

**DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA FILETEADORA DE
PERNILES DE POLLO**

EDGAR RUEDA GOMEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2007

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA FILETEADORA DE PERNILES DE POLLO

EDGAR RUEDA GOMEZ

**Trabajo de grado para optar al titulo
de Ingeniero Mecánico**

**Director
ALFREDO PARADA CORRALES
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2007

Nota de Aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Bucaramanga, 05 de Marzo de 2007

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres y a mi hermana que son los pilares de mi vida.

A mis amigos y mi prima Luz Maria, que siempre estuvieron pendientes de que siguiera adelante.

Y a Dios que lo hizo posible.

AGRADECIMIENTOS

A Ralf, por la invaluable oportunidad que me ha dado y por sus muy útiles consejos.

Al Ingeniero Alfredo Parada, por su paciencia y por haber confiado una vez mas en mi.

A toda la gente de Unikert de Colombia, por la ayuda que he recibido durante todo este tiempo, especialmente a Francisco, Marcos, William, Molina, Jorge y Fernando.

A mis padres y familiares.

A mis amigos.

Índice general

1. INTRODUCCION AL SECTOR AVICOLA COLOMBIANO	18
1.1. RESEÑA HISTORICA DEL SECTOR AVICOLA COLOMBIANO	18
1.2. LA AVICULTURA DENTRO DEL SECTOR AGROPECUARIO	19
1.3. EL MERCADO INTERNACIONAL AVICOLA	19
1.4. PRODUCTOS DE LA CADENA PRODUCTIVA AVICOLA	21
1.4.1. Características generales de los productos	21
1.4.2. Clasificación de los productos y subproductos de acuerdo al proceso productivo	22
1.4.3. Usos de los productos	24
2. PROCESAMIENTO INDUSTRIAL DEL POLLO	25
2.1. Recepción, Pesaje y Colgado	25
2.2. Aturdimiento	27
2.3. Sacrificio y Desangre	27
2.4. Escaldado	29
2.5. Pelado	30
2.6. Lavado en general	30
2.7. Eviseración	31
2.8. Enfriamiento de la carcasa	33
2.9. Transporte aéreo de escurrimiento.	33
2.10. Empaque	34
2.11. Desprese de aves	35
2.12. Fileteado	37
2.12.1. Fileteado de perniles	37
2.13. Características generales de los perniles	38
3. MAQUINAS EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS	39
3.1. REQUISITOS DE DISEÑO HIGIENICO	39
3.2. MAQUINAS FILETEADORAS	40
3.3. MAQUINAS FILETEADORAS DE PERNILES DE POLLO	40

3.3.1. Fileteadoras verticales	42
3.3.2. Fileteadoras horizontales	43
4. FASE EXPERIMENTAL EN EL PROCESO DE DISEÑO	44
4.1. PERNIL EN POSICION VERTICAL	44
4.2. PERNIL EN POSICION HORIZONTAL	45
5. DESCRIPCION DE LA FILETEADORA	48
5.1. MODULO DE FILETEADO	49
5.2. CARGUE DE LOS PERNILES	50
5.3. TRANSPORTE DE LOS MODULOS	50
5.4. EMPUJE DEL PISTON Y FILETEADO DEL PERNIL	51
5.5. EXPULSION DEL HUESO	52
5.6. EXTRACCION DEL FILETE	52
6. DISEÑO DE LA FILETEADORA DE PERNILES	54
6.1. SELECCION DEL SISTEMA TRANSMISION DE POTENCIA	54
6.1.1. Cadena de arrastre de los módulos	54
6.1.2. Cadena de transmisión de potencia	56
6.2. CALCULO DE LA FUERZA DE EMPUJE DEL PISTON	56
6.3. CALCULO DE LA POTENCIA REQUERIDA	58
6.4. CALCULO DE LOS EJES	59
6.5. CALCULO Y SELECCION DE LOS RODAMIENTOS	70
7. CONSTRUCCION DE LA MAQUINA	72
7.1. MATERIALES UTILIZADOS	72
7.1.1. Aceros Inoxidables	72
7.1.2. Polietilenos	73
7.1.3. Elastómeros	74
7.2. PROCESOS DE MAQUINADO	74
7.2.1. FABRICACION DE LA ESTRUCTURA	74
7.2.2. GUIAS DE MODULOS Y PLATINAS PARA LEVAS DE EMPUJE	75
7.2.3. GUARDAS	76
7.2.4. EJES, PIÑONES Y RODAMIENTOS	78
7.2.5. MECANIZADO DE CONJUNTOS PORTA PERNILES	79
7.2.6. UTILAJES DE MAQUINADO PARA MOLDES	81
7.2.7. CONJUNTO PORTA MEMBRANA	83
7.2.8. PIEZAS EN ACERO INOXIDABLE PARA MODULOS	84
7.2.9. ENSAMBLE DE MODULOS	85

7.3. DESCRIPCION DE FUNCIONAMIENTO DE LA FILETEADORA	87
8. PUESTA EN MARCHA Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	89
9. ANÁLISIS ECONÓMICO	92
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95

Índice de figuras

1.1. Productos y subproductos del sector avícola	22
2.1. Recepción de guacales	26
2.2. Colgado de las aves	26
2.3. Aturdimiento de las aves	27
2.4. Operación de sacrificio	28
2.5. Desangrado	28
2.6. Escaldado	29
2.7. Pelado	30
2.8. Lavado	31
2.9. Eviserado automático	31
2.10. Eviserado manual	32
2.11. Enfriamiento del pollo	33
2.12. Escurrido del pollo	34
2.13. Empaque	35
2.14. Pollo despresado	36
2.15. Desprensadoras de disco	36
2.16. Corte inicial del fileteado	37
2.17. Desprendimiento del cartilago	38
2.18. Dimensiones generales de los pernils del pollo	38
3.1. Posicionamiento del pernil	41
3.2. Acción de la membrana en el pernil	41
3.3. Resultado final del fileteado	41
3.4. Fileteadora vertical	42
3.5. Operación de fileteado vertical	42
4.1. Operación experimental de fileteado vertical	45
4.2. Resultado en la operación de fileteado vertical, Notese, en la parte inferior salida del hueso pelado	45

4.3. Mecanismo experimental para la operación de fileteado horizontal, de acción neumática	46
4.4. Resultado en la operación de fileteado horizontal, notese la salida del hueso pelado por la parte frontal	46
5.1. Vista general de la máquina	48
5.2. Conjunto porta pernil	49
5.3. Ubicación del pernil en el molde	50
5.4. Aditamentos especiales	50
5.5. Cadena deslizando dentro de la guía	51
5.6. Sistema de transmisión de potencia	51
5.7. Empuje del pistón mediante el sistema seguidor - leva	52
5.8. Bandeja para la salida del hueso	53
5.9. Bandeja para la salida del filete	53
6.1. Montaje de módulo a la mesa	57
6.2. Resultado de la operación con cilindro neumático, notese la salida del hueso pelado por la parte frontal	57
6.3. Moto - reductor y eje principal	60
6.4. Posición de los piñones	61
6.5. Resultados para el eje 1	62
6.6. Diagrama de fuerza para el eje 1	63
6.7. Diagrama de torsión para el eje 1	63
6.8. Diagrama de momentos para el eje 1	64
6.9. Diagrama del eje 2	66
6.10. Resultados para el eje 2	67
6.11. Diagrama de fuerza para el eje 2	67
6.12. Diagrama de torsión para el eje 2	68
6.13. Diagrama de momentos para el eje 2	68
6.14. Rodamientos en acero inoxidable con carcasa	71
7.1. Estructura de la máquina	74
7.2. Patas niveladoras	74
7.3. Guías de los módulos	75
7.4. Platinas para levas de empuje	75
7.5. Estructura con guías de los módulos, platinas para levas de empuje	76
7.6. Soporte del motor	76
7.7. Estructura con guardas	77
7.8. Guarda superior matizada	77

7.9. Guarda frontal acabado en sandblasting	77
7.10. Guardas terminadas y montadas en la estructura	78
7.11. Ejes con piñones	78
7.12. Cadena con aditamentos	79
7.13. Sistema motriz	79
7.14. Material a ser mecanizado	80
7.15. Operación de corte	80
7.16. Operación de torneado	80
7.17. Piezas después del mecanizado	81
7.18. Matriz para agarre de varillas	81
7.19. Matriz bloque de empuje	82
7.20. Matriz molde porta pernil	82
7.21. Materia prima agarre de varillas	82
7.22. Operación de perforado	83
7.23. Piezas después del mecanizado	83
7.24. Platina porta membrana	84
7.25. Platina de ajuste	84
7.26. Resortes para módulos	85
7.27. Piezas en acero inoxidable para módulos	85
7.28. Ensamble del módulo	86
7.29. Agarre de los módulos a las cadenas	86
7.30. Montaje en la estructura	86
7.31. Cofre de control	87
7.32. Cofre de control	87
7.33. Sensor de protección	88
7.34. Modo de operación - Lavado	88
8.1. Cargue de los muslos	90
8.2. Muslos en los moldes	90
8.3. Salida de los huesos	90
8.4. Acumulación de huesos	91
8.5. Salida del filete	91
8.6. Resultado del filete	91

Índice de cuadros

1.1. Clasificación del huevo según peso	23
6.1. Perdidas de eficiencia en los componentes mecánicos	59
8.1. Resultados de las pruebas	89
9.1. Costo de la máquina	92
9.1. Costo de la máquina	93

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. PROPIEDADES DE MATERIALES.....	99
ANEXO B. PERFILES DE GUIAS DE CADENAS.....	101
ANEXO C. PROPIEDADES Y DIMENSIONES DE LAS CADENAS.....	102
ANEXO D. PROPIEDADES Y DIMENSIONES DE LOS PIÑONES.....	103
ANEXO E. SELECCION DE RODAMIENTOS.....	105
ANEXO F. CONCENTRADORES DE ESFUERZOS.....	106
ANEXO G. PLANOS ELECTRICOS.....	107
ANEXO H. PLANOS MECANICOS.....	109

RESUMEN

TITULO:

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA FILETEADORA DE PERNILES DE POLLO¹

AUTOR:

Edgar Rueda Gómez²

PALABRAS CLAVES:

Fileteadora de perniles

DESCRIPCION:

La finalidad de este trabajo de grado es satisfacer la necesidad que hay en la industria avícola, de desarrollar una máquina para el fileteado de perniles de pollo, con el propósito de ayudar a solucionar inconvenientes que ocurren con la operación manual, tales como larga duración en el proceso debido a los volúmenes de material, peligro de los operarios debido a la manipulación de cuchillos, problemas de salud ocupacional consecuencia de la repetición de los movimientos realizados a las temperaturas a las que se encuentran las plantas avícolas.

La máquina utiliza como principio de operación el “método de diafragma”. El pernil es posicionado sobre un molde ubicado horizontalmente, que en uno de sus extremos tiene una membrana de caucho “diafragma”, esta membrana tiene un agujero en el medio, el nudillo del tobillo del pernil es ubicado por un operario contra la membrana. El pernil es presionado por un pistón a través del agujero y es solamente el hueso el que atraviesa la membrana, la carne permanece del lado de donde se presiona el pernil. El “método de diafragma” es muy eficiente ya que la carne que se queda en el hueso es muy poca.

La fileteadora presenta características que cumplen con la normatividad propia de máquinas para el procesamiento de alimentos, tales como utilización de materiales inertes, diseño mecánico que simplifica la manutención y limpieza de la máquina.

¹Proyecto de grado

²Facultad de Ingenierías Físico - Mecánicas, Escuela de Ing. mecánica, Ing. Alfredo Parada

SUMMARY

TITLE:

CONSTRUCTION AND DESIGN OF A THIGHDEBONER MACHINE¹

AUTHOR:

Edgar Rueda Gómez²

KEY WORDS:

THIGHDEBONING

DESCRIPTION:

The purpose of this degree work is to satisfy the necessity that there is in bird-raising industry, to develop a thigh deboner machine, in order to help to solve disadvantages that happen with the manual operation, such as long duration in the process due to the volumes of material, danger of the workers due to the manipulation of knives, problems of occupational health consequence of the repetition of the movements made to the temperatures presents in the the bird-raising plants.

The machine operates according to the “diaphragm method”. This means that the bone is pushed out of the thigh through a hole - the “diaphragm” - while the thigh itself is being held. In this way the meat is being stripped off the thighbone. The method of deboning results in almost no loss of meat, which makes the thigh deboner the most efficient of its kind.

The thigh deboner presents/displays characteristics that fulfill the own normative of machines for the food processing, such as use of inert materials, mechanical design that simplifies the maintenance and cleaning of the machine.

¹Degree Work.

²Physical-Mechanical Sciences Faculty, Mechanical Engineering, Eng. Alfredo Parada

INTRODUCCION

La industria avícola presenta diferentes etapas en su producción, que van desde la crianza del pollo, hasta la venta directa al público en una amplia gama de presentaciones, pasando por el sacrificio, acondicionamiento, clasificación, desprese y fileteado. Este último proceso es el que he decidido investigar y trabajar, específicamente el fileteado de perniles. El fin del fileteado es separar la carne del hueso, reduciendo al mínimo las mermas en el proceso.

Actualmente se encuentran factores que no permiten que la operación sea muy eficiente, tales como el alto volumen de piezas a ser procesadas, riesgos para los operarios que realizan este proceso ya que este se utiliza tradicionalmente cuchillos, además de todos los procesos de fileteado este es el más complicado en su ejecución.

Las plantas de procesamiento de pollo del país no tienen hasta el momento un método mecánico que permita realizar el fileteado de una manera automática.

Las máquinas fileteadoras de perniles operan bajo el principio del “diafragma”, pero su diferencia radica la posición en que se realiza el proceso, ya sea horizontal o vertical. Las de accionamiento vertical, no son muy eficientes y con estas máquinas no se puede conseguir volúmenes de producción muy altos. Las de accionamiento horizontal solucionan este problema pero son un poco más complejas en su fabricación y por consiguiente sus costos son más altos.

Con el desarrollo de este trabajo de grado se pone en práctica los conocimientos adquiridos en la universidad a lo largo de estos años de estudio, confrontando la teoría con la práctica, diseñando y construyendo una máquina relativamente económica, con un nivel aceptable de producción que me permita contribuir al desarrollo tecnológico de la industria avícola colombiana.

Capítulo 1

INTRODUCCION AL SECTOR AVICOLA COLOMBIANO

1.1. RESEÑA HISTORICA DEL SECTOR AVICOLA COLOMBIANO

Las aves de corral, básicamente gallinas y pollos, fueron traídas a America por los españoles en 1528, 36 años después de la llegada de Colon.¹

Entre los años de 1920 y 1940 se inicia de manera organizada la importación hacia nuestro país de ejemplares de razas ya especializadas como Rhode Island Red, Plymouth Rock Barrada y New Hampshire, entre las más conocidas. Estas primeras aves foráneas empezaron a cruzarse con las razas criollas, dando origen a las gallinas cariocas, mariposas, barbadas y patiplumadas, entre otras. Por esta misma época se trajeron al país las primeras drogas, vacunas y alimentos especializados para aves, así como textos técnicos y divulgativos, convirtiéndose en las primeras acciones tendientes a la producción tecnificada de aves.

El año de 1950 puede tomarse como el punto de partida de la avicultura moderna en Colombia, pues debido a la aparición del primer brote de New Castle, enfermedad que produjo la muerte a cerca de 12 millones de aves, fue necesario replantear el manejo dado hasta el momento a la avicultura, promoviendo un cambio de perfil casero y artesanal por uno industrial, manifestándose en la llegada al país de expertos en diseño y construcción de galpones, y en la creación de las primeras empresas de alimentos balanceados como mecanismo de sustitución de importaciones.

Ejemplo claro, es el caso de Purina Colombia, que en febrero de 1957 inauguro en Cartagena su primera planta, cuatro años después entre en operaciones la de Buga y en 1964 la planta en Mosquera, actualmente también operan en el país Solla, Italcol y otras.

La era modernista de la avicultura ha traído consigo innumerables cambios para el

¹COLOMBIA AVICOLA FENAVI-FONAV. Bogotá, 1997.Pág.13

sector agropecuario y para la economía mundial. Desde comienzos de la década de los 80, algunos expertos internacionales pronosticaron un desarrollo sostenido de la producción avícola en el mundo.

El efecto final sobre la población ha estado representado en una mayor disponibilidad de pollo en canal, huevos y menudencias con proteína de buena calidad.

1.2. LA AVICULTURA DENTRO DEL SECTOR AGROPECUARIO

Como sector agropecuario se entiende el conjunto de actividades agrícolas y ganaderas que se desarrollan en el campo, dirigidas a producir alimentos para la población e insumos primarios sin ningún grado de transformación para la agroindustria. Este sector se divide en dos grandes ramas, la Agrícola y la Pecuaria, siendo esta última donde se encuentra la actividad avícola.

En Colombia existen ciertos departamentos en los cuales la contribución del sector avícola en el PIB departamental es bastante significativa, como es el caso de Santander, cuya representación es del 10 %.² Esta situación ha conllevado a que en estos departamentos en los que la actividad avícola es importante, se unan empresarios, productores y distribuidores para lograr un mismo fin: aumento de la productividad y la competitividad.

1.3. EL MERCADO INTERNACIONAL AVICOLA

Decir, hoy en día, que la Industria Avícola es de las más dinámicas, no es novedad, pero que durante esta década la producción mundial de pollo eviscerado va a trepar de 28 a 50 millones de toneladas, si es sorprendente, casi 2 millones de ton/año. Pero esto no viene solo, dado que el éxito se debe a 3 factores:

1. La productividad del pollo mismo, frente a otros animales.
2. La eficiencia de la industria de pollo.
3. El éxito del marketing de productos avícolas.

Como consecuencia de estos cuatro puntos, está bajando el costo de producción de pollo en comparación al de otras carnes en casi todos los países. En EEUU por ejemplo, el precio ha bajado 2/3 en 40 años (50 al 90), en comparación al de la carne bovina y de cerdo que valen 2 a 3 veces más que el pollo. Aunque parezca contradictorio, la caída de los precios en avicultura resultan beneficiosos, ya que esa caída pone al pollo al mismo plano que los otros productos de alta tecnología, como las telecomunicaciones y los computadores, teniendo en común que estos van bajando

²DANE, Información estadística, 2003

(los computadores y los pollos), gracias a la aplicación de tecnología.

En avicultura, tecnología significa genética, pero también la biotecnología, ingeniería, medicina veterinaria, la nutrición y aún la tecnología de la información, gozando esta industria de una ley inexorable “CUANDO BAJA EL PRECIO DE UN BIEN SUBE LA DEMANDA”. Otro beneficio es, que cuando cae el precio, permite la salida al mercado de nuevos productos con mayor valor agregado, ocurriendo que a medida que más baja el costo, cada vez habrá más consumidores que comprarán más pollo elaborado con un alto nivel de procesamiento.

Es importante por ello establecer quienes son los consumidores ya que el pollo es un lujo al que no todos pueden acceder. Para ello nos remitiremos a lo publicado por el Banco Mundial (1993) que se llama la paridad del poder de compra PPC, determinando con este dato el poder de compra de una población. para calcular como está distribuida la riqueza en una población.

En el caso de China, el 20 % de la población es el único con posibilidades de consumir pollo, por lo tanto tiene solo 66 millones de personas de interés para la Industria Avícola. En el caso de Japón, cualquier japonés puede acceder al consumo de pollo, aún las personas de más bajos ingresos, siendo un total de 124 millones, todos de interés para la industria avícola.

Comparativamente tanto Brasil como India tienen la misma población, pero en India solo el 7,5 % igual a 66 millones ya mencionados cuentan y en Brasil el 40 % igual a 62 millones. Usando este mismo método de paridad por poder de compra se llega a la suma de 1.800 millones de consumidores potenciales de pollo en el mundo, potenciales, porque no es lo mismo hablar de poder de compra que comprar, ya que si bien en la India existen 66 millones de posibles compradores, su dieta se basa fundamentalmente en vegetales, en Alemania, prefieren la carne de cerdo, y en Argentina la de vaca, etc.

La población de la tierra en 1995 fue aproximadamente de 5.500 millones, por lo tanto solo un tercio puede ser contado como posible cliente; en toda Latinoamérica aproximadamente el 40 % igual a 200 millones y en nuestro país el 60 % igual a 27 millones. Aunque solo un tercio pueda comprar pollo en este momento, hay que tener en cuenta la GRAN ELASTICIDAD DE INGRESO para la carne avícola, o sea un pequeño aumento del ingreso aumenta enormemente el consumo.

Durante los últimos 20 años, se observaron importantes cambios en América Latina, sobre todo en Brasil, llegando a ser el exportador más importante del mundo (principios de los 80), lamentablemente esta posición es difícil de mantener sobre todo teniendo como fuertes competidores a países como EEUU y la CEE, pero no quiere decir que no es un importante y siempre preocupante competidor, por más que comparativamente casi carece de subsidios frente a los países mencionados.

En lo referente al uso final dado a este producto, existen diferentes aplicaciones relacionadas con las características y necesidades propias de los países interesados. Por ejemplo, en el Japón el 40 % de los huevos van a la industria, en Italia el 35 %, en Suiza el 30 % y en los Estados Unidos el 25 %. El comercio internacional de huevos destinados al consumo directo fresco es muy reducido, porque la mayoría de los países producen casi esencialmente para su autoconsumo y sus compras o ventas no llegan al 5 %.³

1.4. PRODUCTOS DE LA CADENA PRODUCTIVA AVICOLA

1.4.1. Características generales de los productos

Los dos grandes productos o categorías obtenidos como resultado de la actividad agroindustrial avícola son pollo en canal y huevo, cada uno de ellos con ciertas características físicas, químicas y nutricionales que le han permitido su posicionamiento en el mercado mundial, así:

- **La carne de pollo en canal.** Se caracteriza por ser rica en Vitamina A y Tiamina; es buena fuente de hierro, fósforo y ácido nicotínico, con un alto valor nutritivo superior al de los productos de origen vegetal. Para dar una idea de este concepto basta con citar que para conseguir la misma cantidad de proteína que da una sola ración de pollo, se debe consumir la cantidad de cualquiera de los siguientes alimentos: 14 bananos, 38 tomates, 22 tazas de chocolate, 6 libras de yuca, 80 peras, 7 plátanos, 25 papas, 9 panelas, entre otros.⁴

La carne de pollo es reconocida como formador y reparador de los tejidos del cuerpo humano, como conservador de los nervios y la piel, gracias a la presencia de la Tiamina, Riboflavina y especialmente Niacina y por su contribución en la realización de las funciones orgánicas por que contiene minerales.

- **El huevo.** El huevo es uno de los productos más aceptados a nivel mundial, por ser un alimento formador, de gran valor nutritivo, gracias a su contenido de proteínas, vitaminas aminoácidos, minerales y ácidos grasos. Su peso varía entre 45 y 70 gramos, sin embargo los huevos de ponedoras de razas seleccionadas varían entre 55 - 65 gramos. Esta compuesto básicamente por:

Cáscara: compuesta por sales y sales, lo cual significa que es rica en Calcio. Representa aproximadamente el 9.5 % de peso total de huevo. Su composición en fresco es 95.1 % de minerales, algunas proteínas (3.3 %) y el resto (1.6 %). La cascara es porosa, lo cual permite un intercambio de gases para formar la cámara de aire cuyo volumen aumenta con la duración y las condiciones de conservación.

³CARACTERIZACION OCUPACIONAL DE LA CADENA PRODUCTIVA DEL SECTOR AVICOLA, FENAVI-SENA. 2002. Pág.5

⁴GRAN MANUAL DE AVICULTURA Y SANIDAD AVICOLA, Temas de orientación agropecuaria, Enero 1996

Clara: su peso representa el 61 % del total de un huevo, está rodeada por una membrana rica en Keratina, constituida esencialmente por albúmina (proteína de gran valor).

Yema: Representa el 29 % del peso del huevo, contiene sobre todo agua 50 %, proteínas 16 %, lípidos 32 a 36 %, lecitinas en un 8 %, colesterol, hierro, vitaminas A, B12, D y E. Su pigmentación se debe a la presencia de carotenoides liposolubles presentes en las materias primas de la ración alimenticia de gallinas.

1.4.2. Clasificación de los productos y subproductos de acuerdo al proceso productivo

Como se observa en el diagrama de la figura 1, se presenta una clasificación más amplia y acorde con el proceso productivo real, de tal manera que es posible distinguir como productos, el huevo fértil, el huevo comercial, pollito de un día, pollo para sacrificio y canal de pollo, y como subproductos se tiene entre otros las menudencias, la gallinaza, la pollinaza, entre otros.



Figura 1.1: Productos y subproductos del sector avícola

Estos productos y subproductos se generan en las diferentes fases productivas del proceso donde algunos, como ejemplo el pollito en un día y el huevo fértil, utilizados como materia prima dentro del sector avícola en otra fase productiva como se puede observar en la figura y otros se comercializan entre las empresas del sector como el pollito de un día y el pollo de beneficio. En el caso del canal de pollo, el huevo comercial y la menudencia son vendidos al consumidor pequeños comerciantes.

El huevo fértil. El huevo fértil es el producto obtenido en las granjas reproductoras y se define como aquel que es apto para el proceso de incubación; y para esto necesita cumplir una serie de requisitos relacionados con su fertilidad, forma, peso, integridad y limpieza.

Pollito de un día. Es el pollo que nace de la incubadora y que tiene un día de nacido, y que es posteriormente enviado a las diferentes granjas dependiendo de su sexo y del tipo de línea que posea, de tal modo que pueda ir directamente a engorde (tanto la hembra como el macho), o postura (únicamente las hembras).

Pollo para beneficio o de engorde. El pollo para beneficio o engorde es el que cumplió un ciclo que oscila entre los 38 y los 42 días en el galpón en proceso de engorde y que alcanza un peso que puede estar entre los 1800 y 2200 gramos.

Huevo de consumo comercial. Se obtiene en la fase de granja ponedoras. Para su clasificación se recorre a la norma INCONTEC, la cual se basa en el peso del huevo para establecer las diferentes categorías reseñadas en cuadro 1.

Cuadro 1.1: Clasificación del huevo según peso

CLASIFICACION	PESO
EXTRA	69 gr. en adelante
AA	63 gr. a 68.9 gr.
A	56 gr. a 62.9 gr.
B	50 gr. a 55.9 gr.
C	45 gr. a 49.9 gr.
D	Menos de 45 gr.

Canal de pollo. Se conoce como canal de pollo el producto principal en el beneficio de las aves de corral.

Pollinaza. Es el residuo presente en el galpón cuando se retira el pollo después de haber cumplido el proceso de engorde. Esta constituido por los residuos orgánicos del pollo y por la cama, que puede ser, tamo de arroz, subproductos de la madera o cascarilla del café.

Gallinaza. Es el residuo más importante generado en las diferentes explotaciones avícolas. Sus características dependen del material empleado en la cama, siendo reconocidas sus propiedades como abono orgánico por la comunidad agrícola.

1.4.3. Usos de los productos

En lo referente al uso final, es posible distinguir dos grandes categorías: la de uso alimenticio y la de uso no alimenticio, aunque también se han identificado otros usos comerciales.

Usos alimenticios. El huevo comercial y la canal de pollo hacen parte de los productos alimentarios más aceptados a nivel mundial debido a sus cualidades nutritivas excepcionales ocupando lugar privilegiado en la alimentación humana.

El huevo es utilizado en reposterías, galleterías, heladerías, dulces, confiterías, panaderías, restaurantes, etc. También es utilizado en las empresas dedicadas a la fabricación de salsas, embutidos cárnicos, y otras aplicaciones relacionadas con la preparación de comidas en general.

Usos no alimenticios y para consumo no humano. El huevo es utilizado en las industrias de medicamentos, cosméticos y pegantes, mientras que la pollinaza y la gallinaza presentan los siguientes usos:

- Como fuente de energía y nutrientes para plantas y animales.
- Producción de compost como base para abono orgánico.
- Para la producción de harina lombriz como materia prima de alimentos concentrados y humus.

Otros usos. Para producir concentrado proteico a partir de plumas, sangre y vísceras, el cual es un excelente ingrediente para la preparación de este tipo de alimentos, en combinación con otros productos proteicos o mezclas de aminoácidos sintéticos que solventen las deficiencias en algunos componentes específicos. Además se utilizan para producir harina mediante el tratamiento en digestores, la cual es usada en la preparación de alimentos concentrados para pollos.

Capítulo 2

PROCESAMIENTO INDUSTRIAL DEL POLLO

Las etapas del proceso productivo de la industria avícola, se pueden clasificar dentro de cuatro grandes categorías: incubación, engorde, postura y beneficio; cada uno de los cuales presenta sus características propias, independientemente del volumen de producción que se esté manejando, pero con rendimientos diferentes ocasionados por el nivel tecnológico empleado en dichos procesos.

En la actualidad, en ciertos países (especialmente los desarrollados), el sector avícola es centro de una acalorada polémica, propiciada entre los productores y los defensores de animales, pues estos últimos afirman que las condiciones en que se desarrollan algunas etapas del proceso no son las más óptimas, lo que ha hecho replantear las metodologías tradicionales con el fin de no afectar el comportamiento creciente que experimenta la carne de pollo en canal a nivel mundial.

Adicionalmente a este factor, también existe una inquietud por la generación de residuos, durante el proceso productivo. Esta inquietud se ha traducido en primer lugar en la promoción de procesos de investigación, que a su vez han generado nuevos usos y aplicaciones para este tipo de elementos, e igualmente han promovido la gestión de calidad en el sector.

En este capítulo nos centraremos en describir las etapas más relevantes del beneficio del pollo y las tecnologías actualmente empleadas.

2.1. Recepción, Pesaje y Colgado

Si entendemos la recepción como el primer paso para convertir las aves cuidadosamente criadas en productos vendibles, debemos prestarle especial atención a cada etapa que se realice de aquí en adelante (figura 2.1).

Las aves deben sacarse de los guacales y cogerse con habilidad y cuidado, a fin de no causarles ningún tipo de lesión (figura 2.2).

Una vez las aves han sido colocadas en el transportador aéreo, su pechuga debe ser rozada por una superficie construida en lámina de acero inoxidable, banda plástica o tubo de PVC, para que comiencen a tranquilizarse.

Durante estos últimos años, en muchos países donde el negocio avícola esta muy industrializado, se ha estado utilizando el atontamiento con gas antes de colgar las aves en el transportador aéreo. Este novedoso sistema suprime definitivamente la posibilidad de causarles cualquier tipo de lesión a las aves durante la fase de enganche en el transportador aéreo, ya que las aves se enganchan atontadas.



Figura 2.1: Recepción de guacales



Figura 2.2: Colgado de las aves

2.2. Aturdimiento

Este procedimiento previo a la matanza, que consiste en crear un estado de inconciencia en las aves, se lleva a cabo por varias razones:

- Mantenerlas inmovilizadas para que el sacrificio se haga con facilidad y precisión.
- Disminuir el dolor que sienten los animales durante la matanza.
- Reducir el stress que se origina durante el proceso de desangre.
- Lograr un continuo estado de quietud durante el desangre. Esto es suprimir el aleteo característico en las aves no atontadas.
- Disminuir el tiempo de desangre, ya que las aves permanecen inmóviles durante el recorrido por el túnel.

Actualmente, el método generalizado para insensibilizar las aves consiste en hacer pasar su cabeza a través de un depósito que contiene agua con sal electrificada (figura 2.3).



Figura 2.3: Aturdimiento de las aves

La tensión, eléctrica variará dependiendo del tamaño de las aves, pero el promedio usual es de 20 a 40 voltios durante 10 segundos aproximadamente.

2.3. Sacrificio y Desangre

El método más generalizado para realizar el sacrificio de aves es el corte de la vena yugular de un solo lado del cuello sin interrumpir el ligamento de la cabeza, la tráquea y el esófago.

La persona encargada de la matanza debe ubicarse a una distancia de la salida de atontador equivalente, en términos del tiempo, a unos diez segundos aproximadamente, lapso a partir del cual el corazón reinicia los latidos (figura 2.4).



Figura 2.4: Operación de sacrificio

Una vez sacrificadas, las aves inician su desangre en un estado de quietud y verticalidad, debido a que han sido atontadas previamente. Por lo general, la mayor parte de la sangre la botan en la primera mitad del recorrido (figura 2.5).



Figura 2.5: Desangrado

Un desangre deficiente causa los siguientes problemas:

- Baja calidad del producto final.
- Desarrollo de sabores indeseables.

- Apariencia desagradable.

La sangre representa aproximadamente el 7 % del peso vivo de las aves. Durante el desangre, éstas pierden alrededor del 50 % del total de su sangre. El tiempo promedio para lograr un buen desangre - que incluye la muerte del animal - es de 2 a 2.5 minutos.

2.4. Escaldado

Esta importantísima y delicada operación consiste en humedecer muy bien las plumas y aflojar los folículos de las mismas mediante el uso de agua caliente.

Debe tenerse un cuidado previo para garantizar que las aves, antes de ingresar a la escaladora, estén completamente muertas. De no ser así, ingerirán agua que se depositará en el interior, el cual se contaminará por la gran infestación bacteriana que caracteriza el agua de este equipo.

Las escaldadoras consisten en un tanque construido en lámina de acero galvanizado en caliente, encima del cual - separada aproximadamente un metro del nivel del agua - se instala una campana hecha en lámina metálica que se encarga de conducir el aire caliente al exterior. La agitación del agua se hace mediante motores eléctricos que accionan unas hélices (figura 2.6) . A título de ejemplo, anotemos que, para una velocidad de 4000 pollos por hora, una escaldadora de cuatro pasos utiliza motores de 5 HP.



Figura 2.6: Escaldado

Es importante recordar siempre que un adecuado escaldado es determinante para realizar un pelado bueno y eficiente con el número óptimo de peladoras. En

otras circunstancias, se incurriría en sub-utilización de estos equipos, lo que incrementaría sus costos de operación y mantenimiento.

2.5. Pelado

Esta operación siguiente al escaldado consiste en remover todas las plumas de las aves sin causarle maltrato alguno de la piel.

El proceso de pelado lo realizan dedos de caucho fabricados de un material suave y provistos de una serie de ranuras concéntricas, los cuales deben ser permanentemente humedecidos, para que el calor no los caliente excesivamente hasta cristalizarlos (figura 2.7).



Figura 2.7: Pelado

Además, el agua contribuye a mantener las ranuras despejadas para facilitar el retiro de plumas.

2.6. Lavado en general

Una vez que las aves han sido peladas, son sometidas a un lavado con agua fresca antes de ser enviadas a la sección siguiente: evisceración, para bajar un poco su temperatura exterior y remover cualquier elemento que se encuentre sobre su piel (figura 2.8).

Para el éxito del lavado no se requieren grandes cantidades de agua o gran presión, ya que esto a la larga se traducirá en mayores costos.



Figura 2.8: Lavado

2.7. Eviseración

El proceso de evisceración consiste en realizar una serie de operaciones previamente ordenadas con el fin de extraer los órganos internos de las aves.

La evisceración puede realizarse automáticamente en un alto porcentaje, (figura 2.9) como es el caso de las plantas en Estados Unidos y Europa, donde la mano de obra es costosa y procesan a diario grandes volúmenes de aves.



Figura 2.9: Eviserado automático

Estas operaciones también pueden efectuarse manualmente (figura 2.10 en su gran mayoría, como ocurre en los países latinoamericanos, ya que las cantidades de aves por hora procesadas son pequeñas comparadas con las de los países desarrollados.

Además, el empleo de equipos sofisticados exige el entrenamiento de personal especializado para su mantenimiento y reparación.



Figura 2.10: Eviserado manual

La evisceración de las aves puede realizarse de dos maneras según la posición que presenten en los ganchos: dos puntos o tres puntos.

El método de dos puntos, normalmente empleado en la mayoría de las plantas, consiste en asegurar el ave por las patas en el gancho transportador aéreo, de modo que queden en posición vertical con la espalda frente al operario. Este sistema también se utiliza para la evisceración automática.

En el método de tres puntos, también se colocan las patas de las aves en los ganchos, pero además, la cabeza del animal es ubicada en la otra punta del gancho, quedando de esta manera el ave paralela a la canal de evisceración, con la cloaca bien expuesta a los operarios. Este método es característico de las plantas que tienen un transportador aéreo tanto para el pelado como para la evisceración.

Los principales pasos en la evisceración son:

- Corte de la tráquea y el esófago.
- Extracción de la cloaca.
- Apertura del abdomen.
- Extracción de vísceras.
- Retiro del hígado, corazón, molleja y grasa.
- Corte de la vértebra del pescuezo.
- Extracción de buche y tráquea.
- Extracción de pulmones.
- Lavado de carcasa.
- Corte de patas.

2.8. Enfriamiento de la carcasa

El objetivo primordial de esta fase es el lavado de la carcasa y su hidratación, para así disminuir o retardar el crecimiento bacteriano, causante principal de cambios deteriorantes, así como para ayudar al ablandamiento de la carne.

Puede realizarse por varios métodos: aire, agua con hielo, nitrógeno líquido, etc. El método más usado comúnmente en América es el de la inmersión en agua helada o con hielo, ya que es el más económico y eficiente de los sistemas de enfriamiento.

El equipo más utilizado para este tipo de enfriamiento es el chiller de tornillo. Como su nombre lo indica un gran tornillo sin fin gira, dentro de un gran tanque, generalmente de manera muy lenta, y además se produce una agitación de agua mediante una inyección de aire en la parte inferior del tanque (figura 2.11).



Figura 2.11: Enfriamiento del pollo

Dependiendo del grado de turbulencia que se produzca en el agua, la hidratación de las canales será mayor o menor. Cuando la agitación es alta, se obtiene un mayor porcentaje de absorción. La característica y ventaja de este tipo de equipos es que la hidratación se distribuye uniformemente, dado que los pollos salen en el mismo orden en que han entrado, pues el tornillo genera un desplazamiento uniforme de las carcasas.

2.9. Transporte aéreo de escurrimiento.

La canal sale automáticamente del enfriador final y es colocada inmediatamente por uno de sus muslos o alas en los ganchos del transportador aéreo de escurrimiento.

Se denomina así, ya que su propósito es lograr que drene parte del agua que se halla depositada en los bolsillos que se forman entre la cavidad abdominal y la piel, así como también entre éste y la carne (figura 2.12).



Figura 2.12: Ecurrido del pollo

Generalmente, la carcasa debe salir a una temperatura promedio de 2°C medida en la pechuga. Su recorrido en el transportador aéreo es de 2 minutos y 30 segundos aproximadamente, durante el cual la temperatura de la canal se incrementa aproximadamente 2°C. En este trayecto se produce una pérdida de hidratación alrededor del 4 %.

2.10. Empaque

Las aves que han cumplido con todas las normas de calidad son empacadas con o sin menudencias, de acuerdo con la demanda del mercado.

Las canales enteras son empacadas en bolsas de polietileno, teniendo en cuenta de doblar adecuadamente sus muslos sobre el abdomen, para mejorar su presentación y facilitar el sellado de la bolsa manual o automáticamente.

El sistema de empaque manual para las carcasas enteras es el más generalizado por su bajo monto de inversión en equipos: sólo requiere un embudo fabricado en acero inoxidable y tres operarios para hacer la labor: uno que toma los pollos y los pasa a través del embudo, otro que coloca la bola en el extremo y, por último, un tercero que engrapa o anuda manualmente el empaque.

Dado el cuello de botella que ocasiona la operación anteriormente descrita, muchas plantas han optado por el empaque semi-automático, que efectúa un solo trabajador, quien toma las canales y las pasa a través de un embudo que se abre y sostiene cada

bolsa automáticamente; luego las engrapa o anuda para depositarlas en canastilla (figura 2.13).



Figura 2.13: Empaque

De igual manera, las menudencias son empacadas en forma manual o automática, usándose, por ejemplo, bolsas de polietileno en Colombia o papel parafinado en otros países.

El empaque de las menudencias - menudos - también ha sido automatizado para evitar los tradicionales represamientos de productos no sólo en los chillers correspondientes sino en las mesas donde se descargan los mismos. La máquina utilizada para ello consiste en un transportador que tiene sendos recipientes donde se depositan los distintos órganos, los cuales son descargados en una tolva que los conduce a una llenadora que forma automáticamente la bolsa, partiendo de un rollo de lámina plástica. El rendimiento y la versatilidad de este equipo son muy buenos.

2.11. Desprese de aves

Para facilidad de la clientela, se ha generalizado el corte o trozamiento de las carcasas (figura 2.14), que son ofrecidas a granel en bolsas plásticas o en bandejas de icopor. Esta fase, posterior al procesamiento de las aves, demanda especial cuidado, sobre todo en el manejo de las temperaturas e hidrataciones para minimizar la merma que se presenta durante ella.

Por tal motivo, en algunas plantas deciden darle un golpe de frío a las presas en los túneles de congelación, generalmente por un espacio de una hora, o dejarlas almacenadas en cuartos de refrigeración hasta el día siguiente.



Figura 2.14: Pollo despresado

El desprese, según las cantidades que se manejen, puede hacerse manualmente utilizando máquinas despresadoras de discos y en conos fijos o móviles instalados sobre un transportador de banda (figura 2.15).



Figura 2.15: Despresadoras de disco

Independientemente del sistema de corte que se use, el objetivo es despresar las carcasas lo más anatómicamente posible, en especial en aquellas presas próximas a la pechuga, que es la parte del ave que tiene mayor valor comercial. De no hacerlo se incurre en el error de sacar al mercado productos de bajo precio con residuos de pechugas, como es el caso de las alas.

En algunas ocasiones se efectúan deliberadamente los cortes, sobre todo de los muslos, de tal manera que su tamaño se aumenta para impactar visualmente a la clientela, como es el caso de los pernils que se cortan incluyéndoles parte del

contramuslo.

2.12. Fileteado

Las partes del pollo que tienen suficiente carne, son candidatas para realizar el proceso de deshuesado. El fileteado generalmente viene después del corte, en donde son seleccionadas piezas especiales para esta operación. Sin embargo la carne de la pechuga puede ser removida mientras la carcasa permanece en el cono al final de la línea de corte.

La mayoría de las operaciones del fileteado se realizan con cuchillo y son dispendiosas y repetitivas. Después del desprendimiento de la carne del hueso, se hacen tareas de arreglo del filete de acuerdo a los requerimientos del cliente.

2.12.1. Fileteado de perniles

El fileteado de perniles de pollo ha sido durante mucho tiempo una operación realizada manualmente, la cual tienen inconvenientes tales como larga duración en el proceso, peligro por la manipulación de cuchillos, desperdicio de carne que se queda en el hueso, problemas de salud ocupacional debido a la repetición de los movimientos realizados a las bajas temperaturas a las que se encuentran las plantas avícolas. El fileteado de perniles se puede resumir en tres pasos:

1. Se realiza un corte en la parte alta de muslo (rodilla) hacia el tobillo (figura 2.16).

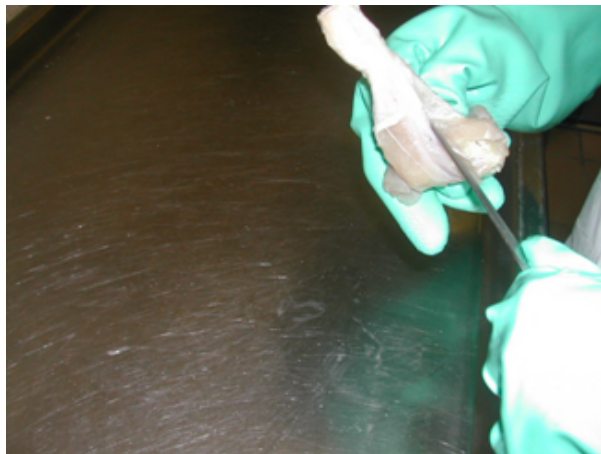


Figura 2.16: Corte inicial del fileteado

2. Con ayuda del cuchillo se desprende la carne del hueso.
 3. Se realiza un último corte para desprender el cartílago del tobillo (figura 2.17).
- Este procedimiento tiene una duración promedio de 20 seg.

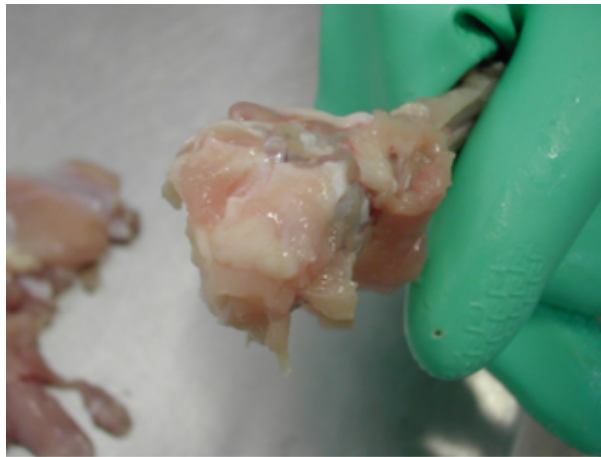


Figura 2.17: Desprendimiento del cartilago

2.13. Características generales de los perniles

Estas son las medidas promedio de un pernil de pollo que es procesado en las plantas de beneficio en Colombia y que serán fileteados en la máquina.

- Altura (H)= 11 - 13 cm
- Diametro de la rodilla (D)= 4,5 - 6,5 cm
- Diametro del tobillo (d) = 2 - 3 cm
- Tipo de pernil a ser procesado: Pernil fresco y sin piel, máximo 6 horas

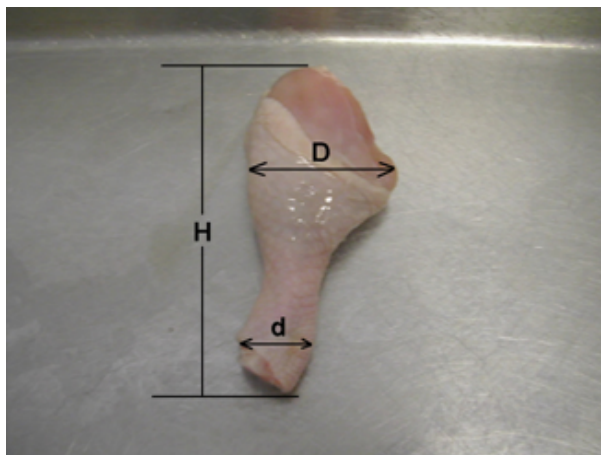


Figura 2.18: Dimensiones generales de los perniles del pollo

Capítulo 3

MAQUINAS EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS

En los procesos productivos de la industria de alimentación y bebidas se utilizan una amplia variedad de máquinas, entre ellas se pueden destacar:

- FPM (Maquinaria de Proceso de Alimentos) tales como: congeladores, cocinas, pasteurizadoras, esterilizadoras, mezcladoras, prensas), máquinas de conformación, máquinas de llenado de botellas y taponadoras, máquinas de embalar.
- Para la logística interna: cintas transportadoras y sistemas de elevación.
- Servicios generales: compresores de aire y de refrigeración.
- Sistemas de transferencia de calor y frío.

No sólo la maquinaria específica de este sector, sino toda la línea completa del proceso productivo debe satisfacer las exigencias más elevadas desde el punto de vista de la higiene. En realidad, la calidad y la seguridad de los alimentos elaborados industrialmente dependen, en gran medida, de la forma en que estos se hayan limpiado, desinfectado, esterilizado y conservado.

Los equipos de proceso que hayan sido diseñados sin prestar la suficiente atención a la higiene aumentarán el riesgo de infección y reducirán la fiabilidad de la máquina.

3.1. REQUISITOS DE DISEÑO HIGIENICO

Los requisitos más importantes relacionados con el diseño higiénico de los equipos de procesamiento de alimentos son los siguientes:

- Los materiales que entren o que puedan entrar en contacto con los productos alimenticios deberán ser inertes, es decir deben tener una calidad alimentaria.
- La máquina deberá diseñarse y construirse de tal modo que dichos materiales puedan estar limpios antes de cada utilización.

- Tanto las superficies como sus conexiones serán lisas, y no tendrán ni rugosidades ni cavidades que puedan albergar materias orgánicas.
- Los ensambles estarán diseñados para reducir al máximo los salientes, los rebordes y los repliegues. Se realizarán preferentemente por soldadura o por fundición.
- No deberán utilizarse tornillos, tuercas y remaches, salvo que sea técnicamente inevitable.
- Todas las superficies que entren en contacto con los productos alimenticios deberán poder limpiarse y desinfectarse fácilmente, en su caso, previa retirada de aquellas partes que sean fácilmente desmontables. Las superficies internas estarán empalmadas por cavetos de radio suficiente para posibilitar una limpieza completa.
- Los líquidos procedentes de los productos alimenticios y los productos de limpieza, desinfección y aclarado habrán de poder desaguar hacia el exterior de la máquina sin encontrar obstáculos (eventualmente, en posición de "limpieza").
- La máquina deberá diseñarse y fabricarse de manera que los productos auxiliares (por ejemplo, lubricantes, etc.) no puedan entrar en contacto con los productos alimenticios. En su caso, la máquina deberá diseñarse y fabricarse para que pueda comprobarse el cumplimiento permanente de esta condición.

3.2. MAQUINAS FILETEADORAS

3.3. MAQUINAS FILETEADORAS DE PERNILES DE POLLO

Las máquinas fileteadoras de pernils operan generalmente bajo el "método de diafragma". El pernil es posicionado sobre un conjunto mecánico, que en uno de sus extremos tiene una membrana de caucho "diafragma", esta membrana tiene un agujero en el medio, el nudillo del tobillo es ubicado contra la membrana.

El pernil es empujado por un pistón a través del agujero y es solamente el hueso el que atraviesa la membrana.

La carne permanece del lado de donde se empuja el pernil.

El "método de diafragma" resulta muy eficiente en cuanto a que la carne que se queda en el hueso es muy poca debido a que la membrana de caucho sigue el contorno del hueso.

La diferencia entre las máquinas fileteadoras de pernils radica principalmente en la forma como se posiciona el pernil, y existen de diferentes tipo.

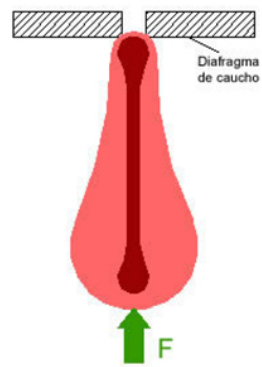


Figura 3.1: Posicionamiento del pernil

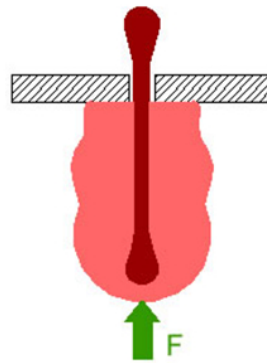


Figura 3.2: Acción de la membrana en el pernil

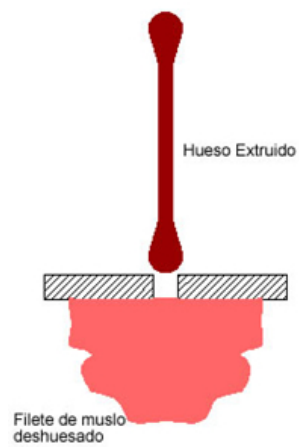


Figura 3.3: Resultado final del fileteado

3.3.1. Fileteadoras verticales

Para este procedimiento el muslo se posiciona siempre manualmente entre un pistón de empuje y la membrana de caucho (figura 3.4). Las membranas y los pistones giran solidariamente. El empuje del pistón se ejerce mediante una pista ubicada en la parte superior de la máquina. Después de realizar el fileteado, el hueso sale por la parte inferior y el filete es extraído por raspadores (figura 3.5).

Es importante notar que en las fileteadoras verticales la posición del muslo ayuda al pistón en la operación de empuje, además la extracción del hueso y el filete es sencilla, pero debido al tamaño del muslo es complicada la ubicación entre el pistón y la membrana. Por otro lado el operario alimentaría la máquina con dificultad y muy lentamente, debido a que tiene que esperar a que el pistón asegure el muslo.



Figura 3.4: Fileteadora vertical



Figura 3.5: Operación de fileteado vertical

3.3.2. Fileteadoras horizontales

En este tipo de máquinas el muslo es puesto manualmente (tirado) en un molde el cual tiene en uno de sus extremos la membrana y en otro el pistón. La operación de fileteado se realiza igualmente utilizando el “método de diafragma”. La alimentación de la máquina es muy rápida y práctica debido al molde, además los principios de extracción de la carne y el hueso son sencillos. Debido a su sistema de módulos, emplea una mayor cantidad de piezas de recambio lo que implica que la solución puede ser más costosa en su fabricación.

Capítulo 4

FASE EXPERIMENTAL EN EL PROCESO DE DISEÑO

Antes de definir el diseño final de la máquina se realizó, una etapa experimental, en donde se hicieron pruebas con dos tipos diferentes de mecanismos, uno en donde el filete esta en posición horizontal y otro verticalmente, al ser realizada la operación del fileteado.

Al llevar a cabo estas pruebas se analizaron ventajas y desventajas y después de esto se llegó a la decisión final en el diseño. A continuación se muestran los resultados de estas pruebas.

4.1. PERNIL EN POSICION VERTICAL

Para este procedimiento se construyó una prensa manual experimental que hará la fuerza sobre el pernil. Se posiciona manualmente entre un pistón de empuje y la membrana de caucho (figura 4.1), haciendo que el hueso pase a través de la membrana y el filete quede en la parte superior (figura 4.2).

Después de realizar pruebas con el mecanismo se llegó a las siguientes conclusiones:

Ventajas

- La posición del muslo ayuda al pistón en la operación de empuje.
- La extracción del hueso es sencilla.

Desventajas

- Debido al tamaño del muslo es complicada la ubicación entre el pistón y la membrana. El operario alimentaría la máquina con dificultad y muy lentamente,



Figura 4.1: Operación experimental de fileteado vertical



Figura 4.2: Resultado en la operación de fileteado vertical, Notese, en la parte inferior salida del hueso pelado

debido a que tiene que esperara que el pistón asegure el muslo, antes de retirar la mano, implicando un tiempo de riesgo de accidente.

- Para la extracción del filete en una futura máquina seria complicada, debido a la implementación de mecanismos para tal fin.

4.2. PERNIL EN POSICION HORIZONTAL

En esta operación el muslo es puesto manualmente en un molde experimental el cual tiene en uno de sus extremos la membrana y en otro el pistón (figura 4.3). La presión del pistón es ejercida por un pistón neumático. El cual hace pasar el hueso a través de la membrana y el filete queda en el lado del molde (figura 4.4).

La operación de fileteado en la posición horizontal nos dio los siguientes resultados:

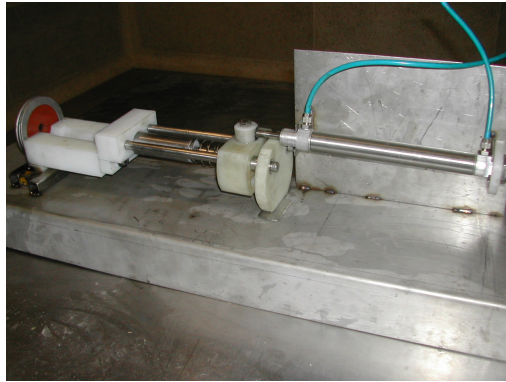


Figura 4.3: Mecanismo experimental para la operación de fileteado horizontal, de acción neumática

Ventajas

- La alimentación de la máquina es muy rápida y práctica debido al molde, sin necesidad de sostener el pernil sin tiempo de riesgo de accidente.
- Los principios de extracción de la carne y el hueso son sencillos.
- El principio de operación para el pistón es simple.
- La utilización de plástico para la fabricación del módulo facilita el mecanizado.



Figura 4.4: Resultado en la operación de fileteado horizontal, notese la salida del hueso pelado por la parte frontal

Desventajas

- El sistema de módulos emplea una mayor cantidad de piezas de recambio de plástico.
- Esta solución puede ser más costosa en su fabricación.

La técnica que he elegido es la de la extrusión en posición horizontal, debido en gran medida a que su producción o eficiencia no depende de la capacidad de los operarios, ya que en la posición vertical se presente un problema al tener que esperar a que el pistón baje un poco para asegurar el pernil caso contrario a la extrusión horizontal en donde el muslo es simplemente puesto en el molde, es cierto que se incurre en un poco más de costos al construir esta solución, pero esto se compensa con la mayor cantidad de pernils fileteados por unidad de tiempo.

La máquina se construirá de acuerdo a los requerimientos de sanidad e higiene para este tipo de procesos, tales como la utilización de materiales inertes (Acero Inoxidable 304, cauchos y plásticos compatibles para manipulación de alimentos), aislamiento de las zonas en donde se manipulara el alimento y fácil acceso para la limpieza y desinfección

Capítulo 5

DESCRIPCION DE LA FILETEADORA

Para la descripción de la máquina primero se explicará en qué consiste el módulo porta - pernils y después haremos un recorrido por cada uno de los pasos que hace el pernil al ser fileteado, ellos son:

- Cargue de pernils.
- Transporte en módulos.
- Empuje del pistón y fileteado del pernil.
- Expulsion del hueso.
- Extracción del filete.

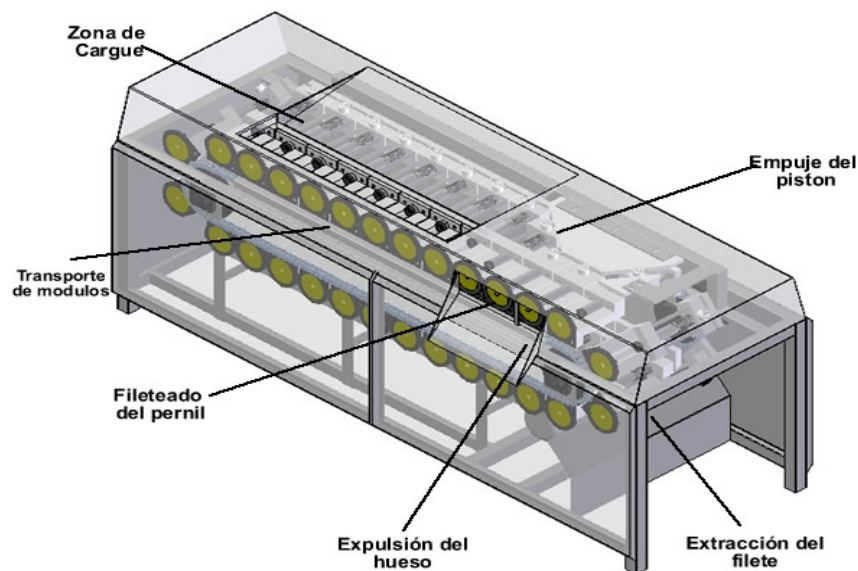


Figura 5.1: Vista general de la máquina

5.1. MODULO DE FILETEADO

El módulo en donde se realiza la operación del fileteado, esta compuesto de un sistema de empuje, que se mueve sobre un molde en donde el pernil es posicionado.

El sistema de empuje consta de un bloque de plástico que desliza sobre unas guías, en la parte superior tiene un seguidor plástico quien transmite la fuerza de empuje de la leva que se encuentra en la máquina, además en la parte frontal tiene roscada una varilla que empuja el pernil, esta varilla a su vez desliza a través de un resorte y un tubo embujado. Este resorte permite que el tubo se deslice con todo el conjunto completo y una vez llegue al final del recorrido se comprima y permita que el bloque plástico avance más, haciendo que la varilla haga el último esfuerzo sobre el pernil.

Como se mencionó anteriormente el molde plástico es donde es posicionado el pernil este tiene en el centro de su cara superior una cavidad por donde desliza el tubo embujado, y en su parte frontal esta sujeto el sistema porta membrana.

Este último consta de dos piezas la primera es una platina que va sujeta al molde plástico y tiene una cavidad en donde es posicionada la membrana. En la parte inferior tiene dos ganchos sujetadores, aquí es donde se coloca un aro quien tiene la función de ajustar la membrana a todo el conjunto.

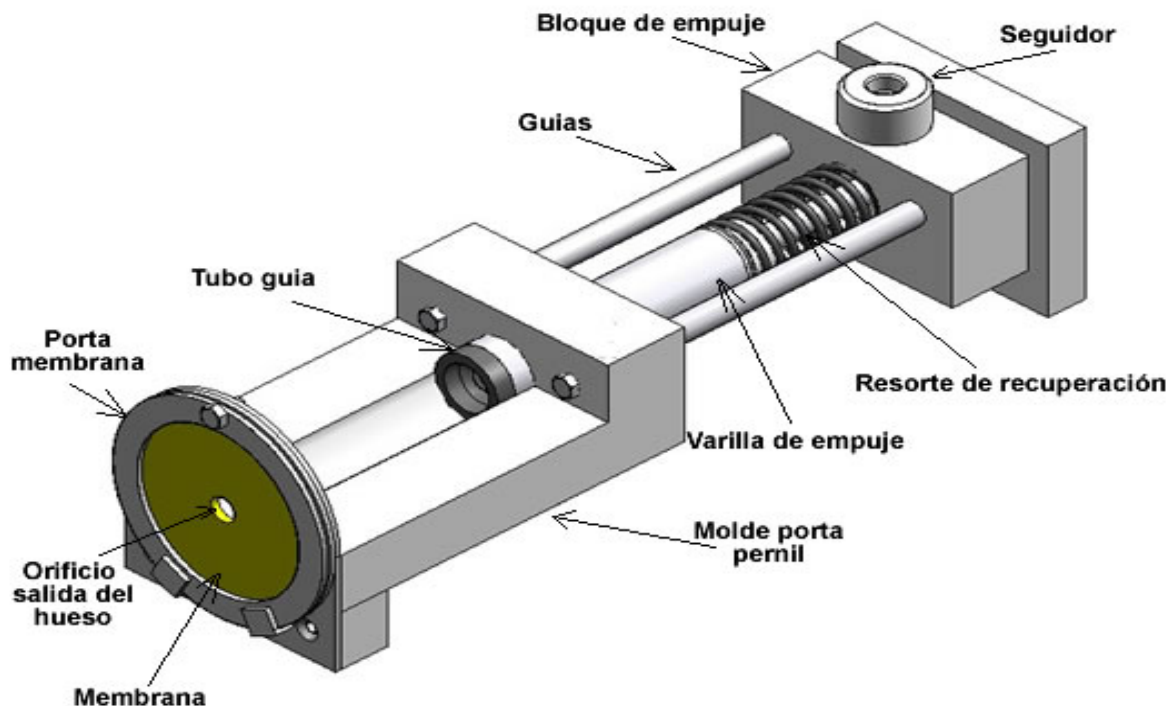


Figura 5.2: Conjunto porta pernil

5.2. CARGUE DE LOS PERNILES

El cargue o alimentación de los pernils en la máquina se hace de forma manual, para ello el operario sacará pernils de una bandeja que se encuentra ubicada en la guarda superior de la máquina y los ubicara en los módulos que en ese momento transitan descubiertos, los pernils serán ubicados con el tobillo del pernil contra la membrana (de frente al operario), como lo indica la figura 5.3.

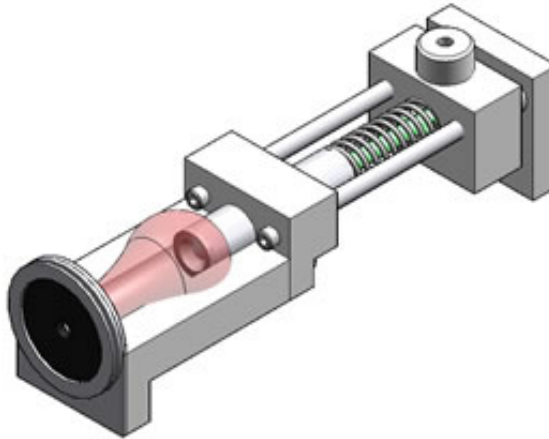


Figura 5.3: Ubicación del pernil en el molde

5.3. TRANSPORTE DE LOS MODULOS

Los módulos son transportados a través de la máquina por medio de dos cadena de rodillos en acero inoxidable con aditamentos especiales para el agarre de estos (figura 5.4) situadas en los extremos de cada módulos. En la parte inferior deslizan sobre guías, utilizando el principio de una banda transportadora.

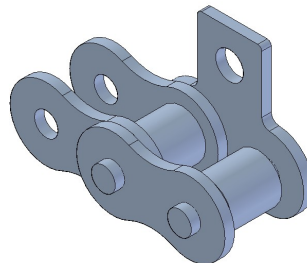


Figura 5.4: Aditamentos especiales

Esta cadena se desplaza por medio de una guía plástica que le da soporte en su desplazamiento (figura 5.5), en sus extremos es jalada por un piñón dentado

solidario a un eje, este a su vez es movido por otra cadena de rodillos que viene de un moto reductor.

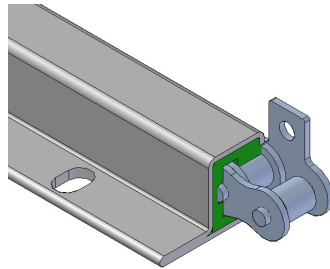


Figura 5.5: Cadena deslizando dentro de la guía

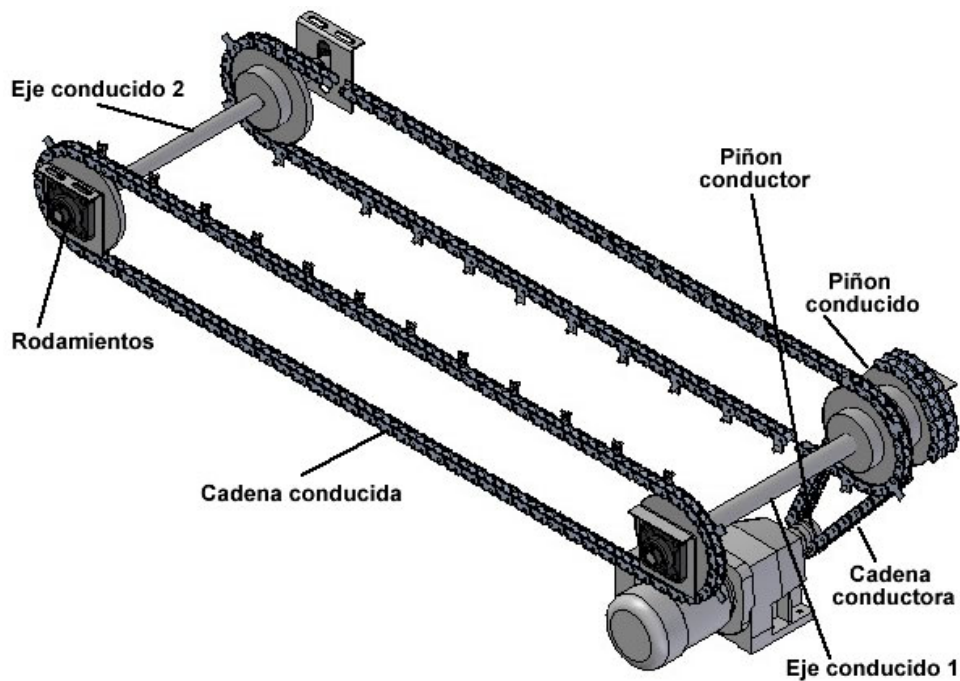


Figura 5.6: Sistema de transmisión de potencia

5.4. EMPUJE DEL PISTON Y FILETEADO DEL PERNIL

El empuje del pistón se realiza por medio de una leva, esta actúa sobre el seguidor que tiene cada uno de los módulos, este a su vez, hace que el bloque móvil deslice sobre las guías hacia adelante y el pistón llegue hasta la membrana, el hueso del pernil pasa a través de la membrana y el filete queda sobre el bloque. (figura 5.7).

Una vez la operación de fileteado es realizada, otra leva, ayudada por los resortes

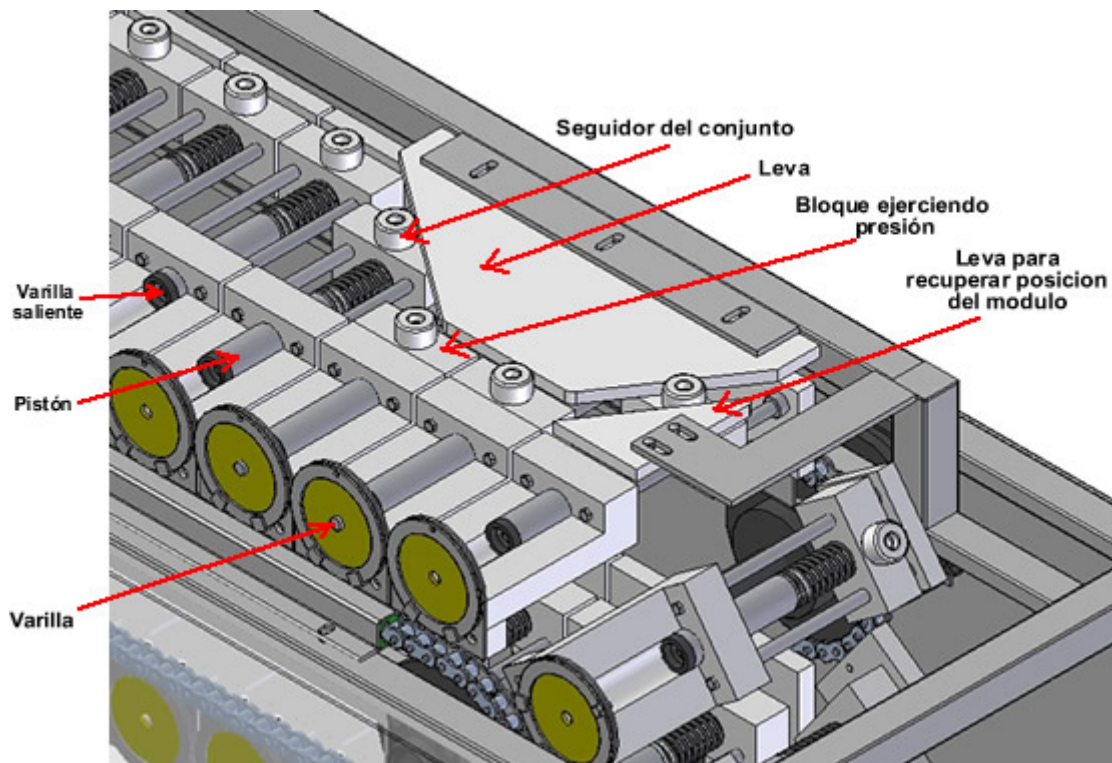


Figura 5.7: Empuje del pistón mediante el sistema seguidor - leva

de cada módulo, se encarga de volver el bloque de empuje a la posición inicial del proceso.

5.5. EXPULSION DEL HUESO

Una de las guardas frontales tiene un dispositivo porta bandeja, este consta de una varilla “quiebra huesos” que hace la operación de girar el hueso que sale de la membrana y ponerlo en posición paralela al movimiento de los módulos. Además, una cuchilla que hace el desgarre del tendón que tiene el pernil en el hueso de la rodilla y una bandeja por la cual desliza el hueso procesado (figura 5.8).

Este dispositivo va sujeto a la bandeja por medio de tornillos y se ajusta a la guarda superior por medio de una platina que se encuentra en la parte frontal de dicha guarda.

5.6. EXTRACCION DEL FILETE

Una vez la operación de fileteado se ha realizado, la carne queda en la parte superior del módulo, en la parte inferior de la máquina se encuentra una lámina que posee dos dedos extractores de caucho que hacen una operación “raspado” sobre

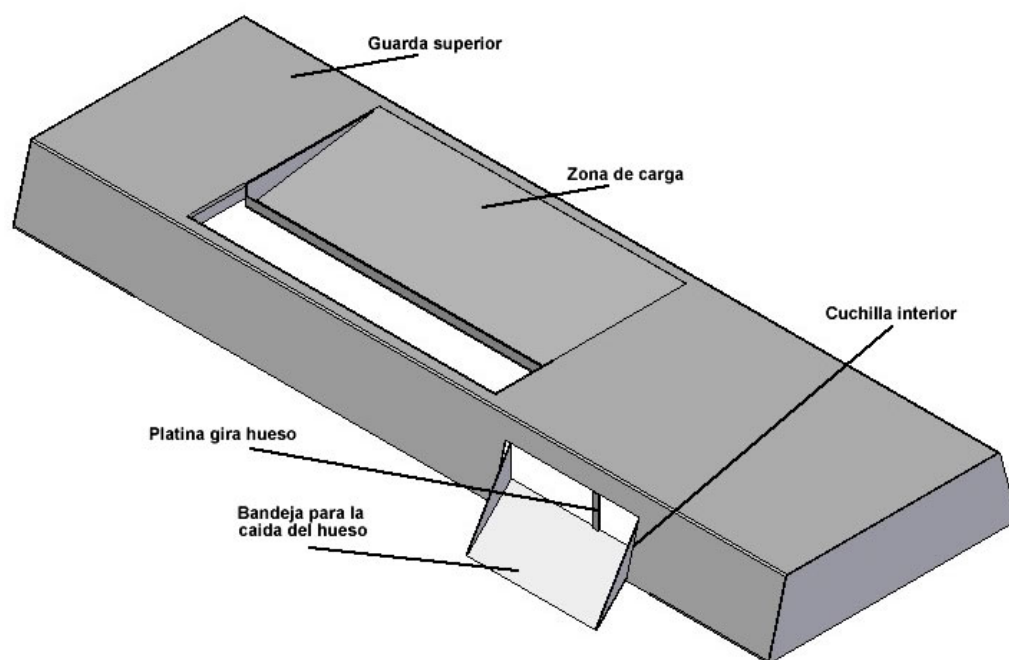


Figura 5.8: Bandeja para la salida del hueso

todos los módulos, extrayendo la carne procesada y enviándola hacia una bandeja que lleva el filete hasta la canasta recolectora (figura 5.9).

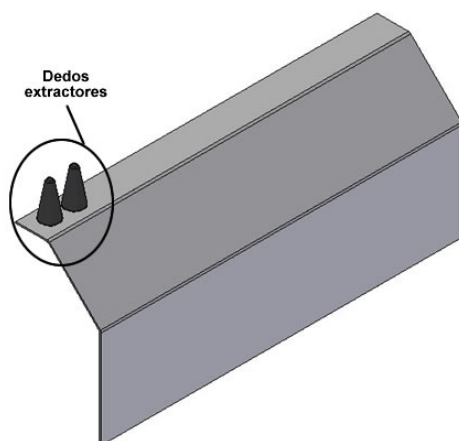


Figura 5.9: Bandeja para la salida del filete

Capítulo 6

DISEÑO DE LA FILETEADORA DE PERNILES

Para el diseño de la fileteadora se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- La alimentación de la máquina sera manual.
- La máquina tendrá capacidad para filetear entre 50 y 60 pernils por minuto.
- Los pernils son frescos y se les debe cortar previamente el hueso del tobillo.
- La temperatura de operación sera entre 2°C y 6°C.

Además, debido a que algunos componentes de la máquina estarán en contacto con alimentos estos serán construidos con materiales inertes. Los demás elementos serán fabricados con materiales de alto grado de resistencia a la corrosión puesto que estarán en contacto directo con agua, ya que estos equipos se deben limpiar después de cada jornada de operación para evitar la acumulación de residuos de alimentos.

Con los parámetros obtenidos y la información recopilada se procede a elaborar esquemas de las partes de la máquina con el fin de determinar valores geométricos de las piezas que van a hacer parte constitutiva de la máquina.

6.1. SELECCION DEL SISTEMA TRANSMISION DE POTENCIA

El objetivo en la selección de la transmisión de potencia es determinar los elementos y condiciones que permitan hacer girar los módulos de una manera segura y confiable.

6.1.1. Cadena de arrastre de los módulos

La selección de estos componentes se ha hecho para cumplir con las necesidades geométricas de los módulos, después de realizar los cálculos se corrobora-

rá que los componentes cumplan con los requerimientos de resistencia de los materiales.

Distancia entre centros = 1315 mm

Diámetro de los piñones = 192.8 mm

Número de dientes de los piñones = $Z = 30$

Paso de la cadena = 3/4" (No. 60)

Número de módulos: 28

No. de veces por minuto: 60

Cálculo de la longitud de la cadena:

La longitud de la cadena viene dada por la siguiente expresión:

$$L_{cad} = 2 * C + \frac{S}{2} + \frac{K}{C} \quad (6.1)$$

En donde:

C = Distancia entre centros (en pulgadas) dividido el paso de la cadena.

$$C = Dis_{cen} / 25,4 / Paso_{cad}$$

S = Número de dientes del piñón conductor más el numero de dientes del piñón conducido.

$$S = Z_{conducido} + Z_{conductor}$$

D = Se calcula el factor D . Número de dientes del piñón grande menos número de dientes del piñón pequeño.

$$D = Z_{mayor} - Z_{menor}$$

K = Después del cálculo de D se obtiene K de la siguiente tabla:

Calculando:

$$C = 1315 / 25,4 / 0,75 = 69,02$$

$$S = 30 + 30 = 60$$

$$D = 30 - 30 = 0$$

$$K = 0$$

$$L_{cad} = 2 * 69,02 + \frac{60}{2} + \frac{0}{69,02}$$

$$L_{cad} = 168,04 \approx 169 \text{ Eslabones} = 169 * 0,75 = 126,75 \text{ pulg} = 3219,5 \text{ mm}$$

Cálculo de la velocidad de rotación del piñón:

Para este proceso se tuvieron en cuenta la cantidad de filetes por minuto a ser procesados y los factores geométricos hallados anteriormente:

Longitud de la cadena: 3219.5 mm

$$Vel_{cad} = \frac{L_{cad} * Rep_{min}}{\#modulos} = \frac{(3,219m * 60)}{28} = 6,89m/min = 0,114m/sg \quad (6.2)$$

$$\omega_{cad} = Vel_{cad}/r = 0,114/0,0964 = 1,192rd/sg = 11,3RPM \quad (6.3)$$

6.1.2. Cadena de transmisión de potencia

Esta cadena se seleccionará de acuerdo a los requerimientos de potencia y velocidad de giro del piñón conductor. En esta sección solo se calculara la velocidad de giro. Después de calcular la potencia requerida se dimensionará la cadena.

Cálculo de la velocidad de rotación del piñón:

Para este cálculo asumiré un diámetro de piñón conductor. Lo que trataré de evitar es que el piñón gire a una velocidad muy baja, ya que a medida que se disminuye la velocidad de rotación tendré que aumentar el paso de la cadena para así tener una mayor resistencia.

Numero de dientes del piñón: 10

$$RPM_{con} * Z_{con} = RPM_{condu} * Z_{condu} \Rightarrow RPM_{con} = \frac{RPM_{condu} * Z_{condu}}{Z_{con}} \quad (6.4)$$

$$RPM_{con} = 11,3 * 30/10 = 33,9RPM$$

6.2. CALCULO DE LA FUERZA DE EMPUJE DEL PISTON

Debido a que no existe un modelo matemático para hallar la fuerza que se necesita para hacer pasar el hueso por la membrana se realizó una fase experimental en donde se determinó el valor de dicha fuerza.

Esta prueba se realizó con uno de los módulos sujeto a una mesa y en uno de sus extremos fue adaptado un cilindro neumático, que simuló la fuerza que hace la leva en el mecanismo (figura 6.1). A la entrada del cilindro se adapto un regulador de aire y este a su vez tenía un manómetro, para saber la presión a la entrada del actuador.

Conociendo además el area del pistón del cilindro se puede calcular la fuerza que se necesita para vencer la resistencia de la membrana (figura 6.4).

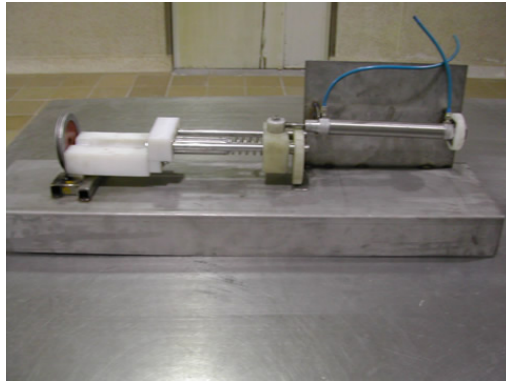


Figura 6.1: Montaje de módulo a la mesa



Figura 6.2: Resultado de la operación con cilindro neumático, notese la salida del hueso pelado por la parte frontal

La presión de aire a la que se obtuvo el resultado deseado fue de 6 Bar.

Por consiguiente:

Díámetro del cilindro = $4,5cm$

Area del cilindro:

$$A_{cil} = (0,0225m)^2 * \pi = 1,59 \times 10^{-3} m^2 \quad (6.5)$$

Presión de aire: $P_{cil} = 6Bar = 600000 N/m^2$

Fuerza del pistón:

$$F_{pis} = P_{cil} * A_{cil} = 600000 N/m^2 * 1,59 \times 10^{-3} m^2 = 954,25 N \quad (6.6)$$

6.3. CALCULO DE LA POTENCIA REQUERIDA

Una vez calculada la fuerza de empuje necesaria, calculé la fuerza que se requería para mantener los módulos en rotación. Para ello me base en los cálculos típicos de una banda transportadora, ya que la máquina funciona bajo el mismo principio, es decir posee elementos que son arrastrados sobre guías de desgaste.

Existen dos tipos de estados para los módulos. El primero es el bloque que está en la parte superior, en donde, además de la operación de arrastre del conjunto se le adiciona la fuerza de fricción entre la cadena y la guía. Y el segundo es el bloque que se encuentra en la parte inferior en donde la única fuerza de arrastre presente es la que le ejercen las guías que los soportan.

Por último se adicionan, la fuerza de empuje que está haciendo el pistón en el módulo que esta realizando la operación de fileteado, y los pesos de los bloques y el pollo que esta siendo procesado.

Datos para realizar el cálculo:

F_1 = Factor de fricción de los módulos y las platinas de soporte = 0.2

F_2 = Factor de fricción de las cadenas y las guías = 0.3

W_1 = Peso de los módulos = 2.8 Kg * 28 (módulos) = 78.4 Kg

W_2 = Peso de la cadena = 1.6 Kg/m * 2.557 m = 4.09 Kg

W_3 = Peso del pollo = 0.3 Kg * 8 (piezas) = 2.4 Kg

L_1 = Longitud guía de las cadenas = 1.14 m

L_2 = Longitud guía para módulos = 1.3 m

F_{pis} = Fuerza requerida por el pistón para hacer el empuje = 954.25 N

G = Gravedad = 9.8 m/sg

$$F_t = ((W_1 + W_3) * F_1 * L_2 * G) + (W_2 * F_2 * L_1 * G) + (W_1 * F_1 * L_2 * G) + F_{pis} \quad (6.7)$$

$$F_t = (78,4 + 2,4) * 0,2 * 1,3 * 9,8 + (4,09 * 0,3 * 1,14 * 9,8) + (78,4 * 0,2 * 1,3 * 9,8) + 954,25$$

$$\text{Fuerza total: } F_t = 1373,59N$$

Cálculo del torque:

$$T_t = F_t * r_2 = 1373,59N * 0,03505m = 48,14N * m = 426,01lb * pulg \quad (6.8)$$

Cálculo de la potencia:

$$Pot_{req} = (T_t * RPM) / 63000 = (426,01 * 33,9) / 63000 = 0,23HP \quad (6.9)$$

Potencia real:

La potencia calculada anteriormente no incluye la potencia adicional necesaria para superar las deficiencias mecánicas, tales como, soportes de ejes, reductores, etc.

Para ello utilizaremos valores de la tabla 5.1

Cuadro 6.1: Perdidas de eficiencia en los componentes mecánicos

ELEMENTOS DE MAQUINARIA	PROMEDIO DE PERDIDAS
Chumaceras comunes	2 a 5 %
Chumaceras de bolas	1 %
Reductores de engranajes helicoidales	5 %
Reductores de engranajes de tornillo sin fin	5 %
Cadenas de rodillos	3 a 5 %
Bandas en V	2 a 4 %

La máquina cuenta con un motoreductor de tornillo sin fin, 4 chumaceras y 3 cadenas de rodillos esto nos daría una ineficiencia mecánica del 40 %.

Con este dato procedemos al cálculo de la potencia real:

$$Pot_{rea} = \frac{Pot_{req}}{100\% - \%Perdidas} * 100 = \frac{0,23HP}{100 - 40} * 100 = 0,38HP \quad (6.10)$$

6.4. CALCULO DE LOS EJES

Para el cálculo de los ejes, primero hallamos las fuerzas que llegan a cada uno de los piñones.

Cálculo del piñón No.1:

Este piñón se selecciono de acuerdo a los requerimientos dinámicos y de potencia en la máquina.

El piñón seleccionado fue un 602B10, piñón para cadena doble No. 60 y de 10 dientes (ver anexo D).

Los piñones que se mencionaran, fueron seleccionados todos por dimensiones y lo que se hizo fue, un chequeo por resistencia (ver anexo D).

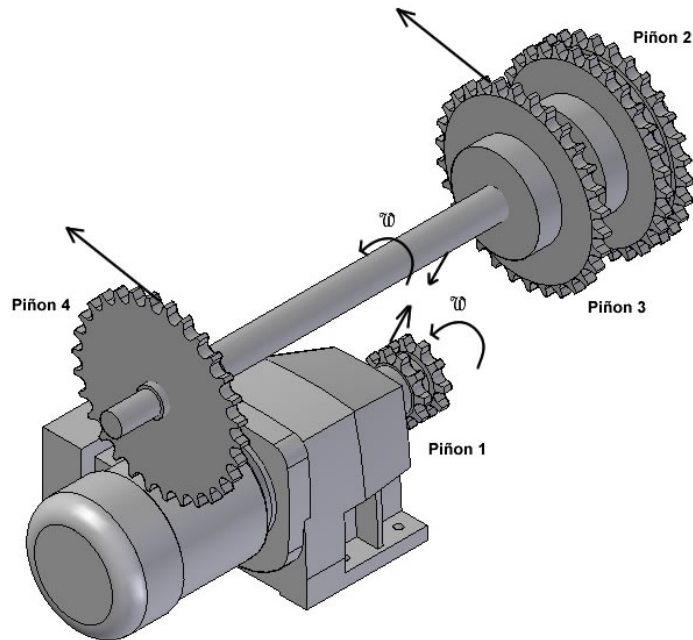


Figura 6.3: Moto - reductor y eje principal

Cálculo del piñón No.2:

1. Angulo de incidencia de la cadena sobre el piñón

D_c = Distancia entre centros = 404.31 mm

R = Radio de piñón mayor

r = Radio de piñón menor

α = Angulo que la cadena forma con el plano horizontal = 57.91°

$$\alpha_2 = \sin^{-1}[(R - r)/D_c] = \sin^{-1}[(96,4 - 35,05)/404,31] = 8,72^\circ \quad (6.11)$$

2. Torque en el piñón

RPM_{pinon2} = Velocidad de giro del piñón = 10

Pot = Potencia de llegada = 0.5 Hp

$Eff.$ = Eficiencia = 0.95 %

W_{p2} = Peso del piñón = 7.83 Kg = 76.73 N

P_{p2} = Fuerza resultante en el piñón 2.

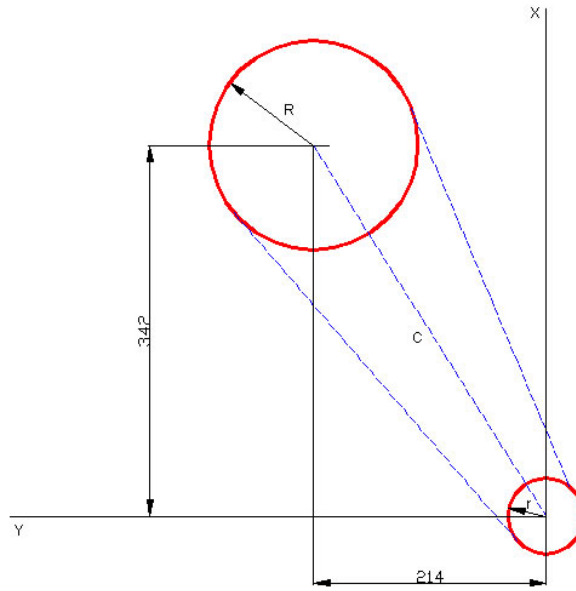


Figura 6.4: Posición de los piñones

$$T = \frac{Pot * Eff. * 63000}{RPM_{pinon2}} = \frac{0,5 * 0,95 * 63000}{10} = 2992,5 Lb - pulg = 338,15 N - m \quad (6.12)$$

$$\Sigma M_o = P_{p2} * 0,0964 = T \implies P_{p2} = 338,15 / 0,0964 = 3507,85 N \quad (6.13)$$

$$+ \downarrow \Sigma F_y = P * \sin(40 - \alpha_2) + W_{p2} = 1821,3 + 76,8 = 1898,6 N \quad (6.14)$$

$$+ \leftarrow \Sigma F_x = P * \cos(40 - \alpha_2) = 2997,91 N \quad (6.15)$$

Cálculo del piñón No.3:

1. Torque en el piñón

RPM_{pinon3} = Velocidad de giro del piñón = 10

Pot = Potencia de llegada = $0.475 * 0.6 = 0.285$ Hp

W_{p3} = Peso del piñón = 3.865 Kg = 37.87 N

P_{p3} = Fuerza resultante en el piñón 3.

$$T = \frac{Pot * 63000}{RPM_{pinon3}} = \frac{0,285 * 63000}{10} = 1795,5 Lb - pulg = 202,89 N - m \quad (6.16)$$

$$\Sigma M_o = P_{p3} * 0,0964 = T \implies P_{p3} = 202,89/0,0964 = 2104,68N \quad (6.17)$$

Cálculo del piñón No.4:

1. Torque en el piñón

RPM_{pinon4} = Velocidad de giro del piñón = 10

Pot = Potencia de llegada = $0.475 * 0.4 = 0.19$ Hp

W_{p4} = Peso del piñón = 3.865 Kg = 37.87 N

P_{p4} = Fuerza resultante en el piñón 4.

$$T = \frac{Pot * 63000}{RPM_{pinon4}} = \frac{0,19 * 63000}{10} = 1190Lb - pulg = 135,2N - m \quad (6.18)$$

$$\Sigma M_o = P_{p4} * 0,0964 = T \implies P_{p4} = 135,26/0,0964 = 1403,12vN \quad (6.19)$$

Cálculo del eje 1:

1. Utilizando la aplicación que tiene el software Solid Edge, para cálculo del eje, obtenemos los siguientes resultados utilizando las fuerzas anteriormente calculadas:

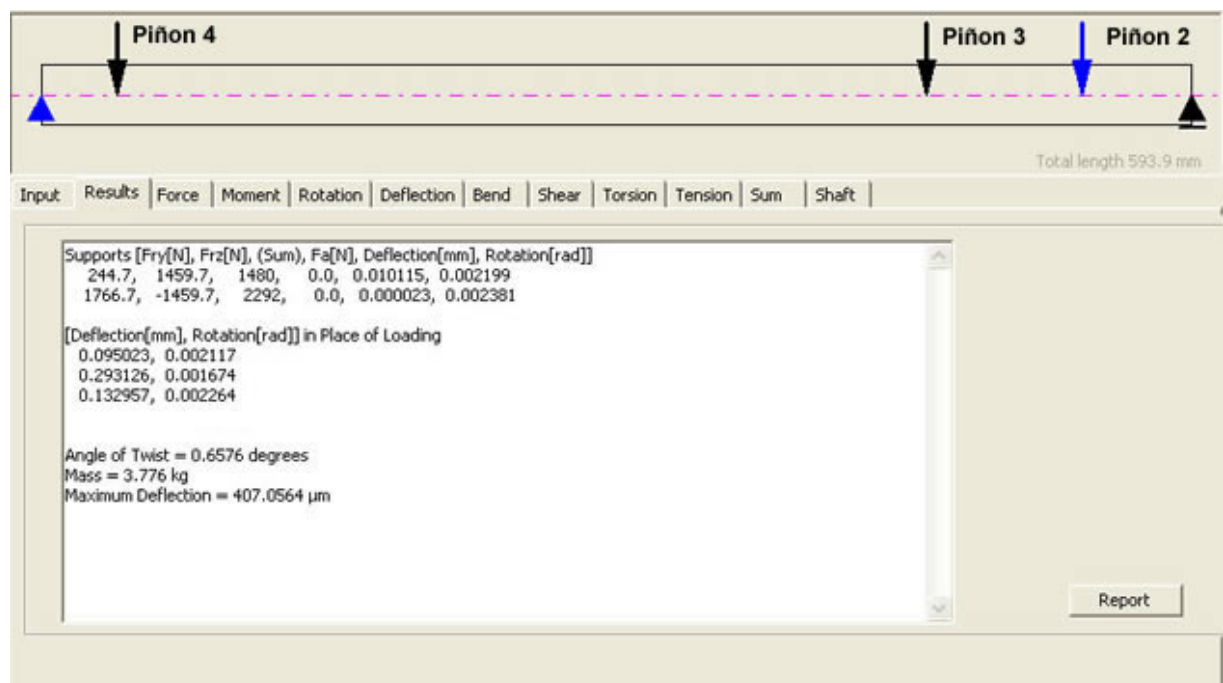


Figura 6.5: Resultados para el eje 1

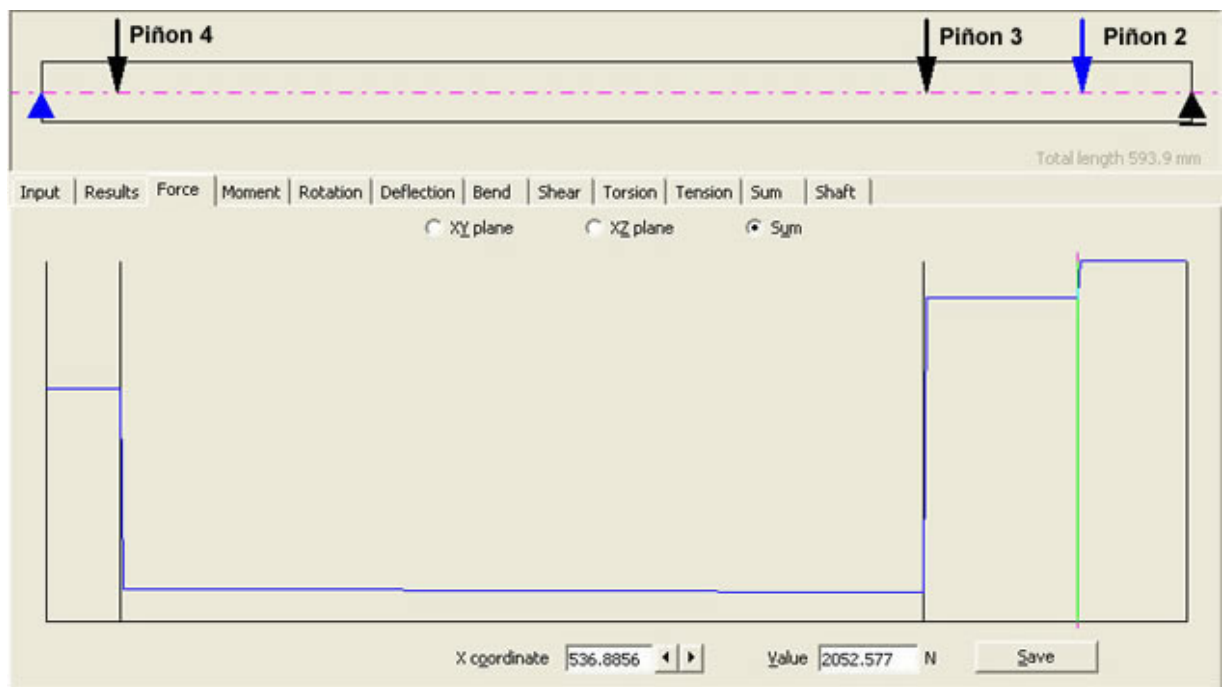


Figura 6.6: Diagrama de fuerza para el eje 1



Figura 6.7: Diagrama de torsión para el eje 1

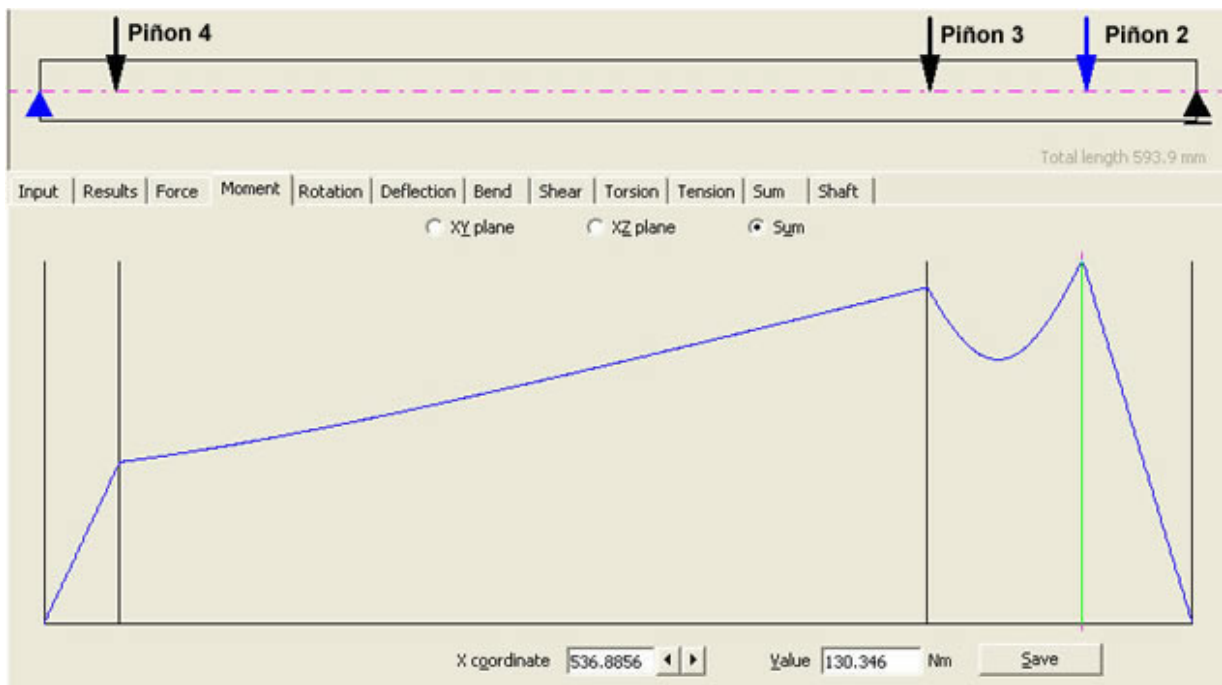


Figura 6.8: Diagrama de momentos para el eje 1

Reacciones en los soportes:

$$F_{ya} = 244.7 \text{ N}$$

$$F_{xa} = 1459.7 \text{ N}$$

$$F_{yf} = 1766.7 \text{ N}$$

$$F_{xf} = -1459.7 \text{ N}$$

Máximo momento en el punto E = 130.34 N-m

Máximo ángulo de rotación en el punto medio = 0.6576°

Maxima deflexión = 407.0564 μm

2. Análisis de fatiga:

Para las cargas halladas, calculamos los esfuerzos:

N = Factor de seguridad = 1.5 (tentativo)

σ_y = Límite elástico = 230 N/mm²

Esfuerzo axial:

$$\sigma = \frac{32 * M}{\pi * d^3} = \frac{32 * 130,34}{\pi * d^3} = \frac{1327,63}{d^3} \quad (6.20)$$

Esfuerzo transversal:

$$\tau = \frac{16 * T}{\pi * d^3} = \frac{16 * 338,5}{\pi * d^3} = \frac{1723,96}{d^3} \quad (6.21)$$

Esfuerzo permisible:

$$\sigma_{per} = \frac{\sigma_y}{N} = \frac{230 \times 10^6}{1,5} = 115 \times 10^6 \quad (6.22)$$

Esfuerzo cortante maximo:

$$\tau_{max} = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2}\right)^2 + \tau^2} = \frac{1}{d^3} * \sqrt{\left(\frac{1327,63}{2}\right)^2 + 1723,96^2} = \frac{1847,34}{d^3} \quad (6.23)$$

Hallamos el diametro:

$$d^3 = \frac{1847,34}{115 \times 10^6} \Rightarrow d = 2,52 \times 10^{-2} m = 25,2 mm \approx 31,75 = 1'' \frac{1}{4} \quad (6.24)$$

Calculamos nuevamente los esfuerzos con las formulas 6.20 y 6.21

Obteniendo:

$$\sigma = 41.48 \text{ MPa}$$

$$\tau = 53.86 \text{ MPa}$$

Para el analisis de fatiga utilizaremos el criterio de MISES - GOODMAN ¹:

$$\frac{1}{N} = \left(\left(\frac{\sigma_m}{S_{ut}} + K_f * \frac{\sigma_a}{S_{e''}} \right)^2 + 3 * \left(\frac{\tau_m}{S_{uT}} + K_{fs} * \frac{\tau_a}{S_{e''}} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (6.25)$$

En donde:

$$S_{ut} = 78 \text{ Ksi} = 540 \text{ N/mm}^2$$

$$K_d = 0.9 \Rightarrow \text{Para maquinado fino}$$

$$K_s = 0.9 \Rightarrow 0.4'' \leq d \leq 2''$$

$$K_c = 0.97 \Rightarrow \text{Confiabilidad } 60\%$$

$$K_T = 1 \Rightarrow T < 71^\circ \text{C}$$

$$K_m = 1.1 \Rightarrow \text{Torneado fino}$$

$$S_e = 0.5 * S_{ut} = 540 * 0.5 = 270 \text{ N/mm}^2$$

$$S_{e''} = S_e * K_d * K_s * K_c * K_t * K_m = 270 * 0.9 * 0.9 * 0.97 * 1 * 1.1 = 233 \text{ N/mm}^2$$

$$q = 0,15$$

$$K_f = 1 + q * (K_t - 1) = 1 + 0,15 * (2,38 - 1) = 1,207 \Rightarrow \text{Para el punto más crítico (Ver anexo F)}$$

$$K_{fs} = 1 + q * (K_{ts} - 1) = 1 + 0,15 * (1,7 - 1) = 1,105 \Rightarrow \text{Para el punto más crítico (Ver anexo F)}$$

$$\frac{1}{N} = \left(\left(\frac{41,48}{233} + 1,207 * \frac{41,48}{233} \right)^2 + 3 * \left(\frac{53,86}{233} + 1,105 * \frac{53,86}{233} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$N_{af} = 1.42 \sqrt{\quad}$$

¹PARADA, Alfredo. Conferencias sobre fatiga. Bucaramanga. Ed UIS. 1977

Cálculo del piñón No.5:

1. Torque en el piñón

RPM_{pinon5} = Velocidad de giro del piñón = 10

Pot = Potencia de llegada = $0.475 * 0.6 = 0.285$ Hp

W_{p5} = Peso del piñón = 3.865 Kg = 37.87 N

P_{p5} = Fuerza resultante en el piñón 5.

$$T = \frac{Pot * 63000}{RPM_{pinon5}} = \frac{0,285 * 63000}{10} = 1795,5 Lb - pulg = 202,89 N - m \quad (6.26)$$

$$\Sigma M_o = P_{p5} * 0,0964 = T \Rightarrow P_{p5} = 202,89 / 0,0964 = 2104,68 N \quad (6.27)$$

Cálculo del piñón No.6:

1. Torque en el piñón

RPM_{pinon6} = Velocidad de giro del piñón = 10

Pot = Potencia de llegada = $0.475 * 0.4 = 0.19$ Hp

W_{p6} = Peso del piñón = 3.865 Kg = 37.87 N

P_{p6} = Fuerza resultante en el piñón 6.

$$T = \frac{Pot * 63000}{RPM_{pinon6}} = \frac{0,19 * 63000}{10} = 1190 Lb - pulg = 135,2 N - m \quad (6.28)$$

$$\Sigma M_o = P_{p6} * 0,0964 = T \Rightarrow P_{p6} = 135,26 / 0,0964 = 1403,12 N \quad (6.29)$$

Cálculo del eje 2:

1. Utilizando la aplicación que tiene el software Solid Edge, para cálculo de ejes, obtenemos los siguientes resultados utilizando las fuerzas anteriormente calculadas:

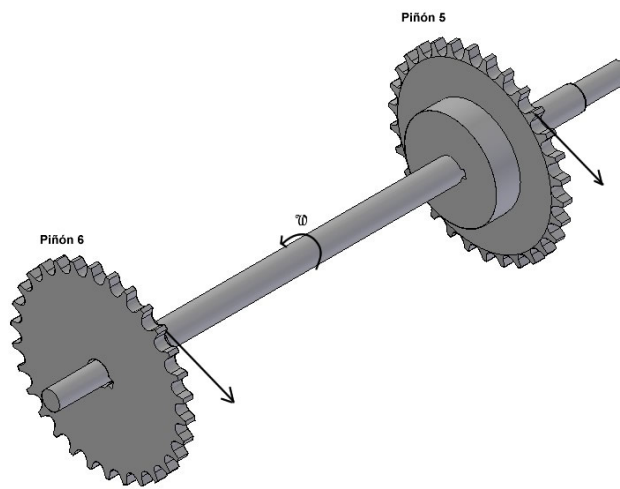


Figura 6.9: Diagrama del eje 2



Figura 6.10: Resultados para el eje 2

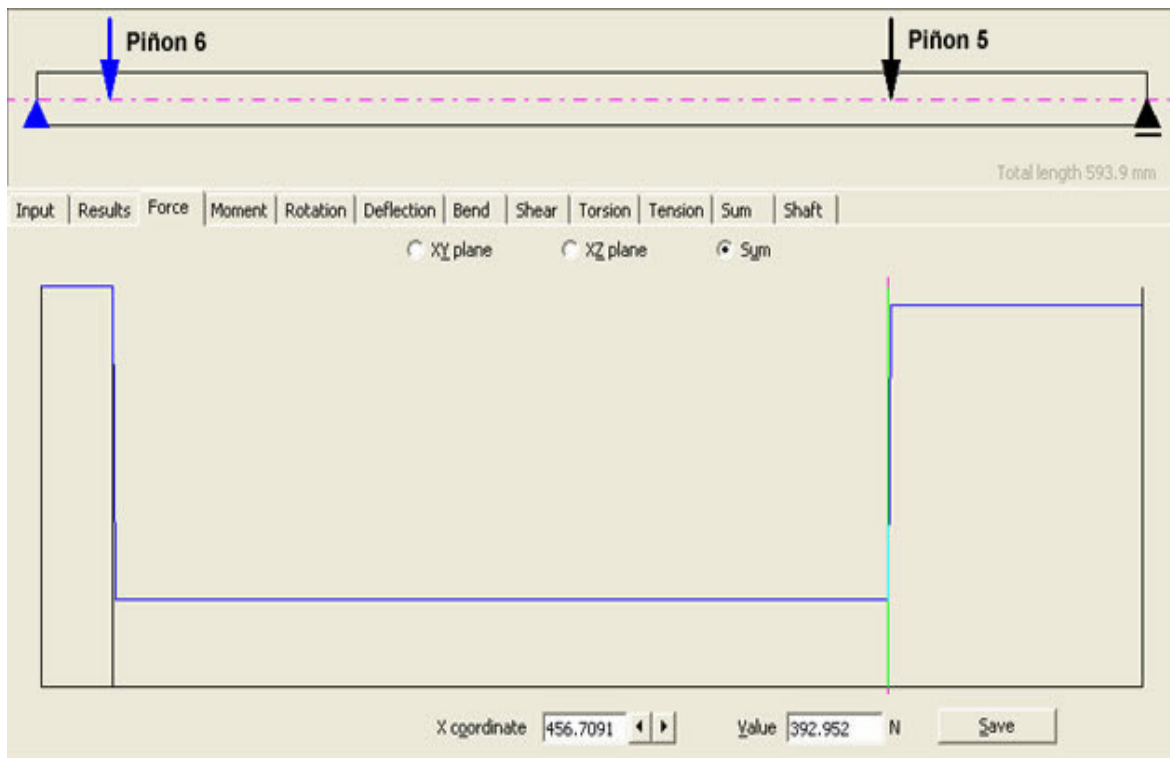


Figura 6.11: Diagrama de fuerza para el eje 2

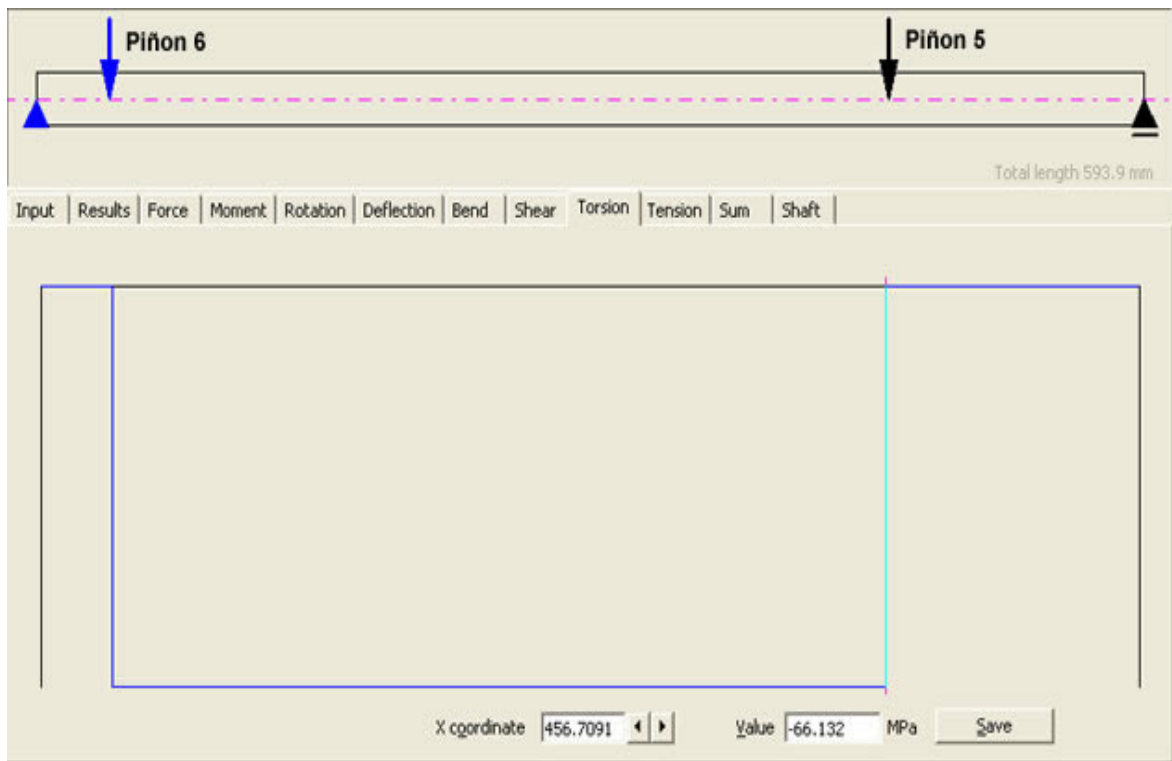


Figura 6.12: Diagrama de torsión para el eje 2

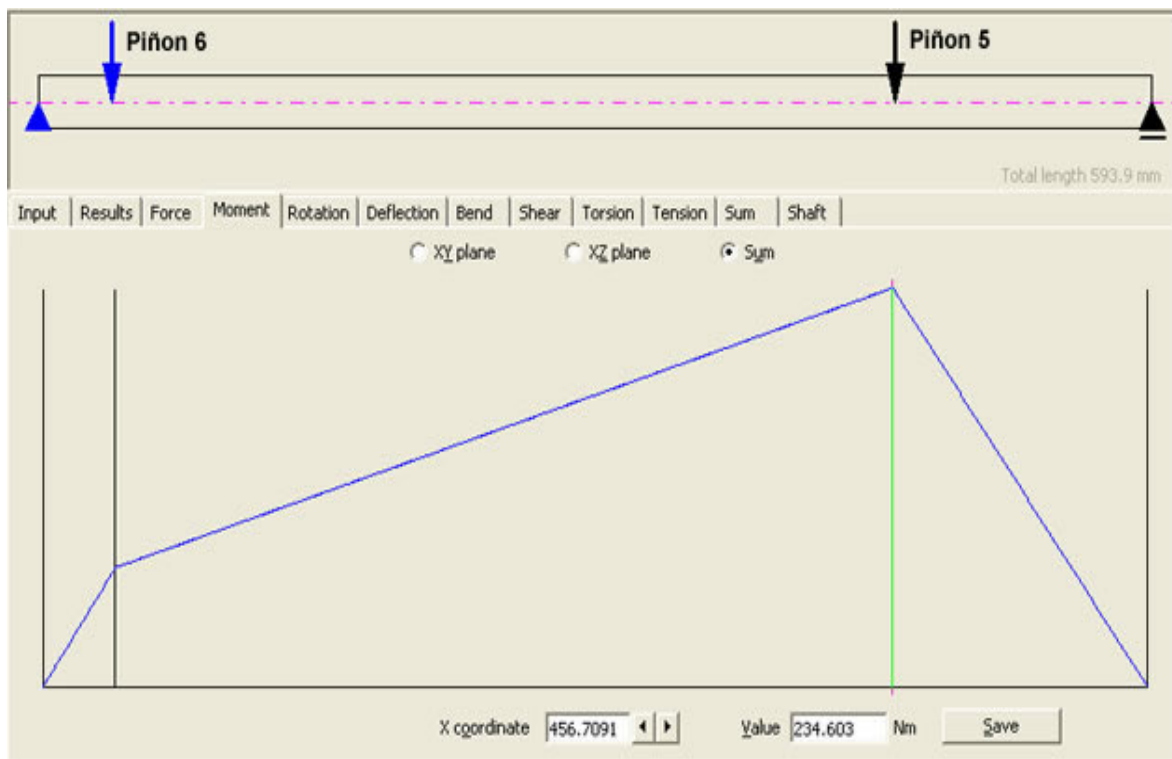


Figura 6.13: Diagrama de momentos para el eje 2

Reacciones en los soportes:

$$F_{ya} = 55.6 \text{ N}$$

$$F_{xa} = 1796.1 \text{ N}$$

$$F_{yf} = 43.1 \text{ N}$$

$$F_{xf} = 1711.7 \text{ N}$$

Máximo momento en el punto = 234.6 N-m

Máximo ángulo de rotación en el punto medio = -1.7337 °

Maxima deflexión = 1979.4807 μm

2. Análisis de fatiga:

Para las cargas halladas, calculamos los esfuerzos:

N = Factor de seguridad = 1.5

σ_y = Límite elástico = 230 N/mm²

Esfuerzo axial:

$$\sigma = \frac{32 * M}{\pi * d^3} = \frac{32 * 234,6}{\pi * d^3} = \frac{2389,6}{d^3} \quad (6.30)$$

Esfuerzo transversal:

$$\tau = \frac{16 * T}{\pi * d^3} = \frac{16 * 66,13}{\pi * d^3} = \frac{336,79}{d^3} \quad (6.31)$$

Esfuerzo permisible:

$$\sigma_{per} = \frac{\sigma_y}{N} = \frac{230 \times 10^6}{1,5} = 115 \times 10^6 \quad (6.32)$$

Esfuerzo cortante maximo:

$$\tau_{max} = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2}\right)^2 + \tau^2} = \frac{1}{d^3} * \sqrt{\left(\frac{2389,6}{2}\right)^2 + 336,79^2} = \frac{1241,35}{d^3} \quad (6.33)$$

Hallamos el diametro:

$$d^3 = \frac{1241,35}{115 \times 10^6} \Rightarrow d = 2,21 \times 10^{-2} \text{ m} = 22,1 \text{ mm} \approx 25 \text{ mm} = 1'' \quad (6.34)$$

Se calcularon nuevamente los esfuerzos con las fórmulas 6.20 y 6.21

Obteniendo:

$$\sigma = 152.93 \text{ MPa}$$

$$\tau = 21.55 \text{ MPa}$$

Nuevamente utilizamos el criterio de MISES - GOODMAN

En donde:

$$S_{ut} = 78 \text{ Ksi} = 540 \text{ N/mm}^2$$

$K_d = 0.9 \Rightarrow$ Para maquinado fino

$K_s = 0.9 \Rightarrow 0.4'' \leq d \leq 2''$

$K_c = 0.97 \Rightarrow$ Confiabilidad 60 %

$K_T = 1 \Rightarrow T < 71^\circ\text{C}$

$K_m = 1.1 \Rightarrow$ Torneado fino

$S_e = 0.5 * S_{ut} = 540 * 0.5 = 270 \text{ N/mm}^2$

$S_{e''} = S_e * K_d * K_s * K_c * K_t * K_m = 270 * 0.9 * 0.9 * 0.97 * 1 * 1.1 = 233 \text{ N/mm}^2$

$q = 0.15$

$K_f = 1 + q * (K_t - 1) = 1 + 0.15 * (2.38 - 1) = 1.207 \Rightarrow$ Para el punto más crítico (Ver anexo F)

$K_{fs} = 1 + q * (K_{ts} - 1) = 1 + 0.15 * (1.7 - 1) = 1.105 \Rightarrow$ Para el punto más crítico (Ver anexo F)

$$\frac{1}{N} = \left(\left(\frac{152.93}{540} + 1.207 * \frac{152.93}{233} \right)^2 + 3 * \left(\frac{21.55}{540} + 1.105 * \frac{21.55}{233} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

$N_{af} = 1.212 \checkmark$

6.5. CALCULO Y SELECCION DE LOS RODAMIENTOS

Las reacciones que se generaron en los ejes debido a la carga, son las que pasan como acciones sobre los rodamientos, así que la carga sobre estos es de 1797 N y 2292 N. Hay que agregar que sobre los rodamientos las cargas axiales son mínimas por lo tanto se despreciaran para los cálculos correspondientes.

En este caso el rodamiento se seleccionó para que cumpliera con ciertas características geométricas, como lo son su diámetro exterior, y su diámetro interior ya que el rodamiento se debe acomodar de acuerdo a la geometría del eje. La selección de estos rodamientos fue iterativa ya que se calculaban los esfuerzos sobre el eje, definiendo su geometría, luego se buscaba el rodamiento que se acercara más a las medidas requeridas y sus condiciones de carga, hasta encontrar el adecuado.

Así fue como se seleccionó el rodamiento S6205 por ser el más económico que cumplió con los requerimientos tanto de carga, geométricos y de resistencia de materiales, por ser construidos en acero inoxidable.

Para un rodamiento rígido de bolas S6205, su resistencia dinámica es de 48000 N por lo tanto su relación C/P es de 16.49. Con esta relación y la velocidad de rotación de la máquina que es de 10 RPM se observa en la tabla ubicada en el anexo E la duración en horas del rodamiento, la cual da como resultado más 200000 horas de servicio.

En esta etapa del diseño observamos que el rodamiento seleccionado esta sobre diseñado con respecto a la carga que se le esta aplicando, esto se debe que el criterio principal de selección fue el geometría.

Además estos rodamientos tienen la particularidad de estar soportados sobre una carcasa plástica de referencia F205. Esto se debe a las condiciones de humedad extrema a las que va a estar sometida la máquina.



Figura 6.14: Rodamientos en acero inoxidable con carcasa

Capítulo 7

CONSTRUCCION DE LA MAQUINA

7.1. MATERIALES UTILIZADOS

Como se mencionó anteriormente los materiales utilizados para la construcción de la máquina deben ser inertes, es decir, que no reaccionen químicamente, ni se degraden, al entrar en contacto con elementos tales como alimentos, agua y algunos jabones. Además deben tener características de fácil limpieza.

Los materiales utilizados en la fabricación de la máquina fueron:

7.1.1. Aceros Inoxidables

Los aceros inoxidables contienen cromo, níquel y otros elementos de aleación, que los mantienen brillantes y resistentes a la oxidación a pesar de la acción de la humedad o de ácidos y gases corrosivos. Algunos aceros inoxidables son muy duros; otros son muy resistentes y mantienen esa resistencia durante largos periodos a temperaturas extremas. Debido a sus superficies brillantes, en arquitectura se emplean muchas veces con fines decorativos.¹

El acero inoxidable se utiliza para las tuberías y tanques de refinerías de petróleo o plantas químicas, para los fuselajes de los aviones o para cápsulas espaciales. También se usa para fabricar instrumentos y equipos quirúrgicos, o para fijar o sustituir huesos rotos, ya que resiste a la acción de los fluidos corporales. En cocinas y zonas de preparación de alimentos los utensilios son a menudo de acero inoxidable, ya que no oscurece los alimentos y pueden limpiarse con facilidad.

En el caso de la industria de alimentos el acero inoxidable que más se utiliza es el AISI 304 (Anexo A), debido a su gran resistencia a la corrosión y su buena soldabilidad.

El AISI 304 se diferencia de los demás por las diversas cantidades de Níquel que

¹Web site Compañía General de Aceros, <http://www.cga.com.co/>

contiene; a medida que su cantidad aumenta estos aceros presentan una menor acritud durante su elaboración por deformación plástica.

Posee características mecánicas no muy elevadas a temperatura ambiente y óptimas a temperaturas muy bajas, en particular la resiliencia.

7.1.2. Polietilenos

El polietileno es químicamente el polímero más simple. se representa con su unidad repetitiva $(CH_2-CH_2)_n$. Por su alta producción mundial (aproximadamente 60 millones de toneladas son producidas anualmente (2005) alrededor del mundo) es también el más barato, siendo uno de los plásticos más comunes.

Es químicamente inerte. Se obtiene de la polimerización del etileno (de fórmula química es $CH_2=CH_2$ y llamado eteno por la IUPAC), del que deriva su nombre.

Este polímero puede ser producido por diferentes reacciones de polimerización, como por ejemplo: Polimerización por radicales libres, polimerización aniónica, polimerización por coordinación de iones o polimerización catiónica. Cada uno de estos mecanismos de reacción produce un tipo diferente de polietileno.

Algunos de sus principales usos son:

- Bolsas de todo tipo: supermercados, boutiques, panificación, congelados, industriales, etc.
- Envasamiento automático de alimentos y productos industriales.
- Contenedores herméticos domésticos.
- Tuberías.
- Envases para: detergentes, lejía, aceites automotor, champú, lácteos.
- Telefonía.
- Guías de cadena.
- Piezas mecánicas.

El polietileno utilizado en la fabricación de los módulos fue el TEKALEN® (Anexo A) desarrollado por la compañía alemana TERBRACK y sus principales características son:

- Resistencia química y térmica.
- Alta resistencia mecánica.
- Buena resistencia a la abrasión y al desgaste.
- Buena absorción de choque e impacto.

7.1.3. Elastómeros

Son materiales con muy bajo módulo de elasticidad y alta extensibilidad; es decir, se deforman mucho al someterlos a un esfuerzo pero recuperan su forma inicial al eliminar el esfuerzo. En cada ciclo de extensión y contracción los elastómeros absorben energía, una propiedad denominada resiliencia.

7.2. PROCESOS DE MAQUINADO

A continuación se hará un recorrido completo por la fabricación de la máquina:

7.2.1. FABRICACION DE LA ESTRUCTURA

Consiste de un marco superior y cuatro soportes. El marco tiene dos paraleles largos y dos cortos y un travesaño intermedio en donde se soporta una de las guías de las cadenas (figura 7.1).



Figura 7.1: Estructura de la máquina



Figura 7.2: Patas niveladoras

Los soportes están apoyados en patas niveladoras para graduar la altura de la máquina (figura 7.2).

Esta fabricada en tubo cuadrado de 38 x 38 mm y tubo rectangular de 38 x 20 mm en acero inoxidable 304.

7.2.2. GUIAS DE MODULOS Y PLATINAS PARA LEVAS DE EMPUJE

Debido al recorrido de los bloques, se necesitan cuatro guías para soportarlos, dos en la parte superior y dos en la parte inferior. Estas guías están fabricadas en lámina cal. 14 INOX 304 (figura 7.5).



Figura 7.3: Guías de los módulos

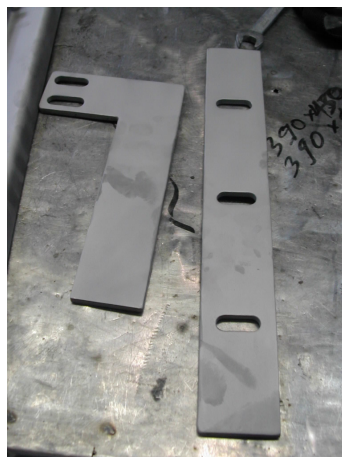


Figura 7.4: Platinas para levas de empuje



Figura 7.5: Estructura con guías de los módulos, platinas para levas de empuje



Figura 7.6: Soporte del motor

Además a la estructura van soldadas dos platinas en donde se posicionan las levas que hacen el empuje sobre el seguidor de los módulos y en la parte inferior dos travesaños en donde va el soporte del motor.

7.2.3. GUARDAS

La máquina consta de 6 guardas, 1 superior y 5 laterales, de las cuales 4 están en la parte frontal y una lateral en donde se soporta el cofre eléctrico. Fueron fabricadas en lámina cal. 16 INOX 304 (figura 7.7).

La guarda superior se abre de la parte frontal con la ayuda de dos manijas fabricadas en polietileno y esta soportada por bisagras en la parte trasera, además tiene una zona para poner las canastas porta pernil, en su parte frontal tiene una abertura en donde se ajusta el dispositivo de cuchillas y en cada uno de sus extremos lleva las paradas de emergencia.



Figura 7.7: Estructura con guardas

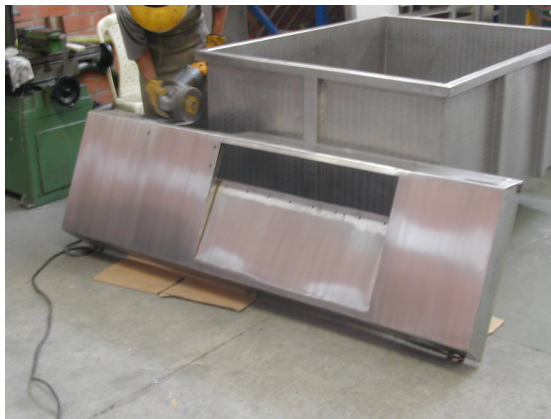


Figura 7.8: Guarda superior matizada



Figura 7.9: Guarda frontal acabado en sandblasting

Por último, una de las guardas frontales lleva atornillado el dispositivo de cuchillas que hace su ajuste con la guarda superior.



Figura 7.10: Guardas terminadas y montadas en la estructura

7.2.4. EJES, PIÑONES Y RODAMIENTOS

El sistema de transmisión, como se comentó anteriormente, consiste de un motor-reductor y dos ejes fabricados en INOX 304 (figura 7.11). Estos últimos son movidos por cadenas de rodillos (figura 7.12) y soportados en sus puntas por rodamientos en acero inoxidable que están unidos por medio de platinas, a la estructura de la máquina (figura 7.13).



Figura 7.11: Ejes con piñones

Las cadenas de rodillos en la parte superior de su recorrido deslizan a través de unas guías fabricadas en polietileno de alta resistencia al desgaste (Anexo B)



Figura 7.12: Cadena con aditamentos



Figura 7.13: Sistema motriz

7.2.5. MECANIZADO DE CONJUNTOS PORTA PERNILES

Para la fabricación de los conjuntos se parte de bloques o barras de medidas predeterminadas (figura 7.14) y se van realizando operaciones de mecanizado a fin de conseguir las formas y ajustes que se necesitan (figuras 7.15 y 7.16).

Este procedimiento se llevo a cabo de esta forma ya que si se querían inyectar las piezas, los costos de fabricación serían muy elevados, debido a la utilización de moldes para esto.

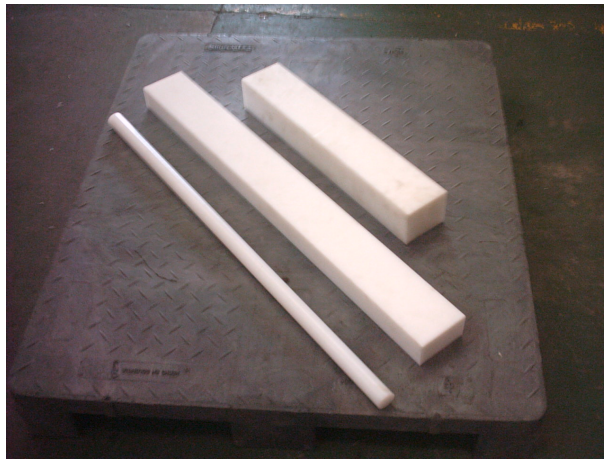


Figura 7.14: Material a ser mecanizado



Figura 7.15: Operación de corte



Figura 7.16: Operación de torneado



Figura 7.17: Piezas después del mecanizado

7.2.6. UTILAJES DE MAQUINADO PARA MOLDES

Debido a la cantidad de módulos que van a ser utilizados en la máquina, se crearon utilajes para el mecanizado de las piezas, a fin de dar agilidad al proceso de fabricación y garantizar que todos los componentes quedarán iguales, para facilitar el mantenimiento y recambio de piezas.

Consisten básicamente en matrices para la perforación de los agujeros por donde deslizan las guías, tubos o resortes correspondientes. se utilizaron principalmente para los mecanizados del polietileno, en las siguientes piezas:

- Bloque de agarre de varillas (figura 7.18).
- Bloque de empuje (figura 7.19).
- Bloque porta perniles (figura 7.20).

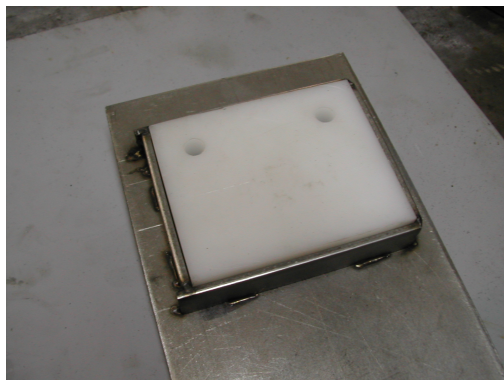


Figura 7.18: Matriz para agarre de varillas



Figura 7.19: Matriz bloque de empuje



Figura 7.20: Matriz molde porta pernil



Figura 7.21: Materia prima agarre de varillas



Figura 7.22: Operación de perforado

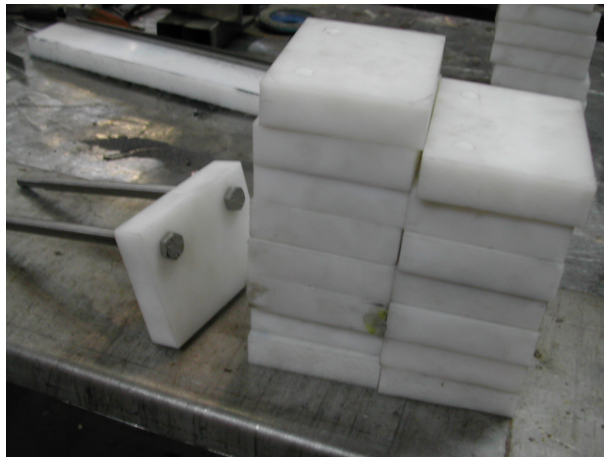


Figura 7.23: Piezas después del mecanizado

7.2.7. CONJUNTO PORTA MEMBRANA

El conjunto porta membrana se fabricó en INOX 304 y esta compuesto por dos piezas. Una se conformo por dos láminas soldadas que dan el espacio suficiente para que las membranas sean posicionadas (figura 7.24). En la parte superior se encuentra un agujero roscado y en la inferior tiene dos ganchos en donde se ajusta la platina de cierre.

La platina de cierre se coloca dentro de los ganchos de ajuste y se atornilla en su parte superior, para dar el apriete que la membrana necesita para que no se salga de este conjunto (figura 7.25).

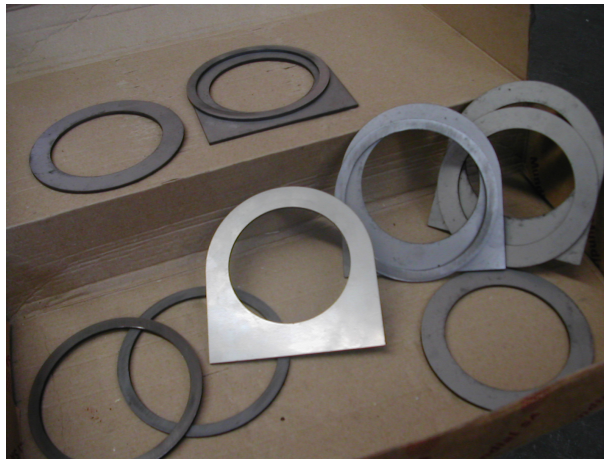


Figura 7.24: Platina porta membrana



Figura 7.25: Platiana de ajuste

7.2.8. PIEZAS EN ACERO INOXIDABLE PARA MODULOS

Estas piezas son las que hacen falta para el ensamble final de los módulos porta pernil.

Ellas son:

- Varillas guias.
- Tubo embujado.
- Resortes (figura 7.26).
- Varilla de empuje (figura 7.27) .



Figura 7.26: Resortes para módulos



Figura 7.27: Piezas en acero inoxidable para módulos

7.2.9. ENSAMBLE DE MODULOS

Una vez se tuvieron todas las piezas se procede al ensamble de estos (figura 7.28), después se colocan en medio de las dos cadenas (figura 7.29) y finalmente se montan en el sistema motriz (figura 7.30).

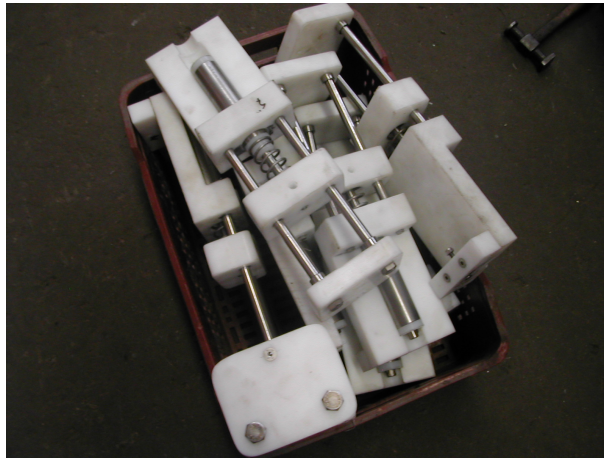


Figura 7.28: Ensamble del módulo



Figura 7.29: Agarre de los módulos a las cadenas



Figura 7.30: Montaje en la estructura

7.3. DESCRIPCION DE FUNCIONAMIENTO DE LA FILETEADORA

La fileteadora tiene dos modos de funcionamiento (figura 7.31):



Figura 7.31: Cofre de control

- Modo de operación normal.
- Modo de operación de limpieza.

En el primero el motor tiene un rango de velocidad variable que lo proporciona un variador de frecuencia (figura 7.32), esto se hizo para que el operario trabaje a una velocidad baja mientras se esta acostumbrando a la máquina y el modo en que debe colocar los perfiles en los moldes.

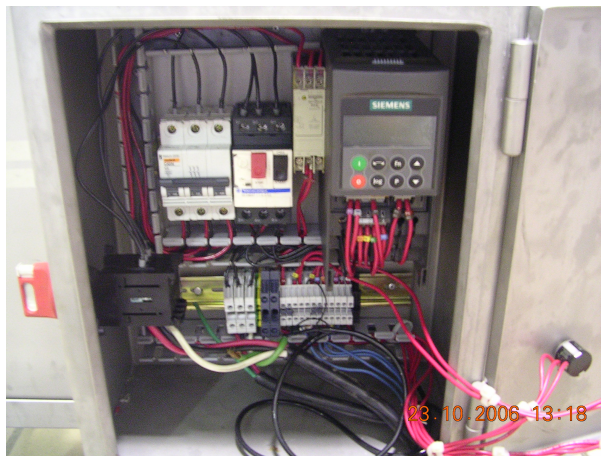


Figura 7.32: Cofre de control

Este modo también se puede utilizar para variar el ritmo de producción en la máquina, dependiendo del proceso en la planta. Además encontramos una protección que impide que se pueda levantar la guarda superior cuando la máquina esta andando (figura 7.33), esto se hace a fin de evitar accidentes.



Figura 7.33: Sensor de protección

Y el segundo es un modo de velocidad fija que se utiliza para realizar el lavado de la máquina. Esta velocidad de giro es baja para que se pueda realizar una buena operación de limpieza. En este estado la protección queda desactivada(figura 7.34).



Figura 7.34: Modo de operación - Lavado

Capítulo 8

PUESTA EN MARCHA Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

La puesta en marcha y las pruebas de funcionamiento se realizaron en las instalaciones de Unikert de Colombia. Para ello se utilizó la planta piloto de la compañía que se encuentra entre 11°C y 13°C grados de temperatura, simulando las condiciones normales de una planta de procesamiento de aves.

Una vez hecha la instalación de la máquina con su respectivo motor cableado, se procedió a realizar la puesta a punto, es decir ajustes en el espacio de la cuchillas y los módulos además de el apriete en el conjunto porta membrana.

Después se realizaron varias pruebas con perniles, aquí tabularemos algunos, a fin de mostrar datos concretos del rendimiento, la merma y la rapidez de la máquina.

Estos fueron los resultados:

Cuadro 8.1: Resultados de las pruebas

P. inicial	P. filete	P. hueso	% Rend.	% Merma	Tiempo	Rapidez
26 Kg.	21 Kg.	4.40 Kg.	80.76 %	2.30 %	4m 37sg	43.2P/min
24.6 Kg.	20.4 Kg.	3.8 Kg.	82.92 %	1.62 %	4m 20sg	41.5P/min
25 Kg.	20.3 Kg.	4.2 Kg.	81.2 %	2 %	4m 30sg	42.1P/min



Figura 8.1: Cargue de los muslos

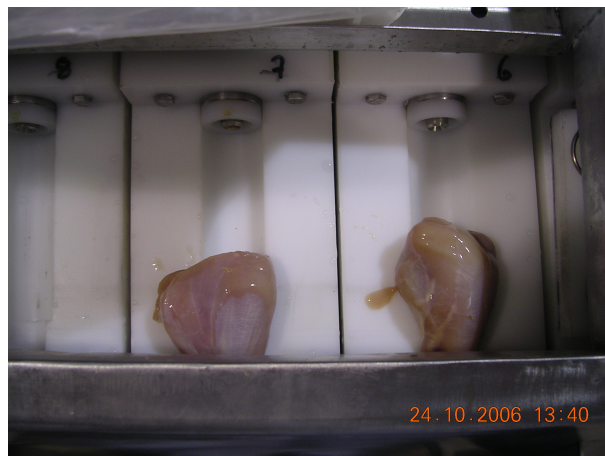


Figura 8.2: Muslos en los moldes



Figura 8.3: Salida de los huesos



Figura 8.4: Acumulación de huesos



Figura 8.5: Salida del filete



Figura 8.6: Resultado del filete

Capítulo 9

ANÁLISIS ECONÓMICO

Para evaluar la rentabilidad de la máquina se tienen en cuenta la inversión realizada, los costos de operación, tales como operarios necesarios y algunos gastos varios, como repuestos, energía, etc y los comparamos con los gastos al hacer el fileteo manual.

Cuadro 9.1: Costo de la máquina

CONCEPTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
Guarda superior	1	\$ 263.500	\$ 263.500
Tapas guarda superior	2	\$ 16.700	\$ 33.400
Guardas frontales	4	\$ 90.300	\$ 361.200
Guarda cofre	1	\$ 47.800	\$ 47.800
Guías superiores	2	\$ 18.250	\$ 36.500
Guías inferiores	2	\$ 18.250	\$ 36.500
Porta canasta	2	\$ 44.400	\$ 44.400
Banda filete	2	\$ 18.250	\$ 36.500
Platina tapa y guarda	6	\$ 15.000	\$ 90.000
Estructura	1	\$ 287.950	\$ 287.950
Patas niveladoras	4	\$ 30.000	\$ 120.000
Cofre	1	\$ 400.000	\$ 400.000
Módulos porta pernils	28	\$ 72.000	\$ 2.016.000
Guías de cadenas	2	\$ 979.200	\$ 1.958.400
Cadena conductora	1	\$ 440.000	\$ 440.000
Cadena de bloques	2	\$ 871.000	\$ 1.742.000
Eje conductor	1	\$ 72.000	\$ 72.000
Eje conducido	1	\$ 54.000	\$ 54.000
Piñones cadena de módulos	4	\$ 300.000	\$ 1.200.000
Piñón conductor	1	\$ 180.000	\$ 180.000
Piñón conducido	1	\$ 520.000	\$ 520.000
Moto reductor	1	\$ 940.000	\$ 940.000
Rodamientos	4	\$ 73.500	\$ 294.000

Cuadro 9.1: Costo de la máquina

Tornillería	1	\$ 380.000	\$ 380.000
Sensor	1	\$ 180.000	\$ 180.000
Materiales eléctricos	1	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
Trabajo externos	1	\$ 2.240.00	\$ 2.240.000
Mano de obra	1	\$ 3.700.000	\$ 3.700.000
Varios	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
TOTAL			\$ 21.199.750

Costos de fileteo manual:

En una planta de procesamiento de pollos normalmente filetean 1200 kilos en un día, para ello utilizan 10 operarios, esto nos da una capacidad en kilos/hora x operario de:

C_d = Capacidad diaria = 1200 kilos/día

J_d = Jornada laboral = 8 horas

Op = Operarios = 10 personas

$Kilos/h_{op}$ = Kilos/hora por operario

$$Kilos/h_{op} = \frac{C_d}{J_d / Op} = \frac{1200}{8} / 10 = 150 Kilos/hora \quad (9.1)$$

Ahora sacamos el costo de un operario por hora de trabajo:

S_m = Salario mínimo = \$ 408.000

P_r = Prestaciones = \$ 212.160

S_t = Subsidio de transporte = \$ 45.000

S_i = Salario integral = $S_m + P_r + S_t$ = \$ 665.160

D_l = Dias laborados en el mes = 24

$$Costo/h_{op} = \frac{S_i}{D_l} / J_d = \frac{665160}{24} / 8 = 3,464 Pesos/hora \quad (9.2)$$

Entonces el costo de la mano de obra por kilo es:

$$Costo/ki_{fil} = \frac{Costo/h_{op} * Op}{Kilos/h_{op}} = \frac{3,464 * 10}{150} = 230,95 Pesos/kilo \quad (9.3)$$

Ahora calculamos el costo del filete hecho con la máquina por hora:

N_f = Numero de filetes promedio por minuto en la máquina = 45

P_f = Peso promedio de filete = 116 gramos

$$Kilos/hora_{maq} = N_f * P_f * 60 = 45 * 0,116 * 60 = 313,2 Kg \quad (9.4)$$

Nuevamente sacamos el costo de la mano de obra por kilo con la máquina, pero añadimos, costos de mantenimiento y depreciación del equipo.

$M_o = 2 \text{ operarios} = \$ 1.330.320$

$M_t = \$ 250.000 \text{ mensuales}$

$E = \text{Consumo energético} = \$ 35.000 \text{ mensuales}$

$D = \text{Depreciación del equipo} = 250.000$

$C_{op} = \text{Costos de operación} = M_o + M_t + E + D = \$ 1.865.320$

$C_{ophmaq} = \frac{C_{op}}{24} / 8 = 9715,20$

$$\text{Costo}/ki_{filmaq} = \frac{C_{ophmaq}}{Kilos/hora_{maq}} = \frac{9715,20}{313,2} = 31,03 \text{ Pesos}/kilo \quad (9.5)$$

Como se puede observar hay un ahorro de 199.92 pesos por kilo de filete. Esto significaría mensualmente un ahorro de \$ 12.014.392, puesto que se saca una mayor cantidad de filete en el mismo tiempo a un menor precio.

Capítulo 10

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El corte en el pernil debe ser anatómico. Es decir no debe llevar huesos de otras piezas.
- El operario debe ser muy cuidadoso a la hora de colocar los perniles en los moldes. Si esto no sucede la máquina no funciona de forma correcta, puede llegar a partir los huesos antes de realizar el fileteado. Para esto se debe trabajar la máquina a una velocidad más baja, mientras las personas responsables adquiere esta habilidad.
- Para garantizar la maxima productividad de la máquina que es de 55 perniles por minuto, se requiere de dos operarios. Si se opera con una sola persona, se alcanzan lo 40 perniles por minuto.
- La máquina también puede ser usada para el fileteado de piernas. Pero se debe hacer el corte completo del tobillo para que funcione. Esto se puede realizar en una sierra de disco.
- Es muy importante a la hora de hace el montaje, que el piñón del moto-reductor y el piñón conducido del eje principal estén bien alineados, para evitar vibraciones excesivas en la máquina.
- La implementación de máquinas herramientas de última generación en los procesos de mecanizado daría como resultado un menor gasto de tiempo y una mayor precisión a la hora de de realizar el ensamble de la máquina.
- Los materiales seleccionados para la fabricación de la máquina fueron los adecuados, puesto que la máquina se debe lavar después de cada operación lo que no da cabida a una sola parte que se pueda oxidar. Además el TEKALEN que se utilizo, para las guías de las cadenas, los moldes y las levas, tienen buenas propiedades anti desgaste.
- En la industria Colombiana el fileteado de perniles y piernas se hace de forma manual, esta máquina es una buena alternativa por la reducción de costos y

tiempos en la ejecución de esta operación.

- Para versiones futuras, se podría pensar en fabricar una tolva alimentadora y para la extracción del filete, la construcción de una banda inclinada, esto automatizaría totalmente el proceso.

BIBLIOGRAFIA

- CASILLAS, A.L. Máquinas, 22 ed. Madrid. Ed. Máquinas 1966
- FAIRES, Virgil Moring. Diseño de elementos de máquinas. Barcelona. ED Montaner y Simón. 1970
- MARKS, Lionel S. Manual del ingeniero Mecánico 6 ed. México. Ed Uteha. 1967
- PARADA, Alfredo. Conferencias sobre fatiga. Bucaramanga. Ed UIS. 1977
- INTRALOX. Manual de ingeniería de las bandas transportadoras. USA. 2005
- FENAVI. Caracterización ocupacional de la cadena productiva del sector avícola. Bogota. 1994
- FENAVI. Cartilla HACCP para manipuladores de pollo. Bogota. 1996

ANEXOS

ANEXO A. PROPIEDADES DE MATERIALES



Cia. General de Aceros S.A.

Es respaldo!

ESTRUCTURA	AISI	PROPIEDADES MECÁNICAS			
		Res.Tracci ón	Lim.Elasticida d	Alargam.m in	Dureza
		N/ MM 2	N/MM 2	%	HB
AUSTENITICA	304	540-750	230	45	190
	304L	520-670	220	45	190
	304 DDQ	540-750	230	45	190

ACABADOS, CHAPAS Y BOBINAS	
LAMINADOS EN CALIENTE	
N° 1	Laminado en caliente, recocido y decapado
1 D	Laminado en caliente, recocido y decapado y con una pequeña reducción en frío
LAMINADOS EN FRÍO	
2 D	Laminado en frío, recocido y decapado
2 B	Laminado en frío, recocido y decapado y con una ligera laminación en el tren skin-pass
B A	Laminado en frío y recocido en horno de atmósfera controlada



Richtwerttabelle
Table with standard values
Tableau des données techniques

		Kernwerte Propriétés Caractéristiques		Mechanische Werte Mechanical properties Caractéristiques mécaniques						Thermische Werte Thermal properties Caractéristiques thermiques						Elektrische Werte Electrical properties Caractéristiques électriques	
		Dichte Density g/cm³	Wasserabsorption (Sättigung) Water absorption (saturation) % Koeffizient α B Coefficient of expansion 1/K	Zugfestigkeit Tensile strength MPa E-Modul Modulus of elasticity GPa	E-Modul Modulus of elasticity GPa	Kerbschlagzähigkeit Charpy impact strength kJ/m² Bruchschlagzähigkeit Breakdown impact strength kJ/m²	Bruchdehnung Elongation at break %	Kugelschlaghärte 10mm Ball hardness HB	Glühstabilität Oxidation resistance h Schmelztemperatur Melting temperature °C	Verformungsstabilität Dimensional stability % Kurzzeitverformung Short-term deformation % Langzeitverformung Long-term deformation %	Wärmeleitfähigkeit dauernd Continuous heat conductivity W/mK Wärmeausdehnungskoeffizient Coefficient of thermal expansion 1/K	Temperaturbereich Temperature range °C Kältemechanische Eigenschaften Cryomechanical properties Wärmeleitfähigkeit Thermal conductivity W/mK Wärmeausdehnungskoeffizient Coefficient of thermal expansion 1/K	Temperaturbereich Temperature range °C Kältemechanische Eigenschaften Cryomechanical properties Wärmeleitfähigkeit Thermal conductivity W/mK Wärmeausdehnungskoeffizient Coefficient of thermal expansion 1/K	Temperaturbereich Temperature range °C Kältemechanische Eigenschaften Cryomechanical properties Wärmeleitfähigkeit Thermal conductivity W/mK Wärmeausdehnungskoeffizient Coefficient of thermal expansion 1/K	Temperaturbereich Temperature range °C Kältemechanische Eigenschaften Cryomechanical properties Wärmeleitfähigkeit Thermal conductivity W/mK Wärmeausdehnungskoeffizient Coefficient of thermal expansion 1/K		
	DIN-Nr.	g/cm³	CM³ %	MPa KJ/cm²	KJ/cm²	MPa KJ/cm²	MPa KJ/cm²	HB KJ/cm²	h	°C	°C	°C	°C	Kcal m. h. °C	10 ⁻⁴ °C	— —	Ed kV/cm
Tekalen A 1000 UHMW HDPE	PE	0,94		235	7000	140		400	0,2	140	80	120	-200	0,35	200	KA 3c	>900
Tekalen A 500 HMW HDPE	PE	0,95		280	9000	K8c	250	<570	0,29	135	80	120	-100	0,29	200	KA 3c	800
Tekalen A 300 HDPE	PE	0,95			8000	18		360		130	80	100	-50	0,29	200	KA 3c	800
Tekalen PP	PP	0,91		350	13000	13	1000	650	0,30	165	100	140	-10	0,19	110	KA 3c	750
Tekadur	ABS	1,07	0,5	560	30000	6	460	1200	0,50		85	100	-50	0,15	90	KA 2	400
Tekaren	PS	1,05	0,1	550	33200	3	1000	1400	0,46	100	70	85	-50	0,15	80	KA 2	1000
Tekafloor	PVDF	1,78			16000	20		1000	0,40	170	150	160	-40	0,18	130	KC 300	220
Tekamid G	PA	1,13	9,0	800 400	32000 15000	10 K8c	980	800	0,24 bis 0,45	220	80 bis 100	150	-45	0,24 bis 100	KA 3 c	500	
Tekamid GG	PA	1,10	10	760	25000	11 K8c	1000	1200	0,24 bis 0,43	210	80 bis 100	160			KA 3 b		
Tekaform	POM	1,42	0,5	700	28000	7,0	670		0,34	175	100	160	-50	0,20	81	T 4	500
Tekalen PC	PC	1,20	0,36	600	22000	>20	820	1000	0,55	225	135		-100	0,17	65	KA 1	260
Tekafloor	PTFE	2,16		250	4000	13 bis 15	120	320	0,11	327	260		ca. -200	0,21	0,8	KA 5 c	>500
Tekalen PUR	PUR	1,25	1,4	300	200				0,30	150		80	-40	0,25	190 bis 210	T 4	200
Prüfvorschriften Prescriptions de contrôle	—	—	—	DIN 53455 53371	—	DIN 53453	DIN 53455	VDE 0302	nach BASF u.ä.	—	—	—	—	—	—	VDE 0306 Teil 1	VDE 0306 Teil 2

Diese Technische Merkblatt kann und soll nur unverbindlich beraten. Wir bitten, alle Angaben über die Arbeiten mit unseren Produkten den örtlichen Verhältnissen und den verwendeten Materialien anzupassen.

This technical table cannot inform you with guarantee. We request you to adapt all information about working with our products to the local situation and used material.

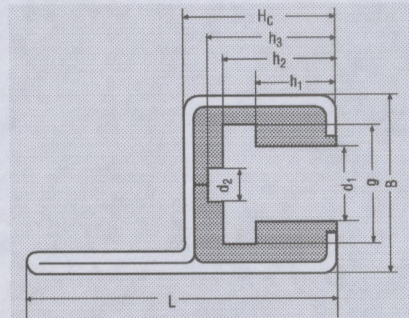
Ces valeurs techniques sont données à titre indicatif sans engagement de notre part. Elles sont à adapter par rapport aux conditions d'application et aux matériaux utilisés.

ANEXO B. PERFILES DE GUIAS DE CADENAS

25

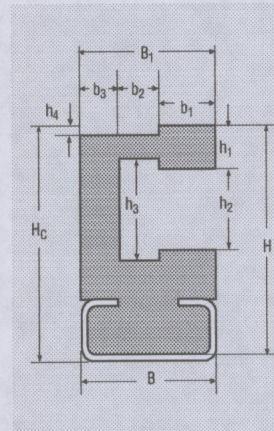
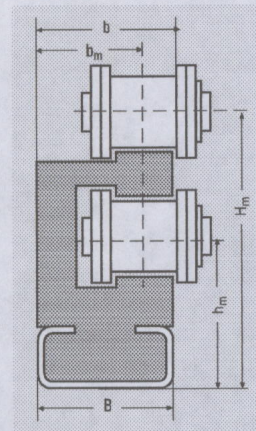


Tekalen®



Profil für Rollenketten
Profile for roller chains
Profilé pour chaîne à rouleaux

CPKG	Roller chain profile	Dim. (in)	B	H _c	L	d ₁	d ₂	h	h ₁	h ₂	h ₃	CP
CPKG 120 H	3/8" x 5/32"		31	25	47	6,6	4	9,4	3,6	7,0	8,0	H 14
CPKG 130 H	3/8" x 7/32"	088-1	31	25	47	6,6	4	9,4	5,5	8,9	10,0	H 14
CPKG 230 H	1/2" x 3/16"	083-1	31	25	47	8,0	5	10,8	4,5	8,0	9,5	H 14
CPKG 330 H	1/2" x 1/4"	085-1	31	25	47	8,0	5	11,8	6,2	9,8	11,3	H 14
CPKG 430 H	1/2" x 1/4"	-	31	25	47	8,8	5	12,8	6,2	10,2	11,7	H 14
CPKG 530 H	1/2" x 5/16"	088-1	31	25	47	8,9	5	12,8	7,4	11,5	13,0	H 14
CPKG 630 H	5/8" x 1/4"	-	31	25	47	10,6	6	15,4	6,2	10,2	11,6	H 14
CPKG 730 H	5/8" x 3/8"	108-1	31	25	47	10,6	6	15,4	9,3	13,5	14,9	H 14
CPKG 830 H	3/4" x 7/16"	128-1	31	25	47	12,4	7	17,0	11,3	15,9	17,5	H 14



Profil für Rundgliederketten
Profile for round-link chains
Profilé pour chaîne à maillons ronds

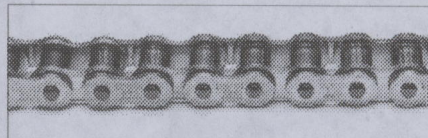
ETG	Round link profile	Dim. (in)	B	B ₁	H	H _c	b ₁	b ₂	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	H _m	H _m	h _m	CP
ETG 0	3/8" x 7/32"	06 B-1	20	17	24	27	5,2	4,3	6,6	6,6	9,3	1,5	30,2	17	14,5	3
ETG 1	1/2" x 5/16"	06 B-1	20	20	27	30	7,5	5,0	7,1	8,7	12,8	2,2	30,8	18	16,5	3
ETG 2	5/8" x 3/8"	10 B-1	20	20	33	36	9,3	5,3	9,7	10,4	15,4	2,6	40,1	21	15,5	3
ETG 3	3/4" x 7/16"	12 B-1	28	24	37	41	11,5	6,0	10,2	12,3	16,9	2,4	46,5	24	18,5	5
ETG 4	1" x 17 mm	16 B-1	38	30	50	54	16,5	10,5	11,9	16,1	24,4	4,3	62	34	25,0	9

ANEXO C. PROPIEDADES Y DIMENSIONES DE LAS CADENAS

3-5 Based on Stainless Steel Chain (single pitch)

DID

Stainless steel chain is in our environment resistant chain series, and is suitable for machines and apparatus to be prevented from oils and rust in the industries of food, chemicals and so on. Also, it has a very good heat resistance performance and can work well in the furnace and oven at high temperature.

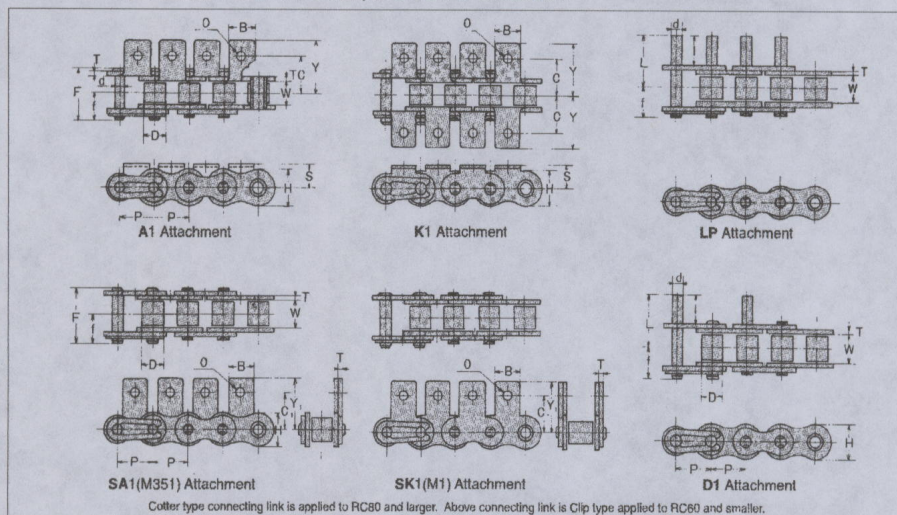


ROLLER CHAIN &
DOUBLE PITCH CHAIN
FOR CONVEYOR SYSTEM

You can select from two different types of stainless steel, SSR and SR type.

SSR type use SS300 (18-8 stainless steel) in all components, and SR type uses precipitation hardened stainless steel in round parts.

Please select the proper stainless steel chain, based upon its maximum allowable load.



Colter type connecting link is applied to RC80 and larger. Above connecting link is Clip type applied to RC60 and smaller.

Chain No. DID	Pitch P	Roller Link Width W	Roller Dia. D	Pin						Plate			Max. Allowable Load (SS) lbs.	Max. Allowable Load (SRK) lbs.	Unit (inch) Approx. weight without attachment (lbs/FT)
				d	E	F	G	I	g	T	H	h			
RC25SSR	0.250	0.122	0.130	0.091	0.299	0.335	—	0.185	—	0.030	0.236	0.205	29	—	0.087
RC35SSR, 35SR	0.375	0.184	0.200	0.141	0.465	0.508	—	0.276	—	0.050	0.354	0.307	59	88	0.228
RC40SSR, 40SR	0.500	0.309	0.313	0.156	0.642	0.689	—	0.368	—	0.059	0.472	0.409	99	154	0.429
RC50SSR, 50SR	0.625	0.370	0.400	0.200	0.807	0.850	—	0.447	—	0.079	0.591	0.512	154	231	0.711
RC60SSR, 60SR	0.750	0.495	0.469	0.234	1.018	1.063	—	0.555	—	0.094	0.713	0.614	231	352	1.046
RC80SSR, 80SR	1.000	0.620	0.625	0.312	1.280	—	1.366	—	0.726	0.126	0.949	0.819	396	594	1.757
RC100SSR, 100 SR	1.250	0.744	0.750	0.375	1.587	—	1.667	—	0.874	0.157	1.185	1.024	572	858	2.769

Note: Those marked with * indicate bush chain

Dimensions of Attachment

Unit (inch)

Chain No. DID	Pitch P	A1, K1 Attachment			SA1, SK1 Attachment		Common Dimensions		D1, D3 Attachment		Approx. additional weight per attachment (kg)		
		C	Y	S	C1	Y	B	D	I	L	A, SA	K, SK	D1, D3
*RC25SSR	0.250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
*RC35SSR, 35SR	0.375	0.374	0.563	0.252	0.374	0.579	0.311	0.110	0.375	0.575	0.002	0.004	0.002
RC40SSR, 40SR	0.500	0.500	0.709	0.311	0.500	0.693	0.378	0.142	0.375	0.648	0.004	0.009	0.002
RC50SSR, 50SR	0.625	0.626	0.902	0.406	0.626	0.890	0.504	0.205	0.469	0.825	0.007	0.013	0.004
RC60SSR, 60SR	0.750	0.748	1.091	0.469	0.720	1.039	0.634	0.205	0.562	1.020	0.013	0.026	0.007
RC80SSR, 80SR	1.000	1.000	1.386	0.626	0.969	1.343	0.748	0.268	0.750	1.335	0.024	0.048	0.015
RC100SSR, 100 SR	1.250	1.252	1.748	0.780	1.248	1.709	1.000	0.343	0.938	1.638	0.053	0.106	0.026

Note: Those marked with * indicate bush chain

ANEXO D. PROPIEDADES Y DIMENSIONES DE LOS PIÑONES

INTERMEC

PIÑONES

3/4 (60)

TABLA DE DIMENSIONES
DE LOS PIÑONES INTERMEC PASO 3/4" (19.05 mm)
para Cadena ANSI No. 60 Tipo B Sencillos, Dobles y Triples

Los diámetros totales de los piñones figuran en pulgadas y milímetros. Todas las demás dimensiones figuran solamente en pulgadas. Para convertir a milímetros cualquier medida dada en pulgadas multiplíquese por 25.4.

Número de Dientes.	Diámetro Total		Manzana Diámetro Pulg.	Hueco Estandar Diámetro	Hueco Máximo Permisible	Gruaso Total del Piñón	Largo Manzana Solamente	Dobles		Triples	
	Pulg.	Milim.						Diámetro Manzana	Gruaso Total	Diámetro Manzana	Gruaso Total
9	2.510	63.8	1 7/8 R	3/4	1"	1 5/16	0.853	1 7/8 R	2 1/4	1 7/8 R	3 1/8
10	2.760	70.1	2" R	3/4	1 1/4	1 5/16	0.853	2" R	2 1/4	2" R	3 1/8
11	3.000	76.2	2 1/16 R	3/4	1 3/8	1 5/16	0.853	2 1/4 R	2 1/2	2 1/4 R	3 1/8
12	3.250	82.6	2 3/8 R	3/4	1 1/2	1 5/16	0.853	2 3/8 R	2 1/2	2 3/8 R	3 1/8
13	3.490	88.6	2 1/4	3/4	1 5/8	1 1/4	0.791	2 1/4	2 1/8	2 1/4	3 1/16
14	3.740	95.0	2 1/2	3/4	1 3/4	1 1/4	0.791	2 1/2	2 1/8	2 1/2	3 1/16
15	3.980	101.1	2 7/8	3/4	1 7/8	1 1/4	0.791	2 7/8	2 1/8	2 7/8	3 1/16
16	4.220	107.2	3"	3/4	2"	1 1/4	0.791	3"	2 1/8	3"	3 1/16
17	4.460	113.3	3 3/16	1"	2 1/4	1 1/4	0.791	3 1/4	2 1/8	3 1/4	3 1/16
18	4.700	119.4	3 3/16	1"	2 1/4	1 1/2	1.041	3 1/2	2 1/8	3 1/2	3 1/16
19	4.940	125.5	3 1/4	1"	2 5/16	1 1/2	1.041	3 1 1/16	2 1/8	3 1 1/16	3 1/16
20	5.190	131.8	3 1/4	1"	2 5/16	1 1/2	1.041	3 3/4	2 1/8	3 3/4	3 1/16
21	5.430	137.9	3 1/2	1"	2 3/8	1 1/2	1.041	4 1/8	2 1/8	4 1/8	3 1/16
22	5.670	144.0	3 5/8	1"	2 1/2	1 1/2	1.041	4 1/4	2 1/8	4 1/4	3 1/16
23	5.910	150.1	3 3/4	1"	2 5/8	1 1/2	1.041	4 1/4	2 1/8	4 1/4	3 1/16
24	6.150	156.2	3 7/8	1"	2 3/4	1 1/2	1.041	4 1/4	2 1/8	4 1/4	3 1/16
25	6.390	162.3	3 7/8	1"	2 3/4	1 1/2	1.041	4 1/4	2 1/8	4 1/4	3 1/16
26	6.630	168.4	3 7/8	1"	2 3/4	1 1/2	1.041	4 1/4	2 1/8	4 1/4	3 1/16
27	6.870	174.5	3 7/8	1"	2 3/4	1 1/2	1.041	4 1/4	2 1/8	4 1/4	3 1/16
28	7.110	180.6	3 7/8	1"	2 3/4	1 1/2	1.041	4 1/4	2 1/8	4 1/4	3 1/16
29	7.450	189.2	3 7/8	1"	2 3/4	1 1/2	1.041	4 1/4	2 1/8	4 1/4	3 1/16
30	7.590	192.8	4"	1"	2 3/4	1 1/2	1.041	4 1/4	2 5/16	4 1/4	3 1/16
32	8.060	204.7	4"	1"	2 3/4	1 1/2	1.041	4 1/2	2 5/16	4 1/2	3 1/16
33	8.300	210.8	4"	1"	2 3/4	1 1/2	1.041	4 1/2	2 5/16	4 1/2	3 1/16
34	8.540	216.9	4"	1"	2 3/4	1 1/2	1.041	4 1/2	2 5/16	4 1/2	3 1/16
35	8.780	223.0	4"	1 1/4	2 3/4	1 1/2	1.041	4 1/2	2 3/8	4 1/2	3 1/4
36	9.020	229.1	4"	1 1/4	2 3/4	1 1/2	1.041	4 3/4	2 3/8	4 3/4	3 1/4
37	9.260	235.2	4"	1 1/4	2 3/4	1 1/2	1.041	4 3/4	2 3/8	4 3/4	3 1/4
38	9.500	241.3	4 1/8	1 1/4	2 7/8	1 1/2	1.041	4 3/4	2 3/8	4 3/4	3 1/4
39	9.740	247.4	4 1/8	1 1/4	2 7/8	1 1/2	1.041	4 3/4	2 3/8	4 3/4	3 1/4
40	9.980	253.5	4 1/8	1 1/4	2 7/8	1 1/2	1.041	5"	2 5/8	5"	3 1/2
41	10.200	259.1	4 1/8	1 1/4	2 7/8	1 1/2	1.041	5"	2 5/8	5"	3 1/2
42	10.460	265.7	4 1/8	1 1/4	2 7/8	1 1/2	1.041	5"	2 5/8	5"	3 1/2

NOTA: La letra **R** al lado del diámetro de la manzana especificado en la tabla, quiere decir que va ranurada. En este paso a partir de los 17 dientes inclusive, los diámetros de las manzanas de los piñones dobles y triples son mayores que los de las manzanas de los sencillos correspondientes. En estos casos si se requiere determinar el hueco máximo permisible, divídase el diámetro de la manzana por **1.430**. "El grueso total del piñón" se mide a lo largo de todo el hueco.

(Esta tabla continúa en la siguiente página)



ANEXO E. SELECCION DE RODAMIENTOS

Soportes-brida FAG

Serie F5

para rodamientos con agujero cónico
y manguito de montaje

Soportes · Rodamientos · Accesorio

F515..F522

Ejecución A

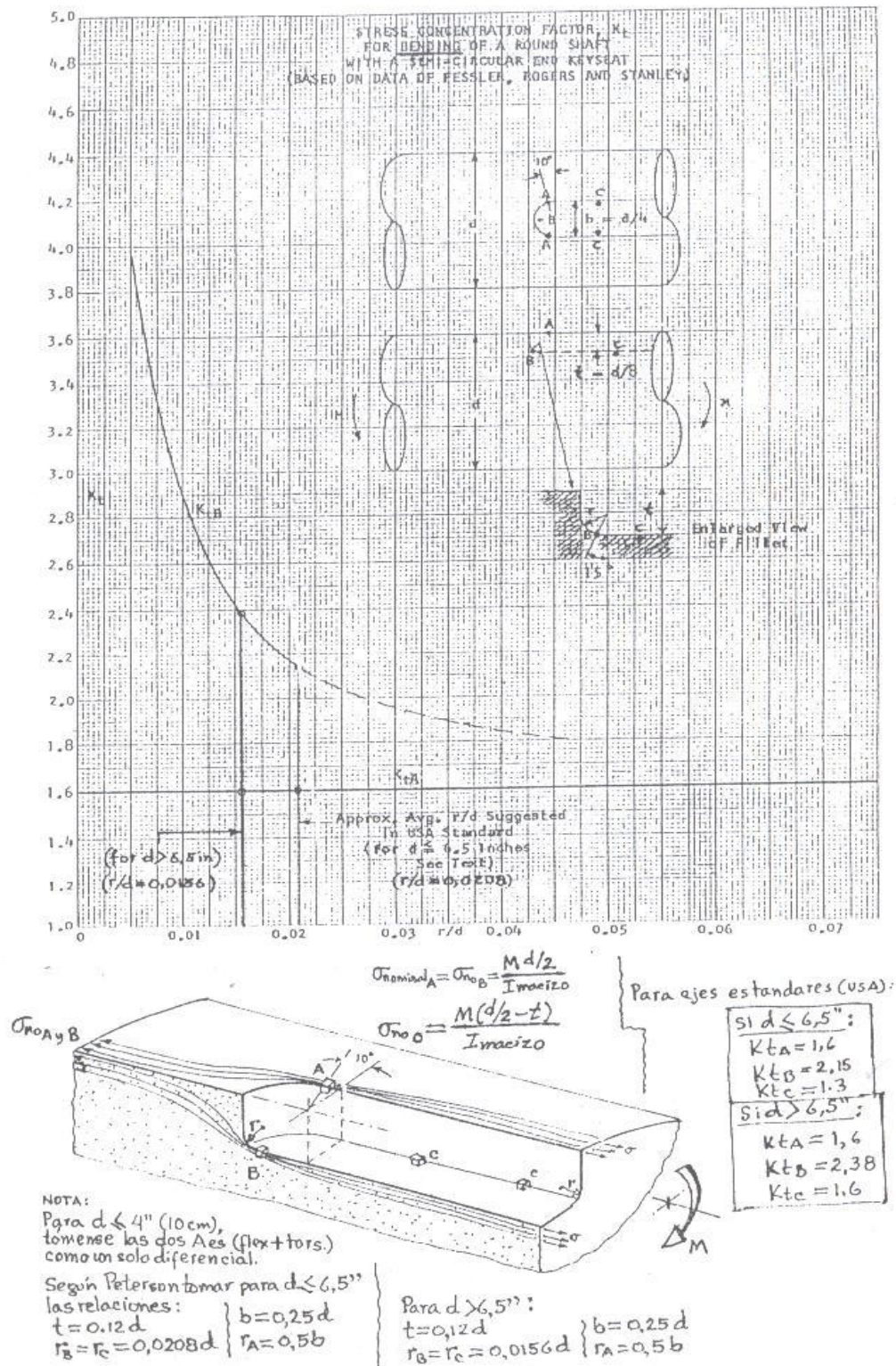
Ejecución B

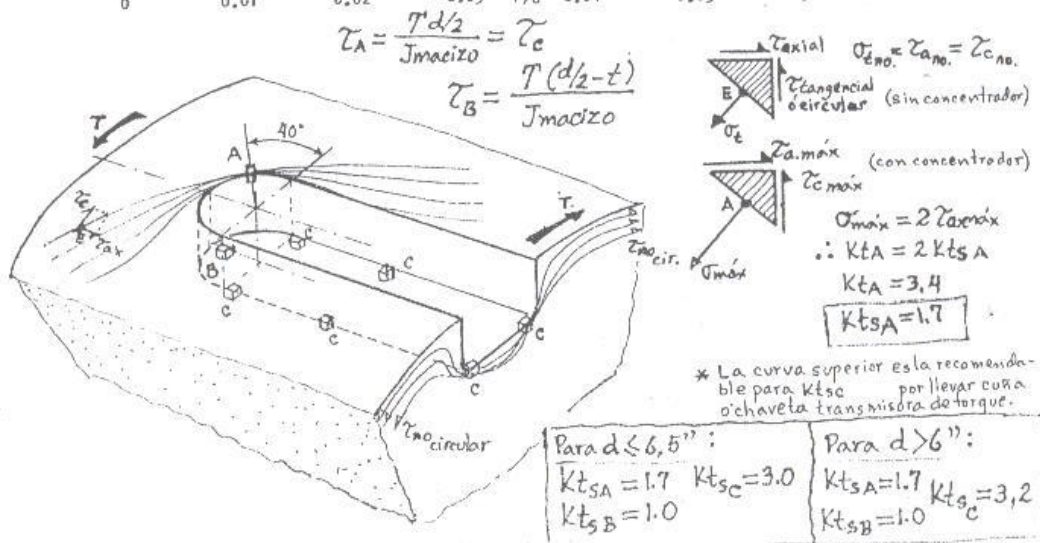
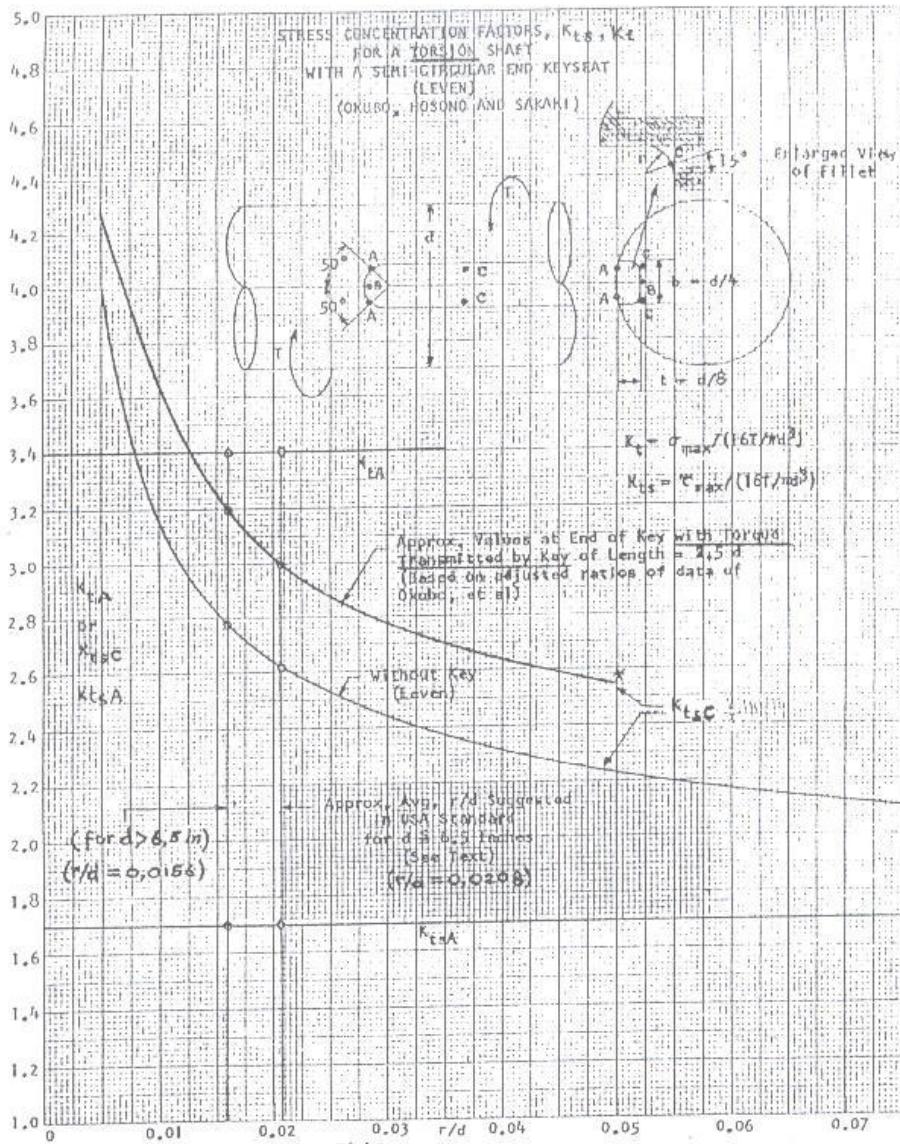
Ele	Dimensiones										Tiras de fieltro a x b x l		Cantidad	Soporte	Rodamiento	FAG	FAG	FAG	Manguito de montaje	Anillo de fijación	Cantidad	Peso kg
d1	a	c	g1	g2	g3	g4	h	h1	m	s	mm	in	mm	mm	FAG	FAG	FAG	FAG	FAG	FAG	kg	
65	190	25	97		6	30	95	190	215	M16 3/4	8x8,5x245	1	1	1218K.TVC3	20218K.T.C3	H215	FRM130/8	2	8,5			
	190	25	97		6	30	95	190	215	M16 3/4	8x8,5x245	1	1	1218K.TVC3	20218K.T.C3	H215	FRM130/8	2	8,5			
	190	25	104		30	95	190	215	M16 3/4	8x8,5x245	2	2	1218K.TVC3	20218K.T.C3	H215	FRM130/8	2	8,5				
	190	25				30	95	190	215	M16 3/4	8x8,5x245	2	2	1218K.TVC3	20218K.T.C3	H215	FRM130/8	2	8,5			
70	196	25	101		6	32	98	196	215	M16 3/4	9x7,5x270	1	1	1216K.TVC3	20216K.T.C3	H216	FRM140/8,5	2	10			
	196	25	101		6	32	98	196	215	M16 3/4	9x7,5x270	1	1	1216K.TVC3	20216K.T.C3	H216	FRM140/8,5	2	10			
	196	25	110		32	98	196	215	M16 3/4	9x7,5x270	2	2	1216K.TVC3	20216K.T.C3	H216	FRM140/8,5	2	10				
	196	25				32	98	196	215	M16 3/4	9x7,5x270	2	2	1216K.TVC3	20216K.T.C3	H216	FRM140/8,5	2	10			
75	210	25	106		7	31	105	210	240	M16 3/4	9x7,5x285	1	1	1217K.TVC3	20217K.MB.C3	H217	FRM150/9	2	12			
	210	25	106		7	31	105	210	240	M16 3/4	9x7,5x285	1	1	1217K.TVC3	20217K.MB.C3	H217	FRM150/9	2	12			
	210	25	114		31	105	210	240	M16 3/4	9x7,5x285	2	2	1217K.TVC3	20217K.MB.C3	H217	FRM150/9	2	12				
	210	25				31	105	210	240	M16 3/4	9x7,5x285	2	2	1217K.TVC3	20217K.MB.C3	H217	FRM150/9	2	12			
80	210	25	110		7	29	105	210	240	M16 3/4	9x7,5x300	1	1	1218K.TVC3	20218K.MB.C3	H218	FRM160/10	2	13			
	210	25	110		7	29	105	210	240	M16 3/4	9x7,5x300	1	1	1218K.TVC3	20218K.MB.C3	H218	FRM160/10	2	13			
	210	25	118		29	105	210	240	M16 3/4	9x7,5x300	2	2	1218K.TVC3	20218K.MB.C3	H218	FRM160/10	2	13				
	210	25				29	105	210	240	M16 3/4	9x7,5x300	2	2	1218K.TVC3	20218K.MB.C3	H218	FRM160/10	2	13			
90	250	30	119		8	29	125	250	280	M20 3/4	10x8,5x335	1	1	1220K.M.C3	20220K.MB.C3	H220	FRM180/10 + FRM180/12	1 + 1	18			
	250	30	119		8	29	125	250	280	M20 3/4	10x8,5x335	1	1	1220K.M.C3	20220K.MB.C3	H220	FRM180/10 + FRM180/12	1 + 1	18			
	250	30	127		29	125	250	280	M20 3/4	10x8,5x335	2	2	1220K.M.C3	20220K.MB.C3	H220	FRM180/10 + FRM180/12	1 + 1	18				
	250	30				29	125	250	280	M20 3/4	10x8,5x335	2	2	1220K.M.C3	20220K.MB.C3	H220	FRM180/10 + FRM180/12	1 + 1	18			
100	270	30	128		8	30	135	270	310	M20 3/4	12x10x375	1	1	1222K.M.C3	20222K.MB.C3	H222	FRM200/13,5	2	22			
	270	30	128		8	30	135	270	310	M20 3/4	12x10x375	1	1	1222K.M.C3	20222K.MB.C3	H222	FRM200/13,5	2	22			
	270	30	137		8	30	135	270	310	M20 3/4	12x10x375	2	2	1222K.M.C3	20222K.MB.C3	H222	FRM200/13,5	2	22			
	270	30				30	135	270	310	M20 3/4	12x10x375	2	2	1222K.M.C3	20222K.MB.C3	H222	FRM200/13,5	2	22			

FAG | 672

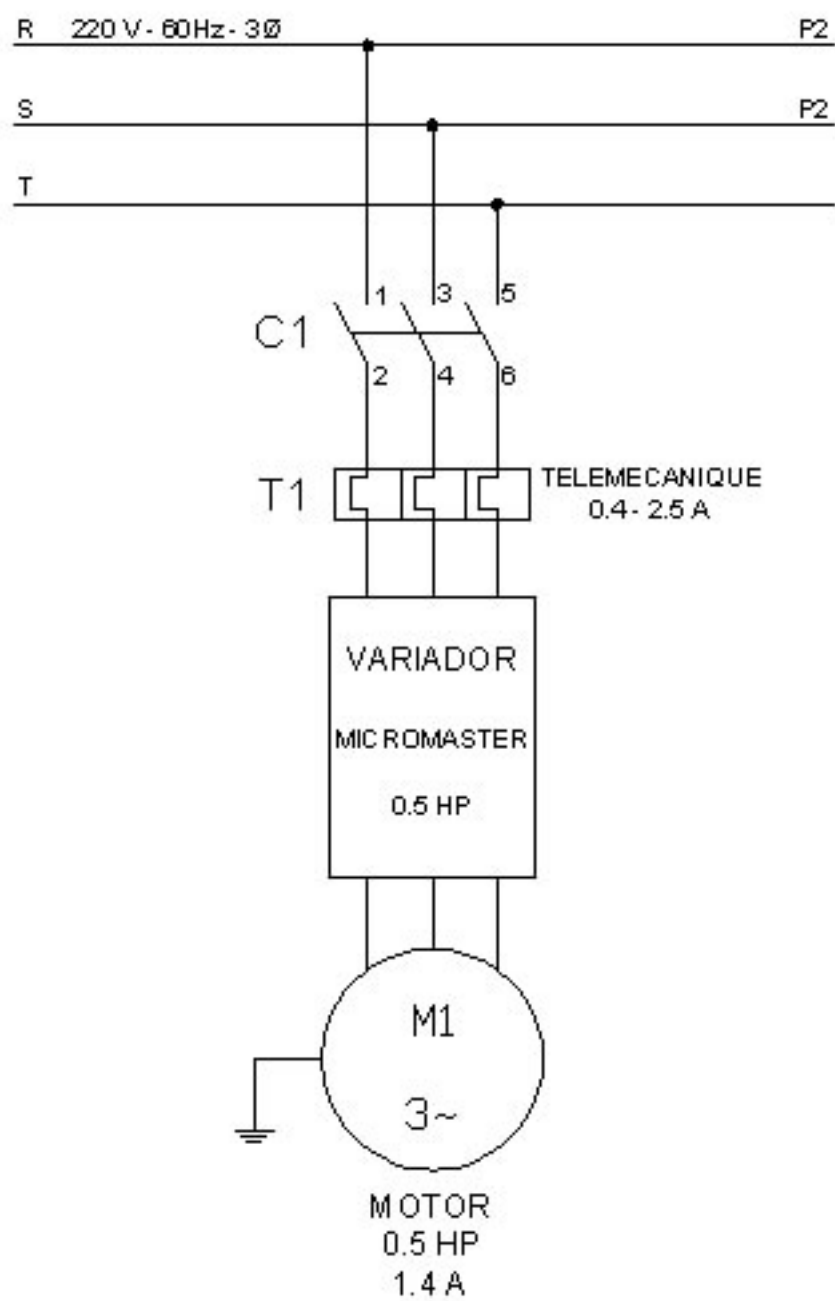
673 | FAG

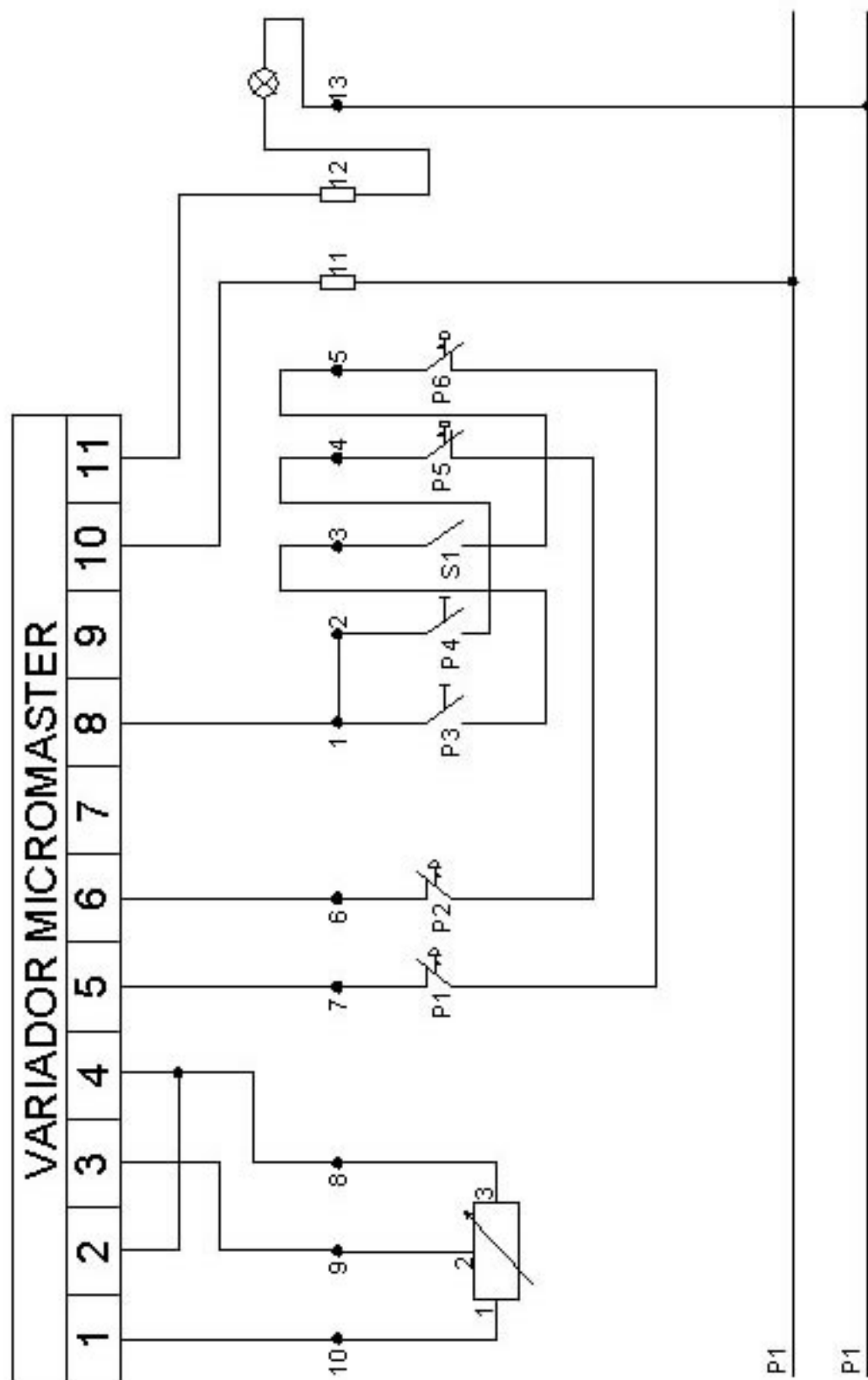
ANEXO F. CONCENTRADORES DE ESFUERZOS



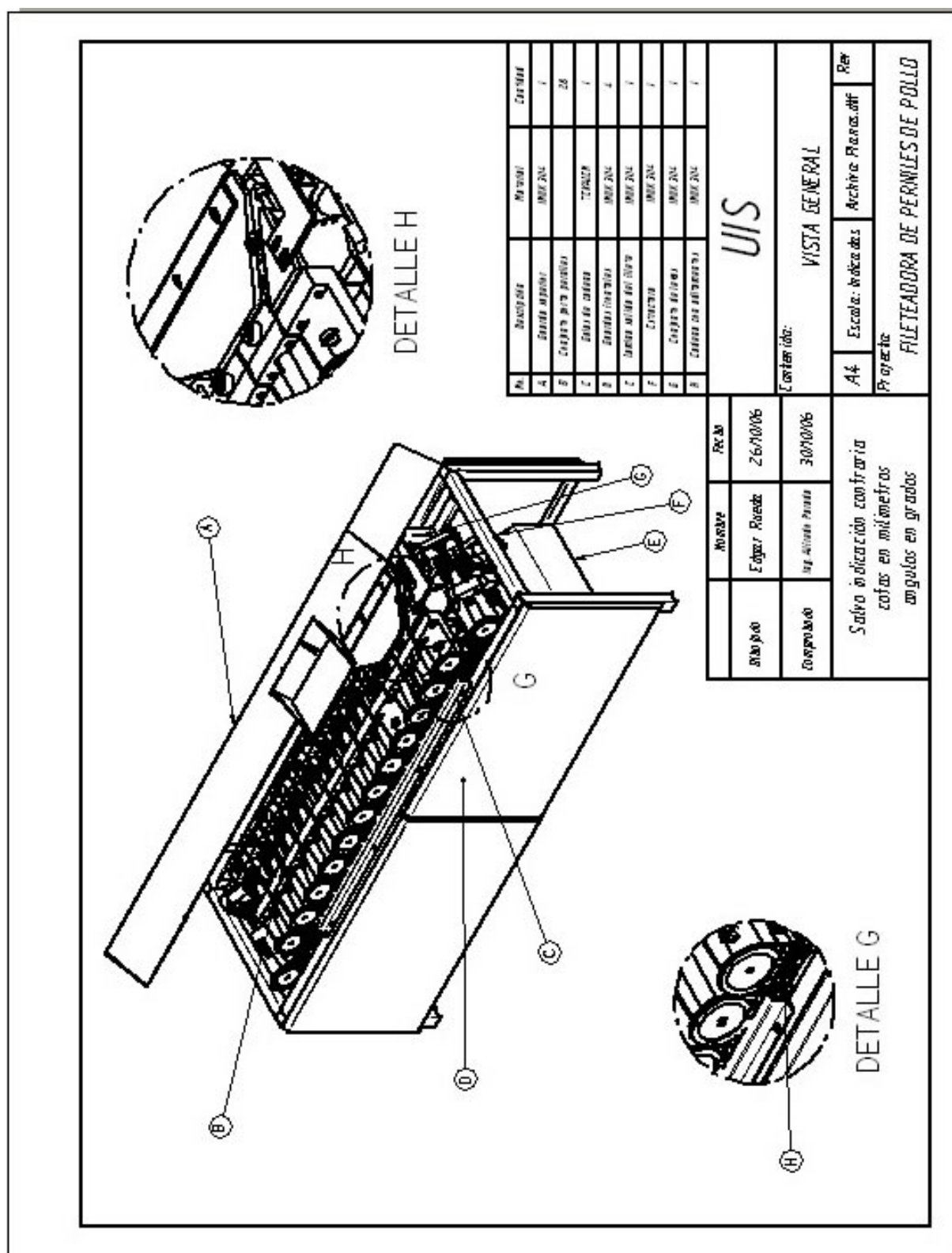


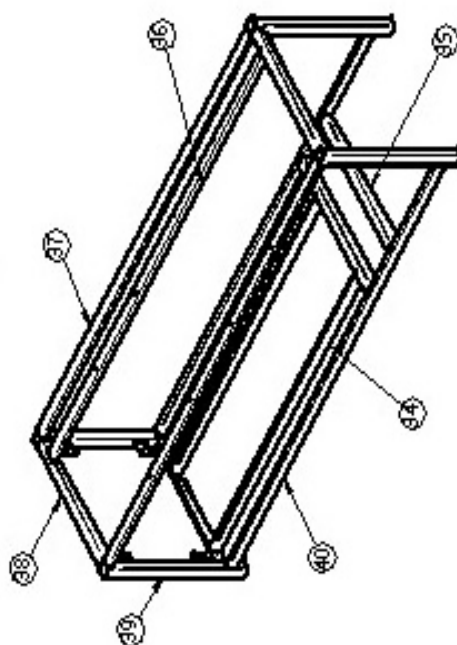
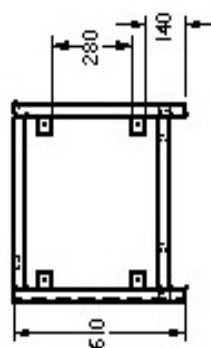
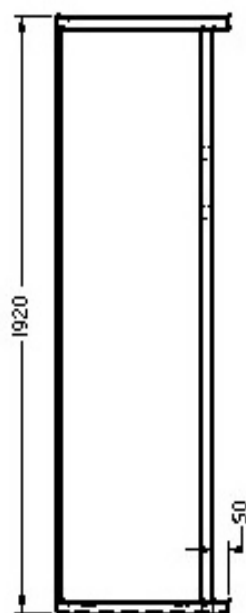
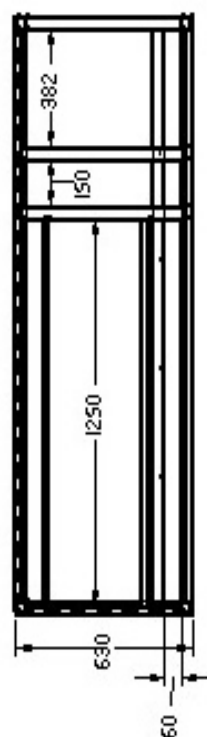
ANEXO G. PLANOS ELECTRICOS





ANEXO G. PLANOS MECANICOS





No.	Descripción	Materia	Cantidad
24	Capriote para guías de aluminio	UNID. ZINC	2
25	Capriote para guías de aluminio	UNID. ZINC	2
26	Capriote para guías de aluminio	UNID. ZINC	2
27	Tornillos 1	UNID. ZINC	1
28	Tornillos 2	UNID. ZINC	2
29	Placa	UNID. ZINC	4
40	Tornillos 3	UNID. ZINC	2

UIS

Contenido:

ESTRUCTURA GENERAL

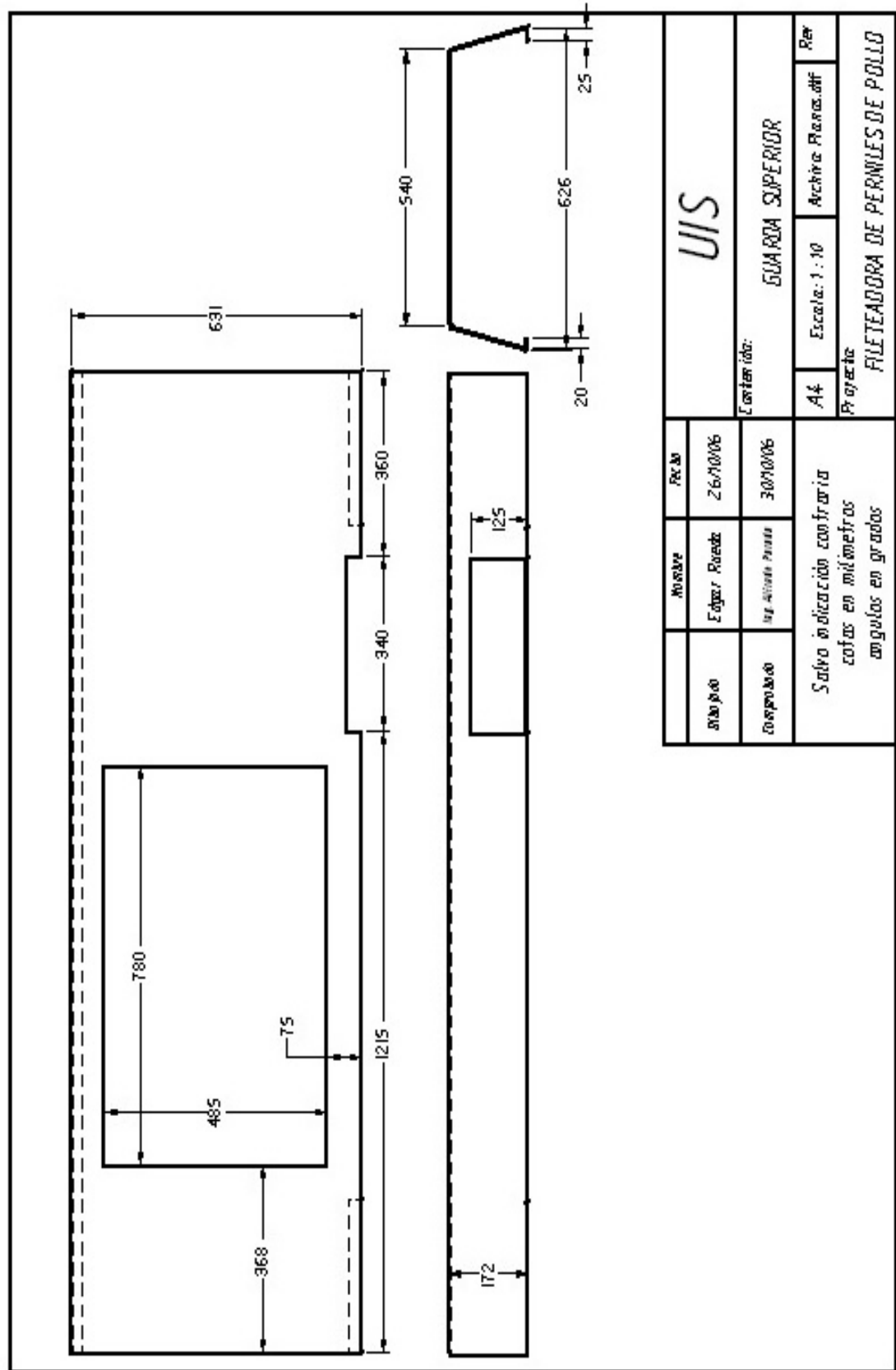
A4	Escala: Indicada	Archivo: Planos.dwg	Rev
----	------------------	---------------------	-----

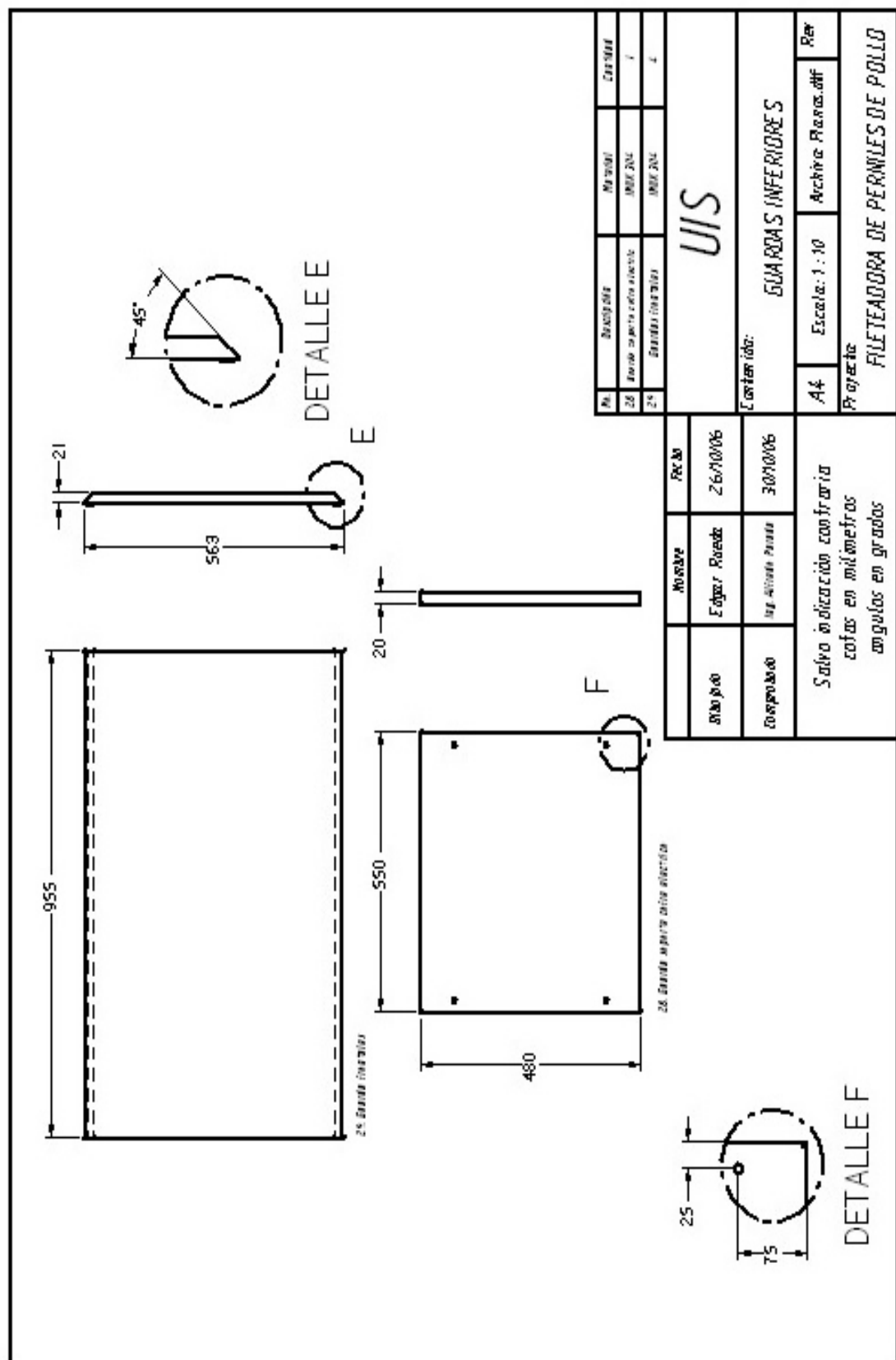
Proyecto

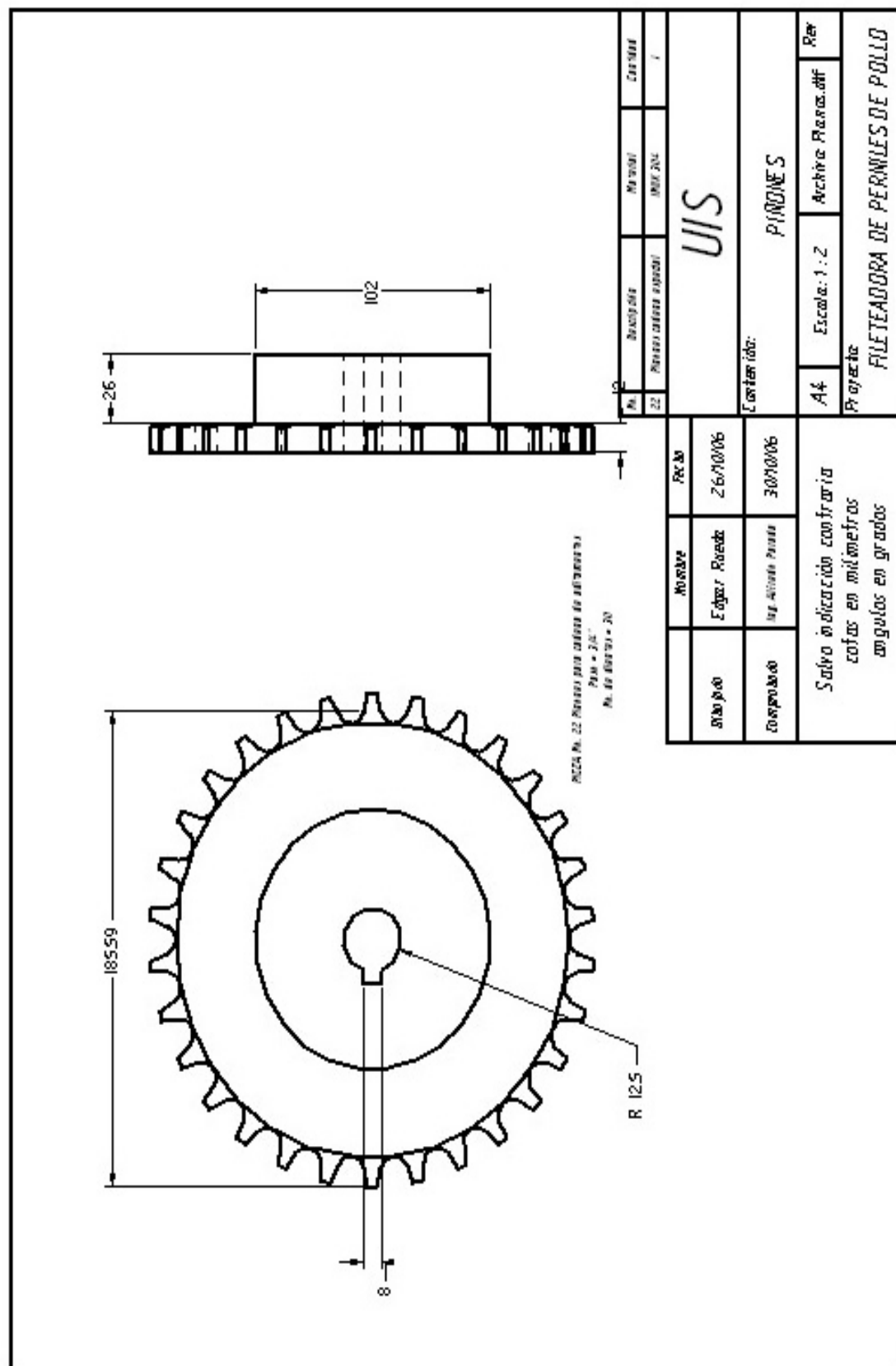
FILETEADORA DE PERNILES DE POLLO

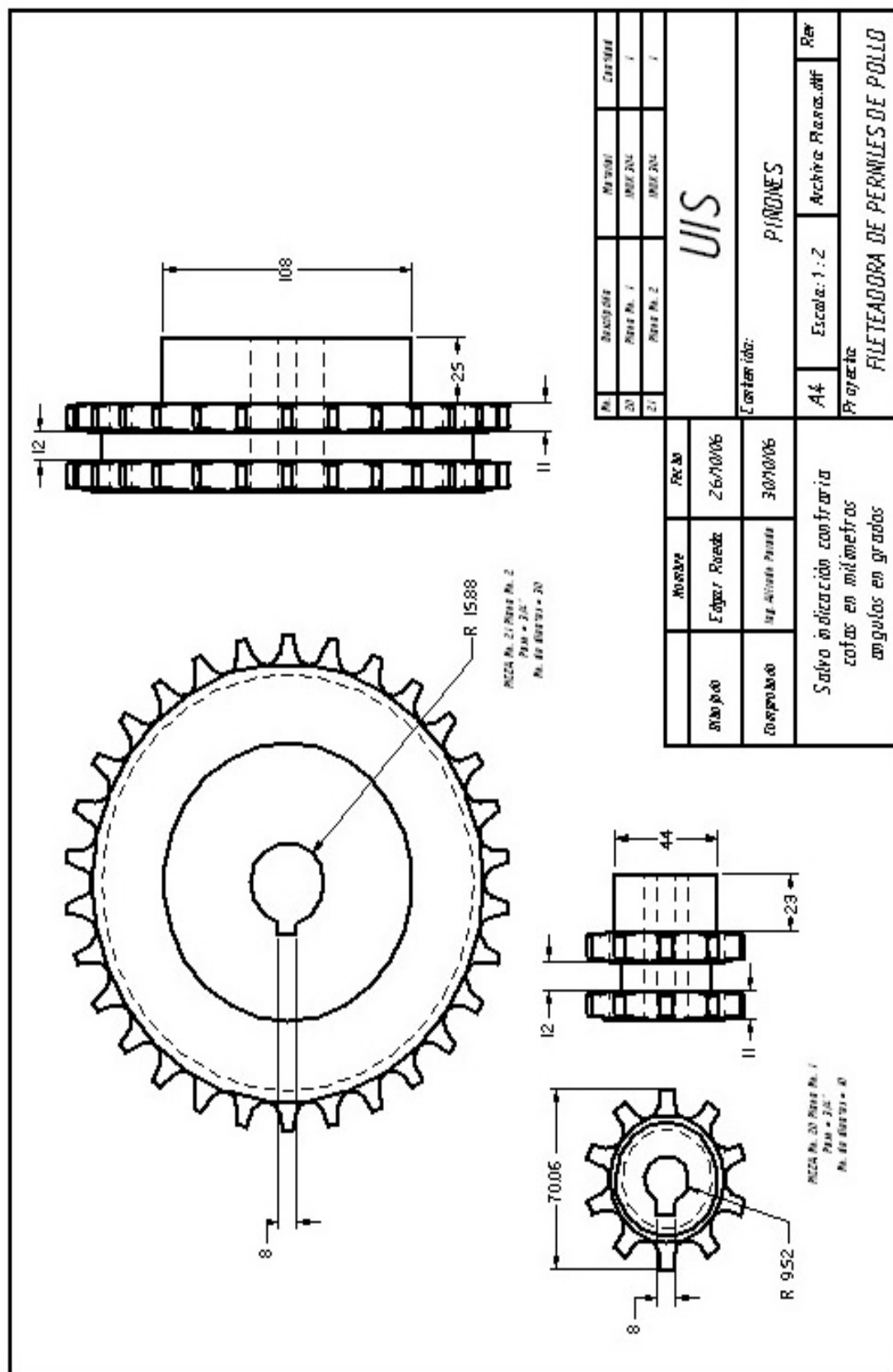
AutoCAD	Modulo	Fecha
Edgar Rueda	26/10/06	
Comprobado	Ing. Alvaro Parada	30/10/06

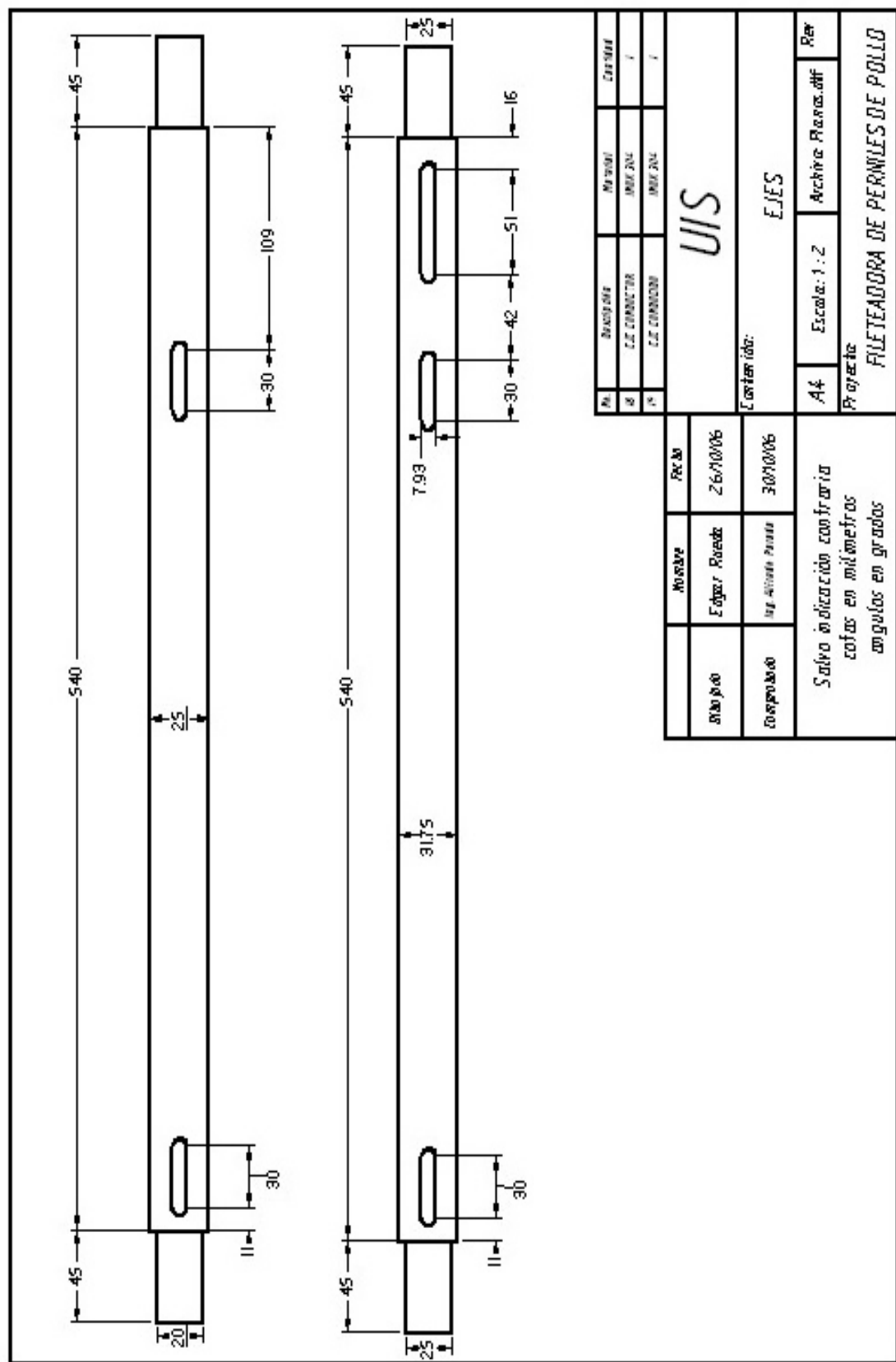
Salvo indicación contraria
cotas en milímetros
angulos en grados

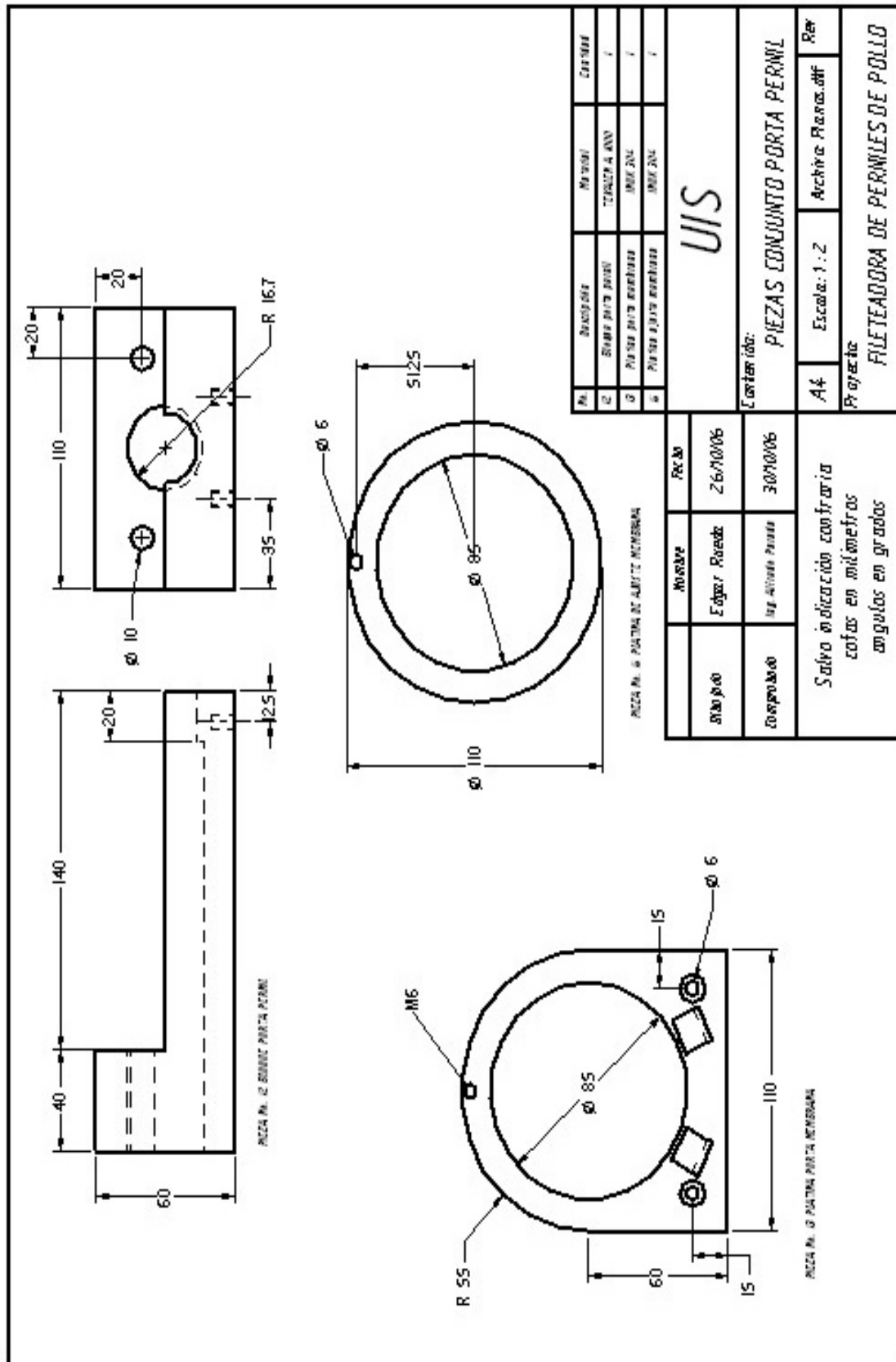


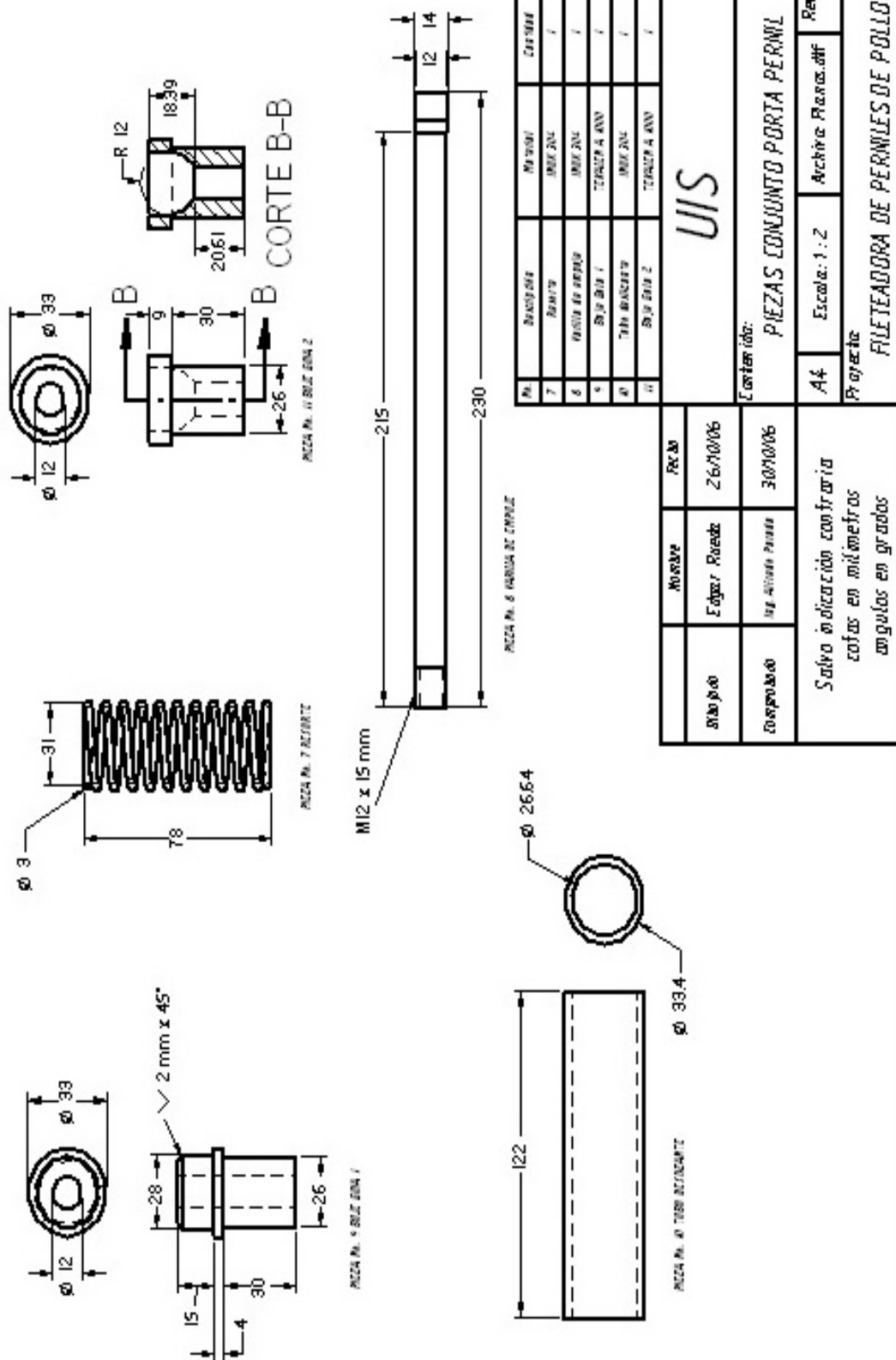


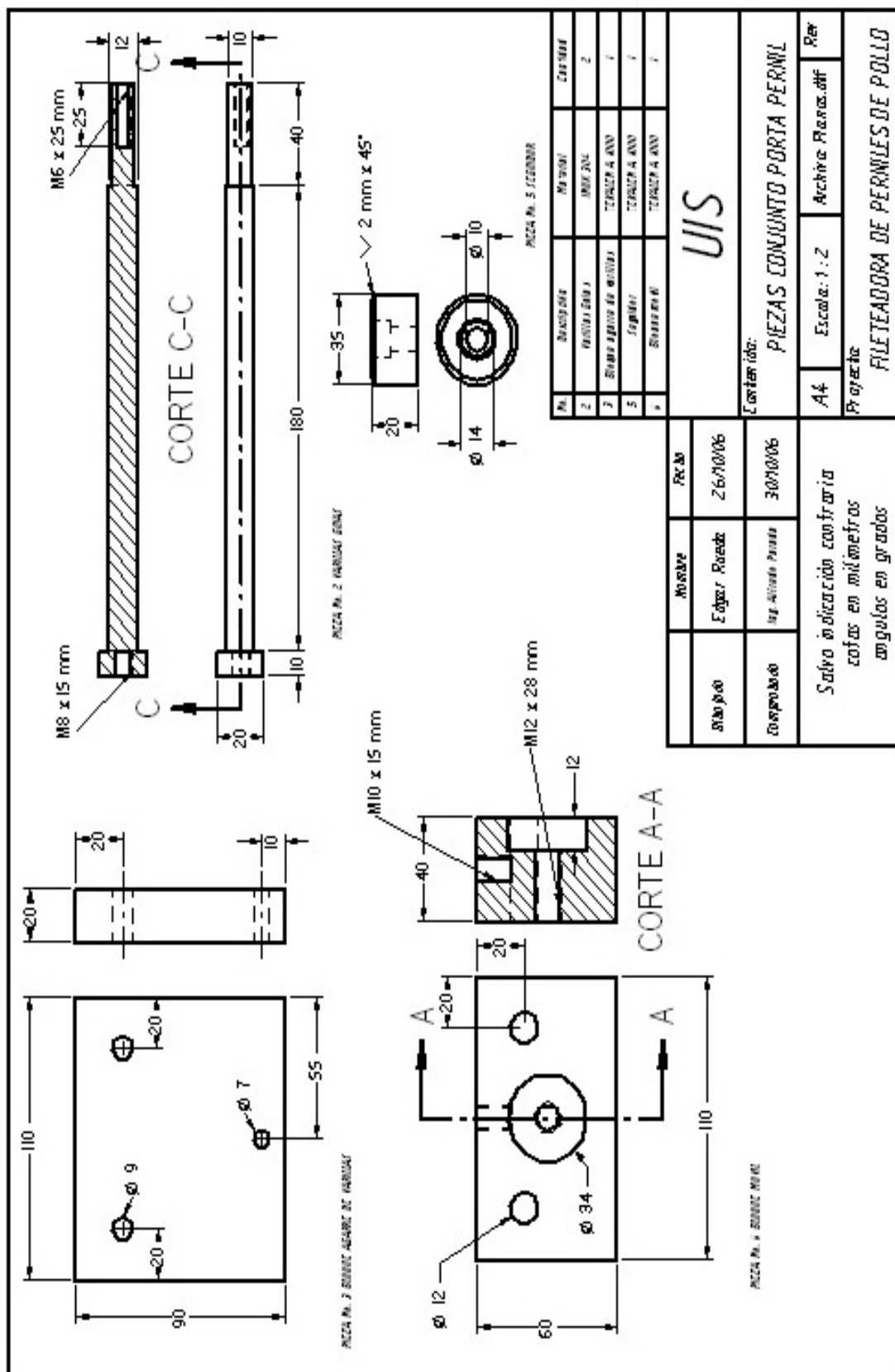


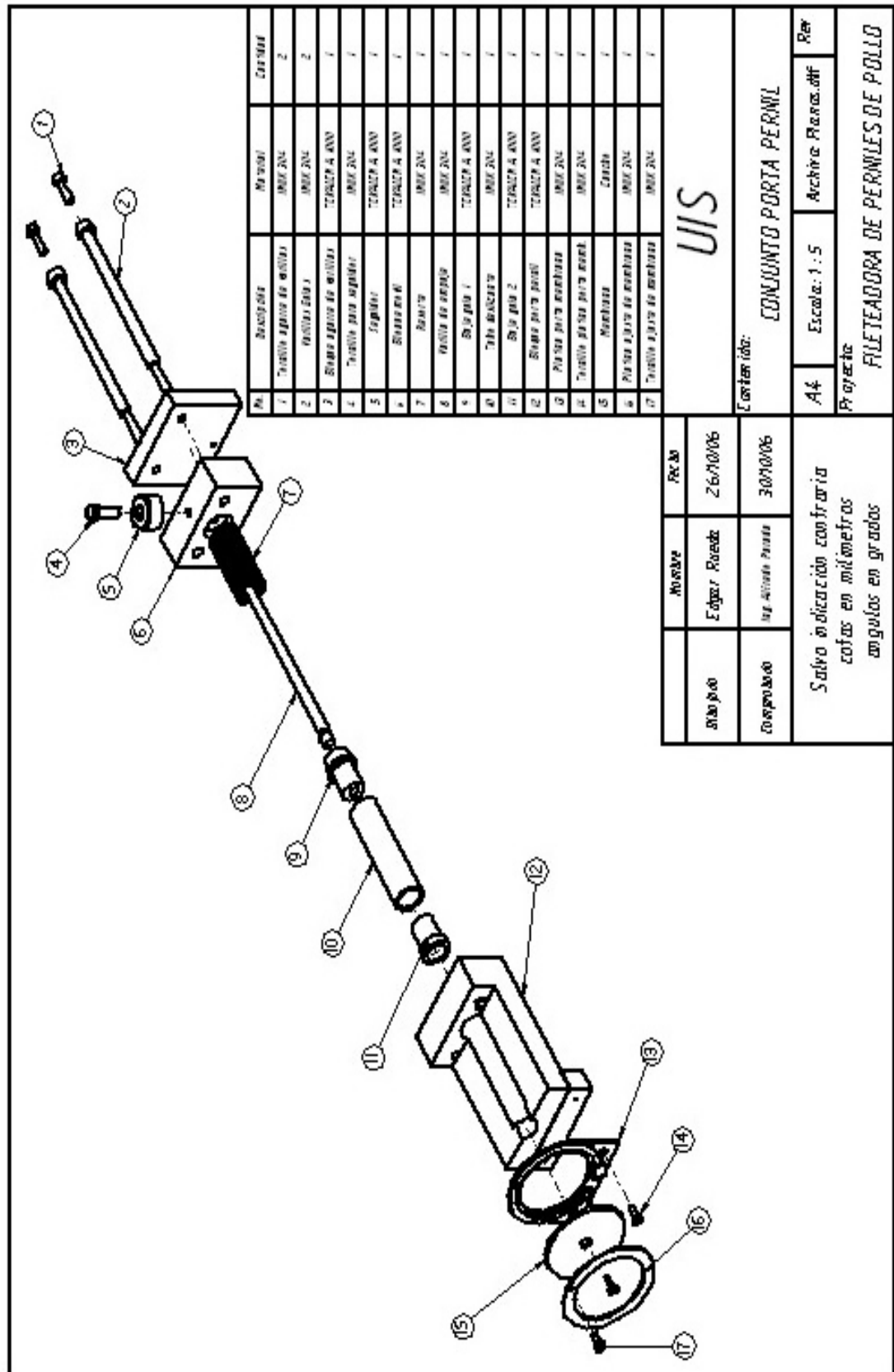


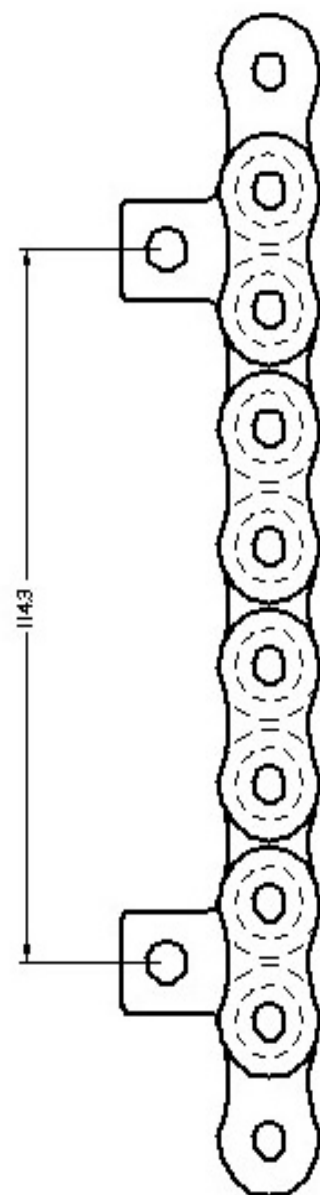












UIS		
Cadena con Aditamentos		
Contenido:		
A4		
Escala: 1 : 10		
Rev		
Proyecto		
FILETEADORA DE PERNILES DE POLLO		