100	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25									
Observaciones		Acero de 60																								
Observaciones		Concuerdo con la norma DIN 141																								
Chavetas		Chavetas en cuna										Chavetas de pose cilíndrica														
Chavetas		Chaveta con cabeza					Chaveta sin cabeza					Chaveta embudida					Chavetero en el eje					Chavetero en el cubo				
Chavetas																										
Chavetas		Concuerdo con la norma DIN 122					Concuerdo con la norma DIN 122					Concuerdo con la norma DIN 122					Concuerdo con la norma DIN 122									

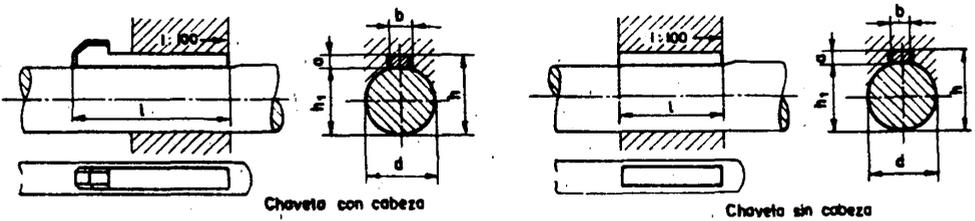
h = d + t

h = d + t

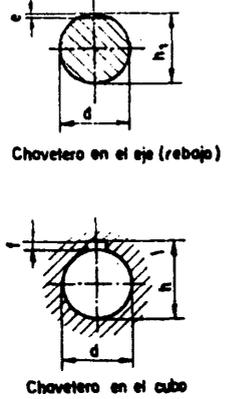
TABLA 23.2

TABLA 23.1

Chavetas Chavetas en cuña, planas TABLA 24.1

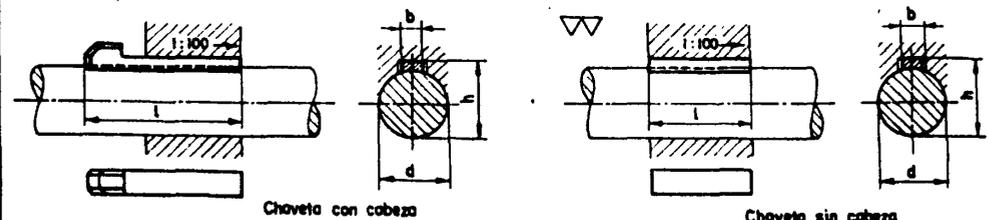


Diámetro de eje d		Chaveta		Chaveteros			
Min.	Máx.	a	b	Eje		Cubo	
				e	h ₁	f	h
22	30	4	8	1	$h_1 = d - e$	3	$h = d + f$
30	38	5	10	1,5		3,5	
38	44	5	12	1,5		3,5	
44	50	5,5	14	1,5		4	
50	58	6	16	1,5		5	
58	68	7	18	2		5	
68	78	8	20	2		6	
78	92	9	24	2		7	
92	110	10	28	2		8	
110	130	11	32	2		9	
130	150	13	36	3		10	
150	170	14	40	3		11	
170	200	16	45	4		12	
200	230	18	50	4		14	



Observaciones Acero 60 kg. Concuerda con la norma DIN 142

Chavetas Chavetas en cuña, de base cilíndrica TABLA 24.2



Diámetro de eje d		Chaveta			Chavetero en el cubo	
Min.	Máx.	a	b	r	f	h
22	30	3	8	11	3	$h = d + f$
30	38	3,5	10	15	3,5	
38	44	3,5	12	19	3,5	
44	50	4	14	22	4	
50	58	5	16	25	5	
58	68	5	18	29	5	
68	78	6	20	34	6	
78	92	7	24	39	7	
92	110	8	28	46	8	
110	130	9	32	56	9	
130	150	10	36	65	10	



Observaciones Acero 60 kg. Concuerda con la norma DIN 143

MOTORREDUCTORES DE SINFIN Y CORONA DE LA LINEA BLOC



Reductores de Velocidad

Tabla de potencias mecánicas Power rating							
				B50	B63	B76	B100
Velocidad de salida Output speed (rpm)	Velocidad de entrada input speed (rpm)	Relación nominal Ratio	Rendimiento Teórico Efficiency	Potencia Input power (CV)	Potencia Input power (CV)	Potencia Input power (CV)	Potencia Input power (CV)
180	1800			1,46	2,36	4,29	7,43
150	1500			1,34	2,20	4,00	6,64
120	1200			1,19	1,99	3,64	6,19
100	1000			1,06	1,80	3,32	5,93
90	900	10	0,86	0,99	1,69	3,13	5,63
75	750			0,87	1,51	2,79	5,33
50	500			0,64	1,13	2,11	4,23
30	300			0,42	0,75	1,40	2,94
10	100			0,16	0,28	0,53	1,16
90	1800			0,97	1,58	2,82	4,88
75	1500			0,90	1,47	2,64	4,44
60	1200			0,80	1,32	2,40	4,11
50	1000			0,72	1,20	2,18	3,79
45	900	20	0,79	0,67	1,13	2,06	3,61
38	750			0,59	1,00	1,85	3,27
25	500			0,44	0,75	1,39	2,53
15	300			0,29	0,50	0,93	1,73
5	100			0,11	0,19	0,36	0,68
				B50	B63	B76	B100

Velocidad de salida Output speed (rpm)	Velocidad de entrada input speed (rpm)	Relación nominal Ratio	Rendimiento Teórico Efficiency	Potencia Input power (CV)	Potencia Input power (CV)	Potencia Input power (CV)	Potencia Input power (CV)
60	1800			0,73	0,99	1,93	3,37
50	1500			0,68	0,94	1,82	3,07
40	1200			0,61	0,86	1,67	2,86
33	1000			0,55	0,79	1,54	2,67
30	900	30	0,67	0,52	0,74	1,46	2,55
25	750			0,46	0,67	1,32	2,34
17	500			0,35	0,52	1,02	1,85
10	300			0,23	1,35	0,69	1,30
3	100			0,09	0,14	0,28	0,53
45	1800			0,58	0,89	1,54	2,76
38	1500			0,54	0,83	1,46	2,54
30	1200			0,48	0,75	1,35	2,37
25	1000			0,44	0,68	1,24	2,22
22	900	40	0,66	0,42	0,65	1,18	2,12
19	750			0,37	0,58	1,07	1,95
13	500			0,28	0,44	0,83	1,55
8	300			0,19	0,30	0,57	1,09
2,5	100			0,08	0,12	0,23	0,45
36	1800			0,46	0,75	1,33	2,20
30	1500			0,43	0,71	1,26	2,05
24	1200			0,39	0,65	1,15	1,92
20	1000			0,36	0,59	1,06	1,78
18	900	50	0,60	0,34	0,56	1,00	1,71
15	750			0,31	0,51	0,91	1,56
10	500			0,24	0,39	0,70	1,24
6	300			0,16	0,27	0,48	0,87
2	100			0,07	0,11	0,19	0,36
30	1800			0,38	0,51	1,06	1,77
25	1500			0,36	0,49	1,02	1,68
20	1200			0,32	0,46	0,94	1,56
17	1000			0,30	0,44	0,86	1,45
15	900	60	0,53	0,28	0,42	0,82	1,38
13	750			0,25	0,39	0,75	1,26
8	500			0,19	0,31	0,58	1,00
5	300			0,13	0,22	0,40	0,69
1,7	100			0,05	0,10	0,16	0,29

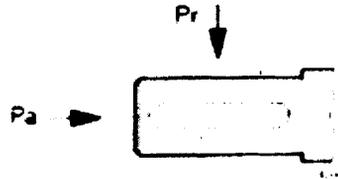
Motoreductor para Diseño: B63 (relación: 1800:30); 0.51 CV ≈ 0.5HP

Con características

Cargas sobre el Eje de Salida / Overhung Load								
Velocidad de Salida Output speed r.p.m.	Tamaño/ Size							
	B50		B63		B76		B100	
Velocidad de salida Output speed r.p.m.	Pr	Pa	Pr	Pa	Pr	Pa	Pr	Pa
<20	175	79	294	132	455	205	710	331
20...40	158	71	277	124	420	189	680	307
41...60	126	57	214	96	325	146	530	238
61...80	105	47	182	82	277	124	450	202
81...100	95	43	165	74	250	113	410	184
101...120	88	39	154	69	238	107	390	176
121...150	84	38	147	66	224	100	365	165
>150	77	35	140	63	210	95	350	160

Pr: Carga radial aplicada en el medio del eje de salida (kg)
Radial load at midpoint of shaft extension (kg)

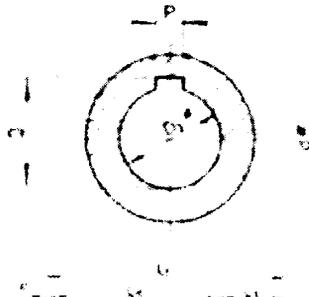
Pa: Carga axial (kg)
Axial load. (kg)



Dimensiones ejes de Salida (Output shafts dimensions)

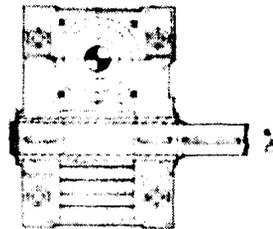
Eje hueco / Shaft mounted

Modelo Model	D3 (H7)	P	Q	d
B50	20	6	22,8	30
B63	25	8	28,3	40
B76	28	60	33,3	50
B 100	40	12	43,3	60



Eje de salida simple / Single output shaft

Modelo Model	D3 (K6)	L3 (K6)	Chav 3 Key Section	F	LA	LT	Peso Weigth(kg)
B50	19	40	6x6	5	115	160	0,37
B63	24	50	8X7	5	135	190	0,69
B76	28	60	8X7	5	155	220	1,15
B100	38	80	10X8	10	205	295	2,75



Eje de salida doble / Double output shaft

Modelo Model	D3 (K6)	L3 (K6)	Chav 3 Key Sectio	LA	LT	Peso Weigth(kg)
B50	19	40	6x6	120	200	0,46
B63	24	50	8X7	140	240	0,86
B76	28	60	8X7	160	280	1,45
B100	38	80	10X8	210	370	3,40

Modelo Model				
	B50	B63	B76	B100
DI	14	19	24	28
LI	30	40	50	60
chav / key 1	5x5	6x6	8x7	8x
D2	20	25	30	40
L2	110	130	150	200
chav2/key2	6x6	8x7	8x7	12x8
HO	35	42	49	55
H1	110	133	161	215
H2	60	70	85	115
A	80	95	110	145
B	80	100	120	160
J	105	125	150	190
S	7	9	11	14
I	20	25	30	40
QO	60	75	90	120
Q	75	90	110	140
Q1	78	92	112	145
R2	115	130	165	215
S2	9	9	12	14
V	20	25	30	40
W	55	65	75	100
W1	73	85	95	125
Y	18	20	20	25
a2	140	160	200	250
c	7	8	10	12
c2	7	8	10	12
e	100	120	140	185
f	120	150	180	240
h	145	175	210	270
Peso	3,5 kg	6,5 kg	10,5 kg	22 kg

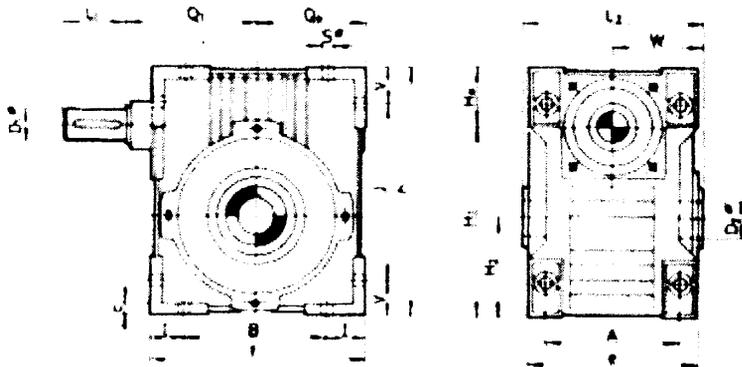
Posiciones de Montaje
"Mounting positions "



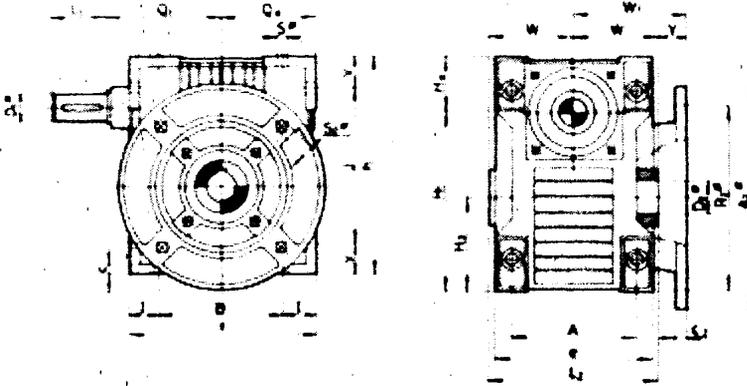
Nota: Para montaje con brida anteponer la letra "B"
 Para doble eje de salida indicar con letras "a b"

Reductor "Worm Gear Box"

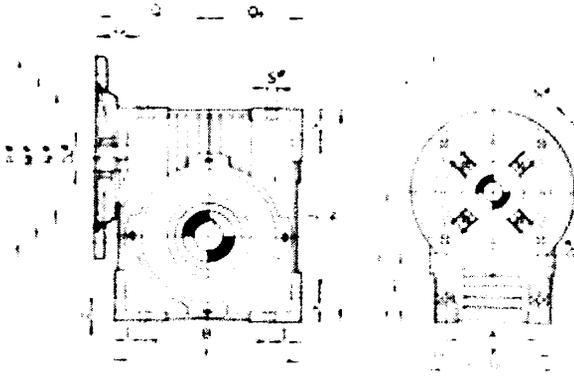
Montaje con patas/Foot mounted



Montaje con brida / Foot mounted



Motorreductor
Worm geared motor



Designación / How to order

Designación / How to order						
Modelo Model	Motor Motor	Relación Ratio	Posición de montaje Mounting position		Kit Kit	
Ejemplo Example	B76	90	10/1	Bla	xxx	
Ejecución Style	Tamaño Size	Tamaño de motor Frame Size for I.E.C. motors	Relación nominal o Velocidad de Salida Ratio or Output speed	Brida de salida Flange Mount (B)	Equipo base Basic unit 1-2-3-4- 5-6	Eje de salida simple Single output shaft a-b Eje de salida doble ab
B: Motorreductor Worm/geared motor MB: Brida para motor Motor flange	50-63- 76-100	71-80-90-100-112			Accesorios Accessories	

APÉNDICE D

TABLAS PARA SELECCIÓN DE

RODAMIENTOS

Sufijos:

Rodamientos de Bola

NSK	SKF	Definición
	J	Jaula de Acero Prensado (NSK no escribe la J)
M	M	Jaula de Latón Maquinado
Y	Y	Jaula de Latón Prensado
T1X	TN9	Jaula de Poliamida
T12	TN9	Jaula de Poliamida
Z	Z	Sello de Metal
ZZ	2 Z	Dos Sellos de Metal
DU	RS	Sello de Caucho
DDU	2RS	Dos Sellos de Caucho
NR	NR	Anillo de fijación y su ranura en el aro externo
E	QE6	Juego normal para motores eléctricos silenciosos
X28	S1	Máxima Temperatura de operación hasta 200°C
X48	VA201	Rodamientos para carros de hornos (consulte a NSK)

Rodamientos de Contacto Angular

NSK	SKF	Definición
A	--	Angulo de Contacto de 30°
A5	ACD / AC	Angulo de Contacto de 25°
B	BE / B	Angulo de Contacto de 40°
C	CD / C	Angulo de Contacto de 15°
	M	Jaula de Latón Maquinado (NSK no escribe la M)
Y	Y	Jaula de Latón Prensado
TY	P	Jaula de Poliamida
T	--	Jaula de Phenolic
W	J	Jaula de Acero Prensado
G	CA	Montaje Universal con Juego Pequeño
SUA##	CB	Montaje Universal con Juego Mediano (## juego axial en micros) * Rodamientos para Bombas
SUL	GA	Montaje Universal con Precarga Ligera
SUM	GB	Montaje Universal con Precarga Mediana
SUH	GC	Montaje Universal con Precarga Alta



GUAYAQUIL: 247605 - 305355 - 445942
QUITO: 417976 - 417977 - 418881

Rodamientos de Rodillos Esféricos

NSK	SKF	Definición
CAM	CAM / CACM	Jaula de Latón Maquinado de una pieza
C / CD	CJ / CC	Jaula de Acero Maquinado de dos piezas
EA	EJ	Jaula de Acero Maquinado de dos piezas de Extra Capacidad
H	--	Jaula de Poliamida de Extra Capacidad de dos piezas
K	K	Agujero Cónico 1 : 12
E4	W33	Ranura y agujeros de lubricación en el aro externo
E7	W513	Ranura y agujeros de lubricación en el aro externo, agujeros de lubricación en el aro interno
S11	S1	Máxima Temperatura de operación hasta 200°C
U15-VS	A15	Rodamiento para Malla Vibratoria con agujero igual o menos de 70mm.
U15-VS	JA & VA405	Rodamiento para Malla Vibratoria con agujero mayor de 70mm.

Rodamientos de Rodillos Cilíndricos

NSK	SKF	Definición
M	M	Jaula de Latón Maquinado
W	J	Jaula de Acero Prensado
T	P	Jaula de Poliamida
V	V	Sin Jaula
TM	VA301	Rodamiento para Motores de Tracción (en RHP es MT)

Rodamientos de Rodillos Cónicos

NSK	SKF	Definición
HR	--	(Prefijo) Alto Rendimiento – Dimensiones son Equivalentes
303xxD	313xx	Serie con Dimensiones Iguales
C	B	Angulo de Contacto Mediano

Juego y Precisión

NSK	SKF	Definición
		Juego Normal de ISO
C2, C3, C4, C5	C2, C3, C4, C5	Juegos ISO
E	QE6	Juego normal para motores eléctricos silenciosos
		Precisión Normal de ISO
P6, P5, P4, P2	P6, P5, P4, P2	Precisión ISO

Tabla 15-2 Datos para selección de cojinetes bola, de hilera única, ranura profunda, tipo Conrad

Serie 6200												
Número de cojinete	Dimensiones nominales de los cojinetes							Diámetro de hombro que se prefiere		Peso del cojinete	Especif. básica en cuanto a carga estática	Especif. básica en cuanto a carga dinámica
	d		D		B		r*	Flecha	Carcasa			
	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	pulg	pulg	pulg			
6200	10	0.393 7	30	1.181 1	9	0.354 3	0.024	0.500	0.984	0.07	520	885
6201	12	0.472 4	32	1.259 8	10	0.393 7	0.024	0.578	1.063	0.08	675	1 180
6202	15	0.590 6	35	1.378 0	11	0.433 1	0.024	0.703	1.181	0.10	790	1 320
6203	17	0.669 3	40	1.574 8	12	0.472 4	0.024	0.787	1.380	0.14	1 010	1 660
6204	20	0.787 4	47	1.850 4	14	0.551 2	0.039	0.969	1.614	0.23	1 400	2 210
6205	25	0.984 3	52	2.047 2	15	0.590 6	0.039	1.172	1.811	0.29	1 610	2 430
6206	30	1.181 1	62	2.440 9	16	0.629 9	0.039	1.406	2.205	0.44	2 320	3 350
6207	35	1.378 0	72	2.834 6	17	0.669 3	0.039	1.614	2.559	0.64	3 150	4 450
6208	40	1.574 8	80	3.149 6	18	0.708 7	0.039	1.811	2.874	0.82	3 650	5 050
6209	45	1.771 7	85	3.346 5	19	0.748 0	0.039	2.008	3.071	0.89	4 150	5 650
6210	50	1.968 5	90	3.543 3	20	0.787 4	0.039	2.205	3.268	1.02	4 650	6 050
6211	55	2.165 4	100	3.937 0	21	0.826 8	0.059	2.441	3.602	1.36	5 850	7 500
6212	60	2.362 2	110	4.330 7	22	0.866 1	0.059	2.717	3.996	1.73	7 250	9 050
6213	65	2.559 1	120	4.724 4	23	0.905 5	0.059	2.913	4.390	2.18	8 000	9 900
6214	70	2.755 9	125	4.921 3	24	0.944 9	0.059	3.110	4.587	2.31	8 800	10 800
6215	75	2.952 8	130	5.118 1	25	0.984 3	0.059	3.307	4.783	2.64	9 700	11 400
6216	80	3.149 6	140	5.511 8	26	1.023 6	0.079	3.504	5.118	3.09	10 500	12 600
6217	85	3.346 5	150	5.905 5	28	1.102 4	0.079	3.740	5.512	3.97	12 300	14 600
6218	90	3.543 3	160	6.299 2	30	1.181 1	0.079	3.937	5.906	4.74	14 200	16 600
6219	95	3.740 2	170	6.692 9	32	1.259 8	0.079	4.213	6.220	5.73	16 300	18 800
6220	100	3.937 0	180	7.086 6	34	1.338 6	0.079	4.409	6.614	6.94	18 600	21 100
6221	105	4.133 9	190	7.480 3	36	1.417 3	0.079	4.606	7.008	8.15	20 900	23 000
6222	110	4.330 7	200	7.874 0	38	1.496 1	0.079	4.803	7.402	9.59	23 400	24 900
6224	120	4.724 4	215	8.464 6	40	1.574 8	0.079	5.197	7.992	11.4	26 200	26 900

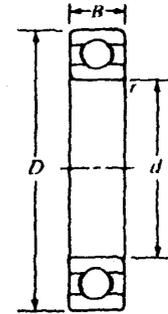


Tabla 15-2 continuación

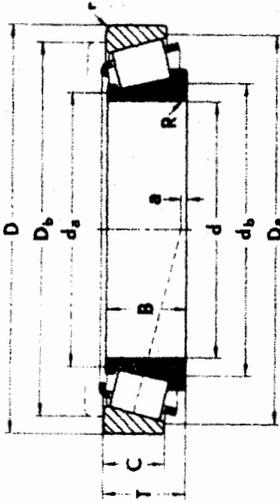
Serie 6200

Número de cojinete	Dimensiones nominales de los cojinetes										Peso del cojinete lh	Especif. básica en cuanto a carga estática lh	Especif. básica en cuanto a carga dinámica lh
	d		D		B		r'	Diámetro de hombro que se prefiere					
	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg		Flecha	Carcasa				
							pulg	pulg					
6226	130	5.118 1	230	9.055 1	40	1.574 8	0.098	5.669	8.504	12.7	29 100	28 700	
6228	140	5.511 8	250	9.842 5	42	1.653 5	0.098	6.063	9.291	19.6	29 300	28 700	
6230	150	5.905 5	270	10.629 9	45	1.771 7	0.098	6.457	10.079	25.3	32 500	30 000	
6232	160	6.299 2	290	11.417 3	48	1.889 8	0.098	6.850	10.886	32.0	35 500	32 000	
6234	170	6.692 9	310	12.204 7	52	2.047 2	0.118	7.362	11.535	38.5	43 000	36 500	
6236	180	7.086 6	320	12.598 4	52	2.047 2	0.118	7.758	11.929	41.0	46 500	39 000	
6238	190	7.480 3	340	13.385 8	55	2.165 4	0.118	8.150	12.717	50.5	54 500	44 000	
6240	200	7.874 0	360	14.173 2	58	2.283 5	0.118	8.543	13.504	61.5	60 000	46 500	

Serie 6300

6300	10	0.393 7	35	1.378 0	11	0.433 1	0.024	0.563	1.181	0.12	805	1 400
6301	12	0.472 4	37	1.456 7	12	0.472 4	0.039	0.656	1.220	0.13	990	1 680
6302	15	0.590 6	42	1.653 5	13	0.511 8	0.039	0.781	1.417	0.18	1 200	1 980
6303	17	0.669 3	47	1.850 4	14	0.551 2	0.039	0.875	1.614	0.25	1 460	2 360
6304	20	0.787 4	52	2.047 2	15	0.590 6	0.039	1.016	1.772	0.32	1 730	2 760
6305	25	0.984 3	62	2.440 9	17	0.669 3	0.039	1.220	2.165	0.52	2 370	3 550
6306	30	1.181 1	72	2.834 6	19	0.748 0	0.039	1.469	2.559	0.76	3 150	4 600
6307	35	1.378 0	80	3.149 6	21	0.826 8	0.059	1.688	2.795	1.01	4 050	5 800
6308	40	1.574 8	90	3.543 3	23	0.905 5	0.059	1.929	3.189	1.40	5 050	7 050
6309	45	1.771 7	100	3.937 0	25	0.984 3	0.059	2.126	3.583	1.84	6 800	9 150
6310	50	1.968 5	110	4.330 7	27	1.063 0	0.079	2.362	3.937	2.42	8 100	10 700
6311	55	2.165 4	120	4.724 4	29	1.141 7	0.079	2.559	4.331	2.98	9 450	12 300
6312	60	2.362 2	130	5.118 1	31	1.220 5	0.079	2.835	4.646	3.75	11 000	14 100
6313	65	2.559 1	140	5.511 8	33	1.299 2	0.079	3.031	5.039	4.63	12 600	16 000
6314	70	2.755 9	150	5.905 5	35	1.378 0	0.079	3.228	5.433	5.51	14 400	18 000
6315	75	2.952 8	160	6.299 2	37	1.456 7	0.079	3.425	5.827	6.61	16 300	19 600

DIÁMETRO INTERIOR UNIFORME



Diámetro exterior D	Ancho T	Capacidad a 3000 rpm para $L_{10} = 3000$ h		Factor K	Centro de carga efectiva s	Números de parte		cono			copa				
		Radial, una fila	De empuje			23100	23256	1.5	21.463	39.0	34.5	1.5	15.875	53.0	63.0
		N lib	N lib		s			0.06	0.8450	1.54	1.36	0.06	0.6250	2.09	2.48
25.400 1.0000	22.225 0.8750	13100 2950	16400 3690	0.80	-2.3 -0.09			0.06	0.8450	1.54	1.36	0.06	0.6250	2.09	2.48
25.400 1.0000	23.812 0.9375	18400 4140	8000 1800	2.30	-9.4 -0.37			1.3	25.433	33.5	31.5	1.3	19.050	58.0	60.0
25.400 1.0000	22.225 0.8750	15300 3440	10900 2450	1.40	-5.1 -0.20			0.03	0.8750	1.36	1.32	0.06	0.7500	2.28	2.36
25.400 1.0000	25.400 1.0000	18400 4140	17200 3870	1.07	-4.6 -0.18			0.8	25.400	39.5	39.5	2.3	19.842	60.0	69.0
25.400 1.0000	30.162 1.1875	22700 5110	13000 2910	1.76	-10.2 -0.40			0.03	1.0000	1.56	1.56	0.09	0.7812	2.36	2.72
26.157 1.0298	19.050 0.7500	12100 2730	7260 1640	1.67	-5.8 -0.23			0.8	20.638	33.0	32.5	3.3	23.812	61.0	67.0
								0.03	0.8125	1.30	1.28	0.13	0.9375	2.40	2.64
								0.8	20.638	33.0	32.5	1.3	14.268	55.0	58.0
								0.03	0.8125	1.30	1.28	0.05	0.5625	2.17	2.28

26.162	63.100	23.812	18400	8000	2.30	-0.4	2682	2630	1.5	25.433	34.5	32.0	0.8	19.050	57.0	59.0
1.0300	2.4843	0.9375	4140	1800	-0.37	-0.37			0.06	1.0013	1.36	1.26	0.03	0.7500	2.24	2.32
26.162	66.421	23.812	18400	8000	2.30	-0.4	2682	2631	1.5	25.433	34.5	32.0	1.3	19.050	58.0	60.0
1.0300	2.6150	0.9375	4140	1800	-0.37	-0.37			0.06	1.0013	1.36	1.26	0.05	0.7500	2.28	2.36
26.975	58.738	19.050	11600	6560	1.77	-5.8	1987	1932	0.8	19.355	32.5	31.5	1.3	15.080	52.0	54.0
1.0620	2.3125	0.7500	2610	1470	1.56	-0.23	L44610	L44610	0.03	0.7620	1.28	1.24	0.05	0.5937	2.05	2.13
†26.988	50.292	14.224	7210	4620	1.69	-3.3			0.14	0.5800	1.48	1.22	0.05	0.4200	1.75	1.85
†1.0625	1.9800	0.5600	1620	1040	-0.13	-0.13	15580	15523	3.5	17.462	36.5	32.0	1.5	15.875	51.0	54.0
†26.988	60.325	19.842	11000	6550	1.69	-5.1	15106	15245	0.14	0.6875	1.52	1.26	0.06	0.6250	2.01	2.13
†1.0625	2.3750	0.7812	2480	1470	-0.20	-0.20			0.08	20.638	33.5	33.0	1.3	14.288	55.0	58.0
†26.988	62.000	19.050	12100	7280	1.67	-5.8	2688	2631	0.03	0.8125	1.32	1.30	0.05	0.5625	2.17	2.28
†1.0625	2.4409	0.7500	2730	1640	-0.23	-0.23			0.06	1.0013	1.38	1.30	0.05	0.7500	2.28	2.36
†26.988	66.421	23.812	18400	8000	2.30	-0.4	1985	1930	1.5	25.433	35.0	33.0	1.3	19.050	58.0	60.0
†1.0625	2.6150	0.9375	4140	1800	-0.37	-0.37			0.06	1.0013	1.38	1.30	0.05	0.7500	2.28	2.36
28.575	56.896	19.845	11600	6560	1.77	-5.8	15590	15520	0.8	19.355	34.0	33.5	0.8	15.875	51.0	54.0
1.1250	2.2400	0.7813	2610	1470	1.69	-0.23			0.03	0.7620	1.34	1.32	0.03	0.6250	2.01	2.11
28.575	57.150	17.462	11000	6550	1.69	-5.1	1985	1932	3.5	17.462	39.5	33.5	1.5	13.495	51.0	53.0
1.1250	2.2500	0.6875	2480	1470	-0.20	-0.20			0.14	0.6875	1.56	1.32	0.06	0.5313	2.01	2.09
28.575	58.738	19.050	11600	6560	1.77	-5.8	1985	1932	0.8	19.355	34.0	33.5	1.3	15.080	52.0	54.0
1.1250	2.3125	0.7500	2610	1470	1.56	-0.23	1988	1932	0.03	0.7620	1.34	1.32	0.05	0.5937	2.05	2.13
28.575	58.738	19.050	11600	6560	1.77	-5.8	15590	15523	3.5	19.355	39.5	33.5	1.3	15.080	52.0	54.0
1.1250	2.3125	0.7500	2610	1470	1.69	-0.23			0.14	0.7620	1.56	1.32	0.05	0.5937	2.05	2.13
28.575	60.325	19.842	11000	6550	1.69	-5.1	1985	1931	3.5	17.462	39.5	33.5	1.5	15.875	51.0	54.0
1.1250	2.3750	0.7812	2480	1470	-0.20	-0.20			0.14	0.6875	1.56	1.32	0.06	0.6250	2.01	2.13
28.575	60.325	19.845	11600	6560	1.77	-5.8	1985	1931	0.8	19.355	34.0	33.5	1.3	15.875	52.0	55.0
1.1250	2.3750	0.7813	2610	1470	-0.23	-0.23			0.03	0.7620	1.34	1.32	0.05	0.6250	2.05	2.17

⊗ Estos radios máximos de entalle serán fabricados por las esquinas de los cojinetes.

⊕ El valor con signo menos indica que el centro queda dentro de la contracara del cono interior.

† Para la clase estándar SOLAMENTE el tamaño métrico máximo es un valor entero en milímetros.

• Para tolerancias de parte "A" (Véase el capítulo 10 de este catálogo).

◆ Las combinaciones de cojes y conos de 1:50 y 1:100 se fabrican con tolerancias de cojinetes según la ISO.

BIBLIOGRAFÍA

BOHMAN, I., Catálogo de Aceros comerciales. Guayaquil. 2001

CASILLAS, Manual de Taller; 181-187 p, 200-201 p.

DAIDES, J., Hidráulica III-Manual de Actividades; Technical Systems, Inc, Universidad de Wisconsin Scout. 1970, 358-365 p.

Daily, D., Dinámica de los Fluidos con Aplicaciones en Ingeniería. Centro Regional de Ayuda Técnica, México. 1982, Cap. 21, 7-15 p

INTI, CITIP, Panorama del Plástico, Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Industria Plástica, Boletín Año 3 N° 7, 1999.

MOTT, R., Diseño de Elementos de máquinas, 2ª Ed., Prentice Hall, 1992, 376-401p; 702-709p

NIBCO INC, Chemical Resistance Guide. Catalogo-C-CRG-0997 Elkhart-U.S.A., 1-3, 28 p

NORTON, R., Diseño de Máquinas, Pearson-Prentice may, 1999, 237-246p; 732-738p.

SHIGLEY, J., Diseño en Ingeniería Mecánica, Mc. Graw Hill. 5ª Ed. México; 1992; 346-348p.