

# **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

## **DISEÑO DE UN EQUIPO FILETEADOR DE PECES VARIOS PARA UNA FÁBRICA DE EQUIPOS DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS**

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
Por los Bachilleres  
**Figuroa C. Gustavo E.**  
**Rodríguez P. Ana B.**  
Para optar por el título de  
Ingeniero Mecánico

**Caracas, Junio 2014**

# **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

## **DISEÑO DE UN EQUIPO FILETEADOR DE PECES VARIOS PARA UNA FÁBRICA DE EQUIPOS DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS**

**Tutor: Prof. Fausto Carpentiero.**

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
Por los Bachilleres:  
**Figuroa C., Gustavo E.**  
**Rodríguez P., Ana B.**  
Para optar por el título de  
Ingeniero Mecánico

**Caracas, Junio 2014**



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DEPARTAMENTO DE DISEÑO

## ACTA

Los abajo firmantes, Miembros del Jurado Examinador designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Mecánica para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por los Bachilleres:

*Gustavo Figueroa y Ana Rodríguez*

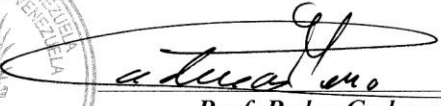
Titulado

*“Diseño de un Equipo Fileteador de Peces Varios  
para una Fabrica de Equipos de Procesamiento de  
Alimentos”*

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el Plan de Estudios conducente al Título de Ingeniero Mecánico.

Acta se levanta en la ciudad de Caracas, a los 03 días del mes de Junio del año dos mil catorce.

  
Prof. Ramón Sánchez  
Jurado

  
Prof. Pedro Cadenas  
Jurado

  
Prof. Fausto Carpentiero

Tutor

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestra Ilustre **Universidad Central de Venezuela** por brindarnos las herramientas necesarias para nuestra formación integral, bases esenciales para nuestro desarrollo profesional. Además del personal docente que siempre estuvo dispuesto a guiarnos, también debemos mencionar sus instalaciones que siempre vamos a considerar como nuestra segunda casa.

A todo el personal de **CORPIVENSA** por el apoyo prestado para llevar a cabo la conceptualización y diseño de este proyecto, especialmente al Ing. **Carlos Lugo**, Ing. **Josefina Franquiz** y al Ing. **Luis Manzano**.

Al Ing. Mecánico **Fausto Carpentiero** por su colaboración, enseñanza, tiempo invertido y tutoría durante el desarrollo de este proyecto.

A todos los empleados de la planta de Villa de Cura, quienes ofrecieron apoyo en el diseño y conceptualización de los procesos de manufactura, siempre estuvieron disponibles para cualquier tipo de consulta.

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar la culminación de mi carrera y este proyecto a mis padres Gustavo Figueroa y Nubia Carrillo quienes además de darme la vida siempre se preocuparon por prestarme todo el apoyo necesario para culminar esta gran etapa de mi vida.

También quisiera nombrar a mis hermanos Daniel Figueroa y Naylee Concepción quienes siempre han sido un ejemplo a seguir y que siempre han estado dispuestos a ayudarme y superar cualquier obstáculo.

Gustavo E. Figueroa C.

## **DEDICATORIA**

La culminación de este proyecto representa el cierre de una de las etapas más importantes de mi vida, cuyo desarrollo ha sido posible gracias al apoyo incondicional de mi madre Gladys Pérez, mi padre Jesús Rodríguez y mi hermana María Rodríguez, quienes día a día me han acompañado y motivado a continuar con este camino.

Además quiero dedicar este proyecto a los demás miembros de las familias Rodríguez Sánchez y Pérez Belisario que han estado siempre acompañándome con todo su cariño. Y a mi compañeros y amigos que recorrieron a mi lado este camino durante estos 5 años.

Ana B. Rodríguez P.

**Figuroa C. Gustavo E. y Rodríguez P. Ana B.**

**DISEÑO DE UN EQUIPO FILETEADOR DE PECES VARIOS PARA UNA  
FÁBRICA DE EQUIPOS DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS**

**Tutor: Prof. Fausto Carpentiero. Tesis. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería,  
Escuela de Ingeniería Mecánica. 2014, N° de páginas: 200**

**Palabras Claves: FILETEADO, CANGILÓN, INOCUIDAD, PECES, DISCOS  
DE CORTE.**

**Resumen:** En este trabajo se llevó a cabo la conceptualización y diseño de un equipo capaz de filetear varias especies de pescados. Entre las especies se encuentran la Cachama, el Lebranche, el Mero y el Pargo. Este diseño será utilizado en una fábrica de maquinaria procesadora de alimentos ubicada en Villa de Cura, estado Aragua. Para su concepción, se tomaron en consideración varios factores que afectan al momento de trabajar con pescados, como es la inocuidad, el tamaño y espesor de los pescados y las normas que rigen el trabajo con alimentos.

La finalidad del diseño es aumentar la producción de pescado procesado a nivel nacional y aumentar la fabricación de maquinaria para su próxima exportación. La máquina consiste básicamente en dos procesos, el de sujeción del pescado y el de corte para separar los filetes de la espina dorsal; un operario debe colocar el pescado en el área de sujeción y otro operario debe recibir los filetes y la espina del pescado.

El pescado pasa por tres procedimientos previos al fileteado, lavado, descamado y eviscerado, luego de estos procesos deben ser retiradas la cabeza y la cola del mismo para pasar a ser fileteado y por último, pasar a ser empacado, congelado y distribuido a los consumidores.

# ÍNDICE

CONSTANCIA DE APROBACIÓN .....	
AGRADECIMIENTOS .....	IV
DEDICATORIA.....	V
ÍNDICE.....	VIII
LISTA DE IMÁGENES .....	XII
LISTA DE TABLAS .....	XV
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	2
1. EL PROBLEMA. ....	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
<b>1.2. Objetivo General</b> .....	4
<b>1.3. Objetivos Específicos</b> .....	4
1.4. JUSTIFICACIÓN .....	5
1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	6
1.5.1. Alcances:.....	6
1.5.2. Limitaciones:.....	6
CAPITULO II.....	7
2. MARCO TEÓRICO .....	7
2.1. Fábrica Socialista de Equipos para el Procesamiento de Alimentos .....	8
2.2. Procesamiento de pescado .....	9
2.2.1. Obtención del producto .....	10
<b>2.2.1.1. Anzuelos y sedales</b> .....	11
<b>2.2.1.2. Trampas</b> .....	11
<b>2.2.1.3. Redes fijas</b> .....	11
<b>2.2.1.4. Redes móviles</b> .....	11
2.2.2. Tratamientos Preliminares.....	11
<b>2.2.2.1 Categorización</b> .....	12
<b>2.2.2.2. Lavado</b> .....	13
<b>2.2.2.3. Descamado</b> .....	13
<b>2.2.2.4. Descabezado y eviscerado</b> .....	13
<b>2.2.2.5. Fileteado</b> .....	13
<b>2.2.2.6. Pelado</b> .....	13
2.3. Corporación de Industrias Intermedias de Venezuela Sociedad Anónima (CORPIVENSA). 14	
2.3.1. Misión .....	14
2.3.2. Visión.....	14
2.3.3. Objetivo general estratégico.....	14
2.4.4. Objetivos específicos estratégicos .....	15
2.4. Especies de pescado a trabajar .....	15
<b>2.4.1. Cachama</b> .....	16



2.4.2. Lebranche .....	18
2.4.3. Mero .....	19
2.4.4. Pargo .....	20
2.5. Características de la pesca en Venezuela.....	21
2.6. Normativas y leyes para el procesamiento de alimentos.....	22
2.6.1 CODEX ALIMENTARIUS normas internacionales de los alimentos.....	22
2.6.2. Código de prácticas para el pescado y los productos pesqueros cac/rcp 52-2003. Primera edición. .....	23
2.6.3. COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales).....	24
2.6.4. Comisión Europea.....	25
2.6.5. Ministerio de sanidad y asistencia social.....	25
2.6.6. Aseguramiento de la calidad del pescado fresco. ....	25
2.6.7. Normas técnicas sobre diseño de los puestos de trabajo .....	29
2.7. Filete de pescado .....	30
2.7.1. Chuleta .....	30
2.7.2. Individual.....	30
2.7.3. Corte en "J".....	30
2.8. Marcas y modelos de fileteadoras presentes en el mercado.....	31
2.9. Materiales para la construcción de la maquinaria .....	39
2.9.1. Acero.....	39
2.9.2. Goma y materiales plásticos .....	40
2.9.3. Acero inoxidable.....	40
2.9.3.1 Tipos de acero inoxidable.....	41
2.10. Consideraciones ergonómicas.....	42
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>46</b>
3. MARCO METODOLÓGICO.....	46
3.1. Descripción del Problema.....	46
3.2. Mapa Mental .....	48
3.3. ¿A quién afecta y cómo?.....	52
3.3.1. Trabajadores del rubro.....	52
3.3.2. El Estado .....	52
3.3.3. Consumidores del producto.....	53
3.3.4. Fabricantes de maquinaria.....	53
3.3.5. Industria de alimentos .....	53
3.4. ¿A quién va dirigido? .....	53
3.5. Consideraciones de diseño .....	53
3.6. Generación de ideas .....	54
3.7. Matriz de decisión .....	56
3.8. Ideas con Mayor Puntuación.....	61
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>62</b>
4. CÁLCULOS.....	62
4.1. Motor-reductores.....	62
4.2. Cadena transportadora .....	62
4.3. Discos de corte .....	69
4.3.1. Cadena de transmisión .....	73

4.4 Árboles.....	74
4.5. Cálculo de vigas para los árboles .....	80
4.5.1. Sujeción 1 (eje Z).....	80
4.5.2. Sujeción 1 (eje Y).....	82
4.5.4. Sujeción 2 (eje Y).....	85
4.5.5. Disco de corte 1 (eje Z).....	86
4.5.6. Disco de corte 1 (eje Y).....	88
4.5.7. Disco de corte 2 (Eje Z) .....	89
4.5.8. Disco de corte 2 (eje Y).....	90
4.6. Esfuerzo cortante torsional en los árboles .....	92
4.7. Árboles estriados .....	94
4.8. Acoplamientos .....	95
4.9. Selección de rodamientos .....	99
4.10. Sujeción .....	102
4.11. Estructura.....	107
4.12. Cálculo de la distribución de las tuberías .....	116
4.13. Soldaduras.....	120
4.14. Accesorios .....	121
4.15. Adaptaciones del sistema.....	122
<b>CAPITULO V.....</b>	<b>123</b>
5. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	123
5.1. Información importante para los operadores de la maquinaria .....	123
5.2. Funcionamiento de la maquinaria.....	124
5.3. Datos técnicos .....	126
5.3.1. Personal de servicio: 2 operarios.....	126
5.3.2. Suministro de agua a presión.....	126
5.3.3. Discos de corte .....	126
5.3.4. Cadena de transporte.....	126
5.3.5. Corte Cabeza-cola .....	127
5.3.6. Recolección de filetes y desechos .....	128
5.4. Advertencias .....	128
5.5. Protecciones .....	128
5.6. Mantenimiento y limpieza.....	128
5.6.1. Mantenimiento .....	129
5.6.2. Limpieza del equipo.....	130
5.7. Operación del equipo .....	131
5.8. Diagramas eléctricos.....	132
5.9. Tablero eléctrico .....	134
<b>CAPITULO VI.....</b>	<b>137</b>
6. HOJAS DE PROCESOS.....	137
<b>CAPITULO VII.....</b>	<b>179</b>
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	179
7.1. CONCLUSIONES.....	179

*7.2. RECOMENDACIONES*..... 180

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS** .....

**ANEXOS**.....

## LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Mapa con localización de la planta en la localidad de Villa de Cura, Edo. Aragua. Proyecto De Implantación Y Operación De Una “Fábrica De Equipos Para El Procesamiento De Alimentos” .....	8
Imagen 2. Implantación del Proyecto – Fase Conceptual. Proyecto De Implantación Y Operación De Una “Fábrica De Equipos Para El Procesamiento De Alimentos” .....	9
Imagen 3. Diagrama De Flujo Para El Procesamiento De Pescado. Fuente: <a href="http://ben.upc.es/documents/eso/aliments/html/pescado-6.html">http://ben.upc.es/documents/eso/aliments/html/pescado-6.html</a> .....	10
Imagen 4. Tratamientos Preliminares Del Pescado. (Fuente: <a href="http://ben.upc.es/documents/eso/aliments/html/pescado-6.html">http://ben.upc.es/documents/eso/aliments/html/pescado-6.html</a> ) .....	12
Imagen 5. Cachama. Fuente: <a href="http://www.venezuelatuya.com/natura/cachama.htm">http://www.venezuelatuya.com/natura/cachama.htm</a> ..	16
Imagen 6. Lebranche. Fuente: <a href="http://www.masmar.net/esl/Pesca/Especies/M%C3%BAgil-Com%C3%BAAn-Liza-ramada">http://www.masmar.net/esl/Pesca/Especies/M%C3%BAgil-Com%C3%BAAn-Liza-ramada</a> .....	18
Imagen 7. Mero. Fuente: <a href="http://www.pestolusa.com/cherna.html">http://www.pestolusa.com/cherna.html</a> .....	19
Imagen 8. Pargo. Fuente: <a href="http://www.pescavenezuela.com/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=85&amp;Itemid=109">http://www.pescavenezuela.com/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=85&amp;Itemid=109</a> .....	20
Imagen 9. Fileteadora JM-900. <a href="http://www.grupojosmar.com/fileteadoras.htm">http://www.grupojosmar.com/fileteadoras.htm</a> .....	31
Imagen 10. Fileteadora JM-901. <a href="http://www.grupojosmar.com/fileteadoras.htm">http://www.grupojosmar.com/fileteadoras.htm</a> .....	32
Imagen 11. Fileteadora JM-904. <a href="http://www.grupojosmar.com/fileteadoras.htm">http://www.grupojosmar.com/fileteadoras.htm</a> .....	33
Imagen 12. Fileteadora SSS-521. <a href="http://www.sssfoodmachinery.com/product/elist.asp?product_id=881">http://www.sssfoodmachinery.com/product/elist.asp?product_id=881</a> .....	34
Imagen 13. VMK 11 Filleting Machine. <a href="http://arenco.com/website1/1.0.1.0/151/1/">http://arenco.com/website1/1.0.1.0/151/1/</a> 35	
Imagen 14. Baader 581 Filleting Machine. <a href="http://www.baader.com/en/products/fish_processing/salmonides/salmon_and_seatrou t/filleting.html">http://www.baader.com/en/products/fish_processing/salmonides/salmon_and_seatrou t/filleting.html</a> .....	36
Imagen 15. Fileteadora FSS120. <a href="http://www.swedefish.com/Testmedramar-nyeng.htm">http://www.swedefish.com/Testmedramar-nyeng.htm</a> .....	37
Imagen 16. M700 Filleting Machine. <a href="http://www.velfag.is/Velfag/M700_filleting_machine.html">http://www.velfag.is/Velfag/M700_filleting_machine.html</a> .....	38
Imagen 17. Dimensiones recomendadas para la estación de trabajo de pie. Niebel, Freivalds. Ingeniería Industrial, Métodos, Estándares Y Diseño Del Trabajo. 2005. 44	
Imagen 18. Ergonomía. Áreas operativas del ser humano a partir del eje de simetría bilateral. <a href="http://upload.wikimedia.org">http://upload.wikimedia.org</a> .....	45
Imagen 19. Fileteado Del Mero Realizado Por Los Integrantes Del Equipo. Fuente: Los Autores. ....	47

Imagen 20. Instalaciones para el fileteado de pescado. Higuerote, Edo. Miranda. Fuente: Los Autores. ....	47
Imagen 21. Boceto N°1 Mapa Mental. Fuente: Los autores. ....	49
Imagen 22. Boceto N°2 Mapa mental. Fuente: Los autores. ....	50
Imagen 23. Esquema final Mapa Mental. Fuente: Los autores. ....	51
Imagen 24. Configuración de las Cadenas con aditamentos doblados según la norma ANSI. Fuente: <a href="http://www.emersonindustrial.com">www.emersonindustrial.com</a> .....	63
Imagen 25. Componentes de una cinta Transportadora. Fuente: HabaCHAIN®, Slat and Conveyor Chains, Engineering Guide. ....	63
Imagen 26. Cargas del árbol motriz para la cadena transportadora. Fuente: Los autores. ....	75
Imagen 27. Cargas del árbol conducido para la cadena transportadora. Fuente: Los autores. ....	76
Imagen 28. Cargas del árbol motriz y conducido para los discos de corte. Fuente: Los autores. ....	77
Imagen 29. Factores de Confiabilidad Aproximados Cr. Fuente: Mott, Robert. Diseño de Elementos de Máquinas. 2006. ....	79
Imagen 30. Factor por Tamaño. Fuente: Mott, Robert. Diseño de Elementos de Máquinas. 2006. ....	79
Imagen 31. Proyección del árbol motriz de sujeción en el plano XY. Fuente: Los autores. ....	80
Imagen 32. Diagrama de Fuerzas cortantes para el árbol motriz de sujeción en el plano XY. Fuente: Los autores. ....	81
Imagen 33. Diagrama de momento flector para árbol motriz de sujeción en el plano XY. Fuente: Los autores. ....	81
Imagen 34. Proyección del árbol motriz de sujeción en el plano ZX. Fuente: Los autores. ....	82
Imagen 35. Diagrama de Fuerzas cortantes para el árbol motriz de sujeción en el plano ZX. Fuente: Los autores. ....	82
Imagen 36. Diagrama de momento flector para árbol motriz de sujeción en el plano ZX. Fuente: Los autores. ....	83
Imagen 37. Proyección del árbol conducido de sujeción en el plano XY. Fuente: Los autores. ....	84
Imagen 38. Proyección del árbol conducido de sujeción en el plano ZX. Fuente: Los autores. ....	85
Imagen 39. Proyección del árbol motriz de discos de corte en el plano XY. Fuente: Los autores. ....	87
Imagen 40. Proyección del árbol motriz de discos de corte en el plano ZX. Fuente: Los autores. ....	88

Imagen 41. Proyección del árbol conducido de discos de corte en el plano XY. Fuente: Los autores. ....	89
Imagen 42. Proyección del árbol conducido de discos de corte en el plano ZX. Fuente: Los autores. ....	91
Imagen 43. Acoplamiento SKF Flex® F40. Fuente: Los Autores.....	99
Imagen 44. Características físicas del Acoplamiento SKF Flex® F40. Fuente: Catálogo Acoplamientos SKF Flex®.....	99
Imagen 45. Rodamientos rígidos de bola con jaula. Fuente: TPR internationale trade press relations and translation service. ....	102
Imagen 46. Rodamientos de bolas de contacto de dos hileras. Fuente: Medias® professional - Catálogo de productos. ....	102
Imagen 47. Toma de medidas de las distintas especies de pescado. Fuente: Los autores. ....	104
Imagen 48. Ensamble del sistema de sujeción. Fuente: Los Autores. ....	105
Imagen 49. Base del sistema de sujeción y cadenas transportadoras. Fuente: Los Autores. ....	107
Imagen 50. Estructura base. Fuente: Los autores.....	108
Imagen 51. Base de los motor-reductores. Fuente: Los autores. ....	108
Imagen 52. Resultado del análisis de esfuerzos en la base del motor-reductor. Fuente: Los autores .....	109
Imagen 53. Diagrama de deflexión para vigas simplemente apoyadas. Fuente: Mott, Robert. Diseño de Elementos de Máquinas. 2006. ....	111
Imagen 54. Diagrama de cargas en el soporte del sistema de sujeción. Fuente: Los autores. ....	113
Imagen 55. Datos de una ducha, para el cálculo de tuberías. Fuente: López, Luis. AGUA Instalaciones Sanitarias en los edificios.1990. ....	116
Imagen 56. Datos de longitud equivalente para accesorios. Fuente: López, Luis. AGUA Instalaciones Sanitarias en los edificios. 1990. ....	119
Imagen 57. Diagrama de conexión para la potencia de los motores. Fuente los autores. ....	132
Imagen 58. Diagrama de conexión para el control o maniobra de los motores. Fuente Los autores. ....	133

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Valores De Talla, Peso Y Altura De Cachama De Tres Categorías Según Su Tamaño.</i> .....	17
<b>Tabla 2.</b> <i>Porcentajes promedios de cabezas, vísceras, piel y huesos y porción comestible en Cachama de tres categorías según su tamaño.</i> .....	18
<b>Tabla 3.</b> <i>Peligros y Puntos Críticos de Control (PCC) en la producción y el procesamiento de filetes sin hueso, frescos y congelados.</i> .....	27
<b>Tabla 4.</b> <i>Composición Típica de algunos aceros inoxidables.</i> .....	41
<b>Tabla 5.</b> <i>Principales especies de la pesca marítima artesanal, producción y porcentaje de composición de las capturas para el 2008.</i> .....	48
<b>Tabla 6.</b> <i>Datos de producción total para el mercado interno de pescado en Venezuela.</i> .....	52
<b>Tabla 7.</b> <i>Balanza comercial Venezuela – Maquinaria para el procesamiento de alimentos.</i> .....	52
<b>Tabla 8.</b> <i>Puntuación matriz de decisión</i> .....	57
<b>Tabla 9.</b> <i>Matriz de decisión.</i> .....	59
<b>Tabla 10.</b> <i>Factor de Servicio <math>C_s</math></i> .....	64
<b>Tabla 11.</b> <i>Capacidades para cadenas de transporte.</i> .....	66
<b>Tabla 12.</b> <i>Especificaciones de los conjuntos motor-reductor marca FALK® de 0,25 HP.</i> .....	68
<b>Tabla 13.</b> <i>Resistencia al corte, evaluación sensorial, y característica culinaria de carnes de machos castrados criollo limonero bajo diferentes períodos de maduración.</i> .....	69
<b>Tabla 14.</b> <i>Velocidad de giro de los discos de corte de los equipos marca Torrey®.</i> 70	
<b>Tabla 15.</b> <i>Especificaciones de los conjuntos motor-reductor marca FALK® de 0,5 HP.</i> .....	72
<b>Tabla 16.</b> <i>Capacidades para cadenas de transmisión.</i> .....	74
<b>Tabla 17.</b> <i>Datos para el cálculo del árbol motriz del sistema de sujeción.</i> .....	80
<b>Tabla 18.</b> <i>Resultados del cálculo del diámetro del árbol motriz del sistema de sujeción.</i> .....	83
<b>Tabla 19.</b> <i>Datos para el cálculo del eje conducido del sistema de sujeción.</i> .....	84
<b>Tabla 20.</b> <i>Resultados del cálculo del diámetro del árbol conducido del sistema de sujeción.</i> .....	85
<b>Tabla 21.</b> <i>Datos para el cálculo del árbol del primer disco de corte.</i> .....	87
<b>Tabla 22.</b> <i>Resultados del cálculo del diámetro del árbol del primer disco de corte.</i> 88	
<b>Tabla 23.</b> <i>Datos para el cálculo de del árbol del segundo disco de corte.</i> .....	90
<b>Tabla 24.</b> <i>Resultados del cálculo del diámetro del árbol del segundo disco de corte.</i> .....	91

<b>Tabla 25.</b> <i>Características mecánicas de distintos tipos de Aceros.</i> .....	93
<b>Tabla 26.</b> <i>Medidas para árboles estriados, según DIN-5463</i> .....	95
<b>Tabla 27.</b> <i>Factor de Servicio.</i> .....	96
<b>Tabla 28.</b> <i>Potencias de salida para acoplamientos flexibles.</i> .....	98
<b>Tabla 29.</b> <i>Rodamientos de la línea SKF Food Line con chumaceras recubiertas de Zinc</i> .....	100
<b>Tabla 30.</b> <i>Dimensiones promedio de las especies a filetear.</i> .....	104
<b>Tabla 31.</b> <i>Grados métricos de acero para pernos.</i> .....	110
<b>Tabla 32.</b> <i>Máxima deflexión permisible.</i> .....	111
<b>Tabla 33.</b> <i>Tabla para el cálculo de tuberías de distribución de agua para edificios y piezas de tanque</i> .....	118
<b>Tabla 34.</b> <i>Longitud de tubería equivalente por accesorios.</i> .....	119
<b>Tabla 35.</b> <i>Cálculo de la presión total necesaria para los aspersores.</i> .....	119
<b>Tabla 36.</b> <i>Esfuerzos cortantes admisibles sobre soldaduras de chaflán.</i> .....	120
<b>Tabla 37.</b> <i>Datos técnicos del equipo fileteador de pescados varios.</i> .....	127
<b>Tabla 38.</b> <i>Clasificación de elementos</i> .....	129
<b>Tabla 39.</b> <i>Tabla de potencias nominales para motores trifásicos de inducción.</i> .....	135



## **INTRODUCCIÓN**

El procesamiento del pescado presenta una variedad de etapas con el fin de proveerle al consumidor un producto en óptimas condiciones. Existe una gran cantidad de factores desde el punto de vista estratégico, económico, de producción y diseño, que deben tomarse en cuenta: desde la elección del arte de pesca más apropiado, hasta el manejo de la distribución y venta del producto

Las etapas principales del procesamiento del pescado son el lavado, descamado, descabezado, eviscerado y fileteado. Todas estas actividades deben llevarse a cabo de acuerdo a los procedimientos adecuados y cumpliendo las normativas sanitarias relacionadas.

Con el avance de la tecnología, las plantas de procesamiento han ido mejorando para trabajar primordialmente aspectos como el aumento de la productividad, procesos seguros y sencillos para el operador, cuidando la calidad de los productos derivados.

El desarrollo de este proyecto contempla diseñar un equipo para la etapa de fileteado, que sea capaz de cortar los filetes aprovechando la carne del animal de la mejor forma. Este procedimiento se puede realizar manualmente por un operario, o con la ayuda de una máquina donde la intervención del operador es mínima, agilizando el proceso y aumentando la capacidad de producción de la planta.

## **CAPITULO I**

### ***1. EL PROBLEMA.***

#### **1.1. Planteamiento del problema**

En Venezuela existen varios centros de acopio y procesamiento de productos pesqueros en los cuales se realiza el proceso de lavado, descamado, eviscerado y fileteado de pescados, en los cuales se realizan los procesos de forma manual. Esta modalidad de procesamiento hace que las actividades sean largas y tediosas, lo que se traduce en una producción lenta. La mayoría de estos centros se encuentran ubicados en el estado Sucre.

Con la eliminación de la pesca de arrastre en el año 2008 por parte del gobierno nacional, han reaparecido especies marinas como el Pargo, la Merluza, el Lebranche, Atún, Corocoro, Sardina, Mero, entre otras especies que se procesan según el método antes mencionado. Esta situación ha obligado a algunas plantas procesadoras a recurrir a la importación de maquinaria procesadora de pescado ya que estos equipos no se fabrican a nivel nacional. El proceso de importación de maquinaria y en algunos casos de productos pesqueros ya procesados representa altos costos para la industria.

El presente proyecto se centra principalmente en el área del fileteado de pescado, diseñando una maquinaria o equipo capaz de sacar filetes de distintas especies de pescado de manera semi-automática, sin que represente la sustitución del personal existente. El desarrollo de este equipo representará una gran ventaja facilitando el proceso de fileteado, aumentando de tal manera la producción nacional de filetes de pescado y la producción de maquinaria para el procesamiento de alimentos, eliminando gradualmente la importación de estos productos.

También es importante mencionar que dicha maquinaria garantiza de manera más eficiente la inocuidad y salubridad de los alimentos. Siendo el pescado un producto que se contamina con rapidez, es necesario que el proceso se realice de forma más rápida, al automatizar la línea de producción se aumenta la rapidez del proceso lo cual reduce la proliferación bacteriana en el producto final.

## **1.2. Objetivo General**

“Diseñar un equipamiento capaz de filetear pescados varios”

## **1.3. Objetivos Específicos**

1. Investigar sobre los estudios y desarrollos anteriores de equipos para el procesamiento de pescado.
2. Determinar los requerimientos para el proceso de fileteado de pescado.
3. Emplear la metodología de diseño para presentar un equipo capaz de filetear pescados varios. (métodos de generación de ideas, análisis morfológico, matriz de decisión, etc.)
4. Definir y dimensionar los componentes mecánicos del equipo fileteador de pescado.
5. Detallar los materiales y procesos de fabricación necesarios para la manufactura del equipo fileteador de pescado.
6. Elaborar los planos de conjunto y de detalle del equipo.
7. Elaborar manuales de funcionamiento y mantenimiento para el equipo fileteador de pescado.
8. Elaborar el informe final del proyecto.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN**

Es importante resaltar la problemática que se ha presentado en el país entre los años 2005 y 2009, la cual está relacionada con las industrias procesadoras de alimentos, ya que no se dispone de la maquinaria necesaria para la realización de los procesos e importar los mismos tiene un costo muy elevado. Esto ha traído como consecuencia la disminución de la producción en el área de procesamiento de alimentos y aumento de las importaciones de maquinaria. Para solucionar esta situación se han llevado a cabo acuerdos entre empresas extranjeras y nacionales, en este caso se trata de la Agencia Brasileña de Desarrollo Industrial (ABDI) y la Corporación de Industrias Intermedias de Venezuela (CORPIVENSA), para comenzar a producir este tipo de maquinaria en Venezuela, estableciendo la creación de una fábrica encargada de producir los mismos.

Los primeros factores que deben tomarse en cuenta al crear la fábrica son el espacio y su ubicación física. En este caso, se localiza en el estado Aragua, en la ciudad de Villa de Cura, zona industrial Matanzas. En segundo lugar, se debe considerar el tipo de maquinaria a construir. Partiendo de la investigación ya realizada, se determinó la necesidad de producir un equipo para filetear el pescado.

Se debe tomar en cuenta la factibilidad, rentabilidad y apoyo financiero para la realización del proyecto, así como considerar el diseño y conceptualización del equipo que se va a fabricar, el cual es la justificación del estudio de este proyecto, ya que el producto debe ser de bajo costo y de fácil manipulación.

## **1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES**

### ***1.5.1. Alcances:***

- Conceptualización y diseño del equipo que se va a fabricar.
- Elaboración de un manual para la manipulación del equipo.
- Análisis del funcionamiento de equipos ya fabricados para la realización de este proceso.
- Elaboración de cronogramas de actividades para el desarrollo del proyecto.
- Estudio y diseño de piezas necesarias para elaborar la maquinaria.
- Seleccionar los materiales necesarios y su cantidad.

### ***1.5.2. Limitaciones:***

- Poca información sobre el tamaño estándar aproximado de los pescados en Venezuela.

## **CAPITULO II**

### ***2. MARCO TEÓRICO***

Para llevar a cabo un proyecto de manera exitosa, es necesario tener un punto de partida, es decir se debe realizar una investigación previa sobre el tema en interés para determinar realmente ¿qué es lo que se quiere hacer?, de esta manera se obtiene una base para el estudio.

En este proyecto se realizaron estudios e investigaciones previas en el mercado de alimentos en Venezuela. Se inició con un estudio cualitativo del mercado, el cual generalmente inicia haciendo una inmersión inicial en el área y definiendo la muestra, que determina los casos de interés. Las investigaciones cualitativas se caracterizan por definir ¿qué casos son de interés inicialmente y cómo se pueden conseguir?, se diferencian de las cuantitativas en que las cualitativas no muestran interés por el tamaño de la muestra, aunque su objetivo no es generalizar, sino profundizar; es decir se busca definir concretamente el objetivo del estudio.

La muestra en el proceso cualitativo es un conjunto de personas, animales, eventos, sucesos, comunidades y otros, de los cuales se van a recolectar datos, que no necesariamente son representativos en la población que se estudia; mientras que la población es el conjunto más amplio del cual se extrae la muestra.

El estudio cualitativo ha permitido definir el problema que se está presentando con la finalidad de buscar la solución más óptima para el mismo, la realización e implantación de una fábrica de maquinarias para el procesamiento de alimentos y más específico para este proyecto, el diseño de un equipamiento capaz de filetear pescado. Para llevar a cabo la fabricación de este producto es necesario realizar un estudio cualitativo del tipo de pescados que se van a procesar, además de realizar visitas a las industrias donde se utilice este tipo de maquinaria para tener una idea de su funcionamiento y estructura.

Para la construcción de un equipo es importante tener en cuenta varios factores, como por ejemplo el material que se dispone para su fabricación; en este caso, se utilizará acero inoxidable. Se debe tener en cuenta las normas sanitarias que se deben cumplir, ya que nos encontramos en el área de procesamiento de alimentos, es muy importante acatar las normas de higiene y sanidad.

## 2.1. Fábrica Socialista de Equipos para el Procesamiento de Alimentos

Para iniciar el estudio conceptual de un proyecto es importante considerar el espacio en el que se va a ubicar, ya que sin la disposición de éste no se puede llevar a cabo. La planta va a estar ubicada en la zona industrial Los Taques-Zona 2, tiene una superficie de 2,38 hectáreas, en Villa de Cura, Municipio Zamora del estado Aragua.



Imagen 1. Mapa con localización de la planta en la localidad de Villa de Cura, Edo. Aragua. Proyecto De Implantación Y Operación De Una “Fábrica De Equipos Para El Procesamiento De Alimentos”.

También hay que considerar la distribución del complejo industrial, para facilitar el trabajo en el momento que se encuentre en funcionamiento la planta. Inicialmente se propone la implantación de seis (06) edificios con un total de 5.146,72 m<sup>2</sup>, distribuidos de la siguiente manera:



1. Producción (3.050,00 m<sup>2</sup>)
2. Administración-Ingeniería (661,00 m<sup>2</sup>)
3. Restaurantes-Vestuarios (408,60 m<sup>2</sup>)
4. Control (34,71 m<sup>2</sup>)
5. Utilidades (708,40 m<sup>2</sup>)
6. Generadores (284,00 m<sup>2</sup>)

El siguiente esquema representa de manera gráfica la distribución en el espacio de cada edificio, en su fase conceptual:

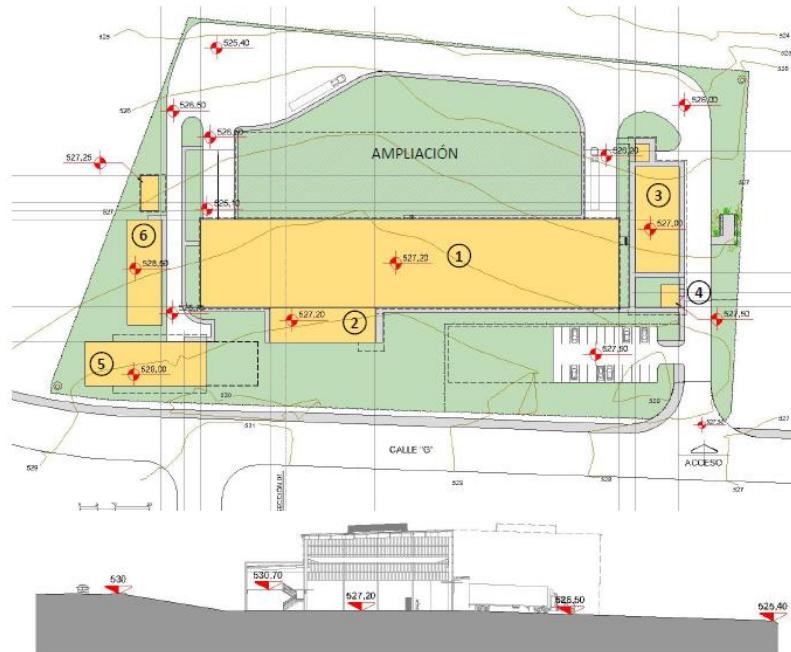


Imagen 2. **Implantación del Proyecto – Fase Conceptual.** Proyecto De Implantación Y Operación De Una “Fábrica De Equipos Para El Procesamiento De Alimentos”

## 2.2. Procesamiento de pescado

Casi todos los productos marinos sufren procesos similares desde el momento que son extraídos de su hábitat hasta su distribución y consumo. En el siguiente diagrama de flujo, se puede observar el proceso que sufre un producto marino hasta que se consume:

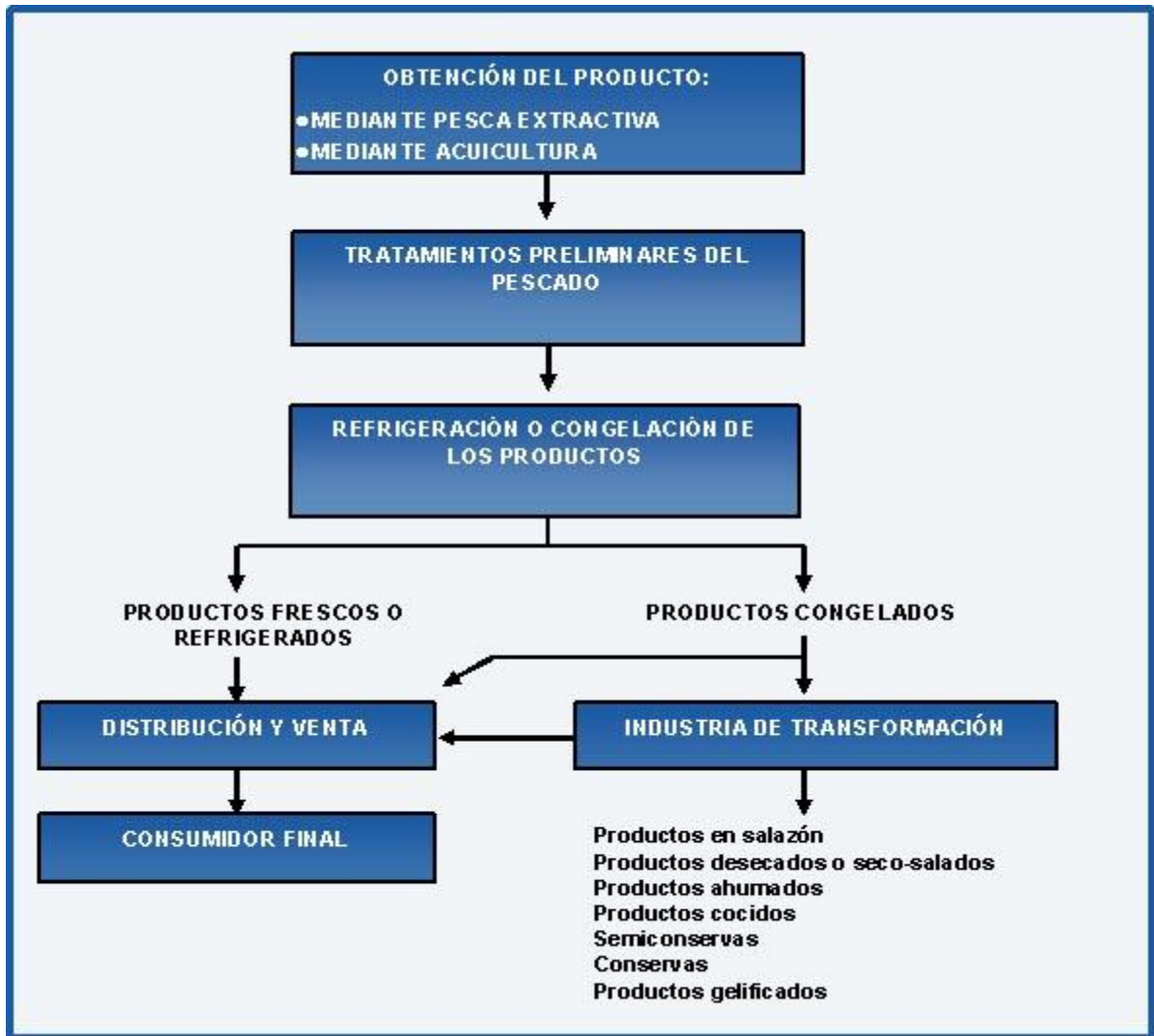


Imagen 3. Diagrama De Flujo Para El Procesamiento De Pescado. Fuente: <http://ben.upc.es/documents/eso/aliments/html/pescado-6.html>

### 2.2.1. Obtención del producto

Como se puede observar, el proceso se inicia mediante la obtención del producto, el cual se puede realizar de dos maneras distintas, mediante la pesca extractiva o la acuicultura. La pesca extractiva se rige mediante las leyes de cada país, ya que cada uno de ellos tiene total soberanía sobre sus aguas y por lo tanto, sobre las actividades pesqueras que se van a llevar a cabo en la misma. Existen diferentes tipos de pesca extractiva, todo depende de la especie que se quiera extraer. A continuación, se mencionan los métodos de pesca extractiva que existen:

**2.2.1.1. Anzuelos y sedales:** método de pesca en el cual el pez intenta de ingerir el cebo y queda atrapado por el anzuelo, los cebos pueden ser vivos, muertos o artificiales.

**2.2.1.2. Trampas:** se trata de un sistema fijo donde los mismos peces son los que se introducen en él, una vez dentro le es imposible salir por un mecanismo de retención.

**2.2.1.3. Redes fijas:** es similar al sistema de trampas, el mecanismo de retención es una red que impide el paso.

**2.2.1.4. Redes móviles:** sistema en el cual una red es halada por uno o más botes, los cuales se encargan de arrastrar la mayor cantidad de peces posibles para luego extraerlos.

Otro método de obtención del producto es la acuicultura, la cual consiste en el cultivo de especies de plantas y animales acuáticos. Es un método utilizado para cubrir las demandas alimenticias de una población en crecimiento y ayuda a preservar las especies y mantener el ecosistema. La obtención de especies marinas mediante la pesca extractiva va a llegar a un límite, mientras que la demanda de estas especies sigue en crecimiento proporcional a la población mundial, la acuicultura ayuda a evitar el alcance de ese límite.

## **2.2.2. Tratamientos Preliminares**

Luego de haber capturado el pescado, éste sufre diferentes tratamientos, dependiendo de su destino y especie. El pescado destinado a la venta como producto refrigerado fresco sufre menos tratamientos ya que el consumidor prefiere adquirirlo entero, dependiendo de la especie. Mientras que el pescado destinado a la venta como producto congelado o derivado recibe tratamientos preliminares con la finalidad de separar las partes comestibles de las que no son comestibles, para alargar la vida comercial de las partes comestibles del pescado. Las partes no comestibles son destinadas al alimento de animales o para el tratamiento de la tierra. A continuación se presenta, en un diagrama de flujo, el orden de procesos o tratamientos que se lleva a cabo para la obtención del producto final.

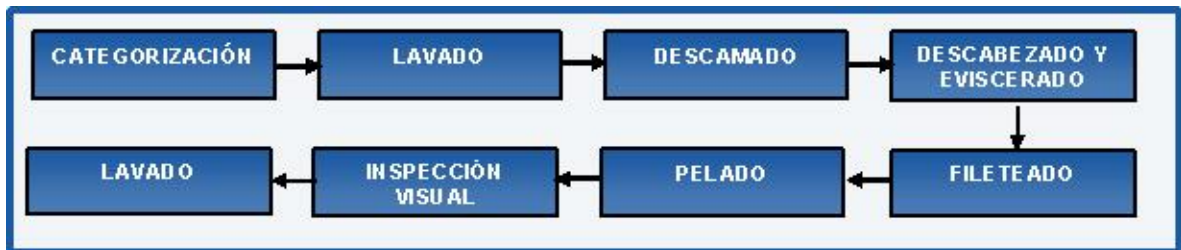


Imagen 4. **Tratamientos Preliminares Del Pescado.** (Fuente: <http://ben.upc.es/documents/eso/aliments/html/pescado-6.html>)

**2.2.2.1 Categorización:** es un proceso de gran importancia, tanto para los pescados que se van a comercializar frescos, como los congelados. Consiste en clasificarlos según especie y tamaño, y a la vez se eliminan todos aquellos productos que no son aptos para el consumo humano, la selección por especies se realiza de manera manual.

La selección por tamaño es realizado con la ayuda de una maquinaria, la cual toma como referencia el grosor máximo del pescado, el cual es proporcional a su longitud, y separa las piezas más pequeñas de las grandes.

**2.2.2.2. Lavado:** tiene como finalidad eliminar la contaminación del pescado por bacterias. Es de suma importancia la calidad y cantidad de agua suministrada para el lavado, así como también el frotamiento mecánico para la eliminación de las bacterias. Existen distintos tipos de maquinaria que realizan este procedimiento.

**2.2.2.3. Descamado:** proceso que consiste en retirar las escamas de la piel del pescado. Es un proceso delicado, ya que la maquinaria debe evitar debilitar o dañar la piel ni afectar la textura del tejido muscular.

**2.2.2.4. Descabezado y eviscerado:** esta operación es de suma importancia ya que disminuye el peso de la materia prima aprovechable. Consiste en retirar la cabeza y vísceras del pescado, que son partes no comestibles, para evitar la proliferación de bacterias por las vísceras del pescado. Se retira la cabeza, luego se hace un corte longitudinal para luego retirar las vísceras del abdomen.

**2.2.2.5. Fileteado:** proceso que consiste en separar la musculatura abdominal y dorsal de la espina dorsal, se realiza mediante un corte longitudinal, paralelo a la columna vertebral, desde la parte trasera de la cabeza hasta la cola. Generalmente el proceso se realiza de manera manual, pero toma tiempo y experiencia realizarlo, ya que es un proceso complicado, para ello existen maquinarias que lo realizan de manera automática, que consisten en un conjunto de cuchillas que realizan una serie de cortes específicos que liberan los filetes de las espinas.

**2.2.2.6. Pelado:** proceso que consiste en retirar la piel del filete de pescado. Últimamente los filetes pelados son productos altamente demandados; para este proceso también existen maquinarias que lo realizan.

Por último el pescado es refrigerado o congelado para luego llevarlo a la industria de transformación y luego a su distribución y venta, para llegar al consumidor final.

### **2.3. Corporación de Industrias Intermedias de Venezuela Sociedad Anónima (CORPIVENSA).**

#### **2.3.1. Misión**

Impulsar la soberanía industrial y productiva del país con independencia tecnológica, en el marco de la economía socialista, a través del desarrollo y coordinación de las actividades industriales del estado y de las empresas mixtas que operan en el sector manufacturero, no petrolero para satisfacer las necesidades del pueblo y construir el nuevo aparato productivo socialista.

#### **2.3.2. Visión**

Ser una corporación estatal de empresas socialistas, que garanticen la soberanía industrial y su respectiva independencia tecnológica, capaz de satisfacer las necesidades del país y contribuir con el desarrollo de naciones hermanas, consolidando la integración productiva de los pueblos, particularmente en el marco de la alternativa Bolivariana para los Pueblos de Nuestra América, ALBA.

#### **2.3.3. Objetivo general estratégico**

- Impulsar como corporación estatal de empresas, el desarrollo de nuevas industrias destinadas a la producción y distribución de bienes manufacturados, dirigidos a satisfacer las necesidades del pueblo, y contribuir a alcanzar la seguridad y soberanía económica de la nación, así mismo podrá comercializar los distintos bienes, manufacturados por sus empresas, filiales, asociadas y/o asociados.

#### **2.4.4. Objetivos específicos estratégicos**

- Crear sucursales, oficinas, empresas filiales estatales y empresas filiales en sociedad con personas jurídicas nacionales o extranjeras, de carácter público, social, privado o mixto, dentro y fuera del territorio nacional, sobre las cuales tendrá las funciones de tutela a que haya lugar.
- Participar en la creación de empresas Gran-nacionales, dentro o fuera del territorio nacional, en sociedad con personas jurídicas extranjeras, de carácter público, social, privado o mixto, pertenecientes a naciones del sur, particularmente aquellos que conforman el ALBA.
- Constituir trenes productivos y organizar redes productivas nacionales, para la integración de los pueblos y naciones del sur, dirigidas al desarrollo de las potencialidades y capacidades industriales presentes, así como la generación de nuevas capacidades.
- Crear canales, circuitos y redes para el intercambio y la distribución social de productos, sobre la base de la complementariedad y la solidaridad, dentro y fuera del país, particularmente con los pueblos y naciones del sur sin que ésta constituya una limitación.

#### **2.4. Especies de pescado a trabajar**

En proyectos anteriores para el desarrollo de maquinaria procesadora de pescado, se han tomado como parámetros de diseño las características de las siguientes especies:

1. Cachama
2. Coporo
3. Corocoro
4. Lebranche

5. Mero
6. Pargo

Para la realización de este proyecto es necesario indicar el tipo de pescado con el que se va a trabajar, ya que según la especie varía el tamaño. Como el fileteado es un corte paralelo a la columna vertebral del pescado, éste necesita tener suficiente carne para extraer de sus costados, por esto existen especies de pescado que sirven para ser fileteadas y otras que no. Partiendo de investigaciones realizadas se ha determinado que el Coporo, ni el Corocoro son especies aptas para ser fileteadas, por lo tanto para este estudio van a ser descartadas. A continuación se presentan los tipos de pescado con los que se va a trabajar en este proyecto y una breve explicación de cada uno:

#### **2.4.1. Cachama**

Nombre Científico: *Colossama Macropomum*



Imagen 5. **Cachama.** Fuente: <http://www.venezuelatuya.com/natura/cachama.htm>

La Cachama es un pez robusto de agua dulce, migratorio, de abundante carne, la cual se consigue con mayor frecuencia en las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco en Venezuela. Presenta un crecimiento rápido y se caracteriza por su



facilidad de adaptarse a las condiciones de cautiverio, lo que facilita su cultivo y manejo en medios artificiales, ya que su alimentación es a base de frutas que producen las plantas de ribera y diversos invertebrados acuáticos.

Su coloración es de gris a negro y alcanza su madurez sexual al tercer año de vida, una hembra es capaz de producir un millón de huevos. Una Cachama adulta puede llegar a medir casi un metro y pesar aproximadamente 18 kg, En su primer año de vida puede alcanzar aproximadamente 1 Kg de peso, en su segundo año 2.5 Kg y en el tercer año de vida se encuentra entre 5 y 7 Kg de peso.

En la siguiente tabla se pueden observar valores de talla, peso y altura de la cachama, según su tamaño:

**Tabla 1.** Valores De Talla, Peso Y Altura De Cachama De Tres Categorías Según Su Tamaño.

CARACTERÍSTICAS/CATEGORÍA	TALLA			PESO			ALTURA		
	RANGO	$\bar{X}$	S	RANGO	$\bar{X}$	S	RANGO	$\bar{X}$	S
Pequeño	36.5–40.0	38.44	1.00	1.35–1.55	1.47	0.19	16–17	16.38	0.42
Mediano	41.0–46.0	43.50	1.73	1.70–2.55	2.05	0.28	19–22	20.55	1.30
Grande	50.0–53.0	51.60	1.04	3.20–3.75	3.44	0.24	23–24	23.66	0.47

X=media.

S= desviación estándar.

*Nota.* Datos tomados de Documentos de la FAO.

En la tabla que se presenta a continuación se pueden observar datos sobre el porcentaje de cabezas, vísceras, piel y huesos y porción comestible del cuerpo de la Cachama, de la cual tomaremos en consideración la porción comestible:

**Tabla 2.** Porcentajes promedios de cabezas, vísceras, piel y huesos y porción comestible en Cachama de tres categorías según su tamaño.

DETERMINACION /CATEGORIA	CABEZA (%)	VISCERAS (%)	PIEL + HUESOS (%)	PORCION COMESTIBLE (%)
Pequeño	23.71	10.78	25.10	37.23
Mediano	23.97	10.09	25.35	37.54
Grande	23.39	10.95	25.50	38.96

*Nota.* Datos tomados de Documentos de la FAO

Como se puede observar, la porción comestible de la Cachama representa un alto valor, esto es debido a su gran musculatura, lo cual facilita obtener filetes de cerca de una tercera parte de su peso.

#### 2.4.2. Lebranche

Nombre científico: *Mugíl Liza*



Imagen 6. **Lebranche.** Fuente:

<http://www.masmar.net/esl/Pesca/Especies/M%C3%BAgil-Com%C3%BAAn-Liza-ramada>

El Lebranche es un pez marino y de agua dulce, el cual tiene un comportamiento catádromo, lo que significa que son peces que viven en agua dulce y se aparean en agua salada, por lo tanto es un pez migratorio. Su cuerpo es alargado, llegando a medir hasta unos 60 cm de longitud, su color es gris oscuro que se va aclarando. En Venezuela, el Lebranche constituye el rubro ictícola más importante de la pesca artesanal en la Laguna de Unare, estado Anzoátegui. En ella se encuentran peces de entre 170 y 500 mm de longitud.

Esta especie generalmente es pescada en playa con redes y es comercializado tanto fresco como salado. Su valor es elevado por lo tanto es utilizado para el cultivo acuícola.

Vive en aguas poco profundas, pero acostumbra a ubicarse en el fondo, suele encontrarse en el Atlántico Nororiental y en el mar mediterráneo, así como también en aguas hipersalinas y penetra en agua dulce, pero nunca en mar abierto.

### 2.4.3. Mero

Nombre científico: *Epinephelus Morio*

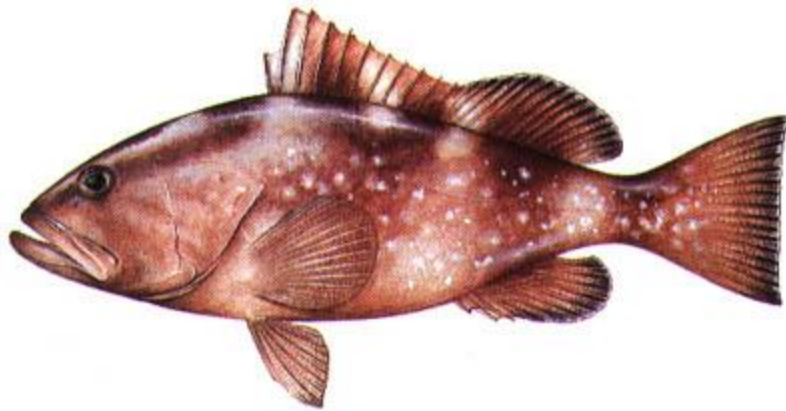


Imagen 7. **Mero**. Fuente: <http://www.pestolusa.com/cherna.html>

También denominado “Cherna”, es un pez robusto de gran tamaño, el cual está adaptado para vivir en el fondo. De las especies estudiadas es el de mayor tamaño, llegándose a haber encontrado en el mediterráneo y el Golfo de Nicoya en Costa Rica ejemplares de 150 Kg y 1,70 m de longitud. Su coloración es marrón, generalmente, con manchas blancas, la cual cambia dependiendo de la situación y la luminosidad.

Su hábitat son las zonas rocosas de aguas templadas y tropicales, con grandes piedras o cuevas submarinas, lo que dificulta su extracción, ya que se ubican a grandes profundidades, hasta los 350m.

Son peces carnívoros, su dieta alimenticia se basa en peces, cangrejos, camarones y moluscos. Su tamaño comercial más frecuente se encuentra entre los 50 y 90 cm y suele encontrarse a lo largo de toda la costa venezolana.

#### **2.4.4. Pargo**

Nombre científico: *Pagrus Pagrus*



Imagen 8. **Pargo.** Fuente:

[http://www.pescavenezuela.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=85&Itemid=109](http://www.pescavenezuela.com/index.php?option=com_content&view=article&id=85&Itemid=109)

Pez marino que habita en el Atlántico en agua de baja y media profundidad, también se adapta muy bien a su cultivo en cautiverio, son de cuerpo corte y su color es rojizo y blanco. Actualmente representa una parte importante de la pesca artesanal en Venezuela, ya que se encuentra en grandes volúmenes a lo largo de la costa y por el costo-beneficio que arroja su pesca.

El hábitat de este pez es bastante extenso y su alimentación es muy variada. Durante su etapa juvenil, hasta los 20 centímetros de longitud, es casi exclusivamente de camarones y debido a que durante esta etapa gustan de resguardarse en manglares

y lagunas costeras. Luego en su etapa madura, al emigrar a aguas más profundas y por ende de más actividad, empiezan a consumir peces, cangrejos, moluscos, etc.

Se caracteriza por tener buen tamaño, pudiendo alcanzar los 95 cm de largo y un peso de 8 Kg.

## **2.5. Características de la pesca en Venezuela**

Actualmente Venezuela representa el país más importante del área del Caribe atlántico en el sector pesquero, el cual produce anualmente 400.000 toneladas. Esto se debe a su gran diversidad de especies y potencialidad que le dan sus recursos marinos y fluviales. Además de la pesca artesanal, también se realiza la acuicultura marítima y continental con la finalidad de disminuir el impacto sobre la fauna marina, ésta representa aproximadamente 19.000 toneladas de la producción total para el año 2008.

En el sector pesquero de Venezuela existen dos dinámicas distintas, una está representada por el sector extractivo y la otra por la acuicultura o cultivo de especies marinas, a su vez estas dos dinámicas se dividen en dos sectores, el artesanal y el industrial. A diferencia de otros países, en Venezuela es de gran importancia el sector pesquero artesanal marítimo, el cual se encarga mayormente de la extracción de especies marinas, ya que contribuye con una parte significativa de las capturas totales. Esto es debido a que en el país la extracción de Sardina y Pepitona está limitada por la ley a los pescadores artesanales.

En Venezuela la actividad pesquera se encuentra centrada, mayormente, en la producción de tres especies marinas, la Pepitona (*Arca Zebra*) y la Sardina (*Sardinella Aurita*), las cuales están limitadas al sector pesquero artesanal y para el año 2008 representaron un 23,59% y 11,51% respectivamente, del total de la producción nacional; mientras que el rubro industrial se centra en la producción de Atún (*Thunnus*) la cual representa un 18,27% de la producción total nacional. El resto

de las especies se obtienen en altos volúmenes por parte de la pesca artesanal y se realizan cultivos de algunas especies como el Camarón marino y la Cachama. La pesca continental tiene una menor importancia dentro del sector pesquero, en comparación a la marítima, representando un 12% de la producción total nacional, para el año 2008.

La pesca continental no representa una parte importante del total nacional, en términos de producción, pero en términos de productos tiene mayor relevancia, ya que se encuentran variedades de especies marítimas de agua dulce, llevándose a cabo mayormente en el Río Orinoco.

Además de la Sardina, la Pepitona y el Atún se encuentran otras especies de gran importancia como la Curvina, el Pargo, el Carite, Bagres, Jurel y Cangrejo.

El sector pesquero artesanal tomó mayor relevancia en el año 2008 cuando entró en vigencia el Nuevo Decreto Presidencial de la Ley de Pesca y Acuicultura, el cual ponía fin a la pesca industrial de arrastre a partir de marzo del 2008, con la finalidad preservar las numerosas especies marinas presentes en nuestro territorio y darle una mayor participación al sector artesanal. Además la ley tiene como objeto romper con los paradigmas de la actividad pesquera en el país, convirtiéndola así en una actividad productiva y una fuente importante de alimentos para toda la población venezolana.

## **2.6. Normativas y leyes para el procesamiento de alimentos**

### **2.6.1 CODEX ALIMENTARIUS normas internacionales de los alimentos**

Comisión establecida por la F.A.O. y la O.M.S en la cual se establecen códigos, normas y directrices de las prácticas alimentarias internacionales con la finalidad de proteger la salud de consumidores y asegurar prácticas equitativas en el

comercio mundial de alimentos. Se estableció en 1963 ya que, a pesar que el comercio internacional de alimentos se realiza desde hace mucho tiempo, su crecimiento era relevante.

La normativa tiene como fin garantizar alimentos inocuos para los consumidores, mediante ella los consumidores pueden confiar: en que los alimentos que compran son inocuos y de calidad, también los importadores de alimentos pueden determinar que los alimentos que compran se ajustan a sus especificaciones.

### **2.6.2. Código de prácticas para el pescado y los productos pesqueros cac/rcp 52-2003. Primera edición.**

El código de prácticas para el pescado y productos pesqueros va dirigido a todos aquéllos que se encargan de la manipulación, producción, almacenamiento, distribución, exportación, importación y venta de pescado y productos pesqueros, con el fin de garantizar productos inocuos.

Para esta investigación, el estudio se centrará en las secciones del código que tengan que ver con diseño de equipos, programa y control de higiene y las consideraciones para la manipulación de pescados. Las secciones consideradas se mencionan a continuación.

- **Sección 3: Programa de requisitos previos.**
  - **3.3 Diseño y construcción de los equipos y utensilios.**

Establece que los equipos y utensilios deben reducir al mínimo la acumulación de residuos de pescado, ya que durante su utilización están en constante contacto con el producto. También establece recomendaciones para facilitar la limpieza de los equipos y utensilios, reducir al mínimo su contaminación y reducir al mínimo riesgos de accidentes con la maquinaria.

- **3.4 Programa de control de la higiene.**

Referente al control que debe considerarse para mantener la higiene, ya que el pescado es un producto que se contamina con facilidad, se debe prestar especial atención sobre los puntos donde se puede producir contaminación y adoptar medidas específicas para garantizar un producto inocuo y sano.

- **3.5 Higiene personal y salud.**

Toma en consideración la higiene y la salud que debe tener el personal que manipule los productos.

- **Sección 4: Consideraciones generales para la manipulación de pescado, marisco y otros invertebrados acuáticos frescos.**

- **4.1 Regulación del tiempo y temperatura.**

Los productos derivados del pescado, como los filetes, deben mantenerse lo más cercano posible a una temperatura de 0°C, ya que la temperatura es el factor más relevante que influye sobre el tiempo de contaminación.

- **4.2 Reducción al mínimo del deterioro del pescado: manipulación.**

Se establecen recomendaciones para la correcta manipulación de los pescados, ya que una deficiente manipulación puede causar daños en el pescado los cuales a su vez pueden causar su descomposición.

### **2.6.3. COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales)**

Es la comisión encargada de velar por la estandarización y normalización, basándose en lineamientos de calidad en Venezuela. Fundada en el año 1958 establece los requisitos mínimos para la elaboración de procedimientos, materiales, productos, actividades y otros.

- **Norma COVENIN 2273-91. Principios ergonómicos de la concepción de los sistemas de trabajo**



Esta norma establece principios ergonómicos que se deben aplicar para garantizar al personal condiciones óptimas de trabajo en cuanto a bienestar, seguridad y salud, tomando en cuenta aspectos tecnológicos y económicos.

#### **2.6.4. Comisión Europea**

Es una de las principales instituciones de la Unión Europea, la cual se encarga de elaborar propuestas de nueva legislación Europea y gestiona la labor de poner en prácticas las políticas europeas.

- **Reglamento (CE) N° 2023/2006 de la comisión de 22 de diciembre de 2006 sobre buenas prácticas de fabricación de materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos.**

El reglamento establece los aspectos de aseguramiento de la calidad para trabajar y fabricar materiales que estén destinados a entrar en contacto con alimentos, aplicable a todos los sectores y todas las etapas de fabricación, procesamiento y distribución de los materiales y objetos.

#### **2.6.5. Ministerio de sanidad y asistencia social.**

- **Normas sobre Buenas Prácticas de Fabricación, Almacenamiento y Transporte de Alimentos para Consumo Humano (Resolución SG-457-96 del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social). Gaceta Oficial de la República de Venezuela, 36.081, noviembre 07, 1996.**

Establece las normas y principios básicos que se deben cumplir para la elaboración, envasado, almacenamiento y transporte de alimentos con la finalidad de prevenir los peligros de inocuidad y salubridad de los mismos.

#### **2.6.6. Aseguramiento de la calidad del pescado fresco.**

Establece las condiciones para asegurar la calidad al trabajar con pescado fresco, diferencia entre aseguramiento de la calidad y el control de la calidad.

- **Aplicación del sistema HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) en la producción de pescado fresco y congelado.**

Consiste en aplicar el sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control para definir los límites críticos para defectos como: huesos, pedazos de piel y membranas en filetes, peso mínimo permitido, entre otros, para determinar los peligros que deben ser controlados.

- **Peligros y puntos críticos de control en la producción y procesamiento de filetes sin hueso, frescos y congelados.**

El siguiente cuadro muestra los peligros, medidas preventivas y grados de control que se deben tener en cuenta para la producción de filetes de pescado.

**Tabla 3. Peligros y Puntos Críticos de Control (PCC) en la producción y el procesamiento de filetes sin hueso, frescos y congelados**

Flujo de proceso	Peligro	Medida preventiva	Grado de control
PESCADO VIVO	Contaminación (químicos, patógenos entéricos) biotoxinas	Evitar la pesca en áreas contaminadas y áreas donde prevalecen biotoxinas	PCC-2
CAPTURA			
MANIPULACION DE LA CAPTURA	Crecimiento bacteriano "desgajado" de los filetes	Tiempos de manipulación cortos	PCC-1
	Decoloración	Evitar manipulación inadecuada	PCC-2
ENFRIAMIENTO	Crecimiento de bacterias	Baja temperatura	PCC-1
DESEMBARCO			
RECEPCION DE LA MATERIA PRIMA A LA PLANTA	Entrada a producción de calidades sub-normalizadas	Asegurar una fuente confiable (plan HACCP a bordo o lista de proveedores confiables) Evaluación sensorial	PCC-2
ENFRIAMIENTO	Crecimiento de bacterias (deterioración)	Asegurar bajas temperaturas	PCC-1
PROCESAMIENTO:			
Descongelado			
Lavado			
Fileteado Desollado, molienda	Pedazos de piel, huesos y membranas en los filetes	Ajuste apropiado de la maquinaria Formación del personal	PCC-2
Trasluz	Parásitos visibles	Asegurar una adecuada intensidad de luz en la mesa de inspección Cambio frecuente del personal	PCC-2
Pesaje	Pesos bajos/sobrepeso	Asegurar precisión/exactitud de los equipos de pesaje	PCC-1
Empaque	Deterioro durante el almacenamiento (fresco/congelado)	Asegurar que el material de empaque y el método son adecuados (p.ej. vacío)	PCC-2

Tabla 3 (cont.)

	Todas las fases de elaboración	Crecimiento bacteriano Contaminación (bacterias entéricas)	Tiempos cortos de proceso Higiene y saneamiento de la planta Calidad del agua	PCC-1 PCC-2 PCC-1
ALMACENAMIENTO ENFRIADO/CONGELADO	Deterioro		Asegurar la temperatura (baja) correcta	PCC-1

*Nota.* Datos tomados de Huss (1998).

PCC1: punto crítico de control que puede ser completamente controlado.

PCC2: punto crítico de control que disminuye, pero no puede ser completamente controlado.

### **2.6.7. Normas técnicas sobre diseño de los puestos de trabajo**

- **Seguridad en máquinas**

- UNE-EN 13861:2003. Seguridad de las máquinas. Guía para la aplicación de las normas sobre ergonomía al diseño de máquinas.
- UNE-EN 614-1:2006+A1:2009. Seguridad de las máquinas. Principios de diseño ergonómico. Parte 1: Terminología y principios generales.
- UNE-EN 614-2:2001+A1:2008. Seguridad de las máquinas. Principios de diseño ergonómico. Parte 2: Interacciones entre el diseño de las máquinas y las tareas de trabajo.
- UNE-EN ISO 14738:2010. Seguridad de las máquinas. Requisitos antropométricos para el diseño de puestos de trabajo asociados a máquinas.
- UNE-EN 547-1:1997+A1:2009. Seguridad de las máquinas. Medidas del cuerpo humano. Parte 1: Principios para la determinación de las dimensiones requeridas para el paso de todo el cuerpo en las máquinas.
- UNE-EN 547-2:1997+A1:2009. Seguridad de las máquinas. Medidas del cuerpo humano. Parte 2: Principios para la determinación de las dimensiones requeridas para las aberturas de acceso.
- UNE-EN 547-3:1997+A1:2008. Seguridad de las máquinas. Medidas del cuerpo humano. Parte 3: Datos antropométricos.

## 2.7. Filete de pescado

Un filete de pescado es una porción de la musculatura lateral del animal. Para obtener esta pieza se realiza un corte longitudinal, paralelo a la columna vertebral del pescado retirando la mayor cantidad de carne de los costados, separándola lo máximo posible del hueso o espina. Para ello, se deben previamente retirar las escamas y las vísceras del pescado, mientras que la piel presente a los lados de la musculatura del pescado se puede retirar o dejar para darle firmeza.

Se dice que los filetes del pescado deben ser “sin hueso”, pero la mayoría de los peces poseen huesos intramusculares, lo que hace imposible que el filete sea completamente deshuesado. Lo que se trata es de obtener cortes de carne de pescado sin la columna vertebral, ya que de esta manera son más fáciles de comer.

Existen diferentes tipos de fileteado, como los que se presentan a continuación:

**2.7.1. Chuleta:** Corte del pescado por la parte trasera de la cabeza, a lo largo de la columna vertebral, alrededor del vientre, hasta llegar a la cola. Luego se da vuelta al pescado y se repite el procedimiento por el otro lado, produciendo de esta manera un filete doble.

**2.7.2. Individual:** al igual que la chuleta se realiza el corte por la parte trasera de la cabeza, se diferencia en que no se realiza alrededor del vientre, sino que se realiza el corte completo de ambos lados para producir dos filetes separados.

**2.7.3. Corte en “J”:** al igual que el individual se producen dos filetes por separado, pero esa vez se retiran los huesos intramusculares realizando un corte en forma de “J” sobre el filete.

## 2.8. Marcas y modelos de fileteadoras presentes en el mercado

- Marca: Grupo JOSMAR

Modelo: JM-900



Imagen 9. **Fileteadora JM-900.** <http://www.grupojosmar.com/fileteadoras.htm>

Características:

- El pescado ingresa sin cola ni cabeza, con el tronco hacia delante.
- El pescado es transportado por bandas que lo conducen hacia las cuchillas ventrales que obtienen dos filetes separados.
- Personal de servicio: 1 operario.
- Producción aproximada: 40 piezas / minuto (según la especie).
- Materiales de construcción: Acero inoxidable AISI-316 y materiales resistentes a la corrosión
- Dimensiones aproximadas: 2.280 x 750 x 1200 mm.
- País: España.

- Marca: Grupo JOSMAR.

Modelo: JM-901



Imagen 10. **Fileteadora JM-901.** <http://www.grupojosmar.com/fileteadoras.htm>

Características:

- Filetea especies de dimensiones entre 25 y 45 cm en total.
  - El pescado es previamente llevado por una correa transportadora a una cuchilla que retira la cabeza y luego es llevado, mediante una cadena de púas, hacia las cuchillas de fileteado.
  - Personal de servicio: 1 operario.
  - Producción aproximada: 40 piezas / minuto.
  - Materiales de construcción: Aluminio anticorrosivo posteriormente risalnizado y acero inoxidable AISI-316.
  - Motor: Motor eléctrico de 3 Cv.
  - País: España.
- 
- Marca: Grupo JOSMAR.  
Modelo: JM-904





Imagen 11. **Fileteadora JM-904.** <http://www.grupojosmar.com/fileteadoras.htm>

Características:

- La introducción del pescado se realiza mediante bandas transportadoras centradas con unas guías que lo conducen hacia las cuchillas de corte.
  - Personal de servicio: 1 operario.
  - Producción aproximada: 40/50 pescados / minuto.
  - Materiales de construcción: acero inoxidable AISI-316 y plásticos homologados sanitariamente.
  - Motor: Moto-reductor y motor eléctrico de 3 Cv.
  - Dimensiones aproximadas: 1.500 x 1.000 mm.
  - País: España.
- 
- Marca: SSS food machinery technology Co. , LTD.  
Modelo: SSS-521



Imagen 12. **Fileteadora SSS-521.**

[http://www.sssfoodmachinery.com/product/elist.asp?product\\_id=881](http://www.sssfoodmachinery.com/product/elist.asp?product_id=881)

Características:

- El pescado es conducido por bandas de transporte que lo llevan hacia los discos de cortes que se encuentran desfasados, es decir se realiza el corte de un lado primero y luego del otro lado.
  - Personal de servicio: 1 operario.
  - Producción aproximada: 30 Piezas / minuto.
  - Dimensiones aproximadas: 1400 x 750 x 1300 mm.
  - Potencia: 0.75 Kw.
  - Peso: 250 Kg
  - Conexión eléctrica: 220/380 V, 50/60 HZ, trifásica.
  - País: China.
- 
- Marca: ARENCO VMK

Modelo: VMK 11 Filleting Machine.



Imagen 13. **VMK 11 Filleting Machine.** <http://arenco.com/website1/1.0.1.0/151/1/>

Características:

- Se encarga de separar la carne comestible del pescado de las espinas que lo contiene, realiza cortes en mariposa, es decir el producto es un filete doble, puede trabajar por separado o en serie con una despieladora.
  - Personal de servicio: 1 operario.
  - Producción aproximada: 30 piezas / minuto.
  - Potencia: 3 Kw.
  - Consumo de agua: 30 L / min.
  - Presión de agua: 3 Bar.
  - Materiales de construcción: Acero inoxidable y plásticos industriales.
  - País: Suecia.
- Marca: Baader.
- Modelo: [Baader 581 Filleting Machine.](#)



**Imagen 14. Baader 581 Filleting Machine.**

[http://www.baader.com/en/products/fish\\_processing/salmonides/salmon\\_and\\_seatrou t/filleting.html](http://www.baader.com/en/products/fish_processing/salmonides/salmon_and_seatrou t/filleting.html)

**Características:**

- Fileteadora de salmón con capacidad de filetear pescados desde 2 a 7 kg de peso, todo su control es totalmente computarizado para garantizar seguridad al operario.
  - Personal de servicio: 1 operario.
  - Producción aproximada: 30 piezas / minuto.
- 
- Marca: Swedefish.
- Modelo: FSS120

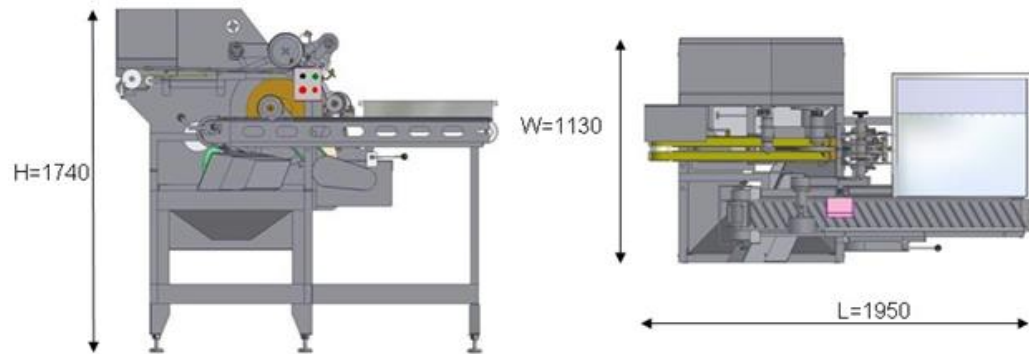


Imagen 15. **Fileteadora FSS120**. <http://www.swedefish.com/Testmedramar-nyeng.htm>

Características:

- Descabezadora, fileteadora y despieladora de pescados que puede ser operada de manera individual o en combinación con otras maquinarias, adaptable para trabajos totalmente automáticos.
  - Personal de servicio: 1 operario.
  - Dimensiones de pescados: de 12 a 16 cm.
  - Peso de pescados: entre 40 y 60 Kg.
  - Producción aproximada: 120 piezas / minuto.
  - País: Suecia.
- Marca: Vélfag.
  - Modelo: M700 filleting machine.



**Imagen 16. M700 Filleting Machine.**

[http://www.velfag.is/Velfag/M700\\_filleting\\_machine.html](http://www.velfag.is/Velfag/M700_filleting_machine.html)

**Características:**

- Fileteadora compacta de pescados de distintas especies, el pescado es transportado por medio de bandas hacia los discos de corte, es de tamaño reducido y de fácil mantenimiento, por su diseño el operador puede observar todo el procedimiento de fileteado.
- Personal de servicio: 1 operario.
- Producción aproximada: 90 piezas / minuto.
- Dimensiones de pescados: 20-95 cm.
- Materiales de construcción: Acero inoxidable electro-pulido y plástico antibacterial.
- Consumo de agua: 20 L / min.
- Potencia: 3.37 Kw.
- Peso: 1.100 Kg.
- Conexión eléctrica: 400 V, 16 A.
- Dimensiones aproximadas: 3610 x 1130 x 1480 mm.
- País: Islandia.

## **2.9. Materiales para la construcción de la maquinaria**

Es importante tener en cuenta que los materiales a ser utilizados para la construcción del equipo deben cumplir con ciertas condiciones para su uso en el manejo de alimentos. Las principales características que debe tener el diseño final de un equipo para el procesamiento de alimentos, según Barreiro (2006) son:

*1) El material de construcción del equipo en las áreas en contacto con el alimento no debe ser tóxico, absorbente ni poroso, o reaccionar con el alimento y ser resistente a la corrosión y tratamientos físicos involucrados en el uso normal del equipo, incluyendo los agentes de limpieza y saneamiento.*

*2) El equipo debe ser fácilmente desarmable para su limpieza y todas las superficies que deban ser limpiadas tener fácil acceso a los instrumentos y soluciones de limpieza.*

*3) El equipo deberá ser diseñado de forma tal que no exista acumulación de producto, sucio, polvo o humedad en éste.*

*4) El producto debe estar protegido, en lo posible, de contaminaciones eventuales provenientes del ambiente que los rodee. (P. 30)*

A continuación, se presentan los materiales seleccionados para la construcción del equipo procesador de pescado, con una breve descripción y justificación de su utilización:

### **2.9.1. Acero**

Es un material altamente resistente a la corrosión y de gran dureza, lo que lo hace un material apto para el trabajo con alimentos y sobre todo con

pescado. Es recomendable para la parte exterior de la maquinaria, mas no para el contacto con el pescado, ya que la presencia de acidez y humedad ocasiona la oxidación de las piezas, lo que se puede traducir en la contaminación del alimento o cambios de color en el producto, así como también inducir olores foráneos.

### **2.9.2. Goma y materiales plásticos**

Estos materiales son utilizados para la construcción de correas transportadoras, mangueras, empaaduras y conexiones para el transporte de fluidos. Se caracterizan por ablandarse a medida que se van utilizando y en casos extremos pueden llegar a fracturarse o rajarse, por lo cual es necesario de realizar cambios o reemplazos periódicos de las piezas que contengan estos materiales.

Los elementos que contengan estos materiales deben ser fáciles de limpiar y desmontar, así como soportar las temperaturas de trabajo y los agentes de limpieza y desinfección.

Los materiales como el Polietileno, el Polipropileno y el teflón tienen usos muy amplios en la industria alimentaria, por lo tanto pueden ser utilizados en la parte de sujeción del pescado. Se debe tener en cuenta que el material no debe presentar sustancias que migren al alimento.

### **2.9.3. Acero inoxidable**

Es el material más recomendado para ser utilizado en superficies en contacto directo con alimentos, por su alta resistencia a la corrosión. Este material es una aleación de acero con un alto porcentaje de Cromo, que también puede incluir Níquel y Manganeso. El Cromo es el componente que evita la oxidación de las piezas, haciéndolo altamente resistente a la suciedad. En el mercado, se puede conseguir una gran variedad de aceros inoxidables según su composición, acabado, dureza y resistencia a la corrosión.



### 2.9.3.1 Tipos de acero inoxidable

Existen tres tipos de aceros inoxidables: los aceros martensíticos, los ferríticos y los austeníticos.

Los aceros denominados ferríticos son aquellos que contienen Cromo y Níquel en una proporción inferior al 8%. Se llaman así ya que su estructura está formada por ferrita. Se distinguen de los demás en que son magnéticos (pueden ser atraídos por un imán) y contienen porcentajes de carbono inferiores al 0.1%. Estos aceros no son endurecibles con tratamientos térmicos.

Los aceros inoxidables martensíticos son aceros que contienen mayor cantidad de carbono (entre 0.1% y 1%), a diferencia del ferrítico, éstos si son endurecibles con tratamientos térmicos. Son denominados así ya que contienen martensita en su estructura metalográfica, incluyen un equivalente de Níquel inferior al 7% y Cromo equivalente al 13%. Se caracterizan por tener una gran resistencia al impacto y a la carga, pero poseen baja resistencia a la corrosión en relación a los otros tipos de acero.

Los aceros inoxidables austeníticos son los más utilizados en la industria alimentaria, ya que poseen una alta resistencia a la corrosión, no son endurecidos por deformación. Se denominan así por tener una estructura formada básicamente de austenita a temperatura ambiente y no son magnéticos.

En la siguiente tabla se muestran las composiciones típicas de diversos tipos de acero inoxidable.

**Tabla 4.** *Composición Típica de algunos aceros inoxidables.*

Elemento	Tipo de Acero (composición en %)					
	302,00	304	316	430	440C	502
Carbono	0,008-0,2	0,08	0,10	0,12	0,95	0,10
Manganeso	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00
Fósforo	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Azufre	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Sílice	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Níquel	8-10	8-10	10-14	0	0	0
Cromo	17-19	18-20	16-18	14-18	16-18	4-6
Molibdeno	0,00	0,00	2-3	0,00	0,75	0,00

*Nota.* Datos tomados de Barreiro, José (2006).

## 2.10. Consideraciones ergonómicas

La ergonomía es la disciplina encargada de diseñar puestos de trabajo, herramientas y tareas adaptables a la fisionomía, psicología y anatomía del trabajador, con la finalidad de optimizar la interacción entre humano – máquina - ambiente para garantizar procesos seguros tanto para el trabajador como para el usuario final del producto. Para diseñar una maquinaria o herramienta es importante tener en cuenta este aspecto, con el objeto de lograr el bienestar en el momento de su utilización y así optimizar el proceso.

Es un área muy importante ya que su buen funcionamiento ayuda a la productividad de la empresa, y a cuidar la salud de sus trabajadores. Otros aspectos relevantes son:

- Disminución de costos por incapacidad de trabajadores.
- Mejoramiento de la calidad del trabajo.
- Reducción de lesiones y enfermedades ocupacionales.
- Aumento de la producción.
- Disminución de la pérdida de materia prima.

Al disminuir los trabajos manuales, se reduce en gran forma el riesgo de accidentes en los trabajadores, lo que lleva a una disminución de paradas en la cadena

de producción. Para garantizar la ergonomía de la maquinaria, se debe tomar en consideración la correcta localización e instalación. Un diseño realmente ergonómico toma en cuenta los siguientes puntos:

- Dimensiones del cuerpo.
- Movimientos y posturas forzadas.
- Ruidos y vibraciones.
- Efectos por altas temperaturas.
- Magnitud de esfuerzos.
- Iluminación en el área de trabajo.

Para abarcar estos aspectos, se debe pensar en un diseño que se adapte a la antropometría del ser humano estándar, con respecto a las dimensiones del cuerpo humano. Debe ser estándar para que su utilización se ajuste a individuos de diferentes tamaños. Para este caso se tomaremos en cuenta un diseño para el promedio, basándose en los siguientes aspectos:

- Ajustar la altura de trabajo según la tarea.
- Garantizar espacio suficiente para la movilidad del operario.
- Dispositivos de accionamientos al alcance de los operarios.
- Facilitar una postura de trabajo conveniente.

En la siguiente imagen, se pueden observar las alturas y espacios recomendados para una postura de pie en el trabajo:

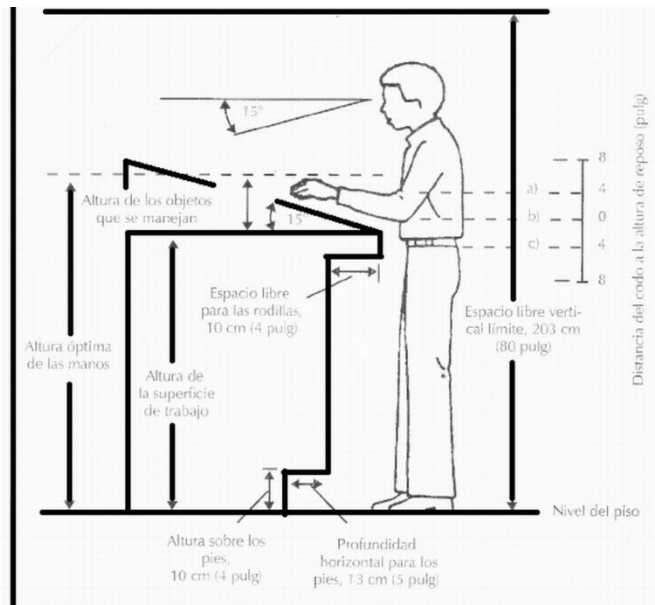


Imagen 17. **Dimensiones recomendadas para la estación de trabajo de pie.** Niebel, Freivalds. Ingeniería Industrial, Métodos, Estándares Y Diseño Del Trabajo. 2005.

La movilidad del trabajador es esencial, ya que el cuerpo humano no está diseñado para estar inmóvil completamente durante períodos prolongados de tiempo. Los discos entre las vértebras no tienen irrigación de sangre por sí solos, necesitan de la presión del movimiento para ayudar a la circulación de la sangre. No obstante, también hay que considerar que estos movimientos no deben ser bruscos ni deben requerir de un esfuerzo muy grande para el operador de la máquina. La siguiente figura muestra los ángulos y distancias recomendadas para que el trabajador no sufra lesiones por sobreesfuerzos.

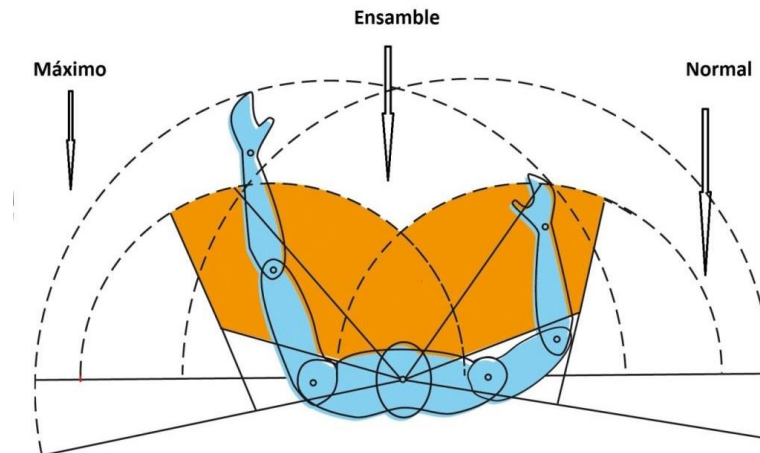


Imagen 18. **Ergonomía. Áreas operativas del ser humano a partir del eje de simetría bilateral.** <http://upload.wikimedia.org>.

Como podemos observar, los movimientos deben estar al alcance de las manos, por lo tanto se debe procurar tener un diseño que se ajuste a las dimensiones de los brazos de un ser humano estándar.

Además, la maquinaria no debe generar ruidos por encima de los 80 dBA que es el mayor valor que puede soportar el oído humano.

Otro punto a tomar en cuenta es que el diseño no debe ser una fuente que genere exceso de calor y por último la iluminación del área de trabajo donde se encuentre el operador.

Estos puntos son de suma importancia ya que si no se toman en consideración pueden ser una causa principal de alguna de las siguientes enfermedades:

- Lesiones en la espalda.
- Agotamiento por calor.
- Reducción de la capacidad auditiva.
- Problemas de circulación.

## CAPITULO III

### *3. MARCO METODOLÓGICO*

#### **3.1. Descripción del Problema**

El proceso de fileteado de pescado representa una de las actividades más importantes que debe realizarse antes de la comercialización del producto. Cuando se produce un incremento en la venta y consumo de pescado, también debe aumentar la capacidad de procesamiento del mismo, y así poder cubrir la demanda. Esto implica la necesidad de contratar mayor personal o buscar alguna manera de facilitar la realización del proceso.

Procedimiento para filetear un pescado:

1. Se necesita un cuchillo con buen filo y flexible, primero se corta la cabeza.
2. Hacer un corte en el lomo de arriba hacia abajo, desde la parte trasera de la cabeza, cortando a lo largo del dorso. El corte debe separar la carne desde el espinazo, continuar hacia la cola.
3. Cuando tenga el filete, de vuelta el pescado y repita la operación anterior.
4. Si el pescado es plano conseguirá dos filetes, si en cambio son redondeados podrá sacar hasta cuatro. Se obtienen dos medios filetes a ambos lados del pez.
5. Se mantiene el filete con la piel para darle firmeza a la musculatura.



**Imagen 19. Fileteado Del Mero Realizado Por Los Integrantes Del Equipo.**  
Fuente: Los Autores.



**Imagen20.**

**Instalaciones para el fileteado de pescado. Higuerote, Edo. Miranda.** Fuente: Los Autores.

En la industria nacional, se realiza este proceso a ciertas especies que, por su fisonomía son aptas para el mismo. Las características físicas de estas especies

permiten que se puedan obtener buenos filetes sin tener que realizar un esfuerzo considerable y aprovechando al máximo la carne del animal. Según los datos de producción y consumo nacional como hemos mencionado anteriormente, las especies a ser consideradas para el proyecto son la Cachama, el Mero, el Pargo y el Lebranche.

**Tabla 5.** Principales especies de la pesca marítima artesanal, producción y porcentaje de composición de las capturas para el 2008.

ESPECIE	KG	%
PEPITONA	70.963.670,40	35,88%
SARDINA	36.156.530,20	18,28%
CANGREJO AZUL	14.499.005,15	7,33%
CAMARON BLANCO	5.769.124,20	2,92%
CARITES	4.652.883,55	2,35%
LISA	3.461.678,50	1,75%
CURBINA DEL LAGO	3.221.264,83	1,63%
PARGOS	2.774.046,10	1,40%
ATUNES	2.159.011,96	1,09%
BAGRES	2.147.509,42	1,09%
LEBRANCHE	2.044.634,34	1,03%
RAYAS	2.017.995,84	1,02%
CUNARO	1.804.832,96	0,91%
JUREL	1.730.439,06	0,88%
MEROS Y CUNAS	1.643.662,02	0,83%
ROBALO	1.478.900,50	0,75%
DORADO	1.470.645,40	0,74%
PULPO	1.467.359,60	0,74%
PALOMETA	1.439.591,30	0,73%
PICUA	1.181.073,60	0,60%

*Nota.* Tomado de <http://www.insopesca.gob.ve>.

La producción nacional para el año 2008 de Cachama fue de aproximadamente 30.000 toneladas

### 3.2. Mapa Mental



Para poder visualizar de forma más cómoda y completa todos los aspectos del problema a solucionar, se procedió a la realización de un mapa mental. Este diagrama abarca las causas, síntomas, consecuencias, personas involucradas y restricciones respecto a la situación actual.

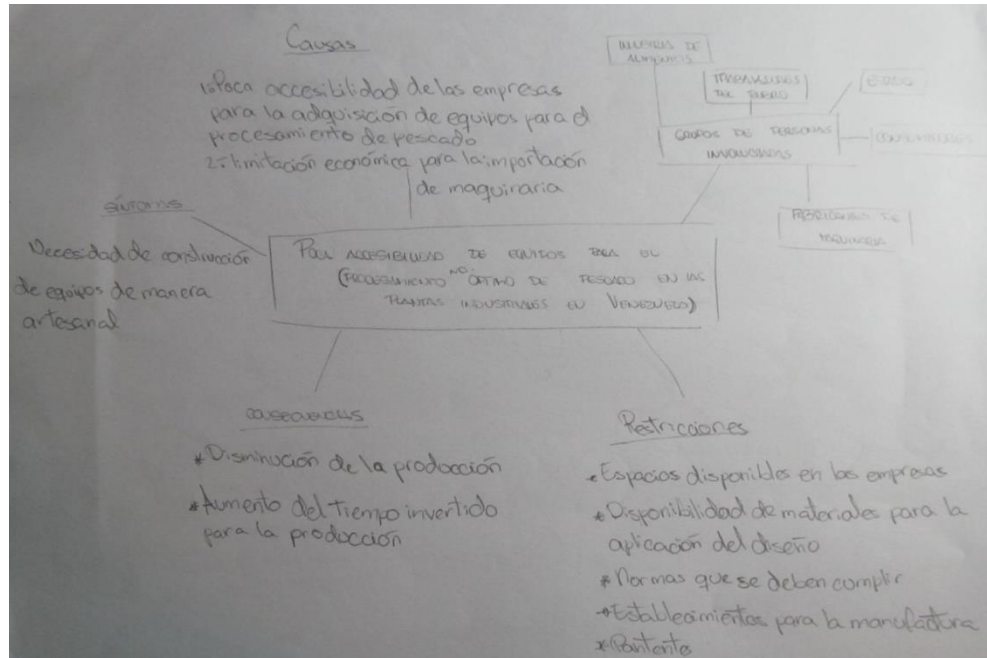


Imagen 21. Boceto N°1 Mapa Mental. Fuente: Los autores.

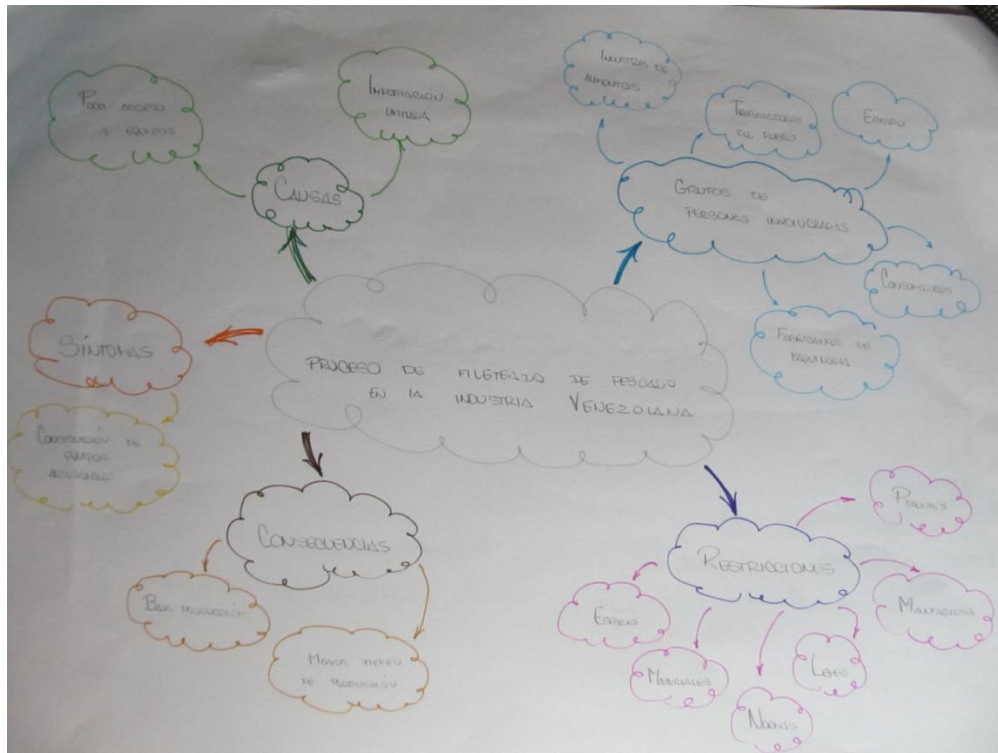


Imagen 22. Boceto N°2 Mapa mental. Fuente: Los autores.

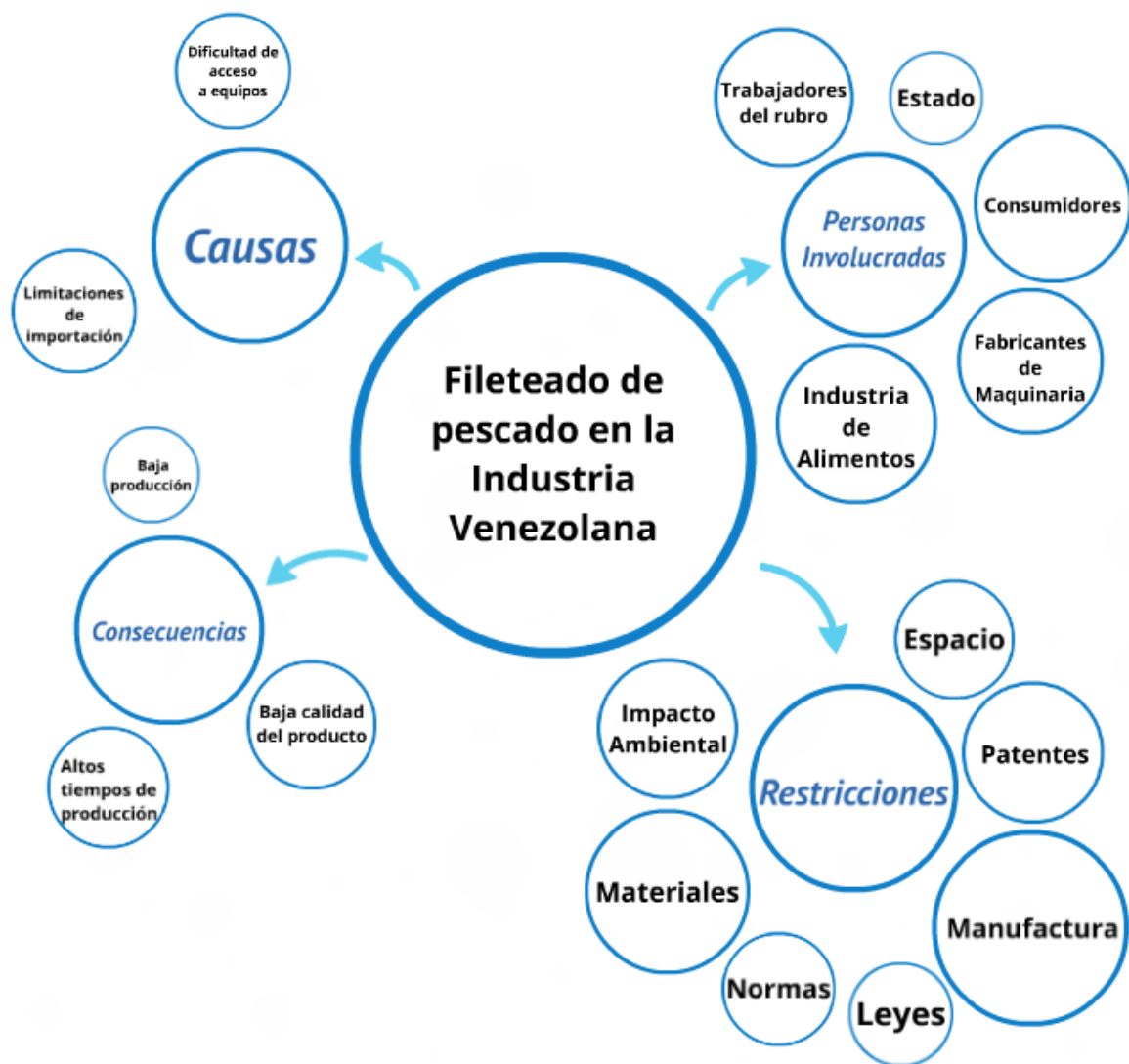


Imagen 23. **Esquema final Mapa Mental.** Fuente: Los autores.

### 3.3. ¿A quién afecta y cómo?

En el esquema anterior, pudimos observar los diferentes grupos asociados a la situación actual del procesamiento del pescado en el país. A continuación, haremos una breve descripción de estos grupos y su posición respecto al problema.

**3.3.1. Trabajadores del rubro:** los trabajadores pueden ver limitada su capacidad de producir cierta cantidad de filetes diarios al utilizar el método manual (artesanal). Los trabajadores que realizan esta actividad se ven expuestos a ciertos riesgos al cortar los filetes del pescado.

**3.3.2. El Estado:** estas entidades se ven forzadas a recurrir a las importaciones para cubrir la demanda del producto. Esto genera una carga económica importante para el país.

**Tabla 6.** *Datos de producción total para el mercado interno de pescado en Venezuela.*

Consumo total de pescados (t/año)	434.000
Importación (t/año)	73.905
Producción mercado interno (t/año)	360.095

*Nota.* Datos tomados del I.N.E.

**Tabla 7.** *Balanza comercial Venezuela – Maquinaria para el procesamiento de alimentos.*

<b>Maquinaria para procesamiento de alimentos (toneladas)</b>					
	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
<b>Importación</b>	2651	2619	2619	5333	7844
<b>Exportación</b>	262	17	17	21	283

*Nota.* Datos tomados del I.T.C. (2010).

**3.3.3. Consumidores del producto:** este grupo se ve afectado por la problemática debido al aumento de precios de los productos.

**3.3.4. Fabricantes de maquinaria:** las empresas extranjeras se ven beneficiadas por la situación del país al tener un mercado seguro para sus productos y servicios.

**3.3.5. Industria de alimentos:** con el crecimiento de la población, la industria de alimentos debe tener una respectiva evolución. Con el método en que se realizan las actividades para el procesamiento de alimentos actualmente se ve impedido este desarrollo, necesario para cubrir las necesidades de la población.

#### **3.4. ¿A quién va dirigido?**

- Empresas procesadoras de pescados que trabajan con las principales especies producidas en el territorio nacional.

#### **3.5. Consideraciones de diseño**

- La máquina que será utilizada en las plantas de procesamiento de peces varios, ubicadas alrededor del territorio nacional.
- El equipo permite la realización del proceso de fileteado de forma óptima para las especies antes mencionadas, aprovechando al máximo la carne del animal, conservando la calidad del producto.
- Este equipo presenta cierto rango de adaptabilidad tanto a la variedad de especies que manejará, como a la infraestructura existente para el procesamiento de pescado a nivel nacional.

- Al diseñar las partes del equipo y su interacción durante el funcionamiento, se garantiza que los procesos de fabricación, ensamblaje, puesta en funcionamiento y mantenimiento, puedan ser realizados fácilmente y sin arriesgar a los operarios ni afectar las condiciones deseadas del producto final.
- Como parámetro asociado a la adaptabilidad, el equipo diseñado es de tamaño y peso moderados, evitando así complicaciones al momento del traslado.
- Restricciones y requerimientos del equipo:
  - Restricciones
    - Espacio disponible en las plantas y sistemas de transporte.
    - Dimensiones en base a la ergonomía de los operarios.
  - Requerimientos
    - Proceso rápido y eficiente, debe evitarse el desperdicio de carne.
    - De fácil uso para el personal, tanto para el manejo durante el funcionamiento, limpieza y mantenimiento.
    - La estructura y la interacción entre las distintas piezas del equipo debe ser diseñada con el fin de evitar la acumulación de residuos e impurezas que, a la larga puedan contaminar el producto.
    - Todos los componentes de la máquina deben ser fáciles de desmontar para su respectivo mantenimiento, tanto preventivo como correctivo.

### **3.6. Generación de ideas**

La generación de ideas es un proceso mental que realiza el ser humano en cualquier momento por su naturaleza es un ser racional, lo cual le permite pensar y formar criterios para tomar decisiones acerca de una situación. Para estimular este proceso a la hora de desarrollar el diseño hemos optado por utilizar el método SCAMPER.

Esta técnica fue creada en los años 70 a nivel educacional con la finalidad de ayudar a los niños a utilizar más fácilmente su creatividad natural. Su nombre proviene de las iniciales en inglés de las palabras que promueven la evaluación del problema a solucionar desde varios puntos de vista.

S: Substitute (Sustituir). Pensar en reemplazar alguna parte dl problema, producto o proceso.

C: Combine (Combinar). Consiste en combinar dos o más partes del problema para crear procesos diferentes o mejorar la sinergia.

A: Adapt (Adaptar). Ideas existentes pueden adaptarse a la solución del problema planteado.

M: Modify (Modificar). Se propone cambiar las proporciones, formas o atributos de las propuestas.

P: Put to other uses (Dar otros usos). Se busca ubicar la problemática y sus posibles soluciones en otros contextos.

E: Eliminate (Eliminar). Se simplifican los elementos observando la funcionalidad esencial.

R: Rearrange (Reacomodar). Analizar el proceso de forma inversa a como se desarrolla naturalmente.

A continuación, se presenta una selección de las principales ideas obtenidas a través de este método:

- Trasladar el pescado de costado (Corte horizontal).
- Utilizar la cabeza del pescado para sujetarlo.
- Sujetar el pescado por la piel.
- Mover la hoja de corte hacia el pescado.
- La hoja de corte como parte de la pesa de trabajo.

- Rebanadora de charcutería.
- Guías en la mesa para ubicar el pescado.
- Pinzas para sostener el pescado.
- Cortar primero un filete y luego el otro.
- Corte con sierra.
- Combinar el eviscerado con el fileteado.
- Máquina portátil.
- Cuchillo eléctrico.
- Cuchillas giratorias.
- Inclinación de las cuchillas hacia la columna vertebral.

### **3.7. Matriz de decisión**

En esta etapa se seleccionaron las ideas que estuvieran enfocadas a mejorar el proceso de fileteado de pescado. En alguna de las etapas del proceso de generación de ideas, por ejemplo en la sección “dar otros usos”, surgieron muchos planteamientos que se alejaban del área de interés. Para esta pre-selección se asociaron las ideas con las que se pudieran realizar todas las actividades del proceso de forma secuencial y efectiva, y se separaron para generar distintas formas de realizar el procedimiento. Luego se clasificaron según la actividad específica a la que están enfocadas y así comenzar a dar puntuación a cada una en base a los criterios seleccionados. Elegimos los siguientes criterios:

- Costo- beneficio: se toma en cuenta el costo de los materiales en bruto, procesos de fabricación, y costos de limpieza y mantenimiento.
- Procesos de fabricación: la factibilidad de la manufactura en base a los equipos disponibles y la complejidad de los procesos.



- Aspecto: la apariencia del producto es de gran importancia, ya que el producto debe atraer a los consumidores.
- Higiene: este factor involucra el nivel de inocuidad que garantiza el elemento a clasificar.
- Ergonomía: facilidades para la operación del equipo, así como su respectiva limpieza y mantenimiento.
- Seguridad: La maquinaria debe garantizar un alto grado de seguridad al operario.
- Calidad: La calidad va enfocada mayormente a la inocuidad del producto, es decir a la seguridad del consumidor.

La siguiente tabla muestra el significado de la puntuación para cada una de las ideas según los criterios seleccionados:

**Tabla 8.** *Puntuación matriz de decisión*

Puntuación	
-1	No aceptable (No aplica)
0	Indiferente
1	Aceptable

*Nota.* Los autores.

#### Ponderación

- Sujeción 25%.
- Elemento de corte 20%.
- Entrada y salida 15%.
- Material de corte 15%.
- Método de corte 15%.
- Disposición 10%.

El criterio de para colocar la ponderación de los procesos fue seleccionado a partir de la importancia de cada uno. La sujeción es el más importante, ya que es el contacto directo con el animal y además se debe garantizar la firmeza del mismo. El proceso que le sigue es el elemento de corte, donde se separa la musculatura de la espina dorsal. Posteriormente, siguen los materiales y el método de corte que son los que definen la inocuidad y la apariencia del producto. En último lugar se halla la disposición, es decir, qué posición va a adoptar el pescado para enfrentar los elementos de corte.

**Tabla 9. Matriz de decisión.**

	Costo	Proceso de Fabricación	Aspecto	Higiene	Ergonomía	Seguridad	Calidad	
método de corte								
corte vertical	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-6
corte longitudinal	1	1	1	1	0	1	1	6
cuchilla fija	1	1	1	1	0	1	1	6
cuchilla móvil	-1	-1	1	-1	0	-1	-1	-4
ambos filetes a la vez	1	1	1	1	0	1	1	6
un filete a la vez	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-6
varios pescados a la vez	1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-4
corte parcial	1	1	-1	-1	0	-1	-1	-2
elemento de corte								
disco giratorio	-1	-1	1	-1	0	1	-1	-2
sierra	1	1	1	1	0	-1	1	4
sal	1	1	1	-1	0	1	1	4
material de corte								
acero inoxidable	-1	-1	1	1	0	1	1	2
acero al carbono	1	1	-1	-1	0	-1	-1	-2

Tabla 9 (Cont.)

agua	-1	-1	1	1	0	1	-1	0
laser	-1	-1	1	1	0	-1	1	0
entrada y salida								
manualmente	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-3
cinta transportadora	1	-1	1	1	1	1	1	5
rodillos	-1	-1	1	-1	1	1	1	1
sujeción								
cabeza	-1	-1	1	1	0	0	-1	-1
piel	1	1	1	1	0	0	-1	3
cangilón	1	1	1	-1	0	1	1	5
pinza	-1	-1	-1	1	0	0	-1	-3
cinta transportadora	-1	-1	1	-1	0	1	1	0
cola	-1	-1	1	1	0	0	-1	-1
disposición								
vertical	1	1	1	1	0	0	1	5
horizontal	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	-5

*Nota.* Los autores.

### **3.8. Ideas con Mayor Puntuación**

- Corte longitudinal: se propone que el corte del pescado se realice paralelo a su columna vertebral, pero la cuchilla entra por la parte delantera, o trasera, del pescado, no por la parte superior.
- Cuchilla: el elemento de corte no se desplaza, sino que el pescado se desplaza hacia el lugar donde se encuentra el elemento de corte.
- Ambos filetes a la vez: se considera que el corte debe realizarse con dos cuchillas que se encuentren de cada lado del pescado, de tal manera que se separen ambos filetes a la vez.
- Sierra: el elemento de corte debe ser una sierra que vaya en un solo sentido, como la hoja de corte de una segueta, que dé vueltas por medio de dos poleas. Es más fácil de llevar a cabo su mantenimiento.
- Acero inoxidable: el material a utilizar, ya que a pesar de ser un material muy duro y su proceso de fabricación es más complicado, tiene una elevada dureza y resistencia a la corrosión.
- Cinta transportadora: la entrada y salida del pescado debe realizarse con una cinta transportadora, ya que facilita el desplazamiento del mismo y su sujeción.
- Piel: sujetar el pescado por la piel permite mantenerlo firme y es favorable para desplazarlo hacia el elemento de corte, de la manera que se desea.
- Cangilón: otro posible método para sujetar el pescado, en el que el pescado se coloca en una especie de base.

## **CAPITULO IV**

### ***4. CÁLCULOS***

#### **4.1. Motor-reductores**

En función de las necesidades del sistema para su funcionamiento, se ha realizado un proceso de selección de los respectivos motor-reductores, tanto para la cadena transportadora como para los discos de corte. Es necesario conocer los requerimientos de potencia y torque en cada caso.

Para el desarrollo del proceso se tomó como velocidad de referencia para el avance de los pescados 12 m/min. Esta velocidad le dará al operario un tiempo de 6 s para colocar el pescado en el cangilón y los filetes se obtendrán en el transcurso de 5 s. Con este dato de velocidad pasamos a seleccionar los piñones para obtener las RPM del eje y así poder seleccionar el conjunto motor-reductor. Hemos trabajado con la marca de motor-reductores FALK®, la cual es manejada por distribuidores en el territorio nacional.

#### **4.2. Cadena transportadora**

El conjunto de sujeción y avance del pescado hacia el elemento de corte está conformado por dos cadenas transportadoras funcionando en paralelo. Ambas cadenas se ajustan a un sistema que le dará soporte lateral al animal mientras avanza a enfrentarse con los discos de corte.

Para transmitir el movimiento se ha seleccionado una cadena de rodillos con aditamentos doblados tipo B2, según la norma ANSI número 80. Los aditamentos de esta cadena nos permitirán ajustar el elemento de sujeción cuyo funcionamiento explicamos más adelante. La longitud de transporte de estas cadenas es de 1,5 m, lo que permite una

longitud de entrada adecuada para el trabajo del operario y un espacio en el área de corte que permite un fileteado óptimo.

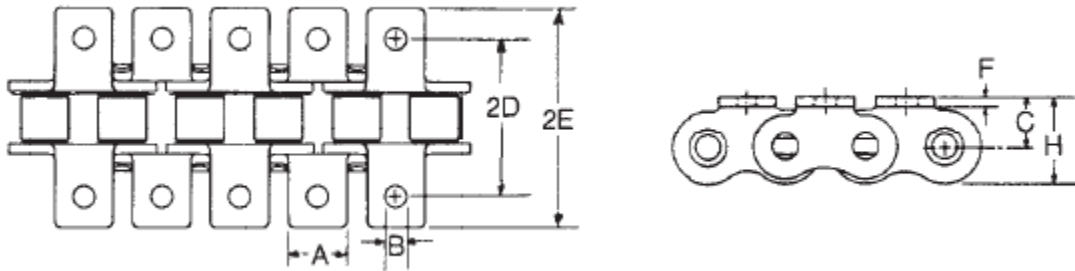


Imagen 24. **Configuración de las Cadenas con aditamentos doblados según la norma ANSI.** Fuente: [www.emersonindustrial.com](http://www.emersonindustrial.com)

Dimensiones:

- Paso: 25,4 mm
- Diámetro del rodillo: 6,75 mm
- Ancho del aditamento: 19,05 mm
- Espesor del aditamento: 3,175 mm

Para conocer el comportamiento de la cadena al realizar el transporte del sistema de sujeción y los productos, se hizo el cálculo de la Fuerza de Tracción Efectiva.

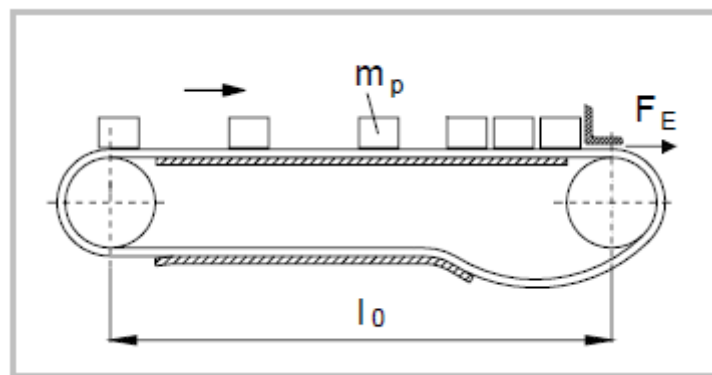


Imagen 25. **Componentes de una cinta Transportadora.** Fuente: HabaCHAIN®, Slat and Conveyor Chains, Engineering Guide.

$$F_e = (2m_b + m_p) \cdot l_o \cdot g$$

- Fe: Fuerza de tracción efectiva. [N]

- $m_b$ : peso de la cadena. [kg/m]
- $m_p$ : peso del producto. [kg/m]
- $l_o$ : longitud de transporte. [m]
- $g$ : Aceleración debido a la gravedad. [ $m/s^2$ ]

Para este caso los datos son:

- $m_b$ : 0,0581 kg/m
- $m_p$ : 10,738 kg/m (Tomando un peso promedio de 2,5 kg por pescado y 2,8 Kg cada cangilón)
- $l_o$ : 1,5 m
- $g$ : 9,81  $m/s^2$

$$F_e = (2 \cdot 0,0581 + 10,738) \cdot 1,5 \cdot 9,81$$

$$F_e = 164,96 \text{ N}$$

A partir de este valor se calcula la Fuerza de Tracción Ajustada, tomando en cuenta el factor de servicio según las condiciones de operación.

**Tabla 10.** *Factor de Servicio  $C_s$*

Operating condition	Service factor $c_s$		
	Standard straight chains		Radius chain curves with 90° (*)
	Standard head drive	Center drive (uni- and bi-directional)	Standard head drive
Start-up prior to loading	1	1.2	1.6 (*)
Frequent start/stop during process (more than once per hour)	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.2
Speed greater 30 m/min (98 ft/min)			+ 0.2

*Nota.* Tomado de HabaCHAIN®, Slat and Conveyor Chains. Engineering Guide

$$F_s = F_e \cdot C_s$$

- $F_s$ : Fuerza de tracción Ajustada [N].
- $C_s$ : Factor de Servicio.



El valor del factor de servicio, en base a las condiciones de funcionamiento es 1,2 ya que se trabaja con un motor central y el arranque se da previo a la presencia de la carga.

$$F_s = 164,96 \cdot 1,2$$

$$F_s = 197,97 \text{ N}$$

El funcionamiento correcto de la cadena está asegurado al comparar este valor con la fuerza de tracción admisible de la misma. Este valor se encuentra en el orden de los 5000 N, lo que hace que esta cadena sea apta para esta aplicación.

La potencia motriz requerida para el funcionamiento del sistema en las condiciones propuestas es calculada de la siguiente forma:

$$PM = \frac{F_s \cdot v}{60}$$

- PM: Potencia Motriz [W].
- v: Velocidad de la cadena [m/min].

$$PM = \frac{197,96 \cdot 12}{60}$$

$$PM = 39,59 \text{ W}$$

Según el procedimiento explicado en el libro de ROBERT MOTT, Diseño de Elementos de Máquina, 4ta Edición, p. 285, hemos tomado como referencia los valores de potencia y velocidad para obtener las dimensiones del piñón. Se realizaron iteraciones en base al número de dientes del piñón, hasta obtener un valor de RPM cercano a lo disponible en los catálogos de motor-reductores. Al observar la tabla 11 vemos que la capacidad de estas cadenas excede a las condiciones necesarias para el funcionamiento de la máquina. Por lo tanto comenzamos a iterar las dimensiones del piñón desde el número mínimo de dientes, 11.

**Tabla 11. Capacidades para cadenas de transporte.**

TABLA 7-7 Capacidades en caballos de fuerza - Cadena simple de rodillos número 80

Núm. de dientes	1.000 pulgadas de paso				Velocidad mínima de giro de la catarina, rev/mín																
	10	25	50	75	88	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2500
11	0.44	1.06	2.07	3.05	3.56	4.03	7.83	11.56	15.23	18.87	22.48	26.07	27.41	22.97	19.61	14.92	11.84	9.69	8.12	6.83	4.96
12	0.48	1.16	2.26	3.33	3.88	4.39	8.54	12.61	16.82	20.59	24.53	28.44	31.23	26.17	22.35	17.00	13.49	11.04	9.25	7.90	5.65
13	0.52	1.26	2.45	3.61	4.21	4.76	9.26	13.66	18.00	22.31	26.57	30.81	35.02	29.51	25.20	19.17	15.21	12.45	10.43	8.91	6.37
14	0.56	1.35	2.63	3.89	4.53	5.12	9.97	14.71	19.39	24.02	28.62	33.18	37.72	32.98	28.16	21.42	17.00	13.91	11.66	9.96	7.12
15	0.60	1.45	2.82	4.16	4.86	5.49	10.68	15.76	20.77	25.74	30.66	35.55	40.41	36.58	31.23	23.76	18.85	15.43	12.93	11.04	7.90
16	0.64	1.55	3.01	4.44	5.18	5.86	11.39	16.81	22.16	27.45	32.70	37.92	43.11	40.30	34.41	26.17	20.77	17.00	14.25	12.16	8.70
17	0.68	1.64	3.20	4.72	5.50	6.22	12.10	17.86	23.54	29.17	34.75	40.29	45.80	44.13	37.68	28.66	22.75	18.62	15.60	13.32	9.53
18	0.72	1.74	3.39	5.00	5.83	6.59	12.81	18.91	24.93	30.88	36.79	42.66	48.49	48.08	41.05	31.23	24.78	20.29	17.00	14.51	10.39
19	0.76	1.84	3.57	5.28	6.15	6.95	13.53	19.96	26.31	32.60	38.84	45.03	51.19	52.15	44.52	33.87	26.88	22.00	18.44	15.74	11.26
20	0.80	1.93	3.76	5.55	6.47	7.32	14.24	21.01	27.70	34.32	40.88	47.40	53.88	56.32	48.08	36.58	29.03	23.76	19.91	17.00	12.16
21	0.84	2.03	3.95	5.83	6.80	7.69	14.95	22.07	29.08	36.03	42.92	49.77	56.58	60.59	51.73	39.36	31.23	25.56	21.42	18.29	13.09
22	0.88	2.13	4.14	6.11	7.12	8.05	15.66	23.12	30.47	37.75	44.97	52.14	59.27	64.97	55.47	42.20	33.49	27.41	22.97	19.61	14.03
23	0.92	2.22	4.33	6.39	7.45	8.42	16.37	24.17	31.85	39.46	47.01	54.51	61.97	69.38	59.30	45.11	35.80	29.30	24.55	20.97	15.00
24	0.96	2.32	4.52	6.66	7.77	8.78	17.09	25.22	33.24	41.18	49.06	56.88	64.66	72.40	63.21	48.08	38.16	31.23	26.17	22.35	15.99
25	1.00	2.42	4.70	6.94	8.09	9.15	17.80	26.27	34.62	42.89	51.10	59.25	67.35	75.42	67.20	51.12	40.57	33.20	27.83	23.76	8.16
26	1.04	2.51	4.89	7.22	8.42	9.52	18.51	27.32	36.01	44.61	53.14	61.62	70.05	78.43	71.27	54.22	43.02	36.22	29.51	25.20	0.00
28	1.12	2.71	5.27	7.77	9.06	10.25	19.93	29.42	38.78	48.04	57.23	66.36	75.44	84.47	79.65	60.59	48.08	39.36	32.98	28.16	0.00
30	1.20	2.90	5.64	8.33	9.71	10.98	21.36	31.52	41.55	51.47	61.32	71.10	80.82	90.50	88.33	67.20	53.33	43.65	36.58	31.23	
32	1.28	3.09	6.02	8.89	10.36	11.71	22.78	33.62	44.32	54.91	65.41	75.84	86.21	96.53	97.31	74.03	58.75	48.08	40.30	5.65	
35	1.40	3.38	6.58	9.72	11.33	12.81	24.92	36.78	48.47	60.05	71.54	82.95	94.29	105.58	111.31	84.68	67.20	55.00	28.15	0.00	
40	1.61	3.87	7.53	11.11	12.95	14.64	28.48	42.03	55.40	68.63	81.76	94.80	107.77	120.67	133.51	103.46	82.10	40.16	0.00		
45	1.81	4.35	8.47	12.49	14.57	16.47	32.04	47.28	62.32	77.21	91.98	106.65	121.24	135.75	150.20	123.45	72.28	0.00			
	Tipo A				Tipo B								Tipo C								
	Tipo A: Lubricación manual o por goteo				Tipo B: Lubricación en baño o con disco								Tipo C: Lubricación con chorro de aceite								

Fuente: American Chain Association, Naples, FL

Nota. Tomado de ROBERT MOTT, Diseño de Elementos de Máquina, 4ta Edición.

$$D_p = \frac{p}{\text{sen}(180^\circ/N)}$$

- $D_p$ : Diámetro de paso del piñón [mm].
- $p$ : paso de la cadena [mm].
- $N$ : número de dientes del piñón.

$$D_p = \frac{25,4}{\text{sen}(180^\circ/11)}$$

$$D_p = 90,15 \text{ mm}$$

$$\omega = \frac{v}{D_p/2}$$

- $v = 12 \text{ m/min} = 0,2 \text{ m/s}$ .

$$\omega = \frac{0,2}{90,15/2}$$

$$\omega = 4,43 \frac{\text{rad}}{\text{s}} = 42,36 \text{ RPM}$$

Los valores más cercanos según el Catálogo FALK® son 45 ó 39 RPM.

Con un piñón de 12 dientes obtenemos lo siguiente:

$$Dp = \frac{25,4}{\text{sen}(180^\circ/12)}$$

$$Dp = 98,13 \text{ mm}$$

$$\omega = \frac{0,2}{98,13/2}$$

$$\omega = 4,07 \frac{\text{rad}}{\text{s}} = 38,92 \text{ RPM}$$

Además del requerimiento de velocidad para el funcionamiento, es necesario que el motor sea capaz de vencer el torque de arranque. Este torque es calculado según la fuerza necesaria para mover el sistema de sujeción y el radio del piñón.

$$T = F_s \cdot \frac{Dp}{2}$$

- T: Torque [Nm].

$$T = 197,96 \cdot \frac{98,13}{2}$$

$$T = 9,71 \text{ Nm}$$

**Tabla 12.**

**Tabla 12.** Especificaciones de los conjuntos motor-reductor marca FALK® de 0,25 HP.

0.25 HP/1750 rpm/56C Frame Motor						
Approx Output rpm	Exact Ratio	Actual Output Torque (lb-in)	Service Factor	Overhung Load (lb)	Hollow Shaft Basic Drive Gearmotor Less Motor Inch Dimensioned	
					Drive Designation	Part No.
342	5.11	45	33.36	1002	04UJAJ2A5.0A_A	4761840
277	6.32	55	31.20	1047	6.3	4761844
244	7.17	63	29.36	1074	7.1	4761848
222	7.90	70	28.04	1094	8.0	4761852
195	8.97	79	26.28	1139	9.0	4761856
179	9.77	86	25.48	1171	10.	4761860
154	11.40	100	23.12	1231	11.	4761864
135	12.95	114	21.64	1281	12.	4761868
124	14.09	124	20.88	1317	14.	4761872
109	16.01	142	19.48	1373	16.	4761876
99	17.63	156	18.20	1413	18.	4761880
87	20.03	176	16.88	1472	20.	4761884
80	21.79	193	16.32	1512	22.	4761888
71	24.75	218	14.80	1575	25.	4761892
61	28.82	255	9.92	1649	28.	4761896
56	31.33	277	9.84	1692	32.	4761899
49	35.62	314	9.92	1764	36.	4761902
45	38.72	342	9.60	1809	40.	4761905
39	45.14	396	7.72	1892	45.	4761908
34	50.86	446	6.00	1962	50.	4761911
31	55.79	490	6.68	2020	56.	4761914
28	62.86	551	5.96	2094	63.	4761917
26	67.10	589	3.96	2110	71.	4761920
23	76.29	670	3.36	2106	80.	4761923
21	82.94	729	3.96	2097	90.	4761926
19	94.29	827	3.36	2076	100	4761929

*Nota.* Tomado del catálogo “Falk Ultramite UJ Shaft Mounted Offset Helical Gear Drive”

Se ha seleccionado el motor-reductor de 0,25 HP, el cual produce 44,74 Nm (396 Lb-in) y 39 RPM a la salida del conjunto. Estas condiciones dadas por este motor permiten cubrir con cierto factor de seguridad los requerimientos del equipo fileteador.

El último parámetro para dimensionar completamente la cadena de transporte es la definición de la curva catenaria. Este tramo de la cadena no presenta ningún soporte, lo que permite la absorción de las variaciones que experimenta la cadena como consecuencia de las cargas y expansiones o contracciones térmicas. Además, la acción del peso de la sección colgante permite mantener cierta tensión en la cadena, para asegurar que permanezca firmemente enganchada a los piñones.

El lado de retorno de la cadena está apoyado sobre piñones. La ubicación de estos piñones define la longitud y altura de la curva catenaria. Los valores recomendados para estas dimensiones están entre los 460 mm y 610 mm de longitud, y entre 25 mm y 100 mm

de altura. Al mantenerse dentro de estos rangos se garantiza un ángulo de contacto apropiado entre la cadena y el piñón motriz.

Los valores seleccionados son:

- $l_c$ : 500 mm. (Longitud)
- $h_c$ : 60 mm. (Altura)

Con estos valores ya definidos podemos conocer la longitud total de la cadena que se requiere para esta aplicación.

$$lg = 2 \cdot lo + \frac{Dp}{1000} \cdot$$

- de la cadena [m]

$$lg = 2 \cdot 1,5 + \frac{98,13}{1000} \cdot \pi + 2,66 \cdot \frac{\left(\frac{60}{1000}\right)^2}{0,5}$$
$$lg = 3,08 \text{ m}$$

### 4.3. Discos de corte

Para la selección del conjunto motor-reductor que va a transmitir la potencia y movimiento circular a los discos de corte es necesario tener en cuenta algunos factores, como el diámetro de los discos, fuerza necesaria para realizar el corte y velocidad de los discos.

Con respecto a la fuerza de corte necesaria se tomó en consideración la resistencia al corte que ejerce la carne para obtener una aproximación de la fuerza necesaria. La tabla 12 nos muestra la resistencia al corte que ejerce la carne de res según sus períodos de maduración, en días post-mortem:

**Tabla 13.** Resistencia al corte, evaluación sensorial, y característica culinaria de carnes de machos castrados criollo limonero bajo diferentes períodos de maduración.

**RESISTENCIA AL CORTE, EVALUACIÓN SENSORIAL Y CARACTERÍSTICA CULINARIA DE CARNES DE MACHOS  
CASTRADOS CRIOLLO LIMONERO BAJO DIFERENTES PERIODOS DE MADURACIÓN/ SHEAR FORCE, SENSORY EVALUATION,  
COOKING TRAITS OF RIB STEAKS FROM CRIOLLO LIMONERO CASTRATED MALES UNDER DIFFERENT PERIODS OF VACUUM AGEING**

Variable, %	Periodos de maduración, d.			
	2	7	14	21
Resistencia al corte, Kg.	3,90 ± 0,13 <sup>a</sup>	3,50 ± 0,13 <sup>a</sup>	3,17 ± 0,13 <sup>ab</sup>	2,68 ± 0,13 <sup>b</sup>
Impresión general <sup>x</sup>	5,82 ± 0,18 <sup>a</sup>	5,89 ± 0,21 <sup>a</sup>	5,60 ± 0,17 <sup>a</sup>	5,09 ± 0,18 <sup>b</sup>
Sabor <sup>x</sup>	5,59 ± 0,18 <sup>ab</sup>	5,77 ± 0,21 <sup>a</sup>	5,46 ± 0,17 <sup>ab</sup>	4,91 ± 0,18 <sup>b</sup>
Sabor (ajustado) <sup>x</sup>	5,60 ± 0,18 <sup>a</sup>	5,78 ± 0,21 <sup>a</sup>	5,46 ± 0,17 <sup>ab</sup>	4,91 ± 0,18 <sup>b</sup>
Intensidad del sabor <sup>x</sup>	4,56 ± 0,18 <sup>a</sup>	4,70 ± 0,21 <sup>ab</sup>	4,84 ± 0,15 <sup>ab</sup>	5,30 ± 0,15 <sup>b</sup>
Blandura <sup>x</sup>	6,55 ± 0,18	6,53 ± 0,21	6,60 ± 0,17	6,13 ± 0,18
Blandura (ajustado) <sup>x</sup>	6,56 ± 0,18	6,54 ± 0,21	6,60 ± 0,17	6,13 ± 0,18
Características culinarias				
Tiempo de cocción, min.	77,15 ± 3,70	80,77 ± 3,77	76,45 ± 3,69	78,06 ± 3,80
Merma por cocción, g.	60,13 ± 2,76	57,94 ± 2,75	57,61 ± 2,75	60,46 ± 2,83
Merma por cocción, %.	30,79 ± 0,75	31,24 ± 0,74	31,73 ± 0,80	32,42 ± 0,77

<sup>x</sup>: escala hedónica donde 1= me desagradó muchísimo y 9= me gusta muchísimo. <sup>ab</sup> = letras distintas en una misma fila denota diferencia estadística (P<0,05).

*Nota:* Tomado de Rodas, Argenis; Vergara, Juan. Efecto de la Suplementación y Maduración de Carnes al Vacío Sobre la Palatabilidad del *Longissimus de* Novillos Criollo Limonero Cebadas a Pastoreo. 2007.

Como podemos observar, el valor máximo de resistencia al corte se aproxima a 4 Kg-f (39,2 N), lo cual nos da un valor que podemos utilizar para estimar la fuerza necesaria para realizar el corte del pescado. Tomamos el valor máximo, ya que además de ser un factor de seguridad, la carne del pescado que vamos a procesar no ha sido tratada de ninguna manera para mejorar su terneza.

Para obtener el valor de velocidad angular a la que giran los discos de corte se realizó una investigación de las RPM utilizadas por la rebanadoras de carne y se determinó un promedio para hallar el valor de velocidad. Para ello, se determinaron valores de las velocidades a partir de una marca específica de rebanadoras; en este caso utilizamos la marca Torrey®, ya que es una marca reconocida a nivel nacional. La siguiente tabla muestra los valores de velocidades que presentan las rebanadoras según su modelo:

**Tabla 14.** Velocidad de giro de los discos de corte de los equipos marca Torrey®

<b>Modelo</b>	<b>Velocidad de cuchilla (RPM)</b>
RB-250	430
RB-300	430
SS-300	430
R-300-A	380
RMS-330	370
AMS-350	370
<b>Promedio</b>	401,67

*Nota:* Tomado de <http://www.rebanadorastorrey.com/rebanadoras-torrey.php>

El valor promedio de velocidad angular es de 401,66 RPM.

Para obtener el valor del diámetro se tomaron valores comerciales de diámetros para discos de corte de Acero inoxidable y se seleccionó el valor que mejor se ajusta al diseño, de tal manera que el disco no interfiera con alguna otra pieza de la maquinaria. Se tomó como diámetro del disco 14,5 pulgadas (0,3683 m). (Fuente: <http://americacuttingedge.com/product/470-1451125094/>).

Luego de obtener estos datos se procede al cálculo del motor necesario, si observamos la tabla 15 del catálogo de motores Falk:

**Tabla 15.** Especificaciones de los conjuntos motor-reductor marca FALK® de 0,5 HP.

0.50 HP/1750 rpm/56C Frame Motor

Approx Output rpm	Exact Ratio	Actual Output Torque (lb-in)	Service Factor	Overhung Load (lb)	Hollow Shaft Basic Drive Gearmotor Less Motor Inch Dimensioned	
					Drive Designation	Part No.
342	5.11	90	16.68	992	04UJAJ2A5.0A_A	4761840
277	6.32	111	15.60	1035	6.3	4761844
244	7.17	127	14.68	1060	7.1	4761848
222	7.90	140	14.02	1079	8.0	4761852
195	8.97	159	13.14	1122	9.0	4761856
179	9.77	172	12.74	1152	10.	4761860
154	11.40	201	11.56	1209	11.	4761864
135	12.95	229	10.82	1256	12.	4761868
124	14.09	249	10.44	1290	14.	4761872
109	16.01	284	9.74	1343	16.	4761876
99	17.63	313	9.10	1379	18.	4761880
87	20.03	353	8.44	1433	20.	4761884
80	21.79	386	8.16	1471	22.	4761888
71	24.75	437	7.40	1528	25.	4761892
61	28.82	510	4.96	1594	28.	4761896
56	31.33	554	4.92	1631	32.	4761899
49	35.62	629	4.96	1697	36.	4761902
45	38.72	684	4.80	1736	40.	4761905
39	45.14	792	3.86	1805	45.	4761908
34	50.86	893	3.00	1864	50.	4761911
31	55.79	980	3.34	1915	56.	4761914
28	62.86	1103	2.98	1947	63.	4761917
26	67.10	1179	1.98	1985	71.	4761920
23	76.29	1340	1.68	1958	80.	4761923
21	82.94	1459	1.98	1941	90.	4761926
19	94.29	1655	1.68	1900	100	4761929
27	63.92	1113	2.94	1934	04UJAJ3A63.A_A	4762402
24	73.05	1273	2.58	1971	71.	4762405
22	79.00	1376	2.38	1960	80.	4762408
19	90.28	1572	2.08	1918	90.	4762411
18	98.59	1716	1.92	1876	100	4762414
15	115.51	2008	1.64	1812	112	4762417

*Nota.* Tomado del catálogo “Falk Ultramite UJ Shaft Mounted Offset Helical Gear Drive”

Podemos observar que el valor máximo de velocidad que permite el reductor es de 342 RPM (35,81 Rad/seg), por lo tanto nos vemos limitados a seleccionar este valor de velocidad para los discos.

Para el cálculo del torque (par) necesario se considera la resistencia al corte como una fuerza en dirección tangencial y con la siguiente fórmula obtenemos el torque:

- $T$ : Torque [N\*m].
- $D_d$ : Diámetro del disco [m].
- $F_C$ : Fuerza de corte [N].



$$T = 0,18 \cdot 39,2$$

$$T = 7,21 \text{ Nm}$$

$$T = 63,89 \text{ Lb.in}$$

En la tabla anterior, podemos observar que el torque del motor que gira a 342 RPM, es de 90 Lb\*in, lo que nos indica que el motor-reductor vence el torque necesario para realizar el corte.

Ahora, se procede a realizar el cálculo de la potencia necesaria para el motor del disco de corte:

$$P = T * \omega$$

- $P$ : Potencia necesaria [Watts].
- $\omega$ : Velocidad Angular [Rad/seg].

$$P = 7,21 \cdot 35,81$$

$$P = 258,53 \text{ Watts}$$

$$P = 0,34 \text{ Hp}$$

Observando la tabla del catálogo de los motores Falk, determinamos que la potencia que entrega al motor es de 0,5 Hp, la cual es mayor que la potencia necesaria. Por lo tanto, seleccionaremos un motor de 0,5 Hp, 1750 RPM con reducción de velocidad a 342 RPM.

#### **4.3.1. Cadena de transmisión**

Para transmitir la potencia a los árboles de los discos de corte se han utilizado un acoplamiento, para el árbol motriz, y una cadena de transmisión para el árbol conducido. Mediante dos piñones y una cadena de transmisión se le transmite el movimiento a este árbol.

Los cálculos realizados para la transmisión por cadena son muy similares a los cálculos de la cadena de transporte, con la diferencia de que el factor de servicio es 1,3 y el paso de la cadena es 0,5 pulgadas, la tabla 16 nos indica la capacidad de dicha cadena.



Este equipo se compone de varios elementos que se encuentran en movimiento bajo diversas condiciones de velocidad. Tanto la cadena transportadora como los discos de corte son impulsados a través de sus respectivos árboles. En cada uno de los casos se ha tomado en cuenta las diferentes discontinuidades que debe presentar el árbol para el correcto funcionamiento de los elementos que se acoplan al mismo. En primer lugar, evaluaremos los ejes de la cadena transportadora.

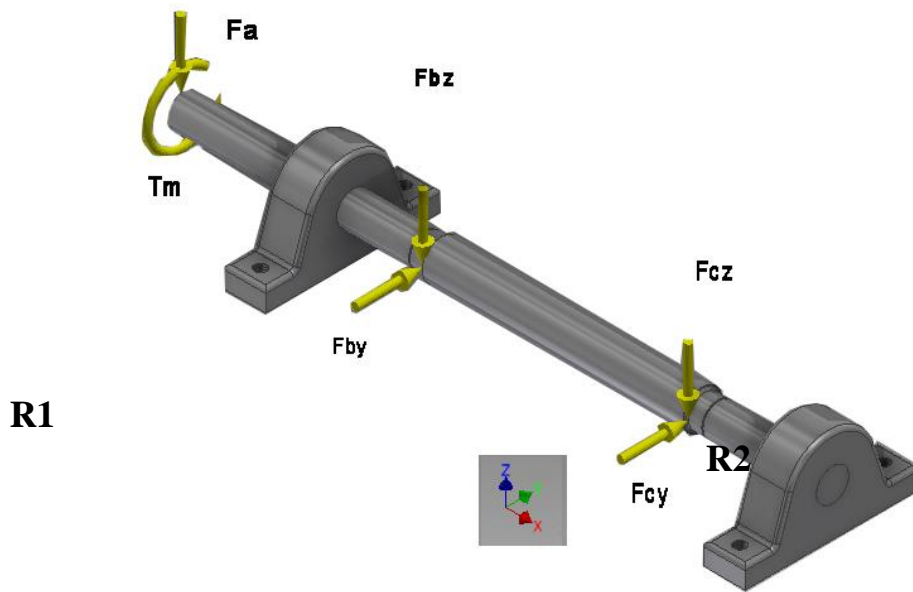


Imagen 26. Cargas del árbol motriz para la cadena transportadora. Fuente: Los autores.

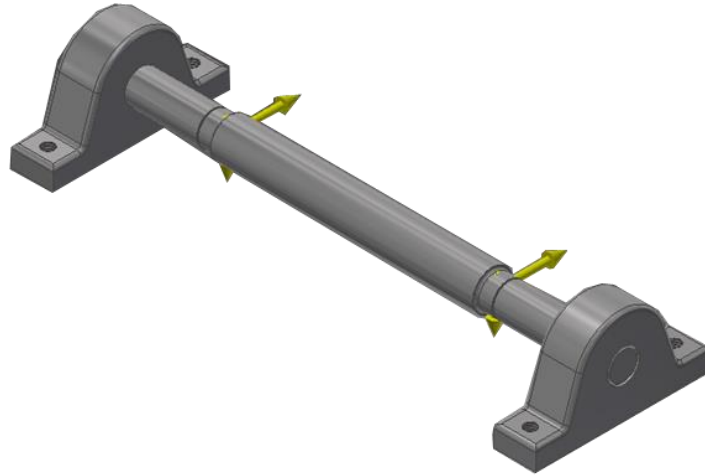


Imagen 27. **Cargas del árbol conducido para la cadena transportadora.** Fuente: Los autores.

- $F_{by}$ ,  $F_{cy}$ : Fuerza de tracción efectiva en cada cadena.
- $F_{bz}$ ,  $F_{cz}$ : Peso del piñón.
- $F_a$ : peso del acoplamiento
- $T_m$ : Torque transmitido por el acoplamiento.
- $R_1$ ,  $R_2$ : Reacciones en los apoyos.

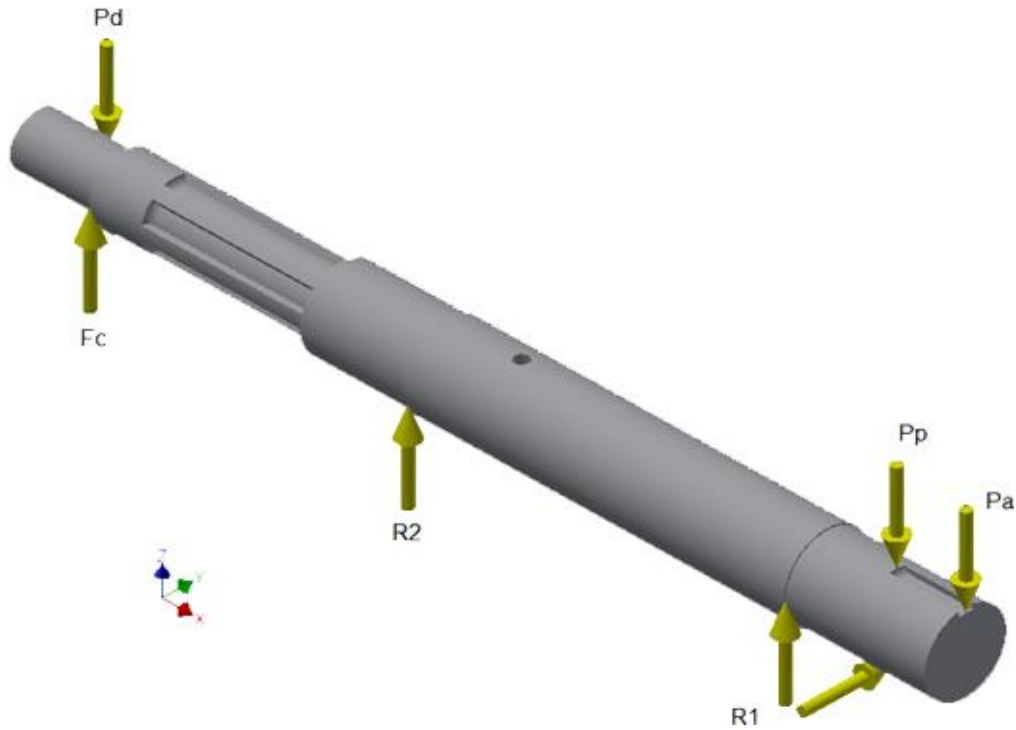


Imagen 28. Cargas del árbol motriz y conducido para los discos de corte. Fuente: Los autores.

- Pa: Peso del acoplamiento.
- Pp: Peso del piñón para la cadena de transmisión.
- Pd: Peso del disco de corte.
- Fc: Fuerza de corte.
- R1, R2: Reacciones en los apoyos.

Para definir los diámetros, tomamos en cuenta la resistencia a la fatiga y la deflexión que presenta el árbol según las condiciones dadas. El método de diseño del árbol usado es el de la teoría de falla por distorsión de la energía, dado a la condición de carga combinada, definido por la siguiente ecuación:

$$D = \left[ \frac{32N}{\pi} \sqrt{\left[ \frac{KtM}{S'n} \right]^2 + \frac{3}{4} \left[ \frac{T}{Sy} \right]^2} \right]^{1/3}$$

- D: diámetro [mm].
- N: Factor de seguridad.
- Kt: Factor de concentración de esfuerzos.
- M: Momento flector. [Nmm].
- S'n: Resistencia a la fatiga modificada. [MPa].
- T: torque [Nmm].
- Sy: resistencia a la fluencia [MPa].

La resistencia a la fatiga modificada se obtiene según los factores de concentración de esfuerzos de cada discontinuidad presente, factor de confiabilidad, factor de tamaño, entre otros.

$$S'n = S_n \cdot C_r \cdot C_s$$

- Sn: resistencia a la fatiga. Para los aceros inoxidables de ha determinado que este valor equivale a un 35% del valor de la resistencia a la tracción.
- Cr: factor de confiabilidad. Para un 99% de confiabilidad este factor vale 0,81. (Imagen 29)
- Cs: factor de tamaño. Tomaremos como referencia un diámetro de 25 mm con lo que obtenemos un valor de 0,86 para este factor.

$$S_u = 586 \text{ MPa}$$

$$S_n = 0,35 \cdot 620 = 205,1 \text{ MPa}$$

Factores de confiabilidad aproximados $C_R$	
Confiabilidad deseada $C_R$	
0.50	1.0
0.90	0.90
0.99	0.81
0.999	0.75

Imagen 29. **Factores de Confiabilidad Aproximados Cr.** Fuente: Mott, Robert. Diseño de Elementos de Máquinas. 2006.

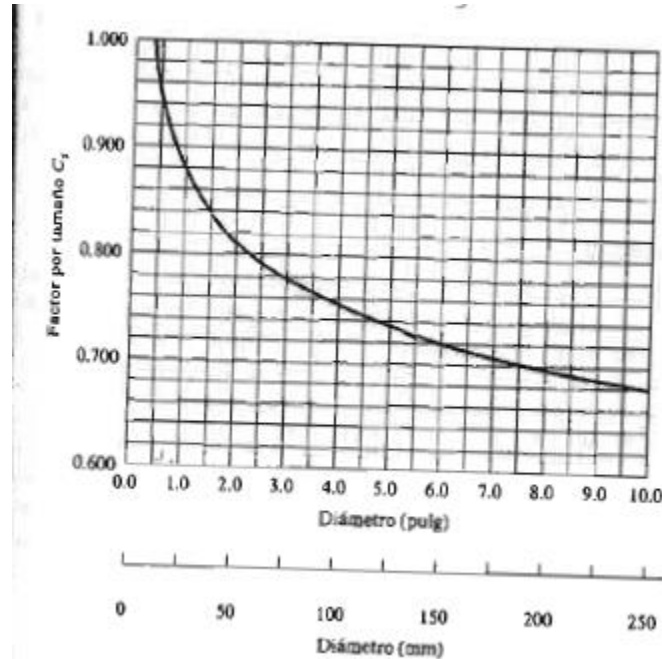


Imagen 30. **Factor por Tamaño.** Fuente: Mott, Robert. Diseño de Elementos de Máquinas. 2006.

$$S'_n = 205,1 \cdot 0,86 \cdot 0,81$$

$$S'_n = 142,872 \text{ MPa}$$

Para los cálculos también se ha tomado en cuenta el peso del árbol. Las discontinuidades presentes en este caso corresponden a los chaflanes en cada uno de los rodamientos y piñones, así como los chaveteros y ranuras para los anillos de retención de los piñones.

#### 4.5. Cálculo de vigas para los árboles

Para tener una referencia, denominamos sujeción #1 al árbol motor de la cadena transportadora, es decir el eje que recibe directamente, mediante el acoplamiento, la potencia del motor-reductor.

##### 4.5.1. Sujeción 1 (eje Z)

La imagen 31 representa el eje motor visto en el plano XY, es decir desde la parte superior de la maquinaria. En él actúan las fuerzas efectivas de tracción ( $F_{by}$ ,  $F_{cy}$ ) que ejercen ambos lados de la cadena transportadora, los apoyos ( $R_{1y}$ ,  $R_{2y}$ ) que representan los rodamientos y el punto “A” representa el lugar donde se acopla el motor.

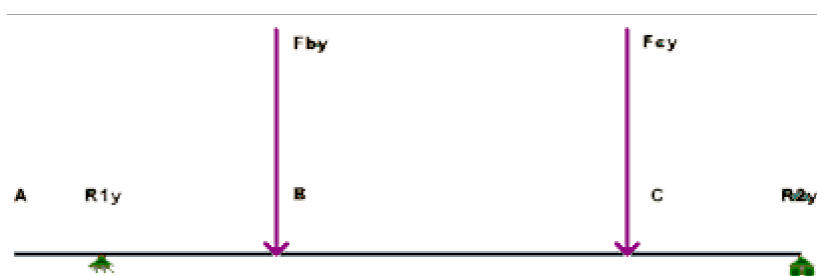


Imagen 31. **Proyección del árbol motriz de sujeción en el plano XY.** Fuente: Los autores.

La siguiente tabla 16 muestra los valores de los datos utilizados para realizar los cálculos de las vigas:

**Tabla 17.** Datos para el cálculo del árbol motriz del sistema de sujeción.

Datos	Magnitud	Unidades
Diámetro árbol sujeción	25,00	mm
Longitud sujeción 1	450,00	mm
Dp piñón sujeción	98,14	mm
Fe sujeción ( $F_{by}=F_{cy}$ )	197,96	N
peso árbol sujeción 1	0,039	N/mm
peso piñón + cadena + pescados + cangilón ( $F_z$ )	65,27	N
peso acoplamiento ( $F_a$ )	0,98	N
Torque motor	44.742,02	Nmm
volumen (árbol de diámetro 25 mm)	220,89	cm <sup>3</sup>



Tabla 17 (Cont.)

Inercia (árbol de diámetro 25 mm)	19.174,76	mm <sup>4</sup>
	1,91748E-08	m <sup>4</sup>
EI (módulo de elasticidad por inercia para 25mm)	3834951970	N-mm <sup>2</sup>

*Nota.* Los Autores

Fuerzas Cortantes

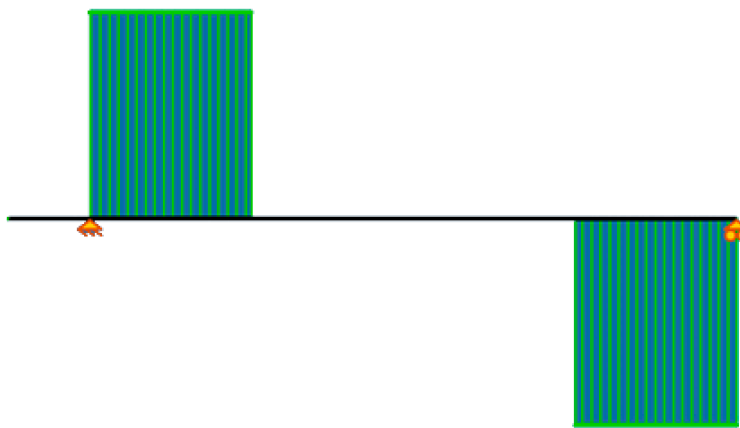


Imagen 32. **Diagrama de Fuerzas cortantes para el árbol motriz de sujeción en el plano XY.** Fuente: Los autores.

Momento Flector

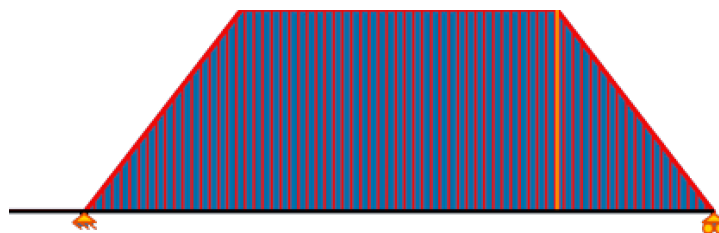


Imagen 33. **Diagrama de momento flector para árbol motriz de sujeción en el plano XY.** Fuente: Los autores.

- $R_{2y} = 197,96\text{N}$
- $R_{1y} = 197,96\text{N}$

#### 4.5.2. Sujeción 1 (eje Y)

En la imagen 34, se representan las fuerzas aplicadas sobre el árbol motriz (sujeción 1) visto desde el plano “ZX”, donde las fuerzas  $F_{bz}$  y  $F_{cz}$  representan los pesos de los piñones de la cadena transportadora. En el punto “A” se encuentra aplicada una fuerza que representa el peso del acople entre el eje y el motor y la fuerza distribuida (color Amarillo) representa el peso del eje.

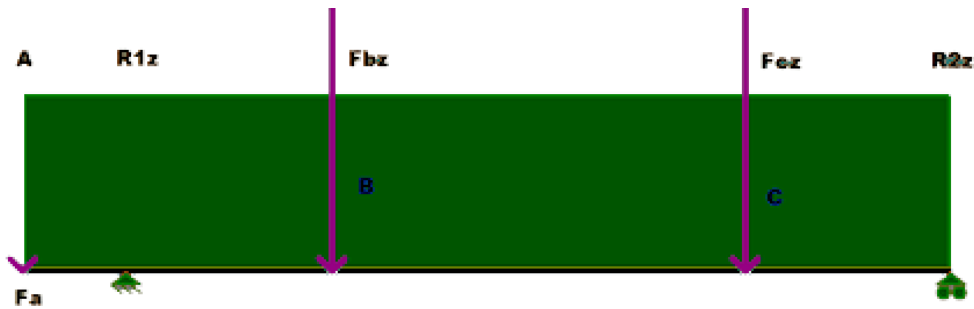


Imagen 34. **Proyección del árbol motriz de sujeción en el plano ZX.** Fuente: Los autores.

Fuerzas Cortantes

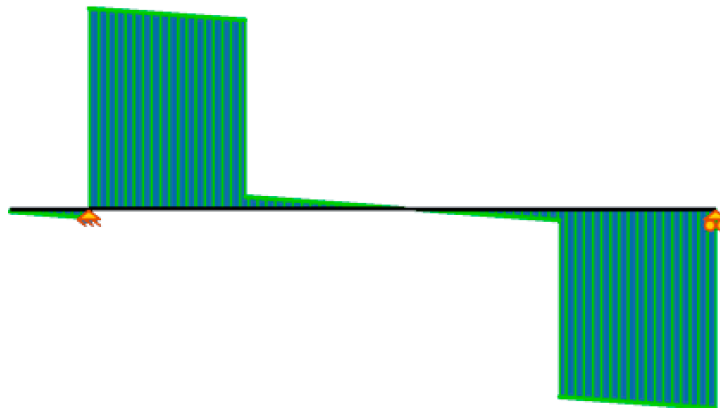


Imagen 35. **Diagrama de Fuerzas cortantes para el árbol motriz de sujeción en el plano ZX.** Fuente: Los autores.

Momento Flector

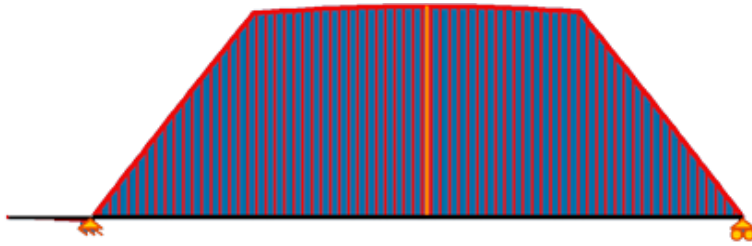


Imagen 36. Diagrama de momento flector para árbol motriz de sujeción en el plano ZX. Fuente: Los autores.

Reacciones en los apoyo

- $R_{1z} = 77,38 \text{ N}$
- $R_{2z} = 73,71 \text{ N}$

Luego de realizar los diagramas, podemos determinar los valores de Momento, torque y deflexión para cada una de las proyecciones de los árboles. La siguiente tabla 17 muestra los resultados obtenidos:

Tabla 18. Resultados del cálculo del diámetro del árbol motriz del sistema de sujeción.

Sujeción 1							
	Eje y				Eje z		
A	M	0,000004	Nmm	A	M	0	Nmm
	Torque	44.742,02	Nmm		Torque	44.742,02	Nmm
	D	17,00	mm		D	17,00	mm
R1	M	0	Nmm	R1	M	97,67	Nmm
	Torque	0	Nmm		Torque	0	Nmm
	D	0	mm		D	3,47	mm
B	M	-19796,08	Nmm	B	M	-7037,67	Nmm
	Torque	9713,74	Nmm		Torque	9713,74	Nmm
	D	20,43	mm		D	14,73	mm
C	M	-19796,08	Nmm	C	M	-7086,51	Nmm
	Torque	9713,74	Nmm		Torque	9713,74	Nmm
	D	20,43	mm		D	14,76	mm
	Deflexión	0,09	mm		Deflexión	0,03	mm

Nota. Los autores.

Los diámetros fueron determinados con la fórmula antes mostrada, como podemos observar el diámetro de mayor magnitud es de 20,43 mm, lo que nos indica que para las

fuerzas aplicadas se puede utilizar un eje de diámetro 25 mm y garantizar su buen funcionamiento.

Los cálculos y los diagramas para los demás ejes se realizan de manera similar, por lo tanto para los demás árboles sólo presentamos los resultados de los cálculos.

#### 4.5.3. Sujeción 2 (eje Z)

Al árbol al que no es transmitida la potencia por parte del motor lo denominaremos “Sujeción 2”, el cual se encuentra apoyado en dos rodamientos y posee una longitud menor a la sujeción 1 (400mm)

En la imagen 37 se presenta la proyección del eje de sujeción 2 proyectado en el plano XY:



Imagen 37. **Proyección del árbol conducido de sujeción en el plano XY.** Fuente: Los autores.

La siguiente tabla 19 muestra los datos utilizados para los cálculos de esta viga:

**Tabla 19.** Datos para el cálculo del eje conducido del sistema de sujeción.

Datos	Magnitud	Unidades
Diámetro árbol sujeción (rod)	25,00	mm
Longitud sujeción 2	400,00	mm
Fe sujeción (Fby=Fcy)	197,96	N
peso eje sujeción 2	0,04	N/mm
peso piñón + cadena + pescados + cangilón (Fz)	65,27	N
volumen 25	220,89	cm <sup>3</sup>
Inercia 25	19.174,76	mm <sup>4</sup>

Tabla 19 (Cont.)

	1,9148E-08	m4
EI 25	3834951970	N-mm2

Nota. Los autores.

Reacciones en los apoyos:

R1y: 197,96 N

R2y: 197,96 N

#### 4.5.4. Sujeción 2 (eje Y)

Para la proyección en el plano ZX se encuentran representados los pesos de todos los elementos presentes, Fbz y Fcz representan los pesos del cangilón, más el peso de los pescados más el peso de los piñones, mientras que la fuerza distribuida representa el peso del eje como tal.



Imagen 38. Proyección del árbol conducido de sujeción en el plano ZX. Fuente: Los autores.

- R1z: 70,97 N
- R2z: 70,97N

En la siguiente tabla 19 se encuentran representados los resultados de los cálculos realizados a partir del estudio de las vigas:

**Tabla 20.** Resultados del cálculo del diámetro del árbol conducido del sistema de sujeción.

Sujeción 2							
Eje y				Eje z			
B	M	-19796,08	Nmm	B	M	-7152,20	Nmm
	Torque	9713,74	Nmm		Torque	9713,74	Nmm
	D	20,43	mm		D	14,79	mm
C	M	-19796,08	Nmm	C	M	-7152,19	Nmm
	Torque	9713,74	Nmm		Torque	9713,74	Nmm
	D	20,43	mm		D	14,79	mm
Deflexión		0,09463695	mm	Deflexión		0,03346413	mm

*Nota.* Los autores.

Igual que en el caso anterior podemos observar que el diámetro de mayor magnitud es de 20,43 mm, por lo tanto el diámetro de 25 mm es adecuado para ser utilizado en esta aplicación, ya que al tener 5 mm de más nos garantiza cierto factor de seguridad para su funcionamiento.

#### Árboles de los discos de corte

En el cálculo de vigas para los discos de corte tenemos dos árboles: el primero (disco de Corte 1) es el eje que recibe directamente la potencia por parte del motor, mediante un acoplamiento y el segundo (disco de Corte 2) recibe la potencia del motor por medio de una cadena de transmisión. Realizando los cálculos de igual manera que para los ejes anteriores.

#### 4.5.5. Disco de corte 1 (eje Z)

En la imagen 39, se muestra la proyección del árbol de corte 1 en el plano XY en el cual sólo actúa la fuerza que ejerce la cadena de transmisión ( $F_m$ ) sobre el eje,  $R_1$  y  $R_2$  representan las reacciones en los apoyos.

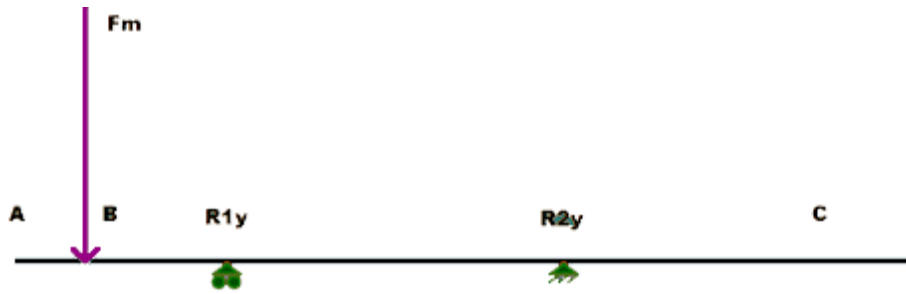


Imagen 39. **Proyección del árbol motriz de discos de corte en el plano XY.** Fuente: Los autores.

La tabla 20 muestra los datos utilizados para hacer el cálculo sobre los ejes de los discos:

**Tabla 21.** Datos para el cálculo del árbol del primer disco de corte.

Datos	Magnitud	Unidades
Diámetro árbol discos	30,00	mm
Longitud árbol disco de corte 1 (Acoplamiento)	260,00	mm
Fe corte	39,24	N
Torque motor	10.168,64	Nmm
peso disco	25,31	N
peso árbol discos	0,06	N/mm
peso piñón	0,21	N
torque corte	14.452,09	Nmm
Fm discos	225,57	N
peso acoplamiento	0,98	N
Inercia (árbol de 30mm)	39.760,78	mm <sup>4</sup>
	3,971E-08	m <sup>4</sup>
EI (Módulo de elasticidad por inercia para 30mm)	7952156404	N-mm <sup>2</sup>
Diámetro de los discos	184,15	mm

Nota. Los autores.

Reacciones en los Apoyos:

- R1y: 319,73 N
- R2y: -94,73 N

#### 4.5.6. Disco de corte 1 (eje Y)

En la proyección sobre el plano ZX, las fuerzas que actúan son las que representan los pesos de los elementos, como se muestran a continuación:

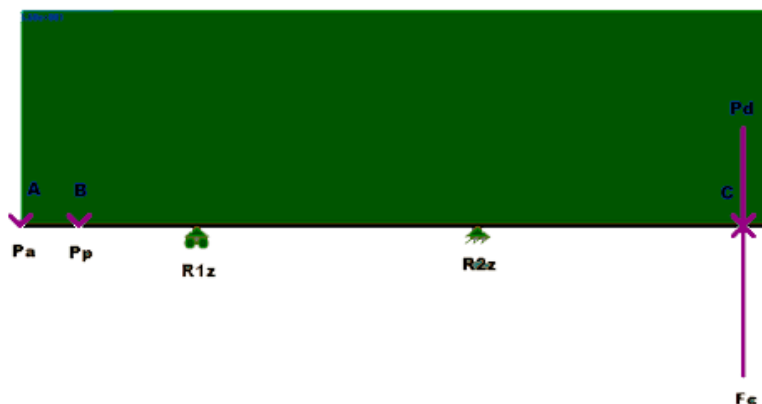


Imagen 40. Proyección del árbol motriz de discos de corte en el plano ZX. Fuente: Los autores.

La fuerza distribuida (color amarillo) representa el peso del eje completo.

Reacciones en los apoyos

- $R_{1z}$ : 18,92 N
- $R_{2z}$ : -17,08 N

La siguiente tabla 21 muestra los resultados de los cálculos de vigas para el disco de corte 1, en cada uno de los ejes (eje Y, eje Z)

**Tabla 22.** Resultados del cálculo del diámetro del árbol del primer disco de corte.

Disco de corte 1							
	Eje y				Eje z		
A	M	0	Nmm	A	M	0	Nmm
	Torque	10.168,64	Nmm		Torque	10168,64	Nmm
	D	10,37	mm		D	10,37	mm
B	M	0	Nmm	B	M	30,82	Nmm
	Torque	10.168,64	Nmm		Torque	10168,64	Nmm
	D	10,37	mm		D	10,37	mm



Tabla 22 (Cont.)

R1	M	9023,08	Nmm	R1	M	168,27	Nmm
	Torque	0	Nmm		Torque	0	Nmm
	D	15,69	mm		D	4,16	mm
R2	M	0	Nmm	R2	M	951,07	Nmm
	Torque	0	Nmm		Torque	0	Nmm
	D	0	mm		D	7,40	mm
C	M	0		C	M	0	
	Torque	3613,02			Torque	3613,02	
	D	11,56			D	11,56	
	Deflexión	0,003	mm		Deflexión	0,0007	mm

*Nota.* Los autores.

Observando los resultados obtenidos, se puede concluir que el diámetro seleccionado (30 mm) es adecuado, ya que el diámetro de mayor magnitud obtenido, según los cálculos, es de 15,68 mm, lo que nos indica que el eje no va a fallar trabajando en las condiciones presentadas.

#### 4.5.7. Disco de corte 2 (Eje Z)

En esta proyección sólo se presenta la fuerza ejercida por la cadena de transmisión ( $F_m$ ), como se presenta en la imagen 41:



Imagen 41. Proyección del árbol conducido de discos de corte en el plano XY. Fuente: Los autores.

La siguiente tabla 22 muestra los datos utilizados para los cálculos:

**Tabla 23.** Datos para el cálculo de del árbol del segundo disco de corte.

<b>Datos</b>	<b>Magnitud</b>	<b>Unidades</b>
Diámetro árbol discos	30,00	mm
Longitud árbol disco de corte 2 (cadena)	255,00	mm
Fe corte	39,24	N
Torque motor	10.168,64	Nmm
peso disco	25,32	N
peso eje discos	0,06	N/mm
peso piñón	0,21	N
torque corte	14.452,09	Nmm
Fm discos	225,57	N
Inercia 30mm	39.760,78	mm <sup>4</sup>
	3,97E-08	m <sup>4</sup>
EI 30mm	7952156404	N-mm <sup>2</sup>
Diámetro de los discos	184,15	mm

*Nota.* Los autores.

Reacciones en los apoyos:

- R1y: 320,55 N
- R2y: -94,98 N

#### **4.5.8. Disco de corte 2 (eje Y)**

En la proyección en el plano ZX se presentan los pesos de todos los elementos, como muestra la imagen 42:

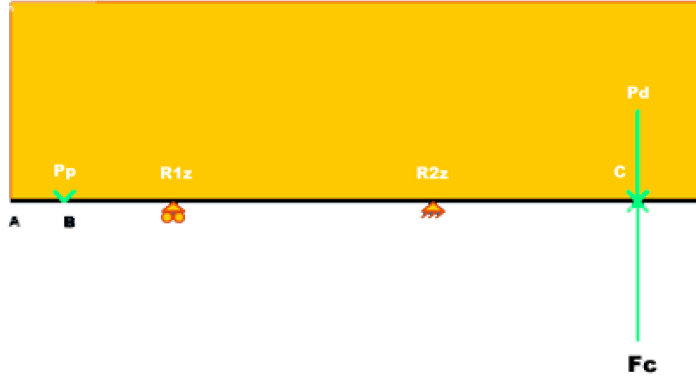


Imagen 42. **Proyección del árbol conducido de discos de corte en el plano ZX.** Fuente: Los autores.

La fuerza distribuida (color amarillo) representa el peso del eje completo.

Reacciones en apoyos

- $R_{1z}$ : 15,42 N
- $R_{2z}$ : -14,84 N

En la siguiente tabla 23 muestra los resultados de los cálculos realizados para el árbol del disco de corte 2:

**Tabla 24.** *Resultados del cálculo del diámetro del árbol del segundo disco de corte.*

Disco 2							
Eje y				Eje z			
A	M	0	Nmm	A	M	0	Nmm
	Torque	10.168,64	Nmm		Torque	10.168,64	Nmm
	D	10,37	mm		D	10,37	mm
B	M	0	Nmm	B	M	11,21	
	Torque	10.168,64	Nmm		Torque	10.168,64	
	D	10,37	mm		D	10,37	
R1	M	9023,10	Nmm	R1	M	109,41	Nmm
	Torque	0	Nmm		Torque	0	Nmm
	D	15,68	mm		D	3,60	mm
R2	M	0	Nmm	R2	M	763,87	Nmm
	Torque	0	Nmm		Torque	0	Nmm

Tabla 24 (Cont.)

	D	0	mm		D	6,90	mm
C	M	0	Nmm	C	M	0	Nmm
	Torque	3613,02	Nmm		Torque	3613,02	Nmm
	D	7,34	mm		D	7,34	mm
	Deflexión	0,003	mm		Deflexión	0,0005	mm

*Nota.* Los autores

De igual manera, podemos observar que el diámetro seleccionado para los discos de corte (30 mm) es adecuado, ya que el de mayor magnitud, obtenido por los cálculos es de 15,70 mm, por lo tanto el eje del disco de corte 2 también puede trabajar en las condiciones presentadas.

#### 4.6. Esfuerzo cortante torsional en los árboles

Tanto en los ejes giratorios para los discos de corte, como para los árboles de la cadena de transporte se produce un par de torsión, o momento de torsión. En los discos de corte, en el momento de cortar la carne del pescado, se ejerce una fuerza en dirección contraria al movimiento del disco, lo que produce un torque. De igual modo, en el momento de arrancar la cadena de transporte de los cangilones se produce un momento de torsión debido a la fuerza de tracción efectiva necesaria para mover la banda.

Para calcular el esfuerzo cortante máximo utilizamos el criterio de Tresca a partir de la siguiente fórmula:

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{T * c}{J}$$

Donde:

- $\tau$ : Esfuerzo cortante máximo.
- T: Par de torsión [N\*m].
- C: radio del eje[m].

- J: momento polar de inercia del eje [].

$$J = \frac{\pi * (D^4)}{32}$$

- D: Diámetro del eje[m].

Para los discos de corte se calculó el momento de torsión a partir de la fuerza necesaria para realizar el torque, quedando:

$$T = Fc * D_d$$

Donde:

- Fc: Fuerza de corte [N].
- Dd: diámetro del disco, ó diámetro del disco de corte [m].

$$T = 39,20 * \frac{0,36}{2} = 7,21 N * m$$

$$J = \frac{\pi * (0,03^4)}{32} = 7,95 E - 8 m^4$$

$$\tau_{máx} = \frac{7,21 * 0,01}{7,95 E - 8}$$

$$\tau_{máx} = 1360377,35 \frac{N}{m^2} = 0,13 \frac{KgF}{mm^2}$$

Según el criterio de Tresca, nos indica que el elemento falla cuando sucede que:

$$\tau_{máx} \geq \frac{\sigma_y}{2}$$

Donde:

- : Tensión del límite elástico del material

Al observar la tabla 24 podemos determinar el límite elástico del material:

**Tabla 25.** Características mecánicas de distintos tipos de Aceros.

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS					
	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	LÍMITE ELÁSTICO	ALARGAMIENTO	DUREZA/HARDRESS	
AISI	Tensile Strength Kg/mm <sup>2</sup>	Yield Point Rp 0.2 % Kg/mm <sup>2</sup> Min	Elongation E=50 mm A % Min	H R <sub>b</sub> Máx	Brinell Máx
201	70-80	30	50	95	201
301	52-75	21	30	88	185
302	52-70	21	30	88	183
302 B	55-75	21	35	88	183
303	52-70	21	40	90	180
304	50-70	21	40	88	183
304 L	50-65	18	40	88	183
304 H	75	30	40	92	183
304 LN	75	30	40	92	202

Nota. Tomado de <http://www.barinox.com/varioc/caract.pdf>

Como se observa para el acero AISI 316 el valor  $\sigma_y = 21 \frac{kgF}{mm^2}$ , por lo tanto determinamos que el elemento no falla, ya que el valor del esfuerzo cortante máximo es mucho menor a la mitad del valor del límite elástico del material. El mismo criterio aplica para ambos ejes de ambos discos de corte, ya que las fuerzas que intervienen son las mismas.

Aplicando el mismo procedimiento para los ejes de la banda transportadora obtenemos que:

$$\tau_{m\acute{a}x} = 3,23 \frac{kgF}{mm^2}$$

Este valor también es inferior a la mitad del valor del límite elástico del material, por lo tanto ninguno de los dos ejes de la banda de transporte van a fallar debido a esfuerzos de torsión.

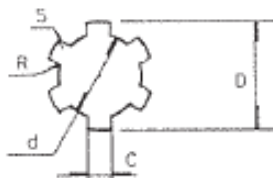
#### 4.7. Árboles estriados

Para lograr que la máquina funcione de forma modular, debido a que los pescados por ser distintas especies tienen una diferencia de ancho con respecto a su columna

vertebral, hemos utilizado un mecanismo que permita al operario ajustar manualmente la distancia perpendicular entre los discos de corte denominado árboles estriados. Esto, mediante un tornillo prisionero, permite la movilidad del eje en dirección axial de tal manera que se puedan separar o acercar ambos discos dependiendo de la especie de pescado a la que se está realizando el proceso de fileteado.

Estos árboles estriados son determinados mediante la norma DIN-5463, la tabla 25 nos muestra las medidas disponibles para dichos árboles:

**Tabla 26.** Medidas para árboles estriados, según DIN-5463



REFERENCIA	Ø Ext. D	Ø d	Ancho estria C	Radio fondo R	Radio cabeza S	Núm. estrias	Núm. estrias
EE - 14	-0,05 14 - 0,20	+ 0 11 - 0,07	+ 0 3 - 0,075	0,2	0,2	6	0,95
EE - 16	-0,05 16 - 0,20	+ 0 13 - 0,07	+ 0 3,5 - 0,075	0,2	0,2	6	1,28
EE - 20	-0,07 20 - 0,20	+ 0 16 - 0,07	+ 0 4 - 0,075	0,2	0,2	6	1,91
EE - 25	-0,07 25 - 0,25	+ 0 21 - 0,07	+ 0 5 - 0,075	0,2	0,2	6	3,14
EE - 32	-0,08 32 - 0,26	+ 0 26 - 0,08	+ 0 6 - 0,080	0,3	0,3	6	5,00

*Nota.* Tomado del Catálogo General de Transmisiones Zaragoza, SL. (Traza.es)

La medida que mejor se ajusta a las necesidades de la maquinaria es la de referencia EE – 20, la idea es que el eje interno (el estriado) se pueda desplazar en dirección axial, mientras que el eje externo recibe la potencia y se la transmite al eje interno. Mediante un tornillo prisionero se fija el árbol externo y el interno para mantenerlo en la posición deseada.

#### 4.8. Acoplamientos

Los árboles que transmiten el movimiento tanto a la cadena transportadora como a los discos de corte, están vinculados con su respectivo moto-reductor mediante un acoplamiento flexible. Dicho acoplamiento fue seleccionado de la marca SKF Flex según las condiciones de potencia y torque nominal requeridos para el proceso. Este modelo de acoplamiento provee una excelente capacidad de amortiguación de vibraciones, además de resolver los problemas de desalineación y el acabado superficial de las mazas incrementa su resistencia a la corrosión.

La selección de estos acoplamientos viene dada a partir de la potencia y el torque nominal requerido. El procedimiento a seguir está descrito en el catálogo Acoplamientos SKF Flex®. Éste método parte del cálculo de la Potencia de Diseño tomando en cuenta un Factor de Servicio dado según las condiciones de trabajo y horas de servicio.

**Tabla 27.** *Factor de Servicio.*

	Tipo de unidad de motriz					
	Motores eléctricos y turbinas de vapor			Motores de combustión interna, turbinas de vapor e hidráulicas		
	Horas de servicio por día			Horas de servicio por día		
	<10	10-16	>16	<10	10-16	>16
Liviano	0,8	0,9	1,0	1,3	1,4	1,5
Medio	1,3	1,4	1,5	1,8	1,9	2,0
Pesado	1,8	1,9	2,0	2,3	2,4	2,5
Muy pesado	2,3	2,4	2,5	2,8	2,9	3,0

*Nota.* Tomado del Catálogo Acoplamientos SKF Flex®.

Las condiciones de trabajo presentes en el equipo fileteador entran en la categoría “Liviano”, además que es impulsado por un motor eléctrico y permanecerá en funcionamiento por menos 10 horas al día, con lo que obtenemos un factor de servicio de 0,8. Tanto para la cadena transportadora como para los discos de corte utilizaremos los valores de potencia calculados previamente.

$$Pd = Pn \cdot Fs$$



- Pd: potencia de diseño [kW].
- Pn: potencia nominal [kW].
- Fs: Factor de servicio.

Para la cadena transportadora:

$$Pd = 0,04 \cdot 0,80$$

$$Pd = 0,01 \text{ kW}$$

Para los discos:

$$Pd = 0,25 \cdot 0,8$$

$$Pd = 0,2 \text{ kW}$$

Tomando como referencia la Tabla 26, podremos seleccionar el tamaño del acoplamiento adecuado para cada aplicación.

**Tabla 28.** Potencias de salida para acoplamientos flexibles.

Velocidad	Tamaño del acoplamiento						
RPM	40	50	60	70	80	90	100
50	0,13	0,35	0,66	1,31	1,96	2,62	3,53
100	0,25	0,69	1,33	2,62	3,93	5,24	7,07
200	0,50	1,38	2,66	5,24	7,85	10,47	14,14
300	0,75	2,07	3,99	7,85	11,78	15,71	21,20
400	1,01	2,76	5,32	10,47	15,71	20,94	28,27
500	1,26	3,46	6,65	13,09	19,63	26,18	35,34
600	1,51	4,15	7,98	15,71	23,56	31,41	42,41
700	1,76	4,84	9,31	18,32	27,49	36,65	49,48
720	1,81	4,98	9,57	18,85	28,27	37,70	50,89
800	2,01	5,53	10,64	20,94	31,41	41,88	56,54
900	2,26	6,22	11,97	23,56	35,34	47,12	63,61
960	2,41	6,63	12,77	25,13	37,70	50,26	67,85
1000	2,51	6,91	13,30	26,18	39,27	52,36	70,68
1200	3,02	8,29	15,96	31,41	47,12	62,83	84,82
1400	3,52	9,68	18,62	36,65	54,97	73,30	98,95
1440	3,62	9,95	19,15	37,70	56,54	75,39	101,78
1600	4,02	11,06	21,28	41,88	62,83	83,77	113,09
1800	4,52	12,44	23,94	47,12	70,68	94,24	127,23
2000	5,03	13,82	26,60	52,36	78,53	104,71	141,36
2200	5,53	15,20	29,26	57,59	86,39	115,18	155,50
2400	6,03	16,59	31,92	62,83	94,24	125,65	169,63
2600	6,53	17,97	34,58	68,06	102,09	136,13	183,77
2800	7,04	19,35	37,24	73,30	109,95	146,60	-
2880	7,24	19,90	38,30	75,39	113,09	150,79	-
3000	7,54	20,73	39,90	78,53	117,80	157,07	-
3600	9,05	24,88	47,87	94,24	-	-	-
Torque nominal Nm	24	66	127	250	375	500	675
Torque máximo Nm	64	160	318	487	759	1096	1517

*Nota.* Tomado del Catálogo Acoplamientos SKF Flex®.

Para ambos casos, podemos trabajar con el acoplamiento de tamaño 40 el cual excede con cierto margen los requerimientos del equipo.



Imagen 43. Acoplamiento SKF Flex® F40. Fuente: Los Autores.

Tamaño del acoplamiento	Velocidad máxima		Masa	Inercia	Rigidez torsional	
	RPM		kg	kgm <sup>2</sup>	Nm/°	
F40	4500		0,1	0,00074	5	
Desalineación			Torque nominal	Torque máx	Tamaño del tornillo	Torque del tornillo de fijación (NM)
Angular	Paralela	Axial	Nm	Nm		
°	mm	mm				
4	1,1	1,3	24	64	M6	15

Imagen 44. Características físicas del Acoplamiento SKF Flex® F40. Fuente: Catálogo Acoplamientos SKF Flex®.

#### 4.9. Selección de rodamientos

La marca SKF dispone de una línea especializada de rodamientos para su uso en la industria alimentaria. El uso de materiales con alta resistencia a la corrosión y la configuración de las chumaceras los hace ideales para estas aplicaciones. El diseño de esta línea permite eliminar las fallas prematuras en el rodamiento, relacionadas a la corrosión y el impacto que esto tiene sobre el producto.

Hemos seleccionado chumaceras de fundición de hierro recubiertas de zinc, con lo que obtendremos una mayor durabilidad ante las cargas y la corrosión. Las unidades seleccionadas son las designadas por el código SYWZ 20 YTA y SYWZ 25 YTA, de 20mm y 25mm de diámetro del alojamiento respectivamente.

En la tabla 28, podemos observar los datos de las cargas límite que resiste cada unidad. Estos valores son mucho mayores a las cargas presentes en el equipo, por lo que se puede garantizar su perfecto funcionamiento siempre y cuando se realice una instalación adecuada e inspecciones periódicas.

**Tabla 29.** Rodamientos de la línea SKF Food Line con chumaceras recubiertas de Zinc

Dimensiones	Basic load ratings		Fatigue load limit	Designation Bearing unit
	dynamic	static		
d	C	C <sub>0</sub>	P <sub>u</sub>	
mm	kN		kN	–
20	12,7	6,55	0,28	SYWZ 20 YTA
25	14	7,8	0,335	SYWZ 25 YTA
30	19,5	11,2	0,475	SYWZ 30 YTA
35	25,5	15,3	0,655	SYWZ 35 YTA
40	30,7	19	0,8	SYWZ 40 YTA
50	35,1	23,2	0,98	SYWZ 50 YTA

*Nota.* Tomado del Catálogo SKF Food Line Y-bearing units.

Hemos realizado los cálculos para el rodamiento (192 N para los árboles de sujeción), que presenta las cargas de mayores dimensiones en la máquina. Como parámetros para asegurar su correcto funcionamiento hemos considerado la carga límite a la fatiga y la vida útil del rodamiento.

La vida útil de un rodamiento está determinada por sus condiciones de trabajo tales como la velocidad de giro del eje y la carga dinámica equivalente.

$$L_{10h} = \left(10^6 / 60n\right) (C/P)^p$$

- L<sub>10h</sub>: vida nominal en horas de servicio para una confiabilidad del 90%
- n: velocidad de giro. [RPM].

- C: Capacidad de carga dinámica [kN].
- P: carga dinámica equivalente [kN].
- p: 3 para rodamientos de bolas.

Las cargas equivalentes tanto en los ejes del sistema de sujeción como de los discos de corte son bastante similares, así que presentaremos los cálculos de los más exigidos, que serán los rodamientos del sistema de sujeción.

$$L_{10h} = \left( \frac{10^6}{60 \cdot 39} \right) \left( \frac{14}{0,19} \right)^3 = 170.965.093 \text{ horas}$$

Podemos observar que este valor excede en gran medida al millón de horas de servicio, lo que garantiza una larga duración de los rodamientos. Además, las condiciones recomendadas para que un rodamiento de bola funcione de manera eficiente vienen dadas por la siguiente inequación:

$$P \leq 0,125 C$$

$$0,19 \leq 1,75$$

Podemos observar que se cumple la inequación, por lo tanto los rodamientos operan de manera eficiente. Para el correcto funcionamiento de los rodamientos se han seleccionado dos rodamientos por eje, uno libre y el otro fijo, garantizando el apoyo y el guiado del árbol respectivamente. Para todos los árboles se utilizarán las mismas configuraciones de rodamientos, los rodamientos libres se han seleccionado rígidos de bola con jaula ya que soportan mayores cargas radiales, como se muestran en la figura 45:



Imagen 45. **Rodamientos rígidos de bola con jaula.** Fuente: TPR internationale trade press relations and translation service.

Mientras que para el rodamiento fijo se ha seleccionado un rodamiento de bolas de contacto angular de dos hileras, ya que las cargas axiales son muy reducidas, la figura 46 muestra la disposición de estos rodamientos.

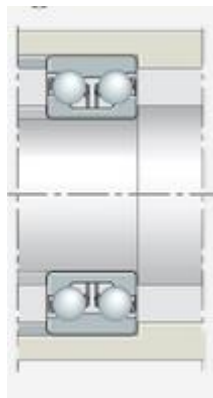


Imagen 46. **Rodamientos de bolas de contacto de dos hileras.** Fuente: Medias® professional - Catálogo de productos.

Es importante que todos los rodamientos sean de la línea de SKF Food Line-Y, ya que es la línea de SKF apropiada para el trabajo en contacto con alimentos.

#### **4.10. Sujeción**

El proceso de fileteado de pescado está conformado básicamente por tres aspectos: la sujeción del animal, el filo del elemento de corte y el movimiento adecuado del mismo.

Para garantizar un fileteado óptimo, debemos sujetar el pescado con firmeza, pues sólo así podrá enfrentar al elemento de corte en la posición exacta que permita el mejor aprovechamiento del producto.

En este caso, el sistema de sujeción está conformado por dos láminas que ajustarán lateralmente al animal. Dichas láminas están sujetas a una base con un conjunto de resortes que permitirán la adaptabilidad a los diferentes tamaños de las especies a filetear. Por último, esta base está vinculada a dos cadenas transportadoras encargadas de dar avance al producto.

Es de gran importancia la adaptabilidad de este elemento a las dimensiones de los diferentes pescados que serán procesados, pues el ajuste correcto a estas condiciones es la clave para la obtención de filetes de excelente calidad, minimizando la cantidad de desperdicios. Para garantizar este aspecto, se ha hecho una categorización de la constitución física de las especies a trabajar, tomando mediciones del largo, ancho y altura de cada especie.

Además de tomar en cuenta los datos encontrados en la bibliografía consultada, se realizaron mediciones de una muestra de animales en algunos mercados y distribuidores de pescado en las zonas de Caracas y La Guaira.



Imagen 47. **Toma de medidas de las distintas especies de pescado.** Fuente: Los autores.

**Tabla 30.** Dimensiones promedio de las especies a filetear.

Especie	Longitud [cm]	Ancho del Cuerpo [cm]	Altura [cm]	Peso [Kg]
Cachama	43,88	7,00	15,00	2,32
Lebranche	36,66	6,75	8,16	0,93
Mero	55,00	7,33	16,00	2,30
Pargo	46,00	6,33	12,00	1,50
	45,38	6,85	12,79	1,76

*Nota.* Los Autores.

En base a estas medidas, se han dimensionado las láminas que entrarán en contacto directo con los pescados. Estas piezas sujetarán un gran porcentaje de la superficie del animal. Presentan cierta curvatura en la parte inferior y un tope en la parte trasera, con el fin de evitar que se desplace el pescado cuando entre en contacto con los discos de corte.





Imagen 48. **Ensamble del sistema de sujeción.** Fuente: Los Autores.

Las láminas de sujeción están apoyadas a través de una barra con un resorte a la base del sistema. El vínculo con esta barra le permite pivotar y desplazarse, logrando adaptarse a una variedad de tamaños que van desde los 6 cm a los 8 cm de ancho.

Los resortes vinculados a las láminas de sujeción fueron seleccionados de tal manera que impidan el deslizamiento de los pescados a la hora del corte.

- Diámetro interno (D): 12mm.
- Diámetro del alambre (d): 2mm.
- Longitud libre (Lo): 44 mm.
- Longitud mínima (Ls): 24 mm.
- Constante (k): 16,21 N/mm

La longitud inicial en la que se encuentran los resortes es de 38mm, por lo que tendrán una ligera compresión. La fuerza de roce entre la superficie del pescado y las láminas debe superar a la fuerza que ejerce el disco de corte. Esta fuerza es la resistencia al corte de la carne del animal. Para este caso hemos tomado un coeficiente de roce de 0,2 en similitud a lo encontrado en el Manual del Ingeniero Mecánico de Avallone y Baumeister, como valor correspondiente a la interacción entre el cuero y el acero.

$$Freq = \frac{Fc}{\mu}$$

- Freq: Fuerza normal requerida. [N]
- Fc: Resistencia al corte [N].
- $\mu$ : Coeficiente de roce.

$$Freq = \frac{39,2}{0,2} = 196,20 \text{ N}$$

Para el ancho mínimo de los pescados a trabajar (6cm), la fuerza del resorte debe exceder el valor de la fuerza requerida, con lo que obtendremos una sujeción efectiva. En esta condición el resorte estaría comprimido unos 13 mm, y generará la fuerza mínima.

$$Fmin = \Delta x \cdot k$$

$$Fmin = 13 \cdot 16,21 = 210,73 \text{ N}$$

Estas condiciones de compresión del resorte permitirán el funcionamiento óptimo del sistema de sujeción.

Además de los resortes que garantizan la fuerza de ajuste del pescado, se ubicarán un par de resortes en la parte inferior de la lámina. Estos resortes, vinculados a la base con cierto ángulo de inclinación, harán que la lámina pivote y en su posición libre darán apertura a la parte superior de las láminas y acercarán la parte inferior. Esto permitirá al operario colocar con mayor comodidad los pescados de mayor tamaño

La estructura base de este sistema de sujeción está conformada por una serie de láminas soldadas que se vinculan con los aditamentos de ambas cadenas. La sincronización de las cadenas permitirá que esta base avance en línea recta desde la entrada de la máquina hacia los discos de corte

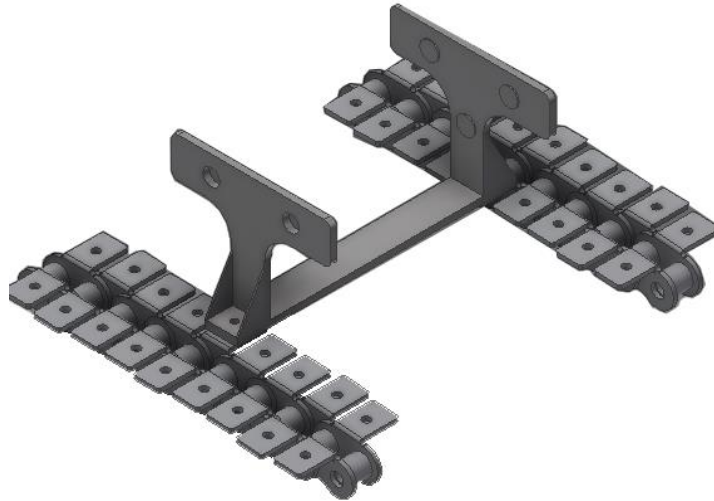


Imagen 49. Base del sistema de sujeción y cadenas transportadoras. Fuente: Los Autores.

#### 4.11. Estructura

El sistema completo tiene como base una estructura conformada por una serie de tubos cuadrados soldados entre sí. Estos tubos son de acero inoxidable AISI 304 con una sección de 40x40mm y 1,2 mm de espesor. La configuración está compuesta principalmente por 6 soportes verticales, sobre los cuales se apoyará la estructura principal que sostendrá al sistema de sujeción y una segunda estructura los discos de corte. A este arreglo se apenarán las bases de los motor-reductores compuestas de láminas de 3mm de espesor.

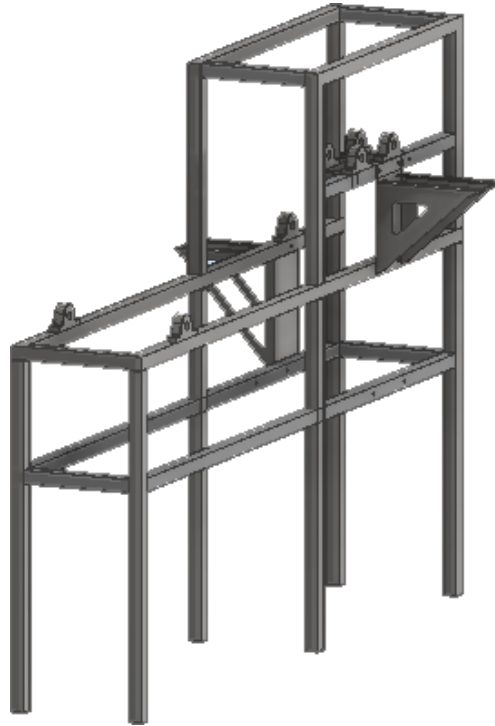


Imagen 50. **Estructura base.** Fuente: Los autores.



Imagen 51. **Base de los motor-reductores.** Fuente: Los autores.

Las bases de apoyo para los motor-reductores fueron diseñadas con el fin de garantizar la estabilidad de este elemento tan esencial para el equipo. Su estructura está definida para ser capaz de soportar con rigidez tanto el peso del motor como el torque que ejerce durante su funcionamiento. La rigidez de esta pieza nos permite garantizar que no se presente alguna desalineación entre los ejes durante el funcionamiento del equipo.

El comportamiento de este elemento fue estudiado a través de las simulaciones de esfuerzos del programa Autodesk Inventor Professional 2013. Al realizar estos estudios las restricciones fueron definidas en los respectivos puntos de sujeción que tendrá esta base a la estructura principal. La evaluación del comportamiento de la pieza se ha basado principalmente en las deflexiones presentes al aplicar las cargas.

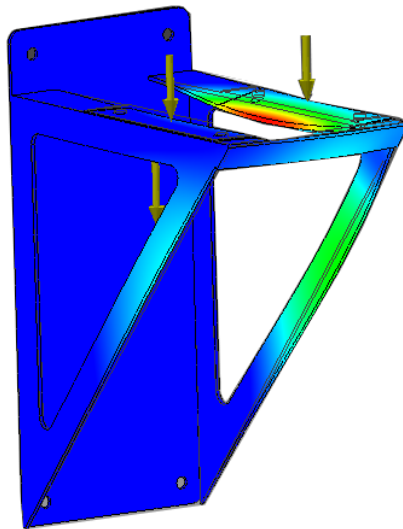


Imagen 52. **Resultado del análisis de esfuerzos en la base del motor-reductor.** Fuente: Los autores

La deflexión máxima que presenta esta pieza se ubica en la lámina horizontal que da apoyo al motor, en el lado en que la fuerza derivada del torque del motor se suma con el peso del mismo. La deflexión para este punto fue de 0,05 mm. Las condiciones de esta sección específica han sido las que determinan las proporciones de toda la pieza.

Para sujetar estas bases a la estructura principal, se utilizaron cuatro pernos M8 de acero inoxidable, los cuales son capaces de resistir la fuerza ejercida por el peso del sistema motor-reductor así como el torque generado por el mismo. La composición química de los pernos de acero inoxidable les confiere la designación del Grado 18-8 en relación al porcentaje de cromo y níquel presente en la aleación. La resistencia de los mismos es bastante similar a los pernos de acero al carbono SAE Grado 5, equivalente al Grado métrico 8.8.

**Tabla 31.** Grados métricos de acero para pernos.

Grado	Tamaño del perno	Resistencia a la tensión (MPa)	Resistencia de fluencia (MPa)	Resistencia de prueba (MPa)
4.6	M5-M36	400	240	225
4.8	M1.6-M16	420	340 <sup>a</sup>	310
5.8	M5-M24	520	415 <sup>a</sup>	380
8.8	M17-M36	830	660	600
9.8	M1.6-M16	900	720 <sup>a</sup>	650
10.9	M6-M36	1040	940	830
12.9	M1.6-M36	1220	1100	970

*Nota.* Tomado de Mott, Robert. Diseño de Elementos de Máquinas. 2006.

En base a la resistencia de prueba evaluaremos el comportamiento de los pernos al ser aplicada la carga de 120 N correspondiente a la suma del peso y la fuerza derivada del torque.

$$\sigma = \frac{F}{A_t}$$

- $\sigma$ : Esfuerzo de tensión para el perno. [MPa].
- F: Carga aplicada. [N].
- $A_t$ : Área de esfuerzo de tensión. [mm<sup>2</sup>].

El área de tensión para pernos de rosca métrica se determina con la siguiente fórmula:

$$A_t = (0,78) \cdot (D - (0,93) \cdot p)^2$$

- D: diámetro mayor. [mm]
- p: paso de la rosca. (Para rosca gruesa es 1,25 mm).

$$A_t = (0,78) \cdot (8 - (0,93) \cdot 1,25)^2 = 36,6 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{120}{36,6} = 3,27 \text{ MPa}$$

Podemos observar que el esfuerzo al que se someten estos pernos es mucho menor al esfuerzo de prueba según el material. Sin embargo, se mantendrán esas dimensiones para evitar la concentración de los esfuerzos en las bases y estructuras, debido a la disminución del área de contacto.

En la estructura base del sistema, se realizaron estudios con el fin de comprobar su resistencia ante las cargas que soportará durante su funcionamiento.

La base que soportará el sistema de sujeción se ha estudiado en varias secciones en condiciones simplemente apoyadas en sus extremos con una carga puntual.

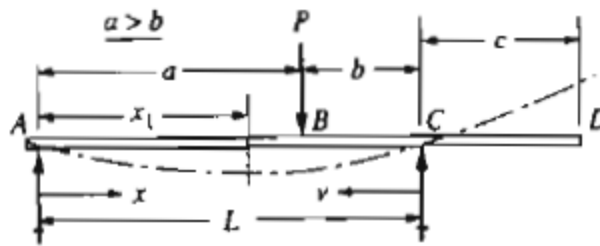


Imagen 53. **Diagrama de deflexión para vigas simplemente apoyadas.** Fuente: Mott, Robert. Diseño de Elementos de Máquinas. 2006.

$$y_{max} = \frac{-Pab(L + b)\sqrt{3a(L + b)}}{27EIL}$$

- $y_{max}$ : Deflexión máxima.
- P: Carga puntual.
- a: Distancia al primer apoyo.
- b: Distancia al segundo apoyo.
- L: Distancia entre los apoyos.
- E: Módulo de elasticidad.( Acero inoxidable: 200.000 MPa)
- I: Momento de inercia.

**Tabla 32.** *Máxima deflexión permisible.*

<i>Caso</i>	<i>Máxima Deflexión permisible (<math>d_{max}</math>)</i>
<i>Vigas</i>	
• <i>Vigas portantes de piso y equipos (para la carga total)</i>	$L / 240; L = luz$
• <i>Vigas portantes de cielo raso enlucido (para cargas vivas)</i>	$L / 360; L = luz$
• <i>Vigas de techo y correas</i>	$L / 180; L = luz$
<i>Puentes grúa, Monorrales, y grúas de brazo <sup>(1)</sup></i>	
• <i>Vigas carrileras</i>	$L / 750; L = luz$
• <i>Monorrales</i>	$L / 450; L = luz$
• <i>Brazos de grúa</i>	$L / 225; L = luz$
• <i>Deflexión horizontal para puentes grúa</i>	$L / 400; L = luz$

*Nota.* Tomado del AISC-Manual of Steel Construction.

Tomaremos el siguiente valor para la máxima deflexión permisible:

$$y_{max} \leq \frac{L}{500}$$

Donde

- L: longitud entre los apoyos. [mm]

$$\frac{L}{500} = \frac{910}{500} = 1,82 \text{ mm}$$

$$I = \frac{Se^4 - Si^4}{12}$$

$$I = \frac{40^4 - 37,6^4}{12} = 2.393.440,22 \text{ mm}^4$$

En la viga están presentes varias cargas en distintas posiciones, por lo que se ha hecho una superposición de las reacciones en los apoyos de los ejes de la cadena de transporte y la fuerza ejercida por el peso del motor-reductor. La carga correspondiente a la reacción en los apoyos de los ejes tiene un valor de 65,27 N, equivalente al peso de la cadena, los ejes, los cangilones y los pescados. La sección de entrada tiene una longitud de 1200 mm y la sección en el área de corte mide 910 mm.



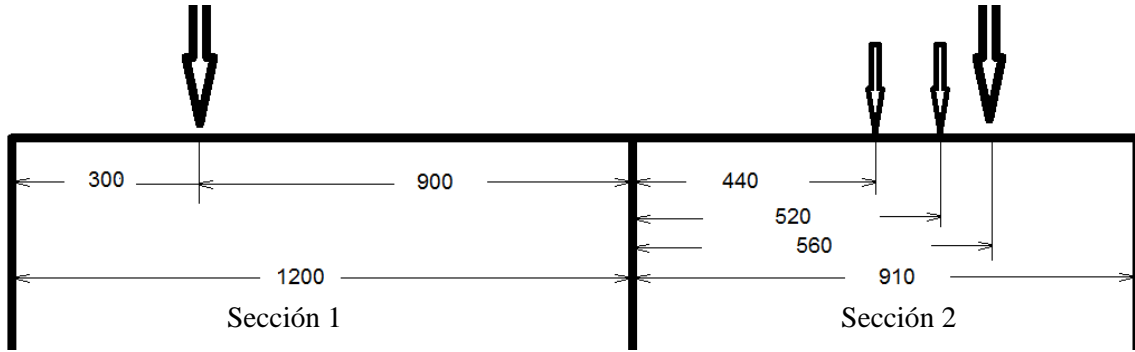


Imagen 54. Diagrama de cargas en el soporte del sistema de sujeción. Fuente: Los autores.

En la sección 2, tenemos tres cargas en distintas posiciones, correspondientes a los dos vínculos con la base del motor-reductor y la carga en el punto de apoyo del eje motriz de la sujeción. Estas cargas se estudiarán por separado y se hará una superposición de las respectivas deflexiones:

$$y_{max2} = y_{maxS} + y_{maxM1} + y_{maxM2}$$

- $Y_{max2}$ : deflexión máxima en la sección 2. [mm]
- $Y_{máx2S}$ : deflexión máxima producida por el apoyo del eje motriz del sistema de sujeción. [mm]
- $Y_{maxM1}$ : deflexión máxima producida por el primer vínculo de la base del motor-reductor. [mm]
- $Y_{maxM2}$ : deflexión máxima producida por el segundo vínculo de la base del motor-reductor. [mm]

$$y_{maxS} = \frac{-65,27 \cdot 560 \cdot 350 \cdot (910 + 350) \sqrt{3 \cdot 560(910 + 350)}}{27 \cdot 200.000 \cdot 2.393.440,22 \cdot 910}$$

$$y_{maxS} = -0,002 \text{ mm}$$

$$y_{maxM1} = \frac{-56,41 \cdot 440 \cdot 470 \cdot (910 + 470) \sqrt{3 \cdot 440 \cdot (910 + 470)}}{27 \cdot 200.000 \cdot 2.393.440,22 \cdot 910}$$

$$y_{maxM1} = 0,00185 \text{ mm}$$

$$y_{maxM2} = \frac{-56,41 \cdot 520 \cdot 390 \cdot (910 + 390) \sqrt{3 \cdot 520 \cdot (910 + 390)}}{27 \cdot 200.000 \cdot 2.393.440,22 \cdot 910}$$

$$y_{maxM2} = 0,0018 \text{ mm}$$

$$y_{max2} = 0,002 + 0,00185 + 0,0018 = 0,00571 \text{ mm}$$

El método de superposición se utilizó para estudiar el comportamiento de la barra que soportará a los discos de corte. Para este caso, se ha tomado en cuenta la fuerza máxima de corte, así como el peso del motor-reductor.

$$y_{maxD} = 0,0012 + 0,0013 + 0,00185 + 0,0018 = 0,0061 \text{ mm}$$

Para la sección 1 la deflexión máxima será:

$$y_{max1} = -0,0031 \text{ mm}$$

Como se puede observar, las deflexiones para ambas barras son mucho menores que el valor de deflexión máxima permisible (1,82 mm), por lo tanto se garantiza que los valores de deflexión no superan los valores máximos permisibles.

Un aspecto importante que debemos tomar en cuenta al evaluar la funcionalidad de la estructura del equipo es la resistencia de las columnas. Al ser elementos de cierta esbeltez y estar cargados a compresión, se producirá pandeo en ellas. Para asegurar que estemos dentro de los límites admisibles se realizaron cálculos de cargas críticas y cargas admisibles.

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

- r: Radio de giro [mm].
- I: Momento de inercia. [mm<sup>4</sup>]
- A: Área de la sección transversal. [mm<sup>2</sup>]

$$r = \sqrt{\frac{2393440,2}{186,24}} = 113,36 \text{ mm}$$

La columna está definida como articulada en ambos extremos por lo que la longitud efectiva es igual a la longitud total de la misma, pues la constante que depende de los extremos fijos es igual a uno para el caso que vamos a manejar.

Los cálculos de relación de esbeltez y constante de la columna nos permiten conocer si estamos trabajando con una columna corta o larga, para así saber si debemos manejarnos con la ecuación de Euler o la ecuación de Jhonson para la estimación de la carga crítica.

$$\text{Relación de esbeltez} = Le/r$$

- $L_e$ : longitud efectiva [mm].

$$\text{Relación de esbeltez} = 1000/113,36 = 8,81 \text{ mm}$$

Este valor será comparado con la constante de columna, que calcularemos a continuación. En caso que la relación de esbeltez sea menor tendremos una columna corta, y de ser mayor será una columna larga.

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi \cdot E}{S_y}}$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi \cdot 200.000}{241}} = 127,98$$

En este caso estamos trabajando con una columna corta, para su análisis debemos utilizar los parámetros descritos en la ecuación de Jhonson para la estimación de la carga crítica.

$$P_{cr} = AS_y \left[ 1 - \frac{S_y (KL/r)^2}{4\pi^2 E} \right]$$

$$P_{cr} = 186,24 \cdot 241 \cdot \left[ 1 - \frac{241 \cdot (1 \cdot 1000/113,36)^2}{4\pi^2 \cdot 200.000} \right] = 44777,23 \text{ N}$$

Para un factor de seguridad igual a 3, la carga admisible será la siguiente:

$$P_a = 44777,23/3 = 14925,74 \text{ N}$$

Luego de haber hecho estos cálculos podemos asegurar que la estructura diseñada es capaz de sostener todos los elementos del sistema sin presentar fallas durante el funcionamiento.

#### 4.12. Cálculo de la distribución de las tuberías

Para la mantener una limpieza constante en los discos de corte, de manera de garantizar la inocuidad del alimento procesado, es necesario que la maquinaria tenga una tubería que suministre agua a presión. Para los cálculos de las tuberías y la presión necesarias utilizaremos el procedimiento descrito en el libro de *LÓPEZ R. LUIS, AGUA Instalaciones Sanitarias en los Edificios, 1990*.

Se utilizaron dos aspersores de agua, uno para cada disco de corte, los cuales se consideran como una ducha la cual tiene las siguientes características:



Imagen 55. **Datos de una ducha, para el cálculo de tuberías.** Fuente: López, Luis. AGUA Instalaciones Sanitarias en los edificios.1990.

- Unidades de Gasto (U.D.G.): 3.
- Presión necesaria: 1,5 (por aspersor).
- Material de la tubería: Policloruro de Vinilo (P.V.C.).
- Coeficiente de roce: 140 (depende del material de la tubería).

Con estos datos determinamos los valores de diámetro de la tubería, velocidad del fluido, gasto probable de caudal y factor de pérdida de presión en la tubería, según la tabla 33.

Como son dos (2) aspersores tenemos un total de 6 U.D.G. obtenemos los siguientes datos:

- Gasto probable “Q”: 0,42 Lts/seg.
- Diámetro de la tubería “Ø”: ¾”.
- Velocidad del agua “V”: 1,48 m/s.
- Factor de pérdidas “J”: 0,15 m/m.

La tubería contiene los siguientes elementos:

- 02 Aspersores de agua.
- 01 Tee “normal”.
- 04 codos de 90°.
- 01 Llave de compuerta
- 05 secciones de tubería recta.

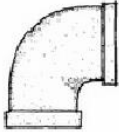
**Tabla 33.** Tabla para el cálculo de tuberías de distribución de agua para edificios y piezas de tanque

TABLA PARA EL CÁLCULO DE TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA EDIFICIOS, PIEZAS DE TANQUE, COEFICIENTE DE RUGOSIDAD 140

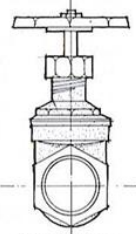
NÚMERO DE UNIDADES DE GASTO.	GASTO. "Q" PROBABLE EN LITROS/SEGUNDO.	Ø PULGADAS	V METROS/SEG.	J METROxMETRO	Ø PULGADAS	V METROS/SEG.	J METROxMETRO	Ø PULGADAS	V METROS/SEG.	J METROxMETRO	Ø PULGADAS	V METROS/SEG.	J METROxMETRO
3	0,20	3/4"	0,71	0,04				1/2"	1,57	0,28			
4	0,26	3/4"	0,92	0,06							1/2"	2,05	0,46
5	0,38	1"	0,75	0,03	3/4"	1,34	0,13						
6	0,42	1"	0,83	0,04	3/4"	1,48	0,15						
7	0,46	1"	0,91	0,04				3/4"	1,63	0,18			
8	0,49	1 1/4"	0,62	0,02	1"	0,97	0,05	3/4"	1,73	0,20			
9	0,53	1 1/4"	0,67	0,02	1"	1,05	0,06	3/4"	1,87	0,24			
10	0,57	1 1/4"	0,72	0,02	1"	1,13	0,07				3/4"	2,01	0,27
12	0,63	1 1/4"	0,80	0,03	1"	1,25	0,08				3/4"	2,23	0,33
14	0,70	1 1/2"	0,61	0,01	1 1/4"	0,88	0,03	1"	1,38	0,10			
16	0,76	1 1/2"	0,67	0,02	1 1/4"	0,96	0,04	1"	1,50	0,11			
18	0,83	1 1/2"	0,73	0,02	1 1/4"	1,05	0,05	1"	1,64	0,13			
20	0,89	1 1/2"	0,78	0,02	1 1/4"	1,13	0,05	1"	1,76	0,15			
22	0,96	1 1/2"	0,84	0,02	1 1/4"	1,21	0,06	1"	1,90	0,17			
24	1,04	1 1/2"	0,91	0,03	1 1/4"	1,31	0,07				1"	2,06	0,20
26	1,11	1 1/2"	0,97	0,03	1 1/4"	1,40	0,08				1"	2,19	0,23
28	1,19	2"	0,60	0,01	1 1/2"	1,04	0,04	1 1/4"	1,50	0,09	1"	2,35	0,26
30	1,26	2"	0,62	0,01	1 1/2"	1,11	0,04	1 1/4"	1,59	0,10	1"	2,49	0,29
32	1,31	2"	0,65	0,01	1 1/2"	1,15	0,04	1 1/4"	1,66	0,10			

Nota. Tomado de LÓPEZ R. LUIS, AGUA Instalaciones Sanitarias en los Edificios, 1990.

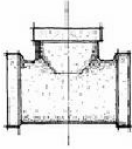
Cada uno de los accesorios ocasiona pérdidas las cuales se calculan con la siguiente tabla:

CODO a 90°		DIÁMETRO EN PULGADAS	LONGITUD CORRESPONDIENTE DE TUBERÍA RECTA...
	1/2"	0,46 METROS.	
	3/4"	0,64 METROS.	
	1"	0,85 METROS.	
	1 1/4"	1,16 METROS.	
	1 1/2"	1,34 METROS.	
	2"	1,68 METROS.	
	2 1/2"	2,14 METROS.	
	3"	2,47 METROS.	
	4"	3,46 METROS.	
6"	4,88 METROS.		
8"	6,70 METROS.		

LLAVE DE COMPUERTA		DIÁMETRO EN PULGADAS	LONGITUD CORRESPONDIENTE DE TUBERÍA RECTA...
	ABIERTA	1/2"	0,11 METROS.
	3/4"	0,15 METROS.	
	1"	0,16 METROS.	
	1 1/4"	0,24 METROS.	
	1 1/2"	0,27 METROS.	
	2"	0,37 METROS.	
	2 1/2"	0,43 METROS.	
	3"	0,52 METROS.	
	4"	0,74 METROS.	
	6"	1,07 METROS.	
8"	1,40 METROS.		

"TEE" NORMAL.		DIÁMETRO EN PULGADAS.	LONGITUD CORRESPONDIENTE DE TUBERÍA RECTA...
	1/2"	0,34 METROS.	
	3/4"	0,40 METROS.	
	1"	0,52 METROS.	
	1 1/4"	0,73 METROS.	
	1 1/2"	0,85 METROS.	
	2"	1,07 METROS.	
	2 1/2"	1,31 METROS.	
	3"	1,56 METROS.	
	4"	2,14 METROS.	
6"	3,36 METROS.		
8"	4,30 METROS.		

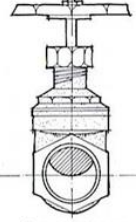
LLAVE DE COMPUERTA		DIÁMETRO EN PULGADAS	LONGITUD CORRESPONDIENTE DE TUBERÍA RECTA...
	CERRADA.	1/2"	3,36 METROS.
	3/4"	4,26 METROS.	
	1"	5,18 METROS.	
	1 1/4"	6,70 METROS.	
	1 1/2"	7,90 METROS.	
	2"	10,40 METROS.	
	2 1/2"	12,20 METROS.	
	3"	15,50 METROS.	
	4"	20,80 METROS.	
	6"	30,50 METROS.	
8"	42,80 METROS.		

Imagen 56. Datos de longitud equivalente para accesorios. Fuente: López, Luis. AGUA Instalaciones Sanitarias en los edificios. 1990.

Tabla 34. Longitud de tubería equivalente por accesorios.

Accesorio	Long Eq. (m)	Cantidad	Long. Eq. Total (m)
Codos de 90°	0,64	4	2,56
Tee normal	0,4	1	0,4
Llave de compuerta	0,15	1	0,15
<b>Total</b>			<b>3,11</b>

Nota. Los autores.

Longitud total de tubería recta: 1,087 m.

Tabla 35. Cálculo de la presión total necesaria para los aspersores.

Longitud total (L) por conexiones y tubería recta (m)	J	L*J	Cota del piso (m)	Pérdidas totales (m)	Suministro a la salida del medidor (m)*	Presión restante (m)	Presión total necesaria para los aspersores (m)
4,19	0,15	0,63	1,6	2,22	10	7,77	3

\*10 m es la presión mínima a la salida del medidor (Gaceta oficial N°4044)

*Nota.* Los Autores.

Como se puede apreciar en la tabla anterior, el valor de presión necesaria para los aspersores es mucho menor a la presión restante entre el suministro menos las pérdidas, lo cual indica que con la presión del suministro del servicio de agua es suficiente para utilizar la maquinaria. De lo contrario, es necesario garantizar un suministro de agua a 3 m de presión para el correcto funcionamiento de la máquina.

#### 4.13. Soldaduras

En el momento de diseñar uniones soldadas, se debe considerar la aplicación de las cargas sobre la junta, los materiales que se van a unir y la geometría de los mismos. Se determinó que es conveniente utilizar la soldadura T.I.G. ya que por medio de electrodos de Tungsteno se consiguen cordones con alta resistencia, más dúctiles y menos sensibles a la corrosión. Según el tipo de electrodo utilizado, se puede determinar el esfuerzo cortante admisible para el cordón de soldadura, la tabla 35 nos muestra los tipos de electrodos y el esfuerzo de corte admisible para cada uno:

**Tabla 36.** *Esfuerzos cortantes admisibles sobre soldaduras de chaflán.*



A. Acero		
Tipo de electrodo	Metales típicos que se unen (grado ASTM)	Esfuerzo cortante admisible
E60	A36, A500	18 ksi (124 MPa)
E70	A242, A441	21 ksi (145 MPa)
E80	A572, Grado 65	24 ksi (165 MPa)
E90		27 ksi (186 MPa)
E100		30 ksi (207 MPa)
E110		33 ksi (228 MPa)

*Nota.* Tomado de Mott, Robert. Diseño de Elementos de Máquinas. 2006.

El tipo de electrodo nos indica la resistencia a la tensión que posee el metal, por ejemplo el "E60" indica que tiene una resistencia mínima a la tensión de 60 Ksi. Otro factor que influye en la soldadura es el tipo de junta, la cual es la relación entre las partes que se van a unir.

#### 4.14. Accesorios

Además de los conjuntos mencionados anteriormente, el equipo se completa con una variedad de piezas que le darán las terminaciones adecuadas para su uso.

En el extremo final de la zona de corte, se han dispuesto dos láminas paralelas a los discos de corte. Estas piezas permitirán la separación de los filetes y la espina para su posterior traslado a las etapas finales de su procesamiento.

El espacio presente en la parte inferior del equipo puede ser destinado para la recolección de los desechos y posteriormente, tener mayor facilidades de manejo de los mismos para su disposición final.

La estructura del equipo se encuentra cubierta completamente por una serie de láminas que permiten proteger tanto al equipo como a los operarios. Todos los elementos móviles como ejes, cadenas o discos se encuentran cubiertos por estas láminas para evitar

cualquier tipo de lesión a los operarios. Las cubiertas del área de corte cuentan con una serie de bisagras que permiten movilizarlas con mayor facilidad para observar el proceso, siempre tomando en cuenta las previsiones de seguridad al abrir el equipo. Las cubiertas laterales están apernadas a la estructura tubular y presentan cortes que permiten deslizarlas hacia arriba para extraerlas y así acceder a la parte interior del equipo, ya sea para inspecciones, cambio de la configuración de los discos, etc. En la parte inferior del equipo se instalará una lámina que cumplirá la función de canal para dirigir el agua que circulará por el equipo hacia los desagües.

La máquina presentará en cada uno de sus apoyos unas zapatas niveladoras que permitirán al equipo adaptarse a las condiciones del espacio donde se pondrán en funcionamiento. Las zapatas se gradúan mediante una tuerca que entrará en contacto directo con la estructura, esto permite que el equipo funcione en óptimas condiciones al mantener niveladas todas sus superficies.

#### **4.15. Adaptaciones del sistema**

Con el fin de mantener uniforme la producción se presentan una serie de recomendaciones para adaptar al equipo fileteador diseñado.

A la salida de la máquina se pueden ubicar un par de cintas transportadoras que conduzcan los filetes producidos hacia una mesa de inspección y que luego pasen directamente al empaclado.

Tanto el módulo de sujeción como el de corte pueden ser adaptados, con pequeñas variaciones en sus dimensiones, a otras dimensiones de especies de pescado. El sistema de sujeción podría manejar un rango más amplio de especies de pescado con distintas características fisionómicas. El desplazamiento axial de los ejes en los discos de corte contribuye con esta condición.

## CAPITULO V

### ***5. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO***

Las Fileteadoras de pescado, están diseñadas para separar la musculatura lateral de la espina dorsal, en ciertas especies de pescados. Dichas especies deben presentar ciertas condiciones fisionómicas que permitan un aprovechamiento óptimo de la carne al realizar el proceso. Ejemplo de estas especies son: mero, pargo, lebranche, cachama. Especies que poseen en promedio 45 cm de largo y 2 kg de peso.

Para la utilización de la maquinaria se debe presentar, por un operario, el pescado en el área de sujeción, donde un elemento denominado “cangilón” va a sujetar el pescado y lo va a transportar hacia el área de corte, donde por medio de dos discos de corte se separarán los filetes del espinazo.

#### **5.1. Información importante para los operadores de la maquinaria**

- Leer detenidamente este manual antes de iniciar el uso de la maquinaria.
- Personal desautorizado no debe operar, limpiar ni hacerle mantenimiento a la máquina.
- Utilizar la vestimenta y protección adecuada.
- No llevar puesto anillos en los dedos en el momento de operar la maquinaria.
- El operador debe tener sumo cuidado con no introducir ninguna parte del cuerpo en el interior de la máquina en el momento que se encuentre en funcionamiento.
- No colocar artículos sobre la máquina que no pertenezcan a ella.
- No Iniciar el funcionamiento de la maquinaria sin prestar atención a ella.

- En caso de una falla funcional, limpieza, mantenimiento o lubricación de la máquina, es importante apagarla y retirar la llave del selector permisivo para que no se pueda encender.
- Utilizar el debido equipo de protección personal para su mantenimiento, limpieza, reparación o lubricación de la máquina.

## 5.2. Funcionamiento de la maquinaria

La maquinaria para filetear pescado posee los siguientes elementos:

- Dos (2) discos de corte, los cuales tienen ejes independientes para el ajuste de su separación. A través de la
- Una (1) cadena doble de transporte, acoplada con un elemento de sujeción, semejante a un “Cangilón” que sostiene firmemente el pescado. La cadena posee cuatro (4) cangilones para la sujeción, cuatro piñones para el movimiento de la cadena y ocho (8) piñones para tensar la cadena en el área de corte. Durante el movimiento de transporte de la cadena se hace enfrentar el pescado con los discos de corte.
- Dos (2) motores eléctricos trifásicos con reductores de velocidad, el primero se encarga (mediante un acople mecánico) del movimiento de la cadena transportadora y el segundo motor controla el movimiento de ambos discos de corte mediante un acople y una cadena de transmisión.
- Dos (2) acoples mecánicos para transmitir el movimiento circular al eje de la banda de transporte y al eje de uno de los discos de corte.
- Una (1) cadena de transmisión de potencia para el segundo disco de corte.
- Ocho (8) cojinetes para soporte y apoyo de los ejes.
- Un (1) Tablero de control para el mando y control del sistema, a continuación se mencionan los componentes de dicho tablero y sus funciones:
  - 01 pulsador de color verde “Start”: Sirve para colocar en marcha el equipo en condiciones normales.

- 01 pulsador color rojo “Stop”: Detiene completamente la máquina en caso de emergencia, este pulsador debe enclavarse mecánicamente al accionarse y girar en sentido horario para desenclavarlo.
- 01 Selector con llave: Es el selector que da el permisivo para arrancar la maquinaria, sin la llave y el selector en encendido la maquinaria no arrancará.
- 01 pulsador “reverse”: sirve para colocar a girar la cadena transportadora a girar en sentido contrario.
- 01 pulsador de arranque por pulso “Pulso”: sirve para arrancar la cadena transportadora en sentido contrario, con la característica que al dejar de pulsarlo la maquinaria se detiene, sirve para casos de emergencia que se necesite colocar la cadena en alguna posición.
- 01 luz piloto blanca “tensión en mando”: indica que el equipo se encuentra energizado eléctricamente.
- 01 Luz piloto verde “Avance”: indica que la cadena de transporte se encuentra avanzando, en cualquiera de los dos sentidos.
- 01 luz piloto roja “térmico disparado”: Indica que la protección contra corto circuitos y sobrecargas (magneto-térmico) de los motores se encuentra accionada.

Pasos para colocar la máquina en funcionamiento:

1. Inicialmente se debe suministrar la máquina de energía eléctrica.
2. Verificar que la protección del motor no se encuentre accionada (lo indica la luz piloto roja).
3. Dar apertura a la válvula de suministro de agua.
4. Colocar el selector con llave en “ON”.
5. Accionar el pulsador de “Start”.
6. Colocar el pescado en la ranura para que el elemento sujetador se encargue de sujetarlo.
7. En caso de presentarse alguna emergencia accionar el pulsador de “Stop”.

8. En caso de necesitar arrancar la cadena de transporte en sentido contrario se puede hacer de dos maneras, con el pulsador “J” el cual permite arrancarla por pulsos o con el pulsador de reversa, para accionar cualquiera de estos dos pulsadores debe presionar previamente el pulsador de “Stop”, es decir no se puede arrancar la cadena en reversa si se encuentra accionada en el otro sentido.

### **5.3. Datos técnicos**

#### **5.3.1. Personal de servicio: 2 operarios.**

La maquinaria debe ser operada por dos personas capacitadas, una que se encargue de recibir el pescado sin cola ni cabeza y colocarlo en lugar de sujeción y otro operario que se encargue de recibir el pescado en filetes y el espinazo y de realizar la observación final del producto para evaluar su calidad.

#### **5.3.2. Suministro de agua a presión**

La máquina viene equipada con tuberías que se encargan de mantener un suministro constante de agua a presión, sin recirculación, para garantizar la inocuidad de del producto. En caso de que un pescado esté contaminado y pasa por los discos de corte serán retirados los residuos, evitando la proliferación de bacterias.

#### **5.3.3. Discos de corte**

Son los encargados de realizar el corte del pescado, estos elementos se encuentran en movimiento de rotación y giran con una velocidad de 342 RPM aproximadamente.

#### **5.3.4. Cadena de transporte**

Es el elemento encargado de movilizar el pescado, por medio de elementos de sujeción acoplados a los aditamentos de la cadena, para hacer enfrentar el pescado contra los discos de corte.

**Tabla 37.** *Datos técnicos del equipo fileteador de pescados varios.*

Capacidad de producción	40 piezas por minuto.
Material	Acero inoxidable AISI 304
Dimensiones	2140mm X 1650mm X 1600 mm
Peso	Aprox. 386 Kg
Dimensiones de los pescados:	Entre 60 y 80 mm de ancho Y entre 200 y 400 mm de largo
Consumo de agua	25, 2 Lts/min
Conexión de agua	Tubería P.V.C. de ¾"
Conexión eléctrica:	Voltaje: 220 V
	Potencia: 2 motores trifásicos de 0,25 y 0,5 Hp respectivamente
	Frecuencia: 60Hz.
Velocidad de los discos de corte	342 RPM

*Nota.* Los autores.

La configuración de los discos de corte puede modificarse con el fin de adaptarse a las diferentes especies, y realizar el corte de manera eficiente. Cada uno de los árboles está conformado por dos secciones, una con un estriado interno y otra con un estriado externo. Esta última es la que sujeta directamente al disco y es capaz de ajustarse en dirección axial. Para fijar esta pieza en la posición adecuada para el corte se debe aflojar el prisionero que une a las piezas externa e interna. Este prisionero tiene varias posiciones en las que debe ajustarse para obtener el espacio necesario entre los discos.

### **5.3.5. Corte Cabeza-cola**

El pescado debe entrar a la máquina sin cabeza ni cola, estas partes son fáciles de retirar por medio de un cuchillo bien afilado,

### **5.3.6. Recolección de filetes y desechos**

La maquinaria dispone de una serie de láminas que separan los filetes y el espinazo, su recolección queda de parte del operario.

### **5.4. Advertencias**

Seguridad: el uso se permite exclusivamente si la instalación eléctrica cuenta con las medidas de seguridad impuestas en las normativas vigentes.

### **5.5. Protecciones**

Piezas en movimiento: en conformidad con las normas anti-accidentes, todas las piezas en movimiento (discos de corte, cadenas, etc.) deben estar blindadas cuidadosamente, con instrumentos adecuados, antes de poner en marcha el equipo. Mientras la máquina esté en marcha, no acercarse a las piezas en movimiento y, de ser necesario, hay que hacerlo con la indumentaria y equipos de protección individual adecuados.

- Equipos protección personal:

Para poder operar la maquinaria es necesario que el personal disponga de guantes para proteger sus manos, debido a que la maquinaria utiliza objetos afilados como los discos de corte y lentes para proteger la vista de cualquier accidente.

Instalación: hay que instalar el equipo en lugares donde se permita un buen drenaje del agua de limpieza, evitando la proliferación de contaminantes al estancarse el agua. Al instalar el equipo debe asegurarse de que se encuentre perfectamente nivelado, adaptándose al lugar con las zapatas niveladoras.

### **5.6. Mantenimiento y limpieza**

Solamente el personal calificado se encargará de desmontar el equipo.



Los trabajos de reparación, mantenimiento y limpieza se efectuarán exclusivamente después de haber desconectado el equipo de la red de alimentación.

Para prevenir, en el momento de realizar alguna limpieza, reparación o mantenimiento del equipo colocar el selector con llave en “off” y retirar la llave, de tal manera que el equipo no pueda ser arrancado.

Luego de terminar el proceso de limpieza, reparación o mantenimiento asegurarse de que en la parte interior del equipo no quede ningún objeto, como mangueras, herramientas o utensilios de limpieza que puedan quedar atrapados con las partes móviles de la máquina.

Los elementos de la maquinaria han sido clasificados en reemplazables y reparables para su mantenimiento, tomando como criterio las posibilidades técnicas y económicas, la siguiente tabla muestra cuales elementos son reemplazables o conservables:

**Tabla 38.** *Clasificación de elementos.*

<b>Elementos</b>	<b>Reemplazable</b>	<b>Reparable</b>
Discos de corte		✓
Rodamientos	✓	
Motores eléctricos		✓
Reductores		✓
Pernos	✓	
Acoples	✓	
Cadena de transmisión		✓
Cadenas de transporte		✓
Cangilones		✓
Piñones		✓
Resortes	✓	

*Nota.* Los autores.

### **5.6.1. Mantenimiento**

Discos de corte: Los discos requieren de mantenimiento ya que pierden el filo y necesitan de éste para poder realizar el corte, por ello es necesaria la verificación del filo. Para proceder al remplazo, en caso de que estén en muy mal estado, o reafilado, para ello se debe retirar la tuerca que sujeta el disco al eje.

Lubricación de los motores, reductores y rodamientos: los elementos de apoyo para ejes de rotación necesitan de un aceite lubricante para disminuir la temperatura generada por la fricción entre las partes, este aceite debe ser remplazado cada 2000 horas de trabajo o cuando haya transcurrido un año de operación de la maquinaria.

Reductores: El aceite lubricante de los reductores debe ser reemplazado cada 2.000 horas de trabajos, siempre verificando el lubricante recomendado por el fabricante. Cada 3 meses debe revisarse la alineación del grupo motor-reductor

Cadenas de transporte y transmisión: necesitan de su debida inspección periódica, limpieza y lubricación, la cadena de transporte necesita una limpieza diaria para retirar los residuos de pescado.

Pernos: revisar y reajustar los pernos de la maquinaria cada seis (6) meses.

Motores eléctricos: La temperatura de los motores debe ser inspeccionada constantemente para determinar que el motor no está trabajando en sobrecarga, a pesar de poseer protección para este inconveniente es necesario su chequeo.

Resortes: Los resortes deben ser reemplazados en el momento que ya no ejerzan la fuerza necesaria para mantener el pescado firme.

Acoples: Los acoplamientos de los motores deben ser reemplazados en el momento que presenten vibraciones o desalineaciones.

Piñones: Los piñones de la cadena de transporte y de la cadena de transmisión deben ser inspeccionados cada seis (6) meses para verificar el desgaste de los mismos y posible ruptura de los dientes.

### **5.6.2. Limpieza del equipo**

La limpieza del equipo se debe realizar en períodos de tiempo no muy prolongados (cada 8 horas de operación), para evitar la proliferación de bacterias por

acumulación de carne en la máquina. Los lugares que necesitan limpieza diaria son aquellos que se encuentran en contacto directo con el pescado, son los siguientes:

Discos de corte: diariamente se debe realizar la limpieza profunda de los discos de corte, con detergente, agua y cepillo para retirar todos los residuos de pescado, no es necesario desmontar los discos para limpiarlos.

Cangilón: Todos los cangilones deben ser limpiados profundamente con cepillo, detergente y agua, periódicamente es necesario desmontar los cangilones para limpiar más a fondo.

Láminas de separación: las láminas que separan los filetes del espinazo deben ser limpiadas con agua y detergente.

La limpieza se debe realizar con una manguera con agua a presión normal (1 a 10 Bar) retirando todos los desechos presentes, se recomienda la utilización del detergente líquido cuya composición química no deteriore el metal.

## **5.7. Operación del equipo**

El equipo consta de un solo proceso, el de corte del costado de los pescados para retirar los filetes y separarlos de la espina dorsal. Para ello es necesario poner en funcionamiento el equipo, como se explicó anteriormente mediante el tablero de control, los cangilones se van a desplazar constantemente hacia el lugar de corte, donde se encuentran los discos.

Inicialmente el operario debe retirar completamente la cabeza y la cola del pescado para luego colocarlo en el sitio de la maquinaria donde pasan los cangilones para su sujeción. Al pasar el cangilón se debe fijar el pescado a él para que el elemento lo traslade al sitio de corte, el operario no debe tener contacto alguno con el área de corte, sino pudo fijar bien el pescado en el momento que el cangilón pasó debe esperar a que venga el otro cangilón.

Luego de fijar bien el pescado el otro operario debe recibir los filetes de pescado y terminar de retirar las espinas que hayan quedado pegadas a los filetes de los pescados. Asegurarse que las mangueras que suministran el agua siempre estén funcionando.

Al final del día se debe proceder a limpiar la maquinaria, teniendo siempre extremo cuidado con el área eléctrica (motores y tablero de control), ya que el agua puede afectar en el funcionamiento de esta área.

Verificar siempre que las protecciones eléctricas, luces piloto, pulsadores y selectores estén en buen estado, ya que son los elementos que controlan el funcionamiento de la maquinaria.

## 5.8. Diagramas eléctricos

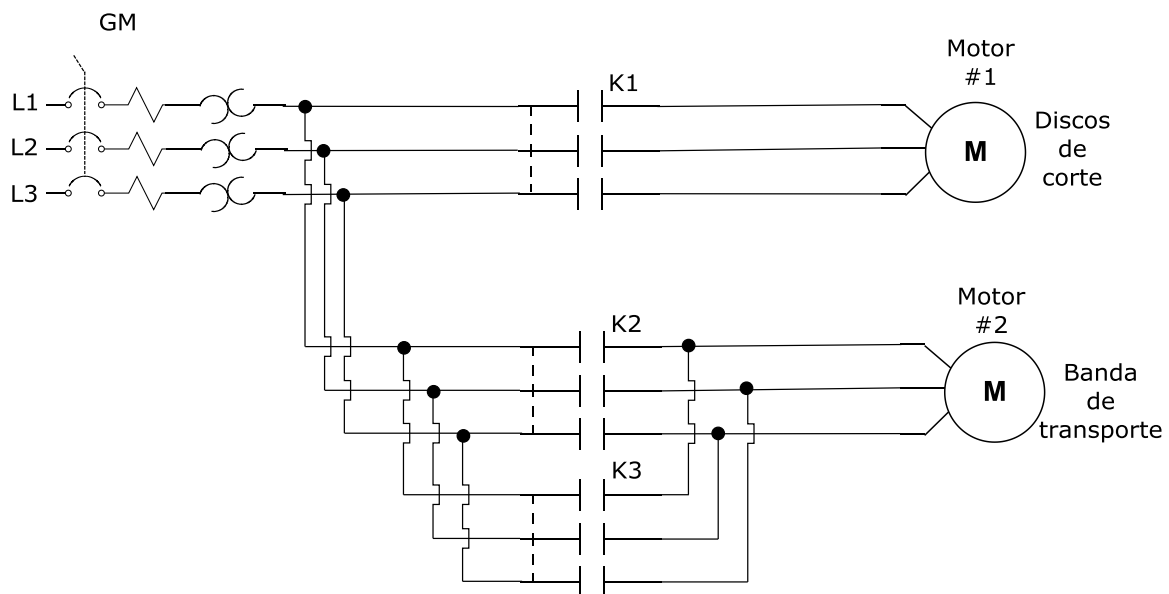


Imagen 57. **Diagrama de conexión para la potencia de los motores.** Fuente los autores.

Leyenda:

L1: Fase 1 de alimentación de potencia eléctrica.

L2: Fase 2 de alimentación de potencia eléctrica.

L3: Fase 3 de alimentación de potencia eléctrica.

- K1: Contactor de arranque directo del motor para los discos de corte.
- K2: Contactor de arranque directo del motor que mueve la cadena de transporte.
- K3: Contactor de arranque en reverso de la cadena de transporte.
- GM: Guarda-motor, dispositivo con poder de corte de protección Termomagnética contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Motor #1: Motor que se encarga de transmitirle el movimiento de los discos de corte.
- Motor #2: Motor eléctrico que se encarga de transmitirle el movimiento a la cadena de transporte.

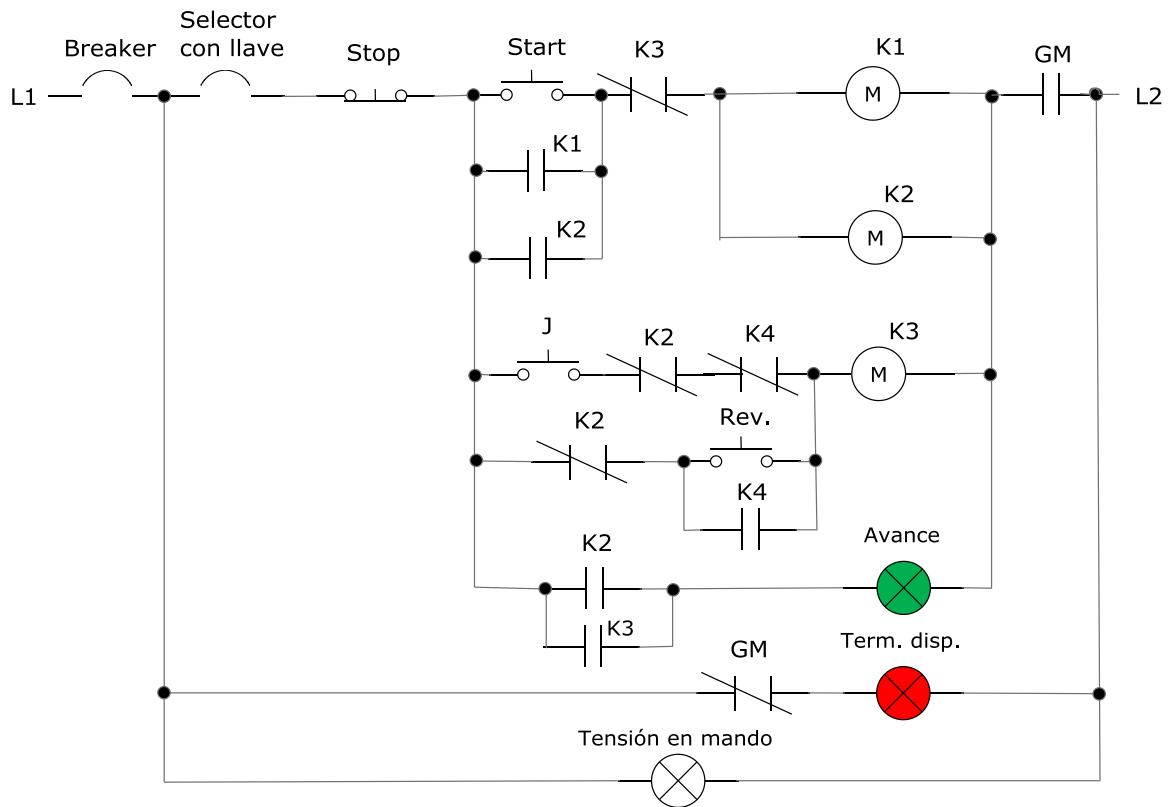


Imagen 58. **Diagrama de conexión para el control o maniobra de los motores.** Fuente Los autores.

Leyenda:

- Breaker: Elemento con poder de corte para la protección del circuito de control.
- Selector con llave: Permite la desconexión completa del circuito por seguridad.
- Stop: Pulsador normalmente cerrado (NC) que permite la parada del sistema por emergencia.

- Start: Pulsador normalmente abierto (NO) permite arrancar el sistema en condiciones normales.
- J: Pulsador Normalmente abierto (NO) que permite arrancar la cadena de transporte en sentido contrario, por pulsos.
- Rev.: Pulsador normalmente abierto (NO) que permite arrancar la cadena de transporte en reverso.
- Avance: Luz piloto de color verde que indica que la cadena se encuentra avanzando, en cualquiera de los dos sentidos.
- Term. Disp.: Luz piloto de color rojo que indica que la protección contra sobrecargas y cortocircuitos del motor se encuentra accionada.
- Tensión en mando: Luz piloto de color Blanco que indica que el equipo se encuentra energizado eléctricamente.

### **5.9. Tablero eléctrico**

El tablero eléctrico, según la norma NEMA (National Electrical Manufacturer's Association), es de "Tipo 2", El cual proporciona un grado de protección contra el acceso de piezas peligrosas y contra el ingreso de objetos extraños sólidos (suciedad), para líquidos ofrece un grado de protección contra el ingreso de agua (goteo y salpicaduras ligeras).

Dicho tablero posee en su interior los siguientes elementos para la conexión del circuito.

- 01 Guardamotor.
- 03 Contactores.
- 01 Breaker.
- 01 Selector con llave.
- 03 Pulsadores normalmente abiertos (NO).
- 01 Pulsador normalmente cerrado (NC).
- 03 Luces piloto.
- 06 Contactos Normalmente abiertos (NO).
- 05 Contactos normalmente cerrados (NC).

Para definir el consumo de corriente se tomó como referencia la siguiente tabla que nos muestra la corriente nominal en la que trabajan los motores trifásicos, según su potencia (Hp):

**Tabla 39.** *Tabla de potencias nominales para motores trifásicos de inducción.*

KW	HP	220 V.	380 V.	660 V.
		I [A]	I [A]	I [A]
0,18	0,25	0,6	0,3	0,2
0,37	0,5	1,2	0,7	0,4
0,55	0,75	1,8	1	0,6
0,74	1	2,4	1,4	0,8
1,1	1,5	3,6	2,1	1,2
1,5	2	4,8	2,8	1,6
2,2	3	7,3	4,2	2,4
2,9	4	9,7	5,6	3,2
4	5,5	13,3	7,7	4,4
5,5	7,5	18,1	10,5	6
7,4	10	24,2	14	8,1
11	15	36,3	21	12,1
13,6	18,5	44,7	25,9	14,9
14,7	20	48,3	28	16,1
18,4	25	60,4	35	20,1
22,1	30	72,5	42	24,2
25	34	82,2	47,6	27,4
29,4	40	96,7	56	32,2
44,2	60	145	84	48,3
55,2	75	181,3	105	60,4
73,6	100	241,7	139,9	80,6
92	125	302,2	174,9	100,7
110,4	150	362,6	209,9	120,9
128,8	175	423	244,9	141
161,9	220	531,8	307,9	177,3
220,8	300	725,2	419,8	241,7

Nota. Tomado de <http://www.ebro.es/datos electricos.html>

Como podemos observar la máxima intensidad que deben soportar los cables serían 1,2 Ampere, por lo tanto se ha seleccionado cable N° 12 tipo AWG para la parte de potencia, ya que este tipo de cable soporta hasta un máximo de 25 Ampere y posee un diámetro de 1,62 mm; mientras que para el cableado de control, como el consumo es menor,

utilizaremos cable N° 18 tipo AWG, el cual soporta un máximo de 14 Ampere y posee un diámetro de 1.02 mm.





## HOJA DE PROCESO Equipo Fileteador de Pescado

PRODUCTO  
Fileteador de Pescado

FECHA  
12/05/2014

### CAPITULO VI

#### *6. HOJAS DE PROCESOS*

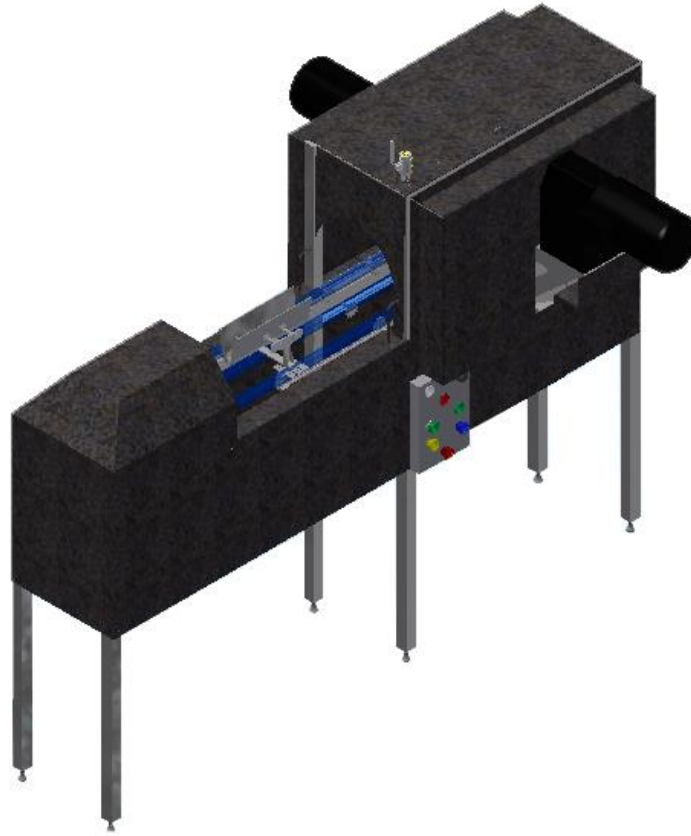
<b>Conjuntos y subconjuntos</b>		<b>Cantidad en el Producto</b>
<b>1</b>	Estructura	1
<b>1.1</b>	Estructura soldada	1
<b>1.2</b>	Bases de motor-reductor	2
<b>1.3</b>	Zapatillas niveladoras	6
<b>1.4</b>	Cubiertas y tapas	1
<b>2</b>	Sujeción	1
<b>2.1</b>	Cangilón	1
<b>2.2</b>	Cadena transportadora	2
<b>3</b>	Corte	1
<b>3.1</b>	Discos de corte	2
<b>3.2</b>	Separación	2
<b>4</b>	Transmisión de potencia	1
<b>4.1</b>	Motor-reductor	2
<b>4.2</b>	Tablero	1
<b>5</b>	Tubería de agua	1



## HOJA DE PROCESO Equipo Fileteador de Pescado

**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014





**HOJA DE PROCESO**  
**Equipo Fileteador de Pescado**

**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014

**Tabla de Materiales**

<b>Grupo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>Acc</b>	Codo PVC 90° 3/4"	4	pz.
<b>Acc</b>	Conexión T PVC 3/4"	1	pz.
<b>Acc</b>	Llave de paso	1	pz.
<b>Acc</b>	Tubo PVC 3/4"	0,6	m
<b>Acc</b>	Zapata niveladora	6	pz.
<b>Acp</b>	Acoplamiento flexible	2	pz.
<b>Bar</b>	Barra ø 1 1/4 "	1,365	m
<b>Cad</b>	Cadena con aditamentos tipo B2 paso 1"	3	m
<b>Cad</b>	Cadena simple paso 0,5"	1	m
<b>Chp</b>	Bisagras de acero inoxidable	2	pz.
<b>Chp</b>	Chapa de acero inoxidable 1,2 mm	9,3	m <sup>2</sup>
<b>Chp</b>	Chapa de acero inoxidable 3 mm	0,28774136	m <sup>2</sup>
<b>Chp</b>	Chapa de acero inoxidable 6,35 mm	0,16	m <sup>2</sup>
<b>Fix</b>	Arandela 3/8"	8	pz.
<b>Fix</b>	Arandela M5	42	pz.
<b>Fix</b>	Arandela M6	8	pz.
<b>Fix</b>	Arandela M8	24	pz.
<b>Fix</b>	Prisionero allen M4X8	2	pz.
<b>Fix</b>	Tornillo hexagonal 3/8"X1"	8	pz.
<b>Fix</b>	Tornillo hexagonal M5X35	4	pz.
<b>Fix</b>	Tornillo hexagonal M5X50	38	pz.
<b>Fix</b>	Tornillo hexagonal M6X30	8	pz.
<b>Fix</b>	Tornillo hexagonal M8X60	24	pz.
<b>Fix</b>	Tuerca hexagonal M5	42	pz.
<b>Fix</b>	Tuerca hexagonal M6	8	pz.



**HOJA DE PROCESO**  
**Equipo Fileteador de Pescado**

	<b>PRODUCTO</b>	<b>FECHA</b>
	Fileteador de Pescado	12/05/2014
<b>Fix</b>	Tuerca hexagonal M8	24 pz.
<b>Fix</b>	Tuerca hexagonal rosca izq.	1 pz.
<b>Mr</b>	Motoreductor 0,25 HP	1 pz.
<b>Mr</b>	Motoreductor 0,5 HP	1 pz.
<b>Rod</b>	Chumacera $\phi$ 25 mm	4 pz.
<b>Rod</b>	Chumacera $\phi$ 20 mm	4 pz.
<b>Tub</b>	Tubo cuadrado de acero inoxidable 40X40X1,2mm	10,3 m



**HOJA DE PROCESO**  
**Equipo Fileteador de Pescado**

**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014

**Flujo de Procesos**

Nombre del Conjunto	Estructura										
Nombre del Sub Conjunto	Cubiertas y tapas										
Nombre de Pieza	Tapa Entrada	Lateral Entrada	lateral izquierdo	Lateral derecho	Lámina frontal corte	Asa Frontal	Lámina superior corte	Lámina Trasera Corte	Lateral derecho corte	Lateral izquierdo Corte	Lamina inferior
Cantidad	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1
Materia prima	2,7m <sup>2</sup>	0,5 m <sup>2</sup>	0,5 m <sup>2</sup>	0,5 m <sup>2</sup>	0,2m <sup>2</sup>	0,01m <sup>2</sup>	0,5 m <sup>2</sup>	0,4m <sup>2</sup>	1,6m <sup>2</sup>	1,6m <sup>2</sup>	1,4m <sup>2</sup>
Corte Plasma CNC	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Torno CNC											
Guillotina CNC	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Plegadora CNC	4	1							8	8	4
Calandra CNC											
Punzonadora CNC											
Sierra de cinta											
Taladro Manual	6	6	4	4	2		4	2	4	4	6
Sierra de Disco Abrasivo											
Ensamblaje con Soldadura PIEZA	2								4	4	1
Ensamblaje con Soldadura Sub-conjunto											
Ensamblaje con Soldadura Conjunto											



## HOJA DE PROCESO

### Equipo Fileteador de Pescado

**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014

Nombre del Conjunto	Estructura		
Nombre del Sub Conjunto	Estructura soldada	Bases de Motor-reductor	
Nombre de Pieza	Estructura soldada	Base Motor-reductor Sujeción	Base Motor-reductor Discos
Cantidad	1	1	1
Materia prima		0,3m <sup>2</sup>	0,3m <sup>2</sup>
Corte Plasma CNC		3	3
Torno CNC			
Guillotina CNC			
Plegadora CNC			
Calandra CNC			
Punzonadora CNC			
Sierra de cinta			
Taladro Manual	20	4	4
Sierra de Disco Abrasivo	25		
Ensamblaje con Soldadura PIEZA		4	4
Ensamblaje con Soldadura Sub-conjunto	50		
Ensamblaje con Soldadura Conjunto			



**HOJA DE PROCESO**  
**Equipo Fileteador de Pescado**

**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014

Nombre del Conjunto	Sujeción										
Nombre del Sub Conjunto	Cangilón							Cadena Transportadora			
Nombre de Pieza	Base cangilón	Lateral cangilón	Triangulación cangilón	Lámina sujeción izquierda	Lámina sujeción derecha	pestaña lámina sujeción	Barra pivote	Eje Motriz	Eje conducido	Base tensores izquierda	Base tensores derecha
Cantidad	1	1	2	1	1	4	2	1	1	1	1
Materia prima	0,02m <sup>2</sup>	0,04m <sup>2</sup>	0,01m <sup>2</sup>	0,075m <sup>2</sup>	0,075m <sup>2</sup>	0,01m <sup>2</sup>	0,06m	0,5m	0,5m	0,08m <sup>2</sup>	0,08m <sup>2</sup>
Corte Plasma CNC	1	1	1	7	7	2	1			1	1
Torno CNC							1	1	1		
Guillotina CNC	1	1	1	1	1	1	1			1	1
Plegadora CNC										4	4
Calandra CNC											
Punzonadora CNC		1									
Sierra de cinta							1	1	1		
Taladro Manual	1			2	2	1	1				
Sierra de Disco Abrasivo											
Ensamblaje con Soldadura PIEZA				9	9	2	1				
Ensamblaje con Soldadura Sub-conjunto											
Ensamblaje con Soldadura Conjunto											



**HOJA DE PROCESO**  
**Equipo Fileteador de Pescado**

**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014

Nombre del Conjunto	Corte			
Nombre del Sub Conjunto	Discos de corte		Separación	
Nombre de Pieza	Nervado interior	Nervado exterior	Lámina separación derecha	Lámina separación izquierda
Cantidad	2	2	1	1
Materia prima	180	150	0,5m <sup>2</sup>	0,5m <sup>2</sup>
Corte Plasma CNC			1	1
Torno CNC	2	3		
Guillotina CNC			1	1
Plegadora CNC			3	3
Calandra CNC				
Punzonadora CNC				
Sierra de cinta	1	1		
Taladro Manual	2	1	4	4
Sierra de Disco Abrasivo				
Ensamblaje con Soldadura PIEZA				
Ensamblaje con Soldadura Sub-conjunto				
Ensamblaje con Soldadura Conjunto				





**HOJA DE PROCESO**  
**Equipo Fileteador de Pescado**

**PRODUCTO** Fileteador de Pescado **FECHA** 12/05/2014

Nombre del Conjunto	Transmisión de potencia	
Nombre del Sub Conjunto	Tablero	
Nombre de Pieza	Cuerpo	Tapa
Cantidad	1	1
Materia prima	0,2m <sup>2</sup>	0,07m <sup>2</sup>
Corte Plasma CNC	1	1
Torno CNC		
Guillotina CNC	1	1
Plegadora CNC	4	4
Calandra CNC		
Punzonadora CNC	4	4
Sierra de cinta		
Taladro Manual	4	4
Sierra de Disco Abrasivo		
Ensamblaje con Soldadura PIEZA	4	4
Ensamblaje con Soldadura Sub-conjunto		
Ensamblaje con Soldadura Conjunto		



**HOJA DE PROCESO**  
**Equipo Fileteador de Pescado**

**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014

Nombre del Conjunto	Tubería				
Nombre del Sub Conjunto					
Nombre de Pieza	Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4	Tubo 5
Cantidad	1	1	1	1	1
Materia prima	0,06m	0,25m	0,152m	0,21m	0,16m
Corte Plasma CNC					
Torno CNC					
Guillotina CNC					
Plegadora CNC					
Calandra CNC					
Punzonadora CNC					
Sierra de cinta					
Taladro Manual					
Sierra de Disco Abrasivo	1	1	1	1	1
Ensamblaje con Soldadura PIEZA					
Ensamblaje con Soldadura Sub-conjunto					
Ensamblaje con Soldadura Conjunto					



## HOJA DE PROCESO Equipo Fileteador de Pescado

**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

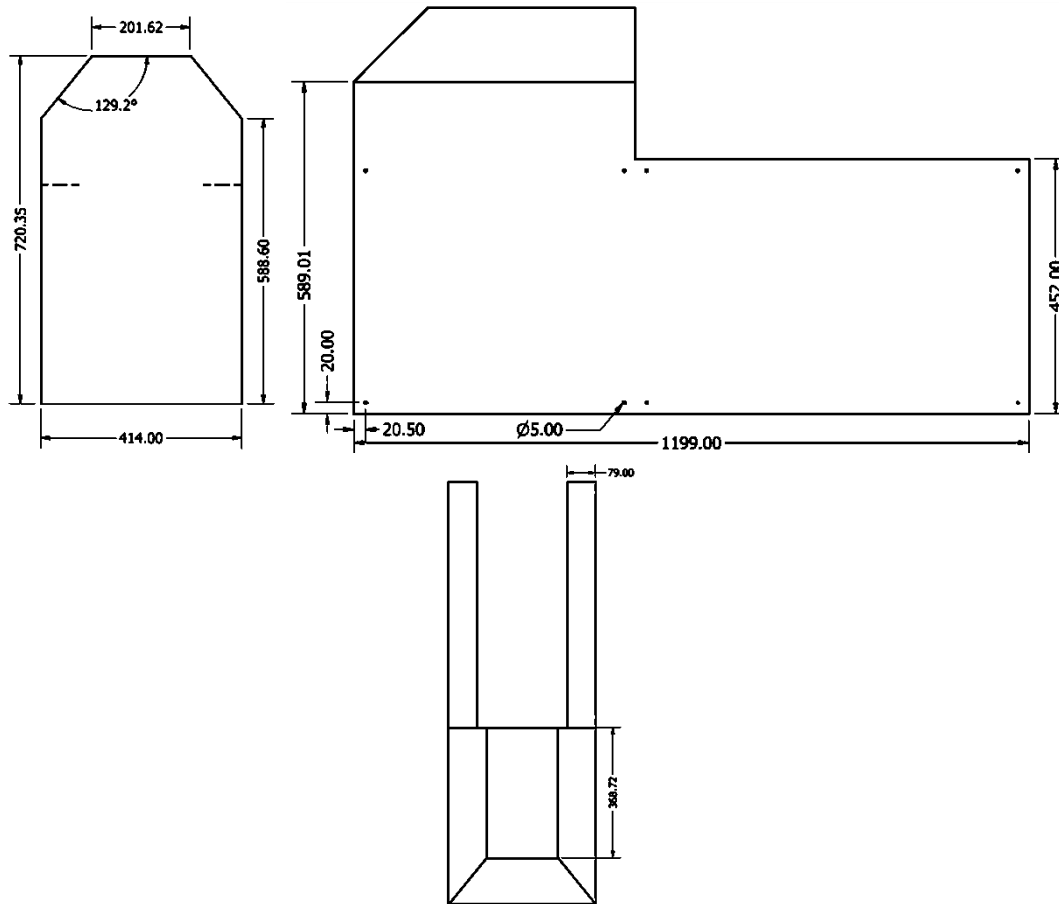
**FECHA**  
12/05/2014

Conjunto: Estructura

Sub-Conjunto: Cubiertas y tapas.

Pieza 1: Tapa Entrada.

Chapa de acero inoxidable de espesor 1,2 mm.



Actividades de fabricación:

1. Cortar la lámina en la Guillotina Hidráulica.
2. Realizar perforaciones con la cortadora de Plasma CNC.
3. Doblar en las posiciones señaladas en el diseño, la operación se realizará en la Dobladora Hidráulica.
4. Soldadura TIG.

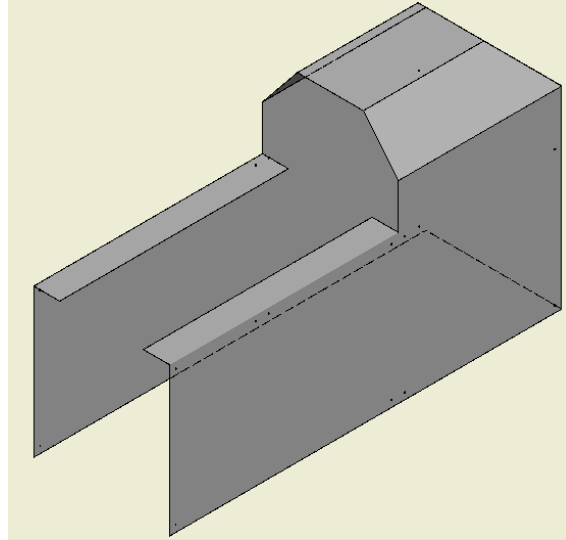
Verificar las dimensiones de la pieza obtenida. Debe corresponder con lo especificado en el diseño.



## HOJA DE PROCESO Equipo Fileteador de Pescado

PRODUCTO  
Fileteador de Pescado

FECHA  
12/05/2014

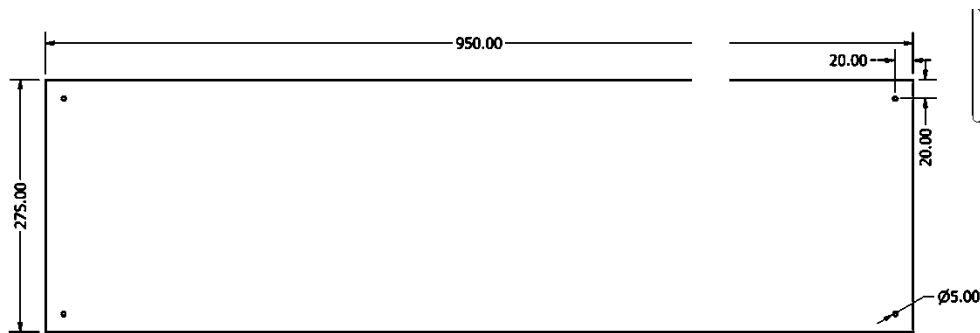


Conjunto: Estructura

Sub-Conjunto: Cubiertas y tapas.

Pieza 2: Lateral izquierdo.

Chapa de acero inoxidable de espesor 1,2 mm.



Actividades de fabricación:

1. Cortar la lámina en la Guillotina Hidráulica.
2. Realizar perforaciones con la cortadora de Plasma CNC.
3. Realizar las perforaciones con el taladro manual.

Verificar las dimensiones de la pieza obtenida. Debe corresponder con lo especificado en el diseño.



## HOJA DE PROCESO Equipo Fileteador de Pescado

**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

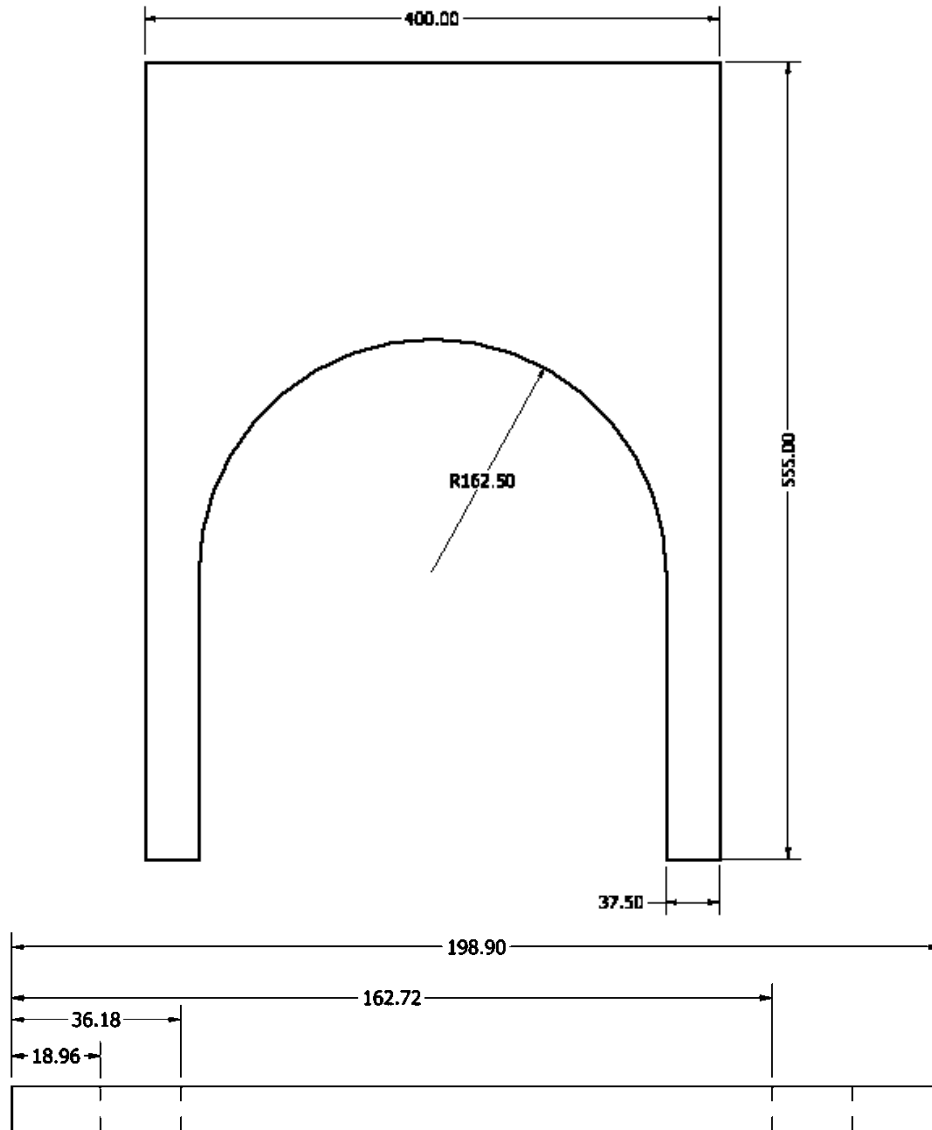
**FECHA**  
12/05/2014

Conjunto: Estructura

Sub-Conjunto: Cubiertas y tapas.

Piezas 3 y 4: Lámina frontal corte y Asa frontal.

Chapa de acero inoxidable de espesor 1,2 mm.



Actividades de fabricación:

5. Cortar la lámina en la Guillotina Hidráulica.
6. Realizar perforaciones con la cortadora de Plasma CNC.



## HOJA DE PROCESO

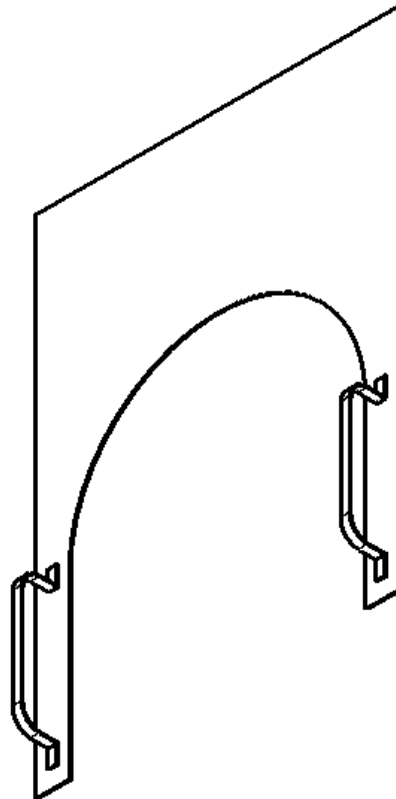
### Equipo Fileteador de Pescado

**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014

7. Doblar en las posiciones señaladas en el diseño, la operación se realizará en la Dobladora Hidráulica.
8. Soldadura TIG.

Verificar las dimensiones de la pieza obtenida. Debe corresponder con lo especificado en el diseño.





## HOJA DE PROCESO Equipo Fileteador de Pescado

**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

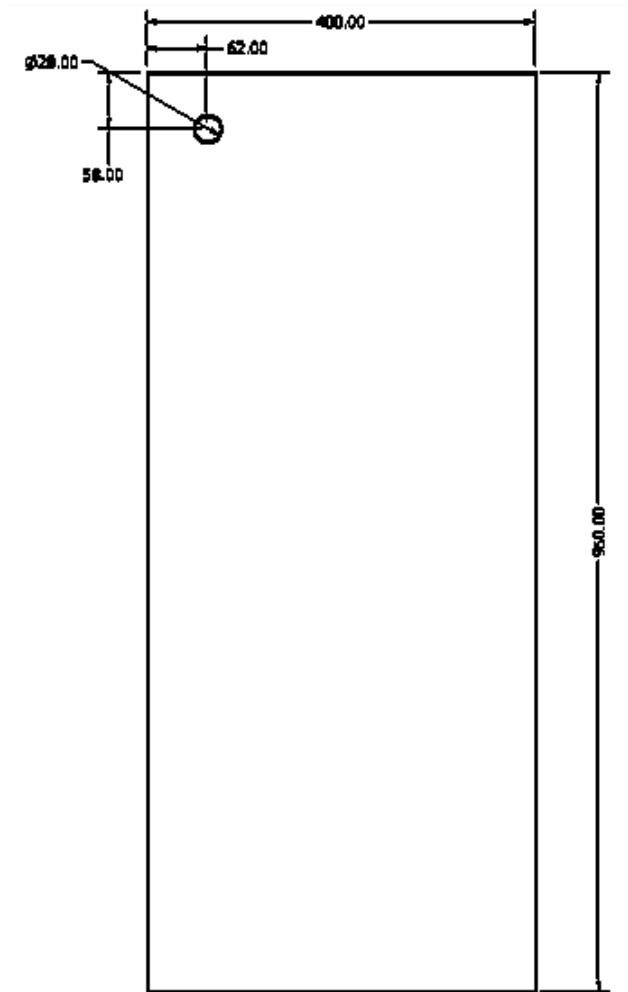
**FECHA**  
12/05/2014

Conjunto: Estructura

Sub-Conjunto: Cubiertas y tapas.

Pieza 5: Lámina superior corte

Chapa de acero inoxidable de espesor 1,2 mm.



Actividades de fabricación:

1. Cortar la lámina en la Guillotina Hidráulica.
2. Realizar perforaciones con la cortadora de Plasma CNC.

Verificar las dimensiones de la pieza obtenida. Debe corresponder con lo especificado en el diseño.



## HOJA DE PROCESO Equipo Fileteador de Pescado

**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

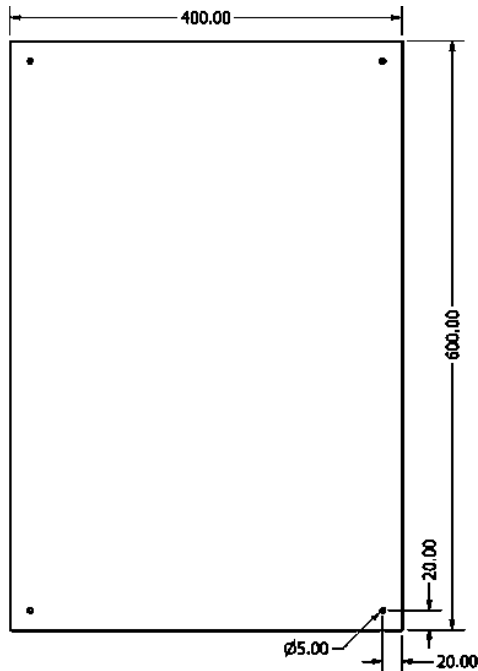
**FECHA**  
12/05/2014

Conjunto: Estructura

Sub-Conjunto: Cubiertas y tapas.

Pieza 6: Lámina trasera corte.

Chapa de acero inoxidable de espesor 1,2 mm.



Actividades de fabricación:

1. Cortar la lámina en la Guillotina Hidráulica.
2. Realizar perforaciones con la cortadora de Plasma CNC.
3. Realizar las perforaciones con el taladro manual.

Verificar las dimensiones de la pieza obtenida. Debe corresponder con lo especificado en el diseño.





## HOJA DE PROCESO Equipo Fileteador de Pescado

**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

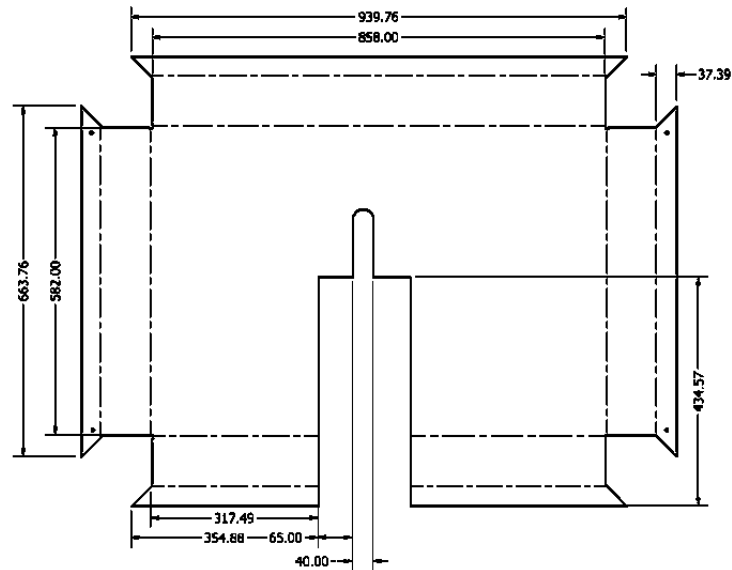
**FECHA**  
12/05/2014

Conjunto: Estructura

Sub-Conjunto: Cubiertas y tapas.

Pieza 7: Lateral derecho corte.

Chapa de acero inoxidable de espesor 1,2 mm.



Actividades de fabricación:

1. Cortar la lámina en la Guillotina Hidráulica.
2. Realizar perforaciones con la cortadora de Plasma CNC.
3. Realizar las perforaciones con el taladro manual.
4. Soldadura TIG.

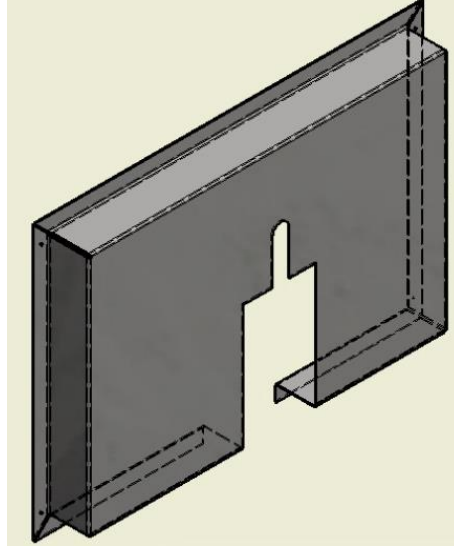
Verificar las dimensiones de la pieza obtenida. Debe corresponder con lo especificado en el diseño.



## HOJA DE PROCESO Equipo Fileteador de Pescado

PRODUCTO  
Fileteador de Pescado

FECHA  
12/05/2014

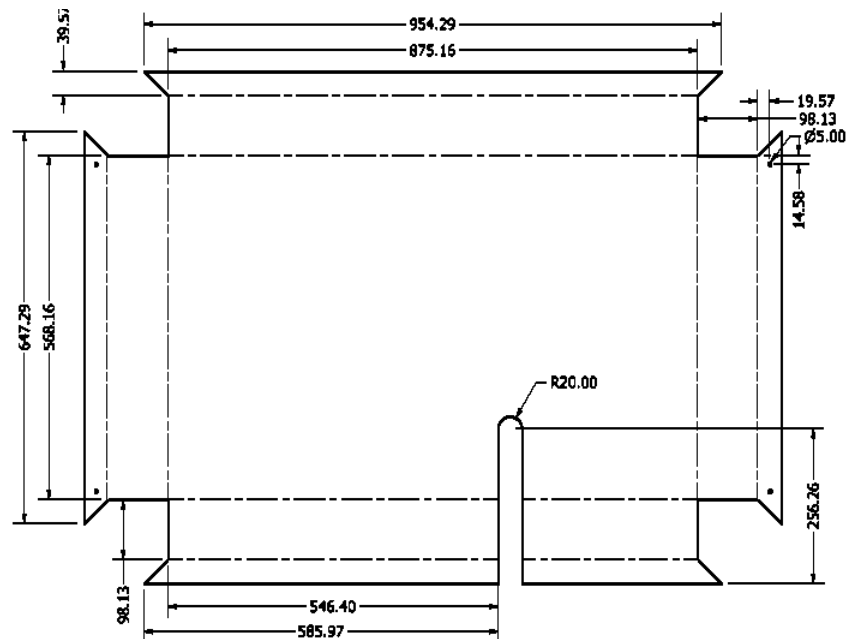


Conjunto: Estructura

Sub-Conjunto: Cubiertas y tapas.

Pieza 8: Lateral izquierdo corte.

Chapa de acero inoxidable de espesor 1,2 mm.



Actividades de fabricación:

1. Cortar la lámina en la Guillotina Hidráulica.
2. Realizar perforaciones con la cortadora de Plasma CNC.



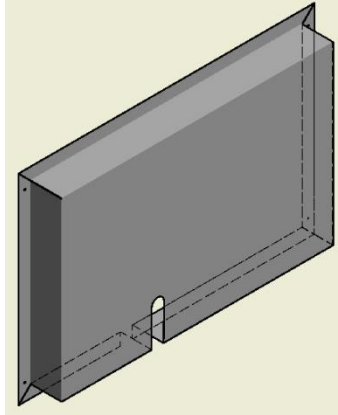
## HOJA DE PROCESO Equipo Fileteador de Pescado

**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014

3. Realizar las perforaciones con el taladro manual.
4. Soldadura TIG.

Verificar las dimensiones de la pieza obtenida. Debe corresponder con lo especificado en el diseño.

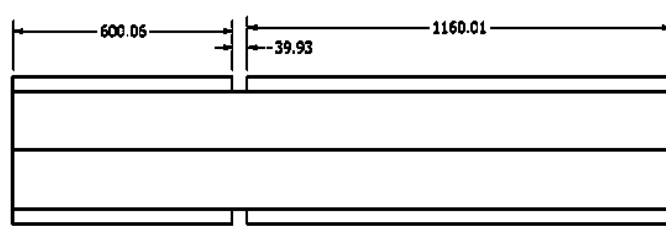


Conjunto: Estructura

Sub-Conjunto: Cubiertas y tapas.

Pieza 9: Tapa inferior

Chapa de acero inoxidable de espesor 1,2 mm.

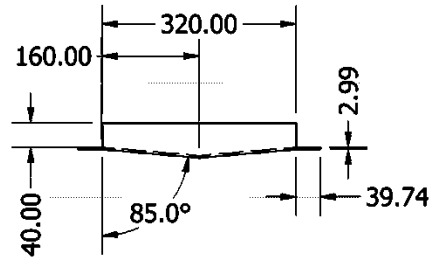




## HOJA DE PROCESO Equipo Fileteador de Pescado

**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014

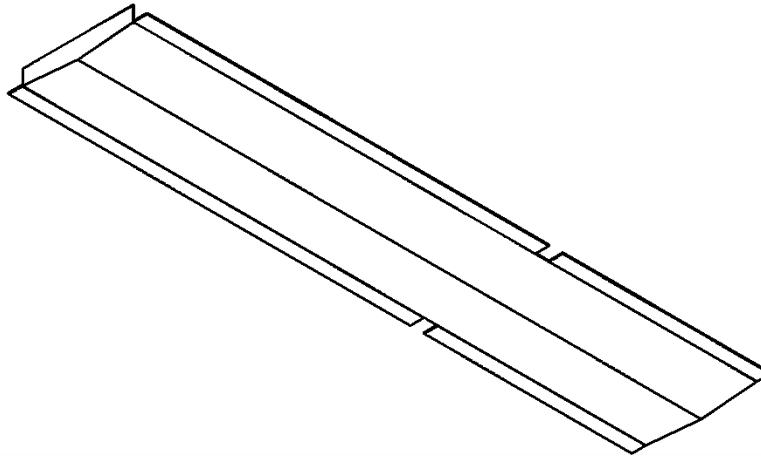


Actividades de fabricación:

1. Cortar la lámina en la Guillotina Hidráulica.
2. Realizar perforaciones con la cortadora de Plasma CNC.
3. Realizar las perforaciones con el taladro manual.
4. Soldadura TIG.

Verificar las dimensiones de la pieza obtenida. Debe corresponder con lo especificado en el diseño.

**Plano ensamble Tapar inferior.**





## HOJA DE PROCESO Equipo Fileteador de Pescado

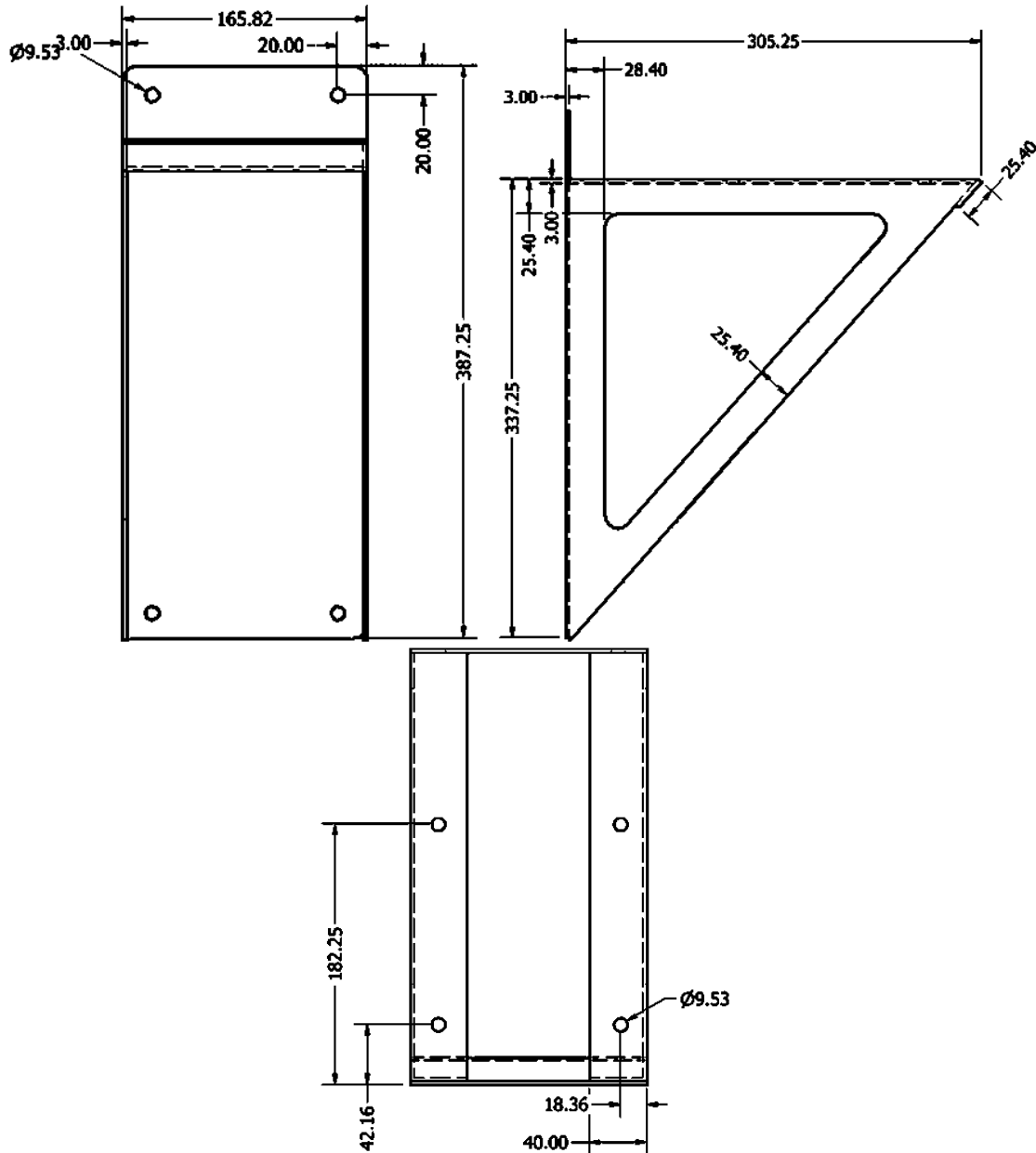
PRODUCTO  
Fileteador de Pescado

FECHA  
12/05/2014

Conjunto: Estructura

Pieza 10: Base motor-reductor.

Chapa de acero inoxidable de espesor 3 mm.



Actividades de fabricación:

1. Cortar la lámina en la Guillotina Hidráulica.
2. Realizar perforaciones con la cortadora de Plasma CNC.
3. Realizar las perforaciones con el taladro manual.



**HOJA DE PROCESO**  
**Equipo Fileteador de Pescado**

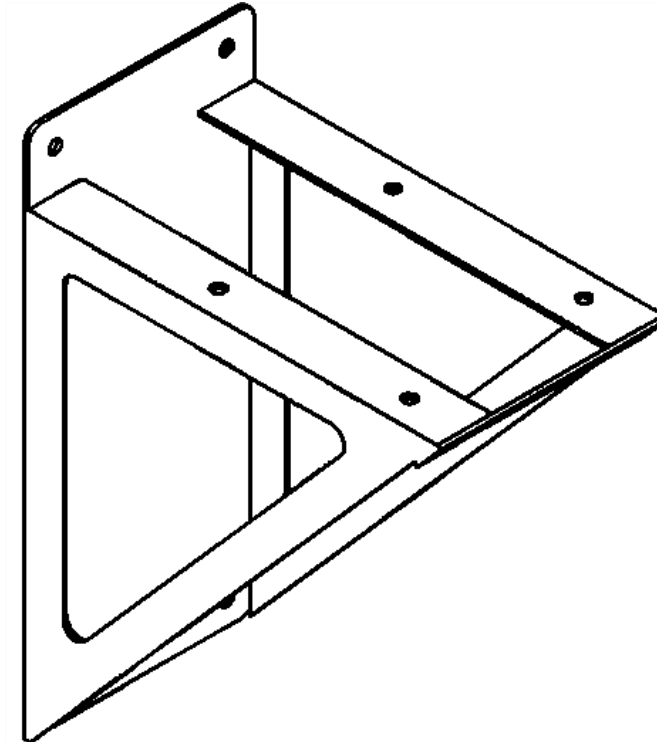
**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014

4. Soldadura TIG.

Verificar las dimensiones de la pieza obtenida. Debe corresponder con lo especificado en el diseño.

Plano ensamble base Motor-reductor.





**HOJA DE PROCESO**  
**Equipo Fileteador de Pescado**

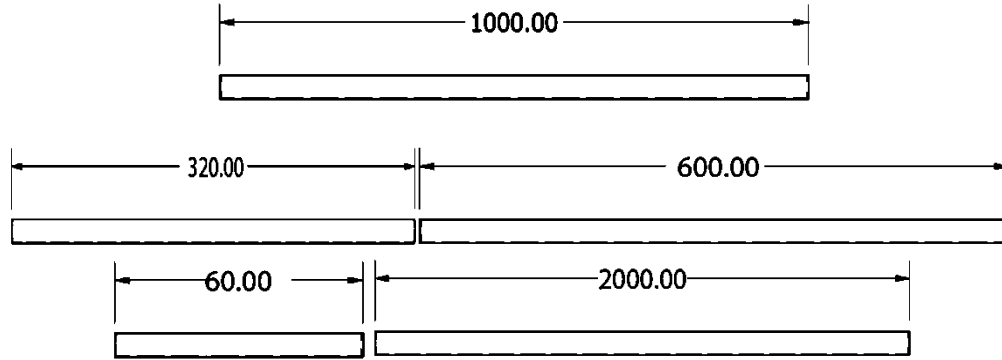
**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014

Conjunto: Estructura

Piezas 11, 12, 13, 14 y 15: Apoyos.

Tubo cuadrado de Acero Inoxidable de 40X40mm.



Actividades de fabricación:

1. Cortar el tubo circular en Sierra de Disco Abrasivo.
2. Realizar las perforaciones con el taladro manual.
3. Soldadura TIG.

Verificar las dimensiones de la pieza obtenida, la misma debe corresponder a las indicadas en el diseño.

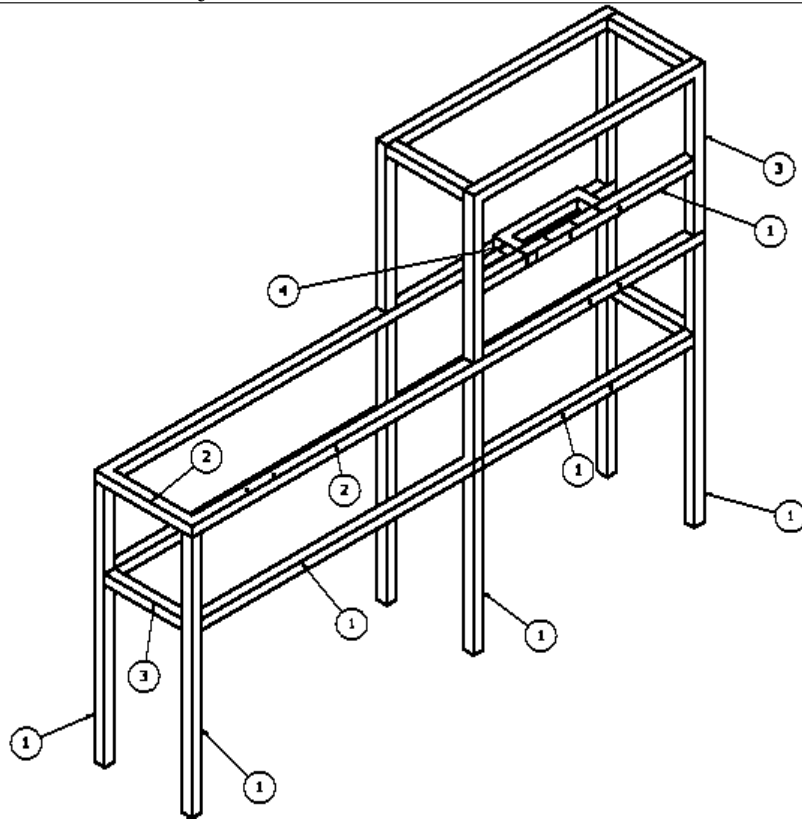


## HOJA DE PROCESO Equipo Fileteador de Pescado

PRODUCTO  
Fileteador de Pescado

FECHA  
12/05/2014

Plano del ensamble del sub- conjunto Estructura Soldada



1. Pieza 11.
2. Pieza 12.
3. Pieza 13
4. Pieza 14.
5. Pieza 15.





## HOJA DE PROCESO Equipo Fileteador de Pescado

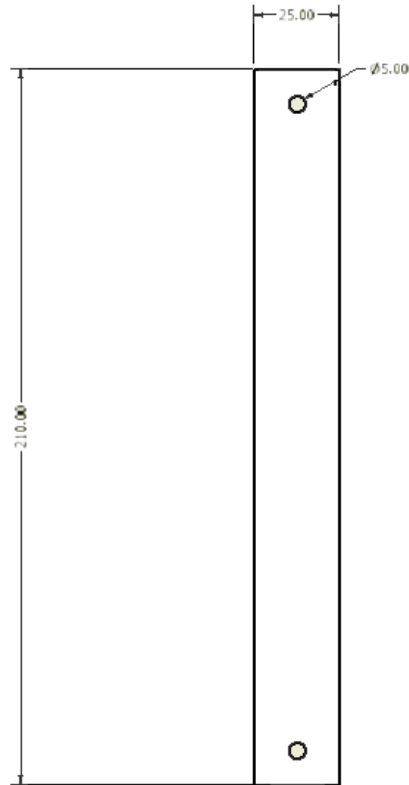
**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014

Conjunto: Sujeción

Pieza 16: Base cangilón.

Chapa de acero inoxidable de espesor 4,76 mm.



Actividades de fabricación:

4. Cortar la lámina en la Guillotina Hidráulica.
5. Realizar perforaciones con la cortadora de Plasma CNC.
6. Realizar las perforaciones con el taladro manual.

Verificar las dimensiones de la pieza obtenida. Debe corresponder con lo especificado en el diseño.



## HOJA DE PROCESO Equipo Fileteador de Pescado

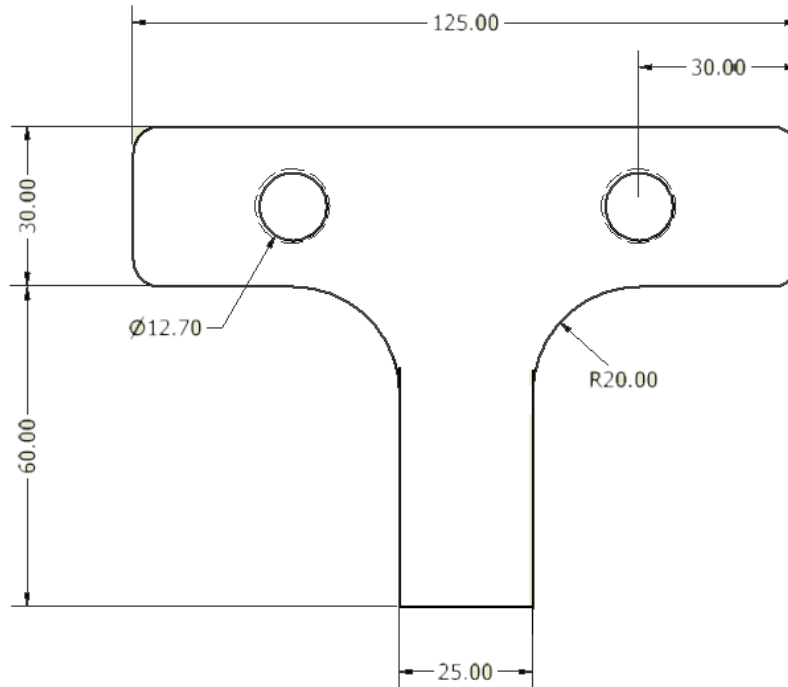
**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014

Conjunto: Sujeción

Pieza 17: Lateral cangilón.

Chapa de acero inoxidable de espesor 4,76 mm.



Actividades de fabricación:

1. Cortar la lámina en la Guillotina Hidráulica.
2. Realizar perforaciones con la cortadora de Plasma CNC.

Verificar las dimensiones de la pieza obtenida. Debe corresponder con lo especificado en el diseño.



**HOJA DE PROCESO**  
**Equipo Fileteador de Pescado**

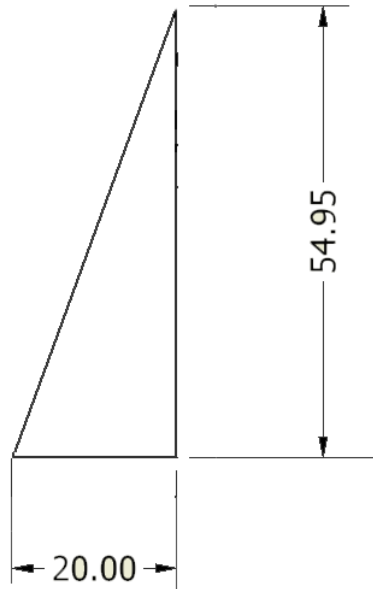
**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014

Conjunto: Sujeción

Pieza 18: Triangulación cangilón.

Chapa de acero inoxidable de espesor 1,2 mm.



Actividades de fabricación:

1. Cortar la lámina en la Guillotina Hidráulica.
2. Realizar perforaciones con la cortadora de Plasma CNC.

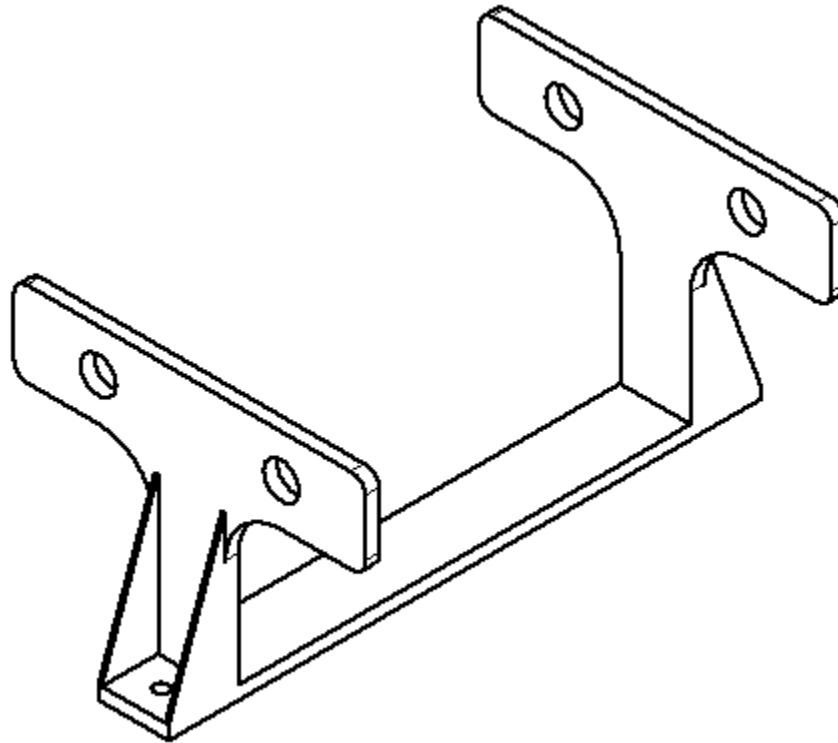
Verificar las dimensiones de la pieza obtenida. Debe corresponder con lo especificado en el diseño.



**HOJA DE PROCESO**  
**Equipo Fileteador de Pescado**

**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014



1. Pieza 16.
2. Pieza 17.
3. Pieza 18.

Todo el ensamblaje es realizado con soldadura TIG.



**HOJA DE PROCESO**  
**Equipo Fileteador de Pescado**

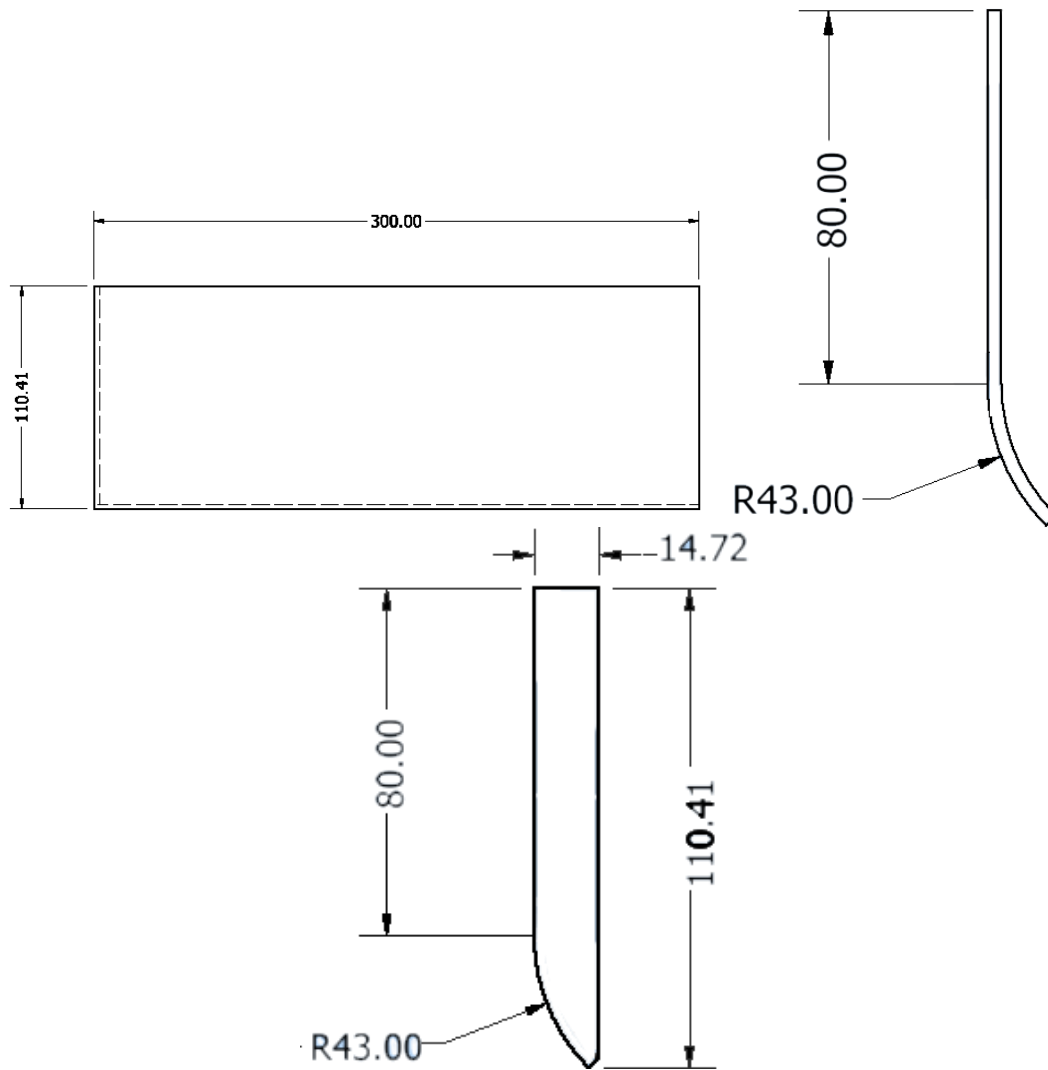
**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014

Conjunto: Sujeción

Pieza 19: Lámina Sujeción.

Chapa de acero inoxidable de espesor 3 mm.



Actividades de fabricación:

1. Cortar la lámina en la Guillotina Hidráulica.
2. Realizar perforaciones con la cortadora de Plasma CNC.
3. Doblar con la Plegadora Hidráulica.
4. Soldadura TIG.



**HOJA DE PROCESO**  
**Equipo Fileteador de Pescado**

**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014

Verificar las dimensiones de la pieza obtenida. Debe corresponder con lo especificado en el diseño.

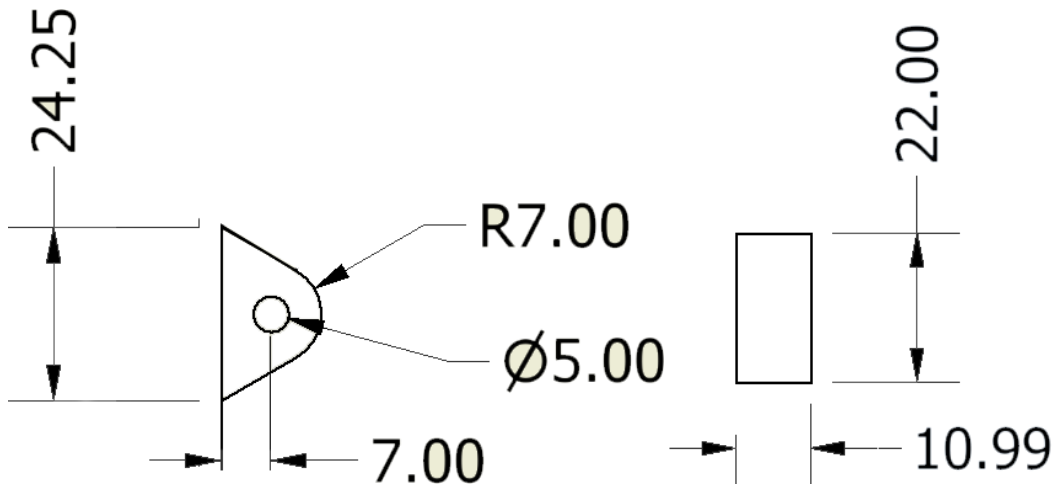
Pieza 20: Pestaña lámina sujeción

Pieza 20 A

Pieza 20 B

Chapa de acero inoxidable de espesor 4,76 mm.

Espesor 1,2 mm.



Actividades de fabricación:

1. Cortar la lámina en la Guillotina Hidráulica.
2. Realizar perforaciones con la cortadora de Plasma CNC.
3. Realizar perforaciones con el taladro manual.
4. Soldadura TIG.

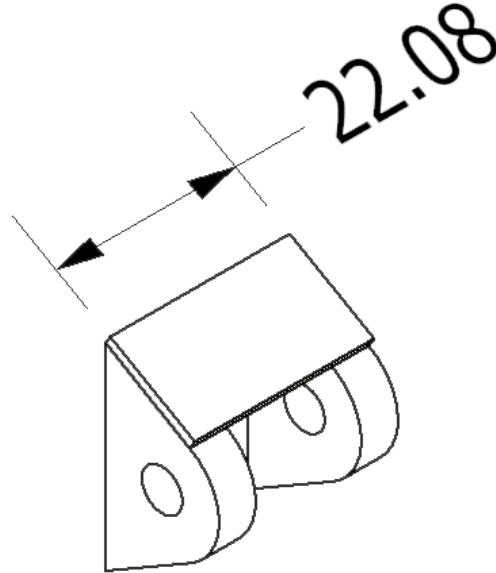
Verificar las dimensiones de la pieza obtenida. Debe corresponder con lo especificado en el diseño.



## HOJA DE PROCESO Equipo Fileteador de Pescado

PRODUCTO  
Fileteador de Pescado

FECHA  
12/05/2014

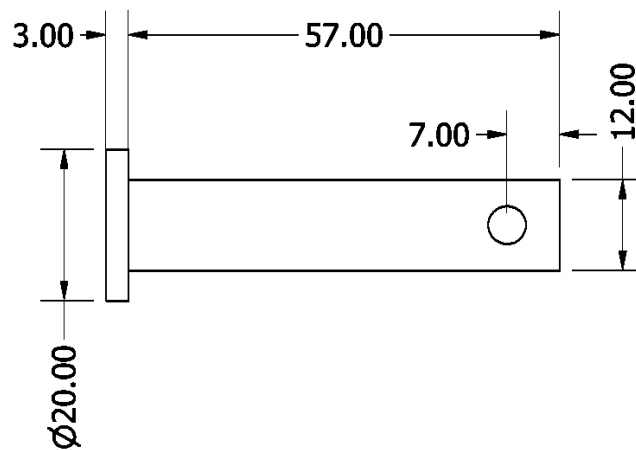


Conjunto: Sujeción

Pieza 21: Barra pivote sujeción.

Pieza 21 A

Barra de acero inoxidable  $\varnothing 7/8''$ .



Actividades de fabricación:

1. Cortar la barra con la sierra de cinta
2. Llevar a las dimensiones requeridas en el plano mediante el Torno CNC.
3. Realizar las perforaciones con el taladro manual.



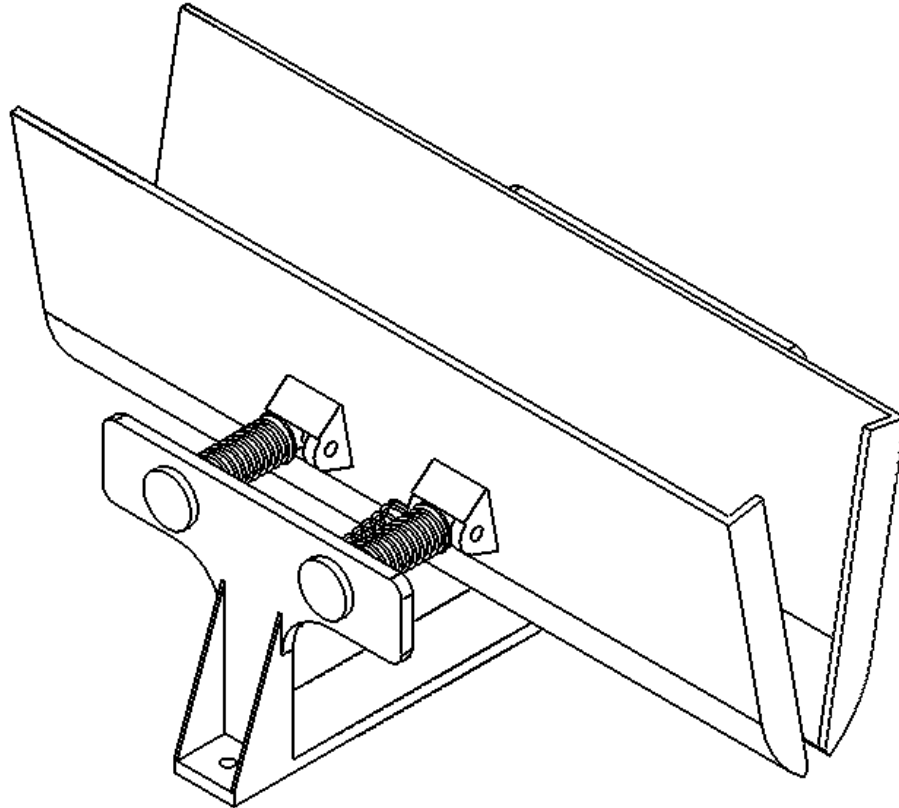
## HOJA DE PROCESO Equipo Fileteador de Pescado

**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014

Verificar las dimensiones de la pieza obtenida. Debe corresponder con lo especificado en el diseño.

### Plano ensamble Cangilón







## HOJA DE PROCESO Equipo Fileteador de Pescado

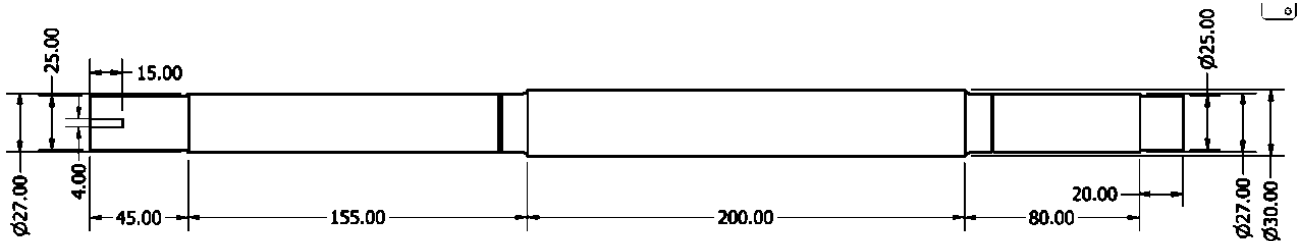
**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014

Conjunto: Sujeción

Pieza 22: Eje motriz sujeción.

Barra de acero inoxidable  $\varnothing 1''$ .



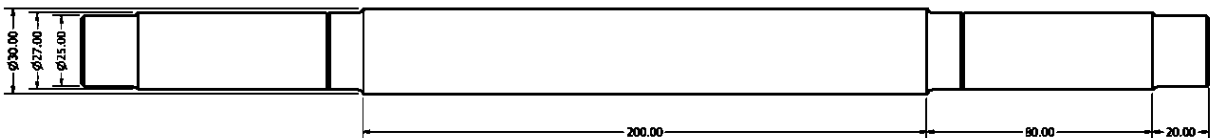
Actividades de fabricación:

1. Cortar la barra en la sierra de cinta.
2. Llevar a las dimensiones requeridas en el plano mediante el Torno CNC.

Verificar las dimensiones de la pieza obtenida. Debe corresponder con lo especificado en el diseño.

Pieza 23: Eje conducido sujeción.

Barra de acero inoxidable  $\varnothing 1 \frac{1}{4}''$ .



Actividades de fabricación:

1. Cortar la barra en la sierra de cinta.
2. Llevar a las dimensiones requeridas en el plano mediante el Torno CNC.

Verificar las dimensiones de la pieza obtenida. Debe corresponder con lo especificado en el diseño.



## HOJA DE PROCESO Equipo Fileteador de Pescado

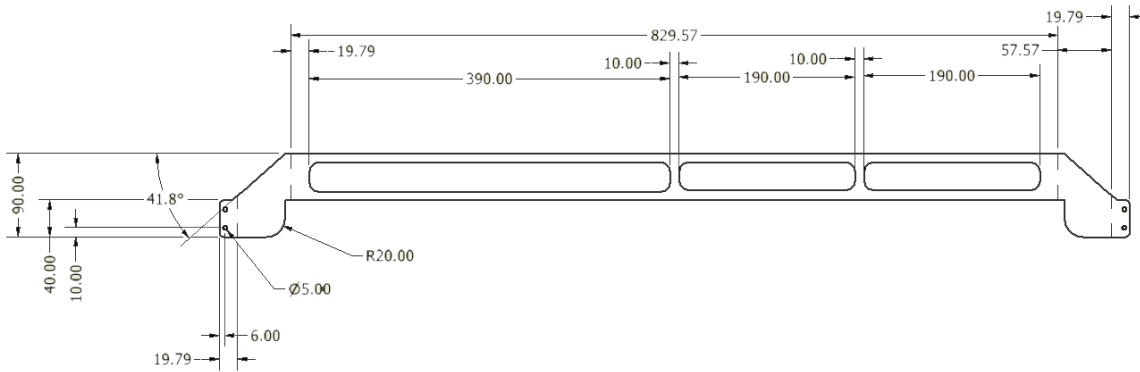
**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014

Conjunto: Sujeción

Pieza 24: Base tensores.

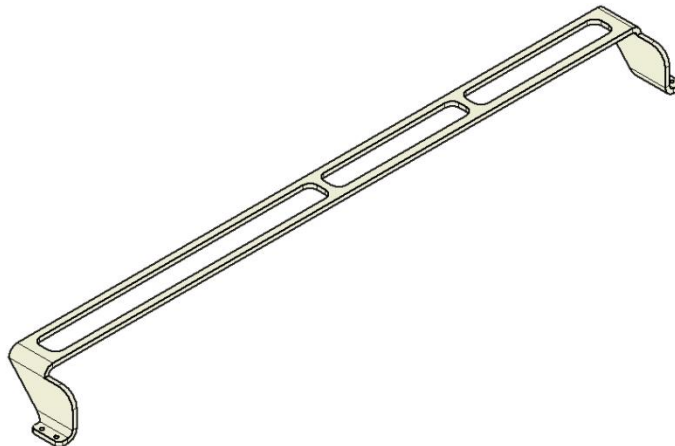
Chapa de acero inoxidable de espesor 6 mm.



Actividades de fabricación:

1. Cortar la lámina en la Guillotina Hidráulica.
2. Realizar perforaciones con la cortadora de Plasma CNC.
3. Doblar en las posiciones señaladas en el diseño, la operación se realizará en la Dobladora Hidráulica.
4. Realizar las perforaciones con el taladro manual.

Verificar las dimensiones de la pieza obtenida. Debe corresponder con lo especificado en el diseño.





## HOJA DE PROCESO Equipo Fileteador de Pescado

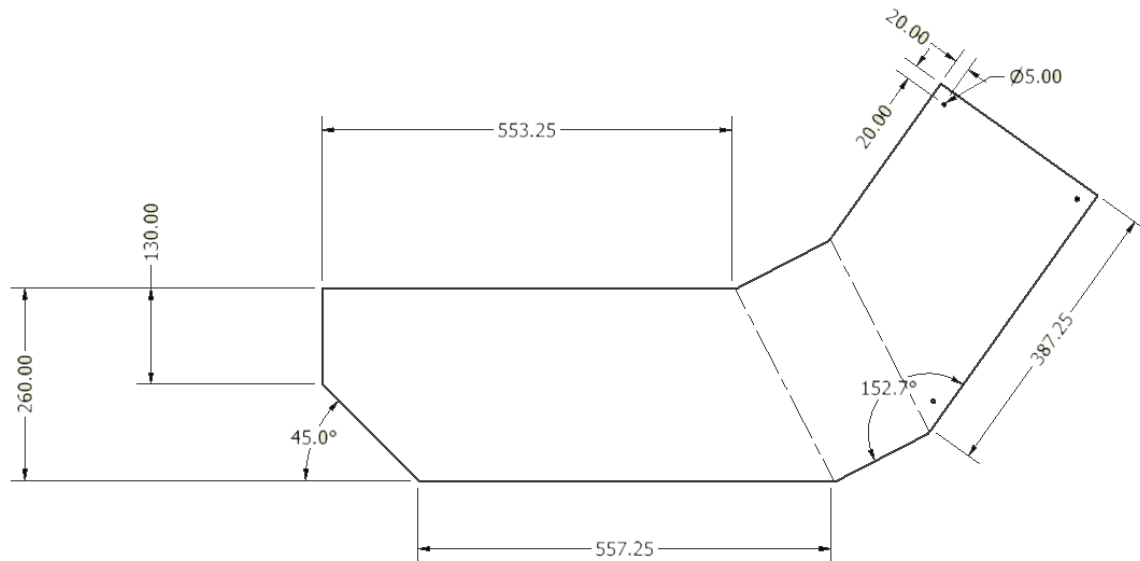
**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014

Conjunto: Corte

Pieza 25: Base tensores.

Chapa de acero inoxidable de espesor 3 mm.



Actividades de fabricación:

1. Cortar la lámina en la Guillotina Hidráulica.
2. Realizar perforaciones con la cortadora de Plasma CNC.
3. Doblar en las posiciones señaladas en el diseño, la operación se realizará en la Dobladora Hidráulica.
4. Realizar las perforaciones con el taladro manual.

Verificar las dimensiones de la pieza obtenida. Debe corresponder con lo especificado en el diseño.



## HOJA DE PROCESO Equipo Fileteador de Pescado

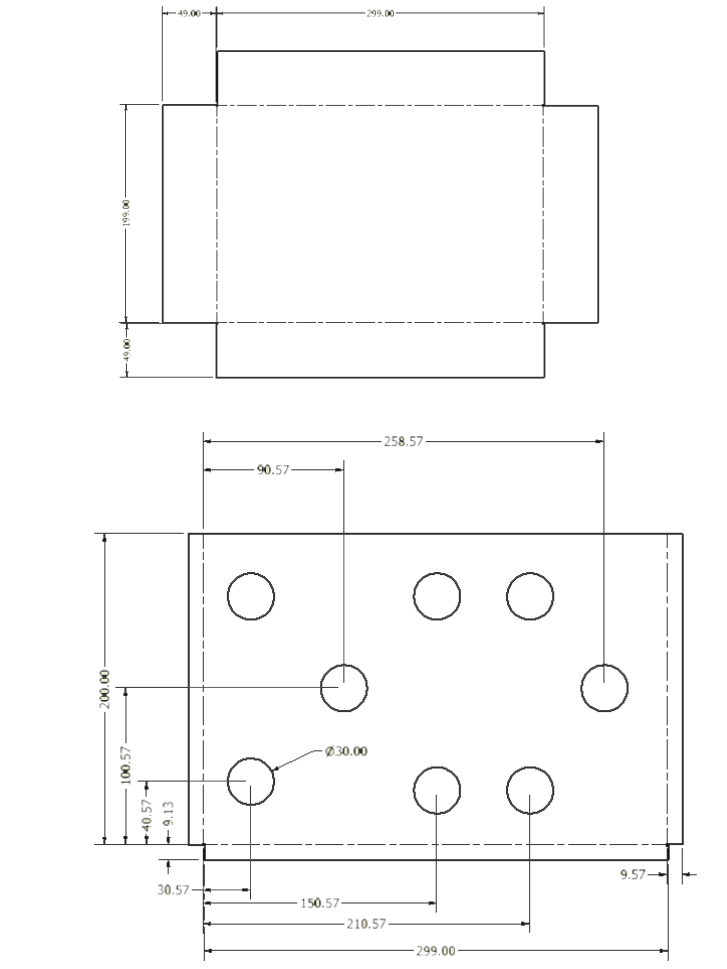
**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014

Conjunto: Transmisión de potencia      Sub – Conjunto: Tablero.

Piezas 26 y 27: Cuerpo y tapa.

Chapa de acero inoxidable de espesor 3 mm.



Actividades de fabricación:

1. Cortar la lámina en la Guillotina Hidráulica.
2. Realizar perforaciones con la cortadora de Plasma CNC.
3. Doblar en las posiciones señaladas en el diseño, la operación se realizará en la Dobladora Hidráulica.
4. Realizar las perforaciones con el taladro manual.

Verificar las dimensiones de la pieza obtenida. Debe corresponder con lo especificado en el diseño.



**HOJA DE PROCESO**  
**Equipo Fileteador de Pescado**

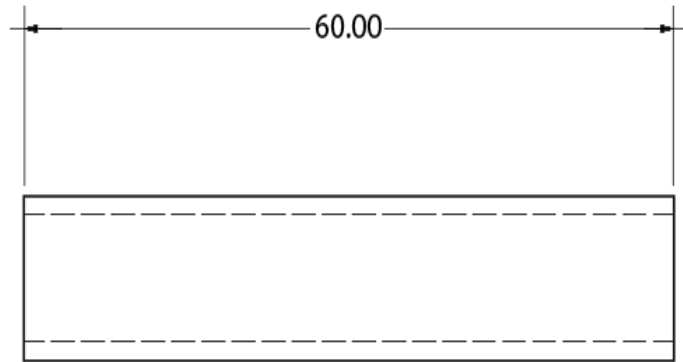
**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014

Conjunto: Tuberías.

Pieza 28: tubería 1.

Tubo de PVC de Ø 3/4"



Actividades de fabricación:

1. Cortar el tubo circular en Sierra de Disco Abrasivo.

Verificar las dimensiones de la pieza obtenida, la misma debe corresponder a las indicadas en el diseño.



**HOJA DE PROCESO**  
**Equipo Fileteador de Pescado**

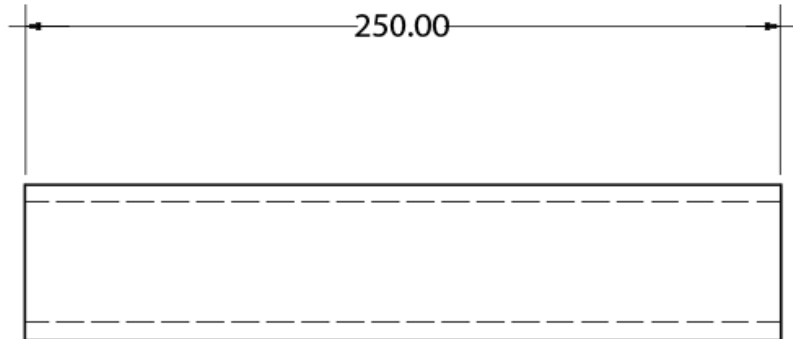
**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014

Conjunto: Tuberías.

Pieza 29: tubería 2.

Tubo de PVC de  $\varnothing$  3/4"



Actividades de fabricación:

1. Cortar el tubo circular en Sierra de Disco Abrasivo.

Verificar las dimensiones de la pieza obtenida, la misma debe corresponder a las indicadas en el diseño.



**HOJA DE PROCESO**  
**Equipo Fileteador de Pescado**

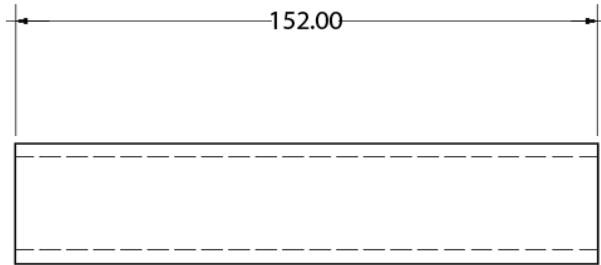
**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014

Conjunto: Tuberías.

Pieza 30: tubería 3.

Tubo de PVC de  $\varnothing$  3/4"



Actividades de fabricación:

1. Cortar el tubo circular en Sierra de Disco Abrasivo.

Verificar las dimensiones de la pieza obtenida, la misma debe corresponder a las indicadas en el diseño.



**HOJA DE PROCESO**  
**Equipo Fileteador de Pescado**

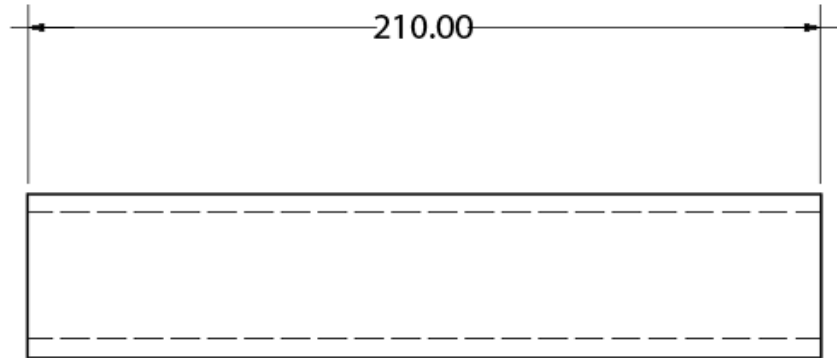
**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014

Conjunto: Tuberías.

Pieza 31: tubería 4.

Tubo de PVC de Ø 3/4"



Actividades de fabricación:

4. Cortar el tubo circular en Sierra de Disco Abrasivo.

Verificar las dimensiones de la pieza obtenida, la misma debe corresponder a las indicadas en el diseño.





**HOJA DE PROCESO**  
**Equipo Fileteador de Pescado**

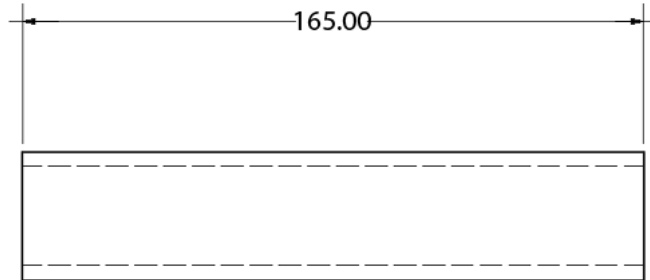
**PRODUCTO**  
Fileteador de Pescado

**FECHA**  
12/05/2014

Conjunto: Tuberías.

Pieza 32: tubería 5.

Tubo de PVC de Ø 3/4"



Actividades de fabricación:

1. Cortar el tubo circular en Sierra de Disco Abrasivo.

Verificar las dimensiones de la pieza obtenida, la misma debe corresponder a las indicadas en el diseño.

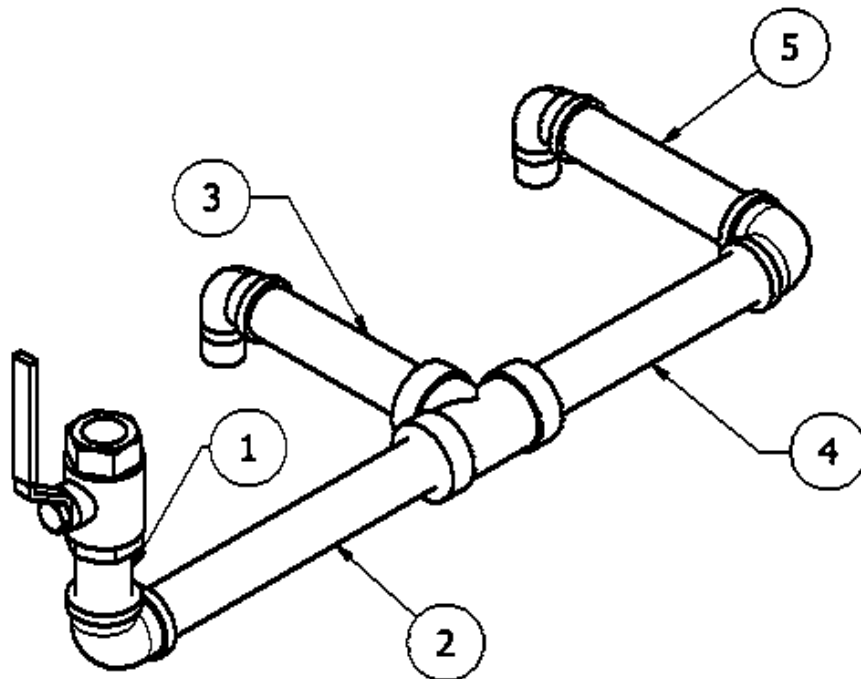


## HOJA DE PROCESO Equipo Fileteador de Pescado

PRODUCTO  
Fileteador de Pescado

FECHA  
12/05/2014

### Ensamblaje conjunto de tuberías



1. Pieza 28
2. Pieza 29
3. Pieza 30
4. Pieza 31
5. Pieza 32

- Ensamblar el conjunto como se indica en el plano.
- Codos de 90°, conexiones en T de PVC Ø 3/4".

## **CAPITULO VII**

### **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **7.1. CONCLUSIONES**

A través de los principios estudiados en el área de diseño, se ha logrado la conceptualización de un equipo semi-automático para filetear varias especies de pescados. El diseño realizado cumple con los parámetros delimitados por los organismos competentes, dentro de la normativa que rige la manipulación de alimentos. Con la puesta en marcha de este proyecto de manufactura dentro del país, podemos solventar la problemática actual presente en los centros de procesamiento de pescado.

Cabe destacar que la adaptabilidad del diseño que se presenta, abarca una buena parte de las especies de pescado de mayor consumo en el territorio nacional. Las consideraciones tomadas para el estudio de cada uno de los componentes del equipo garantizan que su estructura es capaz de soportar las cargas a las que es sometido, además de mantener la inocuidad del proceso en todo momento. Conjuntamente con la especificación detallada de todas las partes y/o componentes de la máquina, se ha presentado, de manera clara y sencilla, un manual de operación y mantenimiento de la misma lo que permitirá que el equipo sea puesto en marcha correctamente y que las inspecciones y reparaciones pertinentes vayan en pro de una larga vida útil para el equipo.

## 7.2. RECOMENDACIONES

- Mejoras en las instalaciones: como aspecto importante para la mejora de la producción pesquera del país debe tomarse en cuenta la optimización de las instalaciones existentes para el procesamiento de los productos. Cada uno de los centros de procesamiento debe contar con una infraestructura que permita el aumento progresivo de la producción.
- Minimizar costos: Se recomienda la realización de estudios profundos de los costos pertinentes a la manufactura de estos equipos y las proyecciones de los mercados de comercialización. Además de estimar el costo neto del equipo, debe tomarse en cuenta la relación de costo-beneficio, tiempo de recuperación de la inversión y costos de mantenimiento.
- Higiene: Con la implementación de la máquina que se ha diseñado es de suma importancia que se verifiquen las condiciones de higiene que se presentarán durante su funcionamiento. Con la construcción y revisión de los primeros prototipos se podrán especificar algunas modificaciones que garanticen la inocuidad del proceso.
- Instrucción a operarios: Es de suma importancia la capacitación de los operarios y trabajadores encargados de la limpieza y mantenimiento de los equipos. Un manejo correcto de estas labores permitirá que la vida útil del equipo se extienda. Deben tomarse en cuenta las especificaciones y procedimientos explicados en el manual de operación y mantenimiento y mantener una supervisión de estas labores.
- Ampliar la cantidad de especies: La línea de producción de filetes de pescados a través del equipo que se ha diseñado, puede ampliarse, abarcando mayor cantidad de especies. Con esto se logrará cubrir el mercado nacional en su totalidad, mejorando en gran medida el proceso productivo del país.
- Estudio amplio de las dimensiones de las especies: Las condiciones fisionómicas de las distintas especies de pescados son aspectos clave para el diseño de los equipos y líneas de producción. Es recomendable la elaboración de estudios intensivos enfocados en las características físicas de las especies a procesar. Una información detallada de ciertos aspectos del animal, pertinentes para su procesamiento,

permitirá adaptar de mejor forma todas las etapas del proceso que se diseñen posteriormente.

- Corte cola-cabeza: Para mantener la productividad de la línea de producción recomendamos el diseño de un equipo o adaptación para el equipo fileteador, que nos permita retirar la cabeza y la cola previo al fileteado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

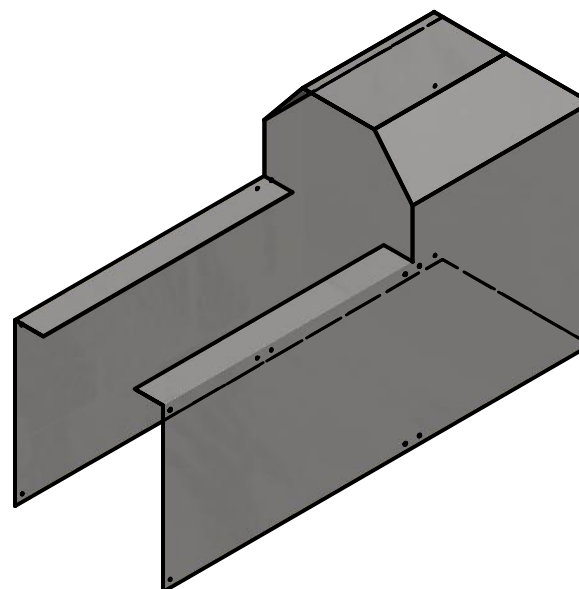
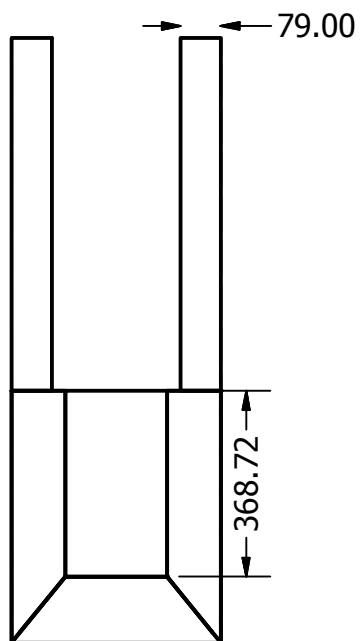
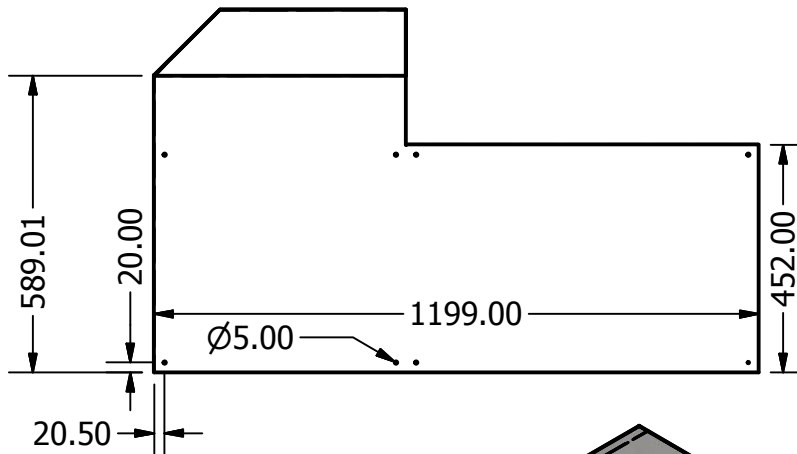
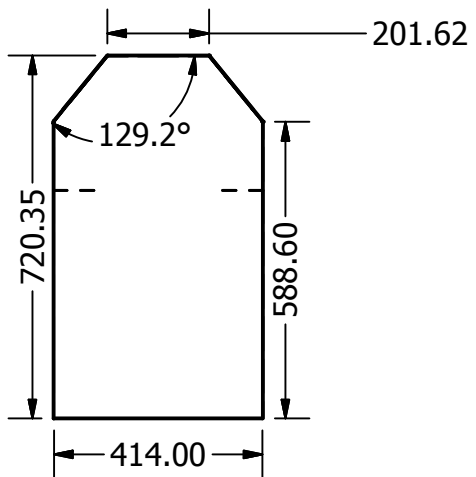
- Rodas, Argenis; Vergara, Juan (2007). Efecto de la Suplementación y Maduración de Carnes al Vacío Sobre la Palatabilidad del *Longissimus de* Novillos Criollo Limonero Cebadas a Pastoreo.
- Barreiro M., Jose A. (2006). Higiene y saneamiento en el procesamiento de alimentos. Caracas, Editorial Equinoccio.
- Huss, H.H. (ed.) (1998). El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad. *FAO Documento Técnico de Pesca*. No. 348. Roma, FAO. 202p.
- López, Luis (1990). AGUA Instalaciones Sanitarias en los edificios.
- CERTI. (2011). Fábricas de Equipos para el Procesamiento de Alimentos, Entrega 2-Tipología y Demanda de los Productos. CORPIVENSA, Parroquia Altagracia, Caracas.
- Ministerio de sanidad y asistencia social (1996). Buenas prácticas de fabricación, almacenamiento y transporte de alimentos para el consumo humano, Caracas.
- Mott, Robert L. (2006). Diseño de elementos de máquinas. México, editorial Pearson educación.
- REXNORD (2007). Catálogo de motor-reductores Falk™ Ultramite® UJ Shaft-Mounted Offset Helical Gear Drive. Milwaukee, USA.
- Jasim, Ahmed; Mohammad, Ahman (2001). Manual de diseño de procesos alimentarios (Handbook of Food Process Design).
- SUMINDU aceros especiales e inoxidables (2010). Especificaciones técnicas de materiales.
- SKF (2012). Catálogo de Acoplamientos SKF Flex.
- CORPIVENSA. (2008). Proyecto de implantación y operación de una “Fábrica de Equipos para el Procesamiento de Alimentos” Memoria Descriptiva. Parroquia Altagracia, Caracas.
- Organización Mundial de la Salud (2009). Código de prácticas para el pescados y los productos pesqueros. Roma.
- Diario Oficial de la Unión Europea (2006). Buenas prácticas de fabricación de materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos.
- Niebel, Freivalds (2005). Ingeniería Industrial, Métodos, Estándares Y Diseño Del Trabajo.
- COVENIN 2272-91 (1991). Principios ergonómicos de la concepción de la concepción de los sistemas de trabajo.
- Habasit (2009). Slat and conveyor chain product guide. Guía de productos de cadenas transportadoras.

## REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

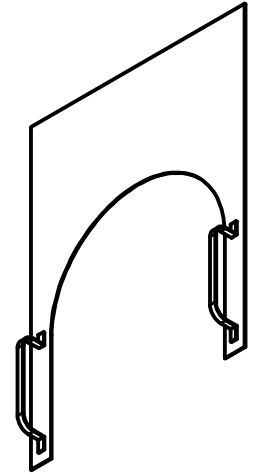
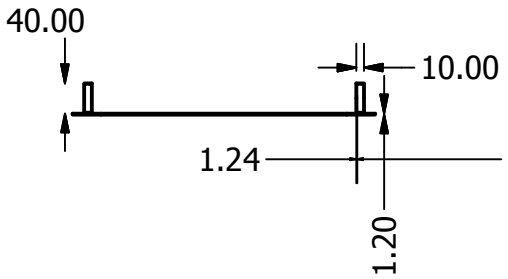
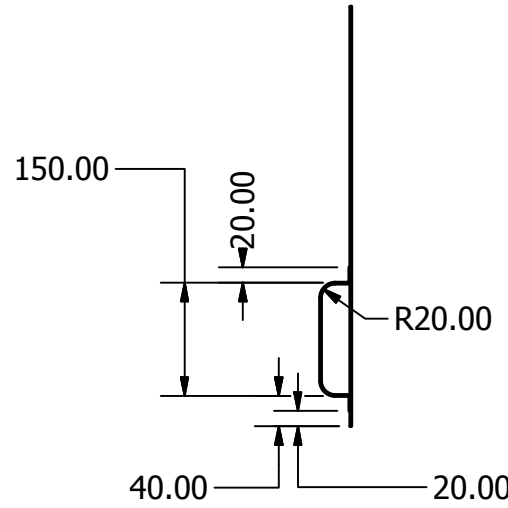
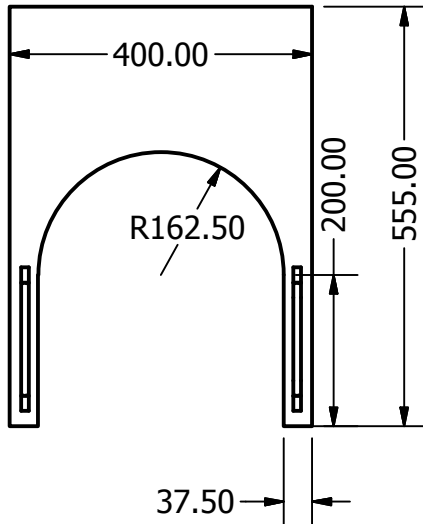
- SKF (2012). Catálogo SKF Food Line Y-bearing units.  
<http://www.skf.com/binary/21-19646/Dummy.pdf>
- INSOPESCA (2008). Producción Pesquera marítima.  
[http://www.insopesca.gob.ve/?page\\_id=571](http://www.insopesca.gob.ve/?page_id=571).
- García, Laura; Olmo, Verónica (2010).  
<http://ben.upc.es/documents/eso/aliments/html/pescado-6.html>.
- Pesca Venezuela (2009). El pargo.  
[http://www.pescavenezuela.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=85&Itemid=109](http://www.pescavenezuela.com/index.php?option=com_content&view=article&id=85&Itemid=109).

*Anexos*

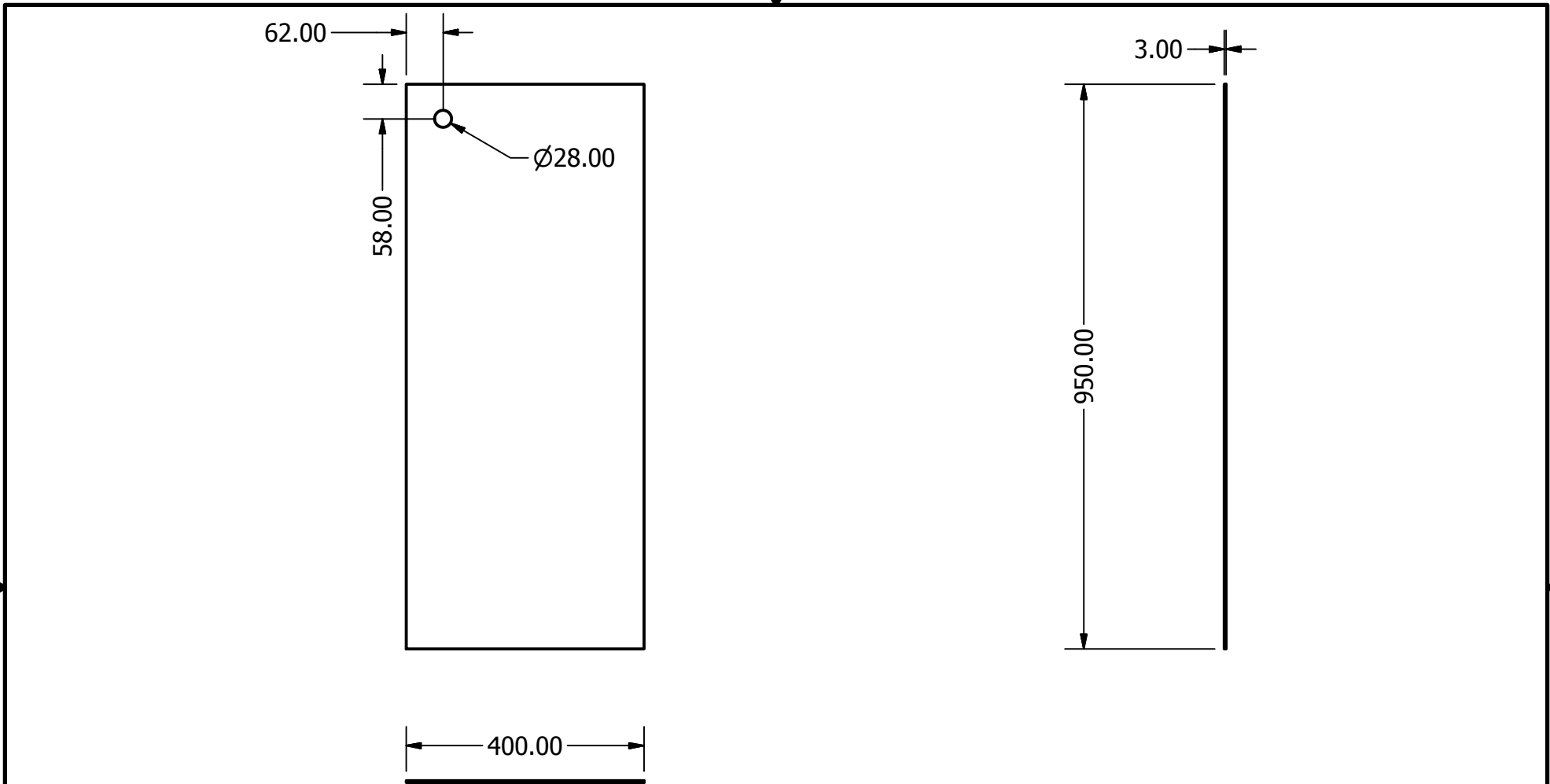




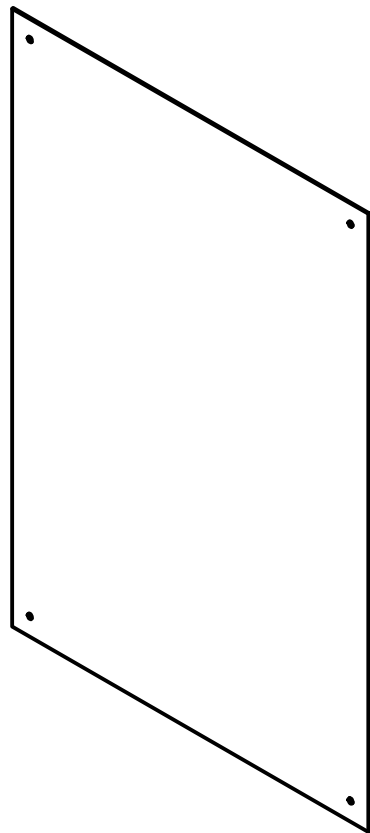
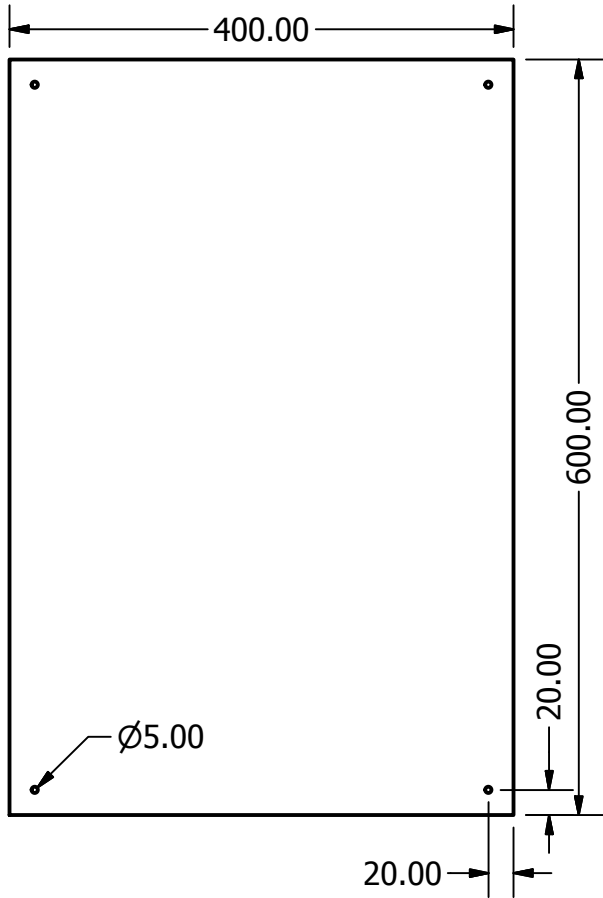
DRAWN	User	07/05/2014		
CHECKED				
QA			TITLE	
MFG				
APPROVED				
			SIZE	DWG NO
			Custom Size (mm)	tapa entrada
			SCALE	REV
			SHEET 1 of 1	



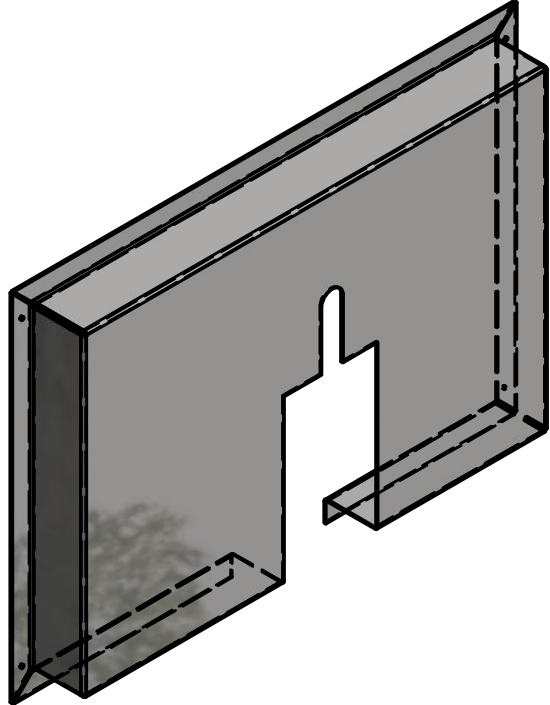
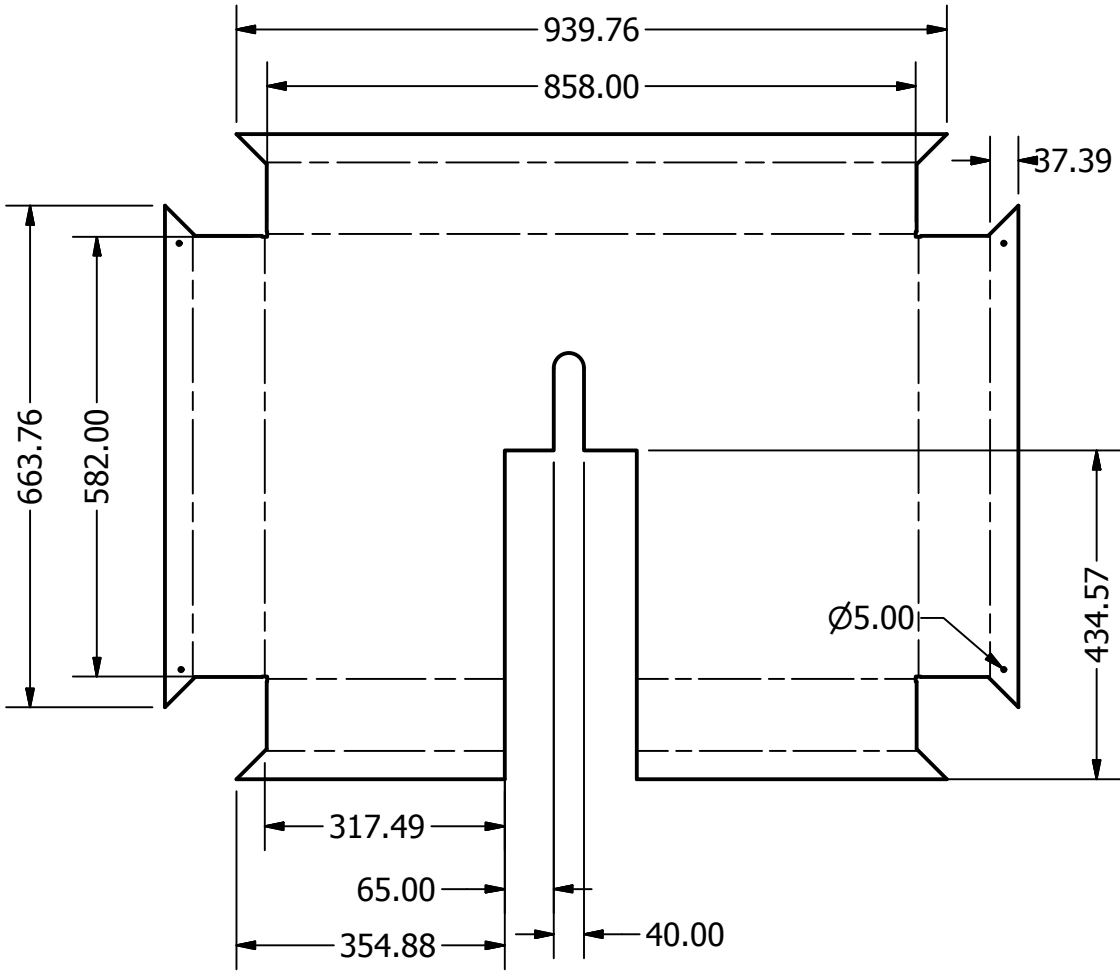
DRAWN	User	07/05/2014		
CHECKED				
QA			TITLE	
MFG			Lámina frontal corte	
APPROVED			SIZE	DWG NO
				REV
			SCALE	SHEET 1 OF 1



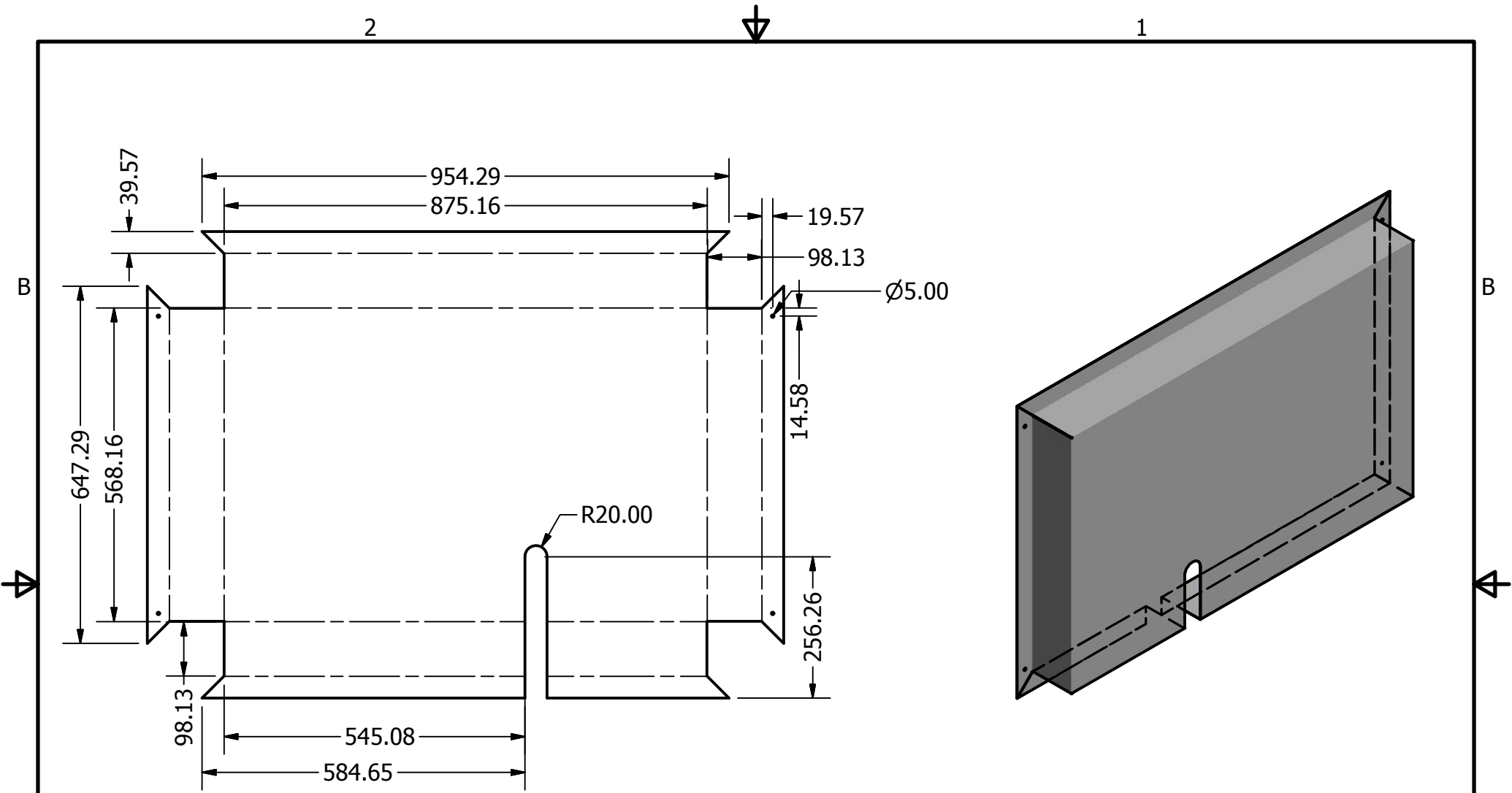
DRAWN	07/05/2014			
User				
CHECKED				
QA		TITLE		
MFG		Lámina Superior Corte		
APPROVED		SIZE	DWG NO	REV
		SCALE	SHEET 1 OF 1	



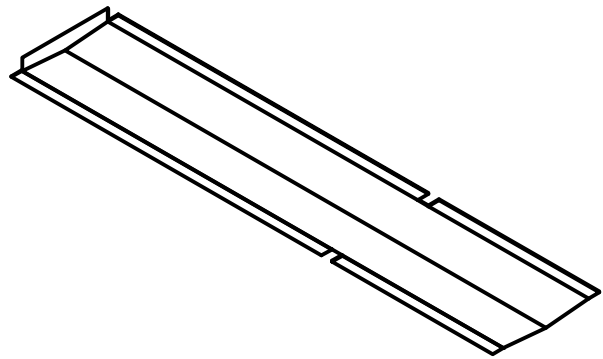
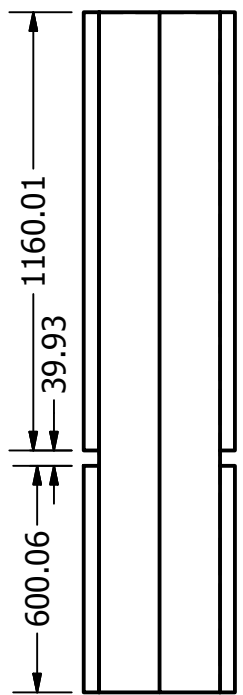
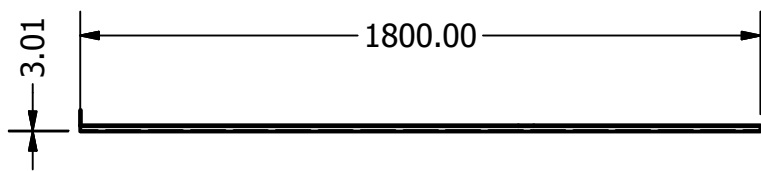
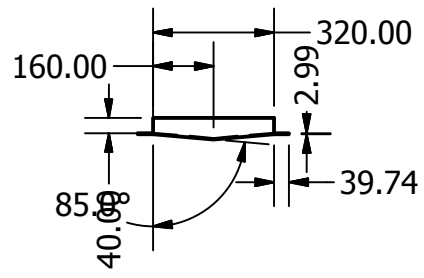
DRAWN	08/05/2014			
User				
CHECKED				
QA		TITLE		
MFG		Lámina Trasera Corte		
APPROVED				
		SIZE	DWG NO	REV
		SCALE	SHEET 1 OF 1	



DRAWN	User	08/05/2014		
CHECKED				
QA			TITLE	
MFG			Lateral derecho corte	
APPROVED			SIZE	DWG NO
				REV
			SCALE	SHEET 1 OF 1



DRAWN	User	08/05/2014		
CHECKED				
QA			TITLE	
MFG			Lateral izquierdo corte	
APPROVED			SIZE	DWG NO
				REV
			SCALE	SHEET 1 OF 1



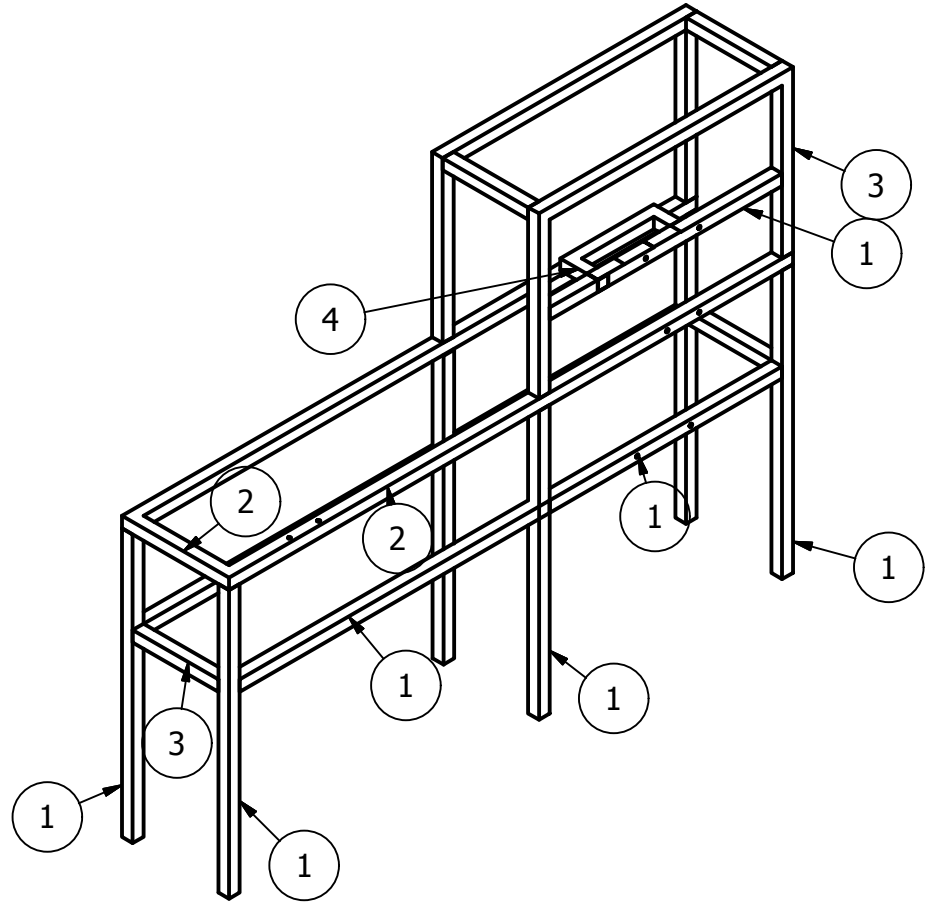
DRAWN	User	07/05/2014			
CHECKED					
QA			TITLE		
MFG			Lámina inferior		
APPROVED			SIZE	DWG NO	REV
			SCALE	SHEET 1 OF 1	

2



1

PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	6	apoyo	
2	1	base entrada	
3	4	barra horizontal 2	
4	2	barra horizontal	
5	2	barra horizontal 1	
6	2	marco discos	
7	1	barra horizontal base motor	
8	8	porta rodamiento cinta sujeción	
10	1	base motorreductor (01)	
11	1	base motorreductor (02)	
12	1	base rodamiento discos	



B

B

A

A

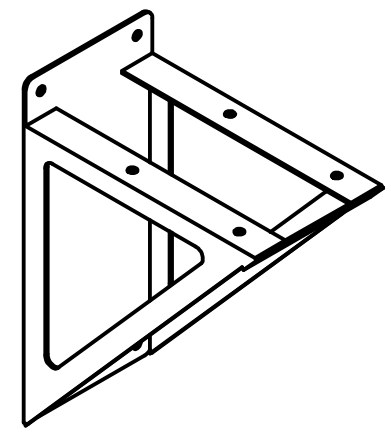
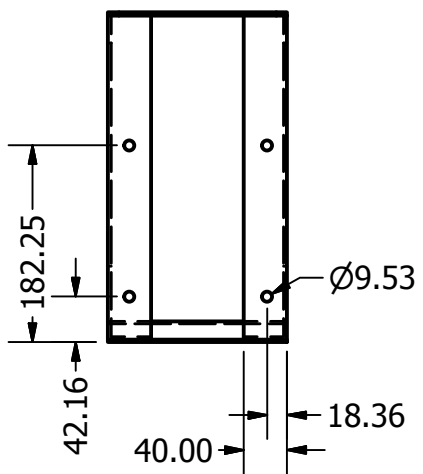
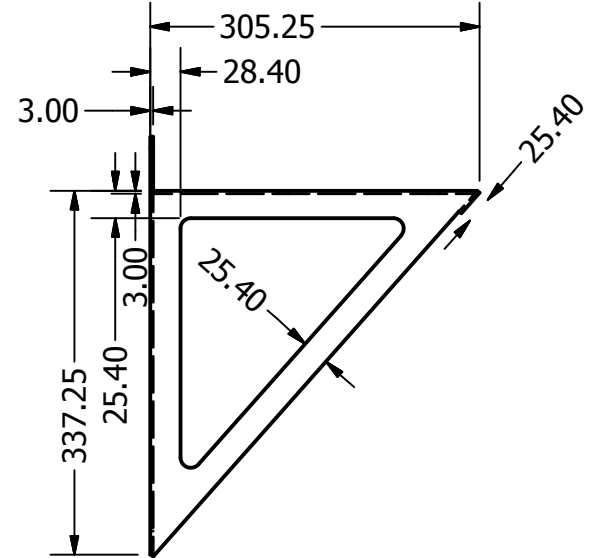
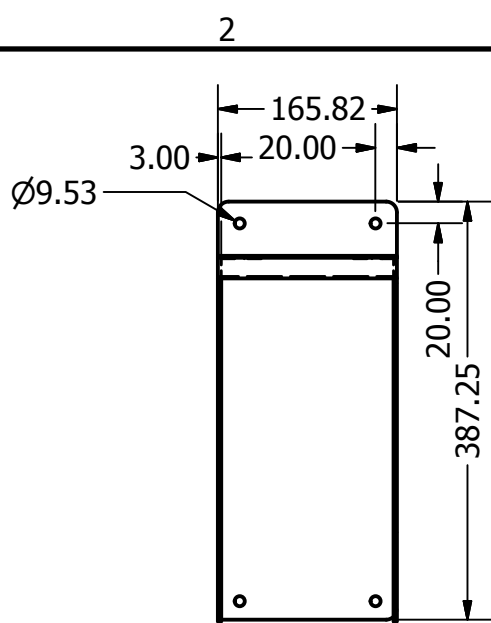
DRAWN User	08/05/2014			
CHECKED				
QA		TITLE		
MFG		Estructura Soldada		
APPROVED		SIZE	DWG NO	REV
		SCALE	SHEET 1 OF 1	

2

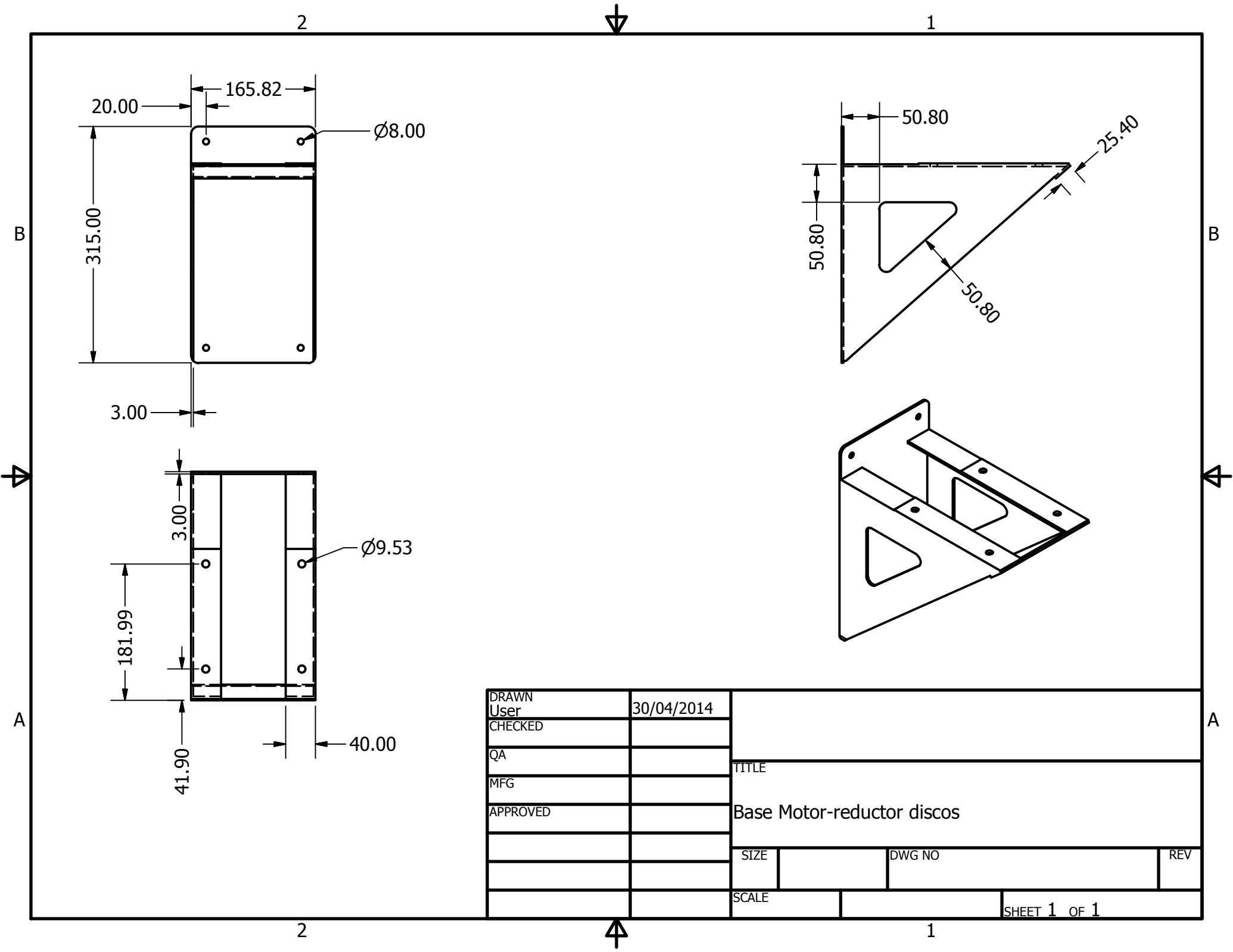


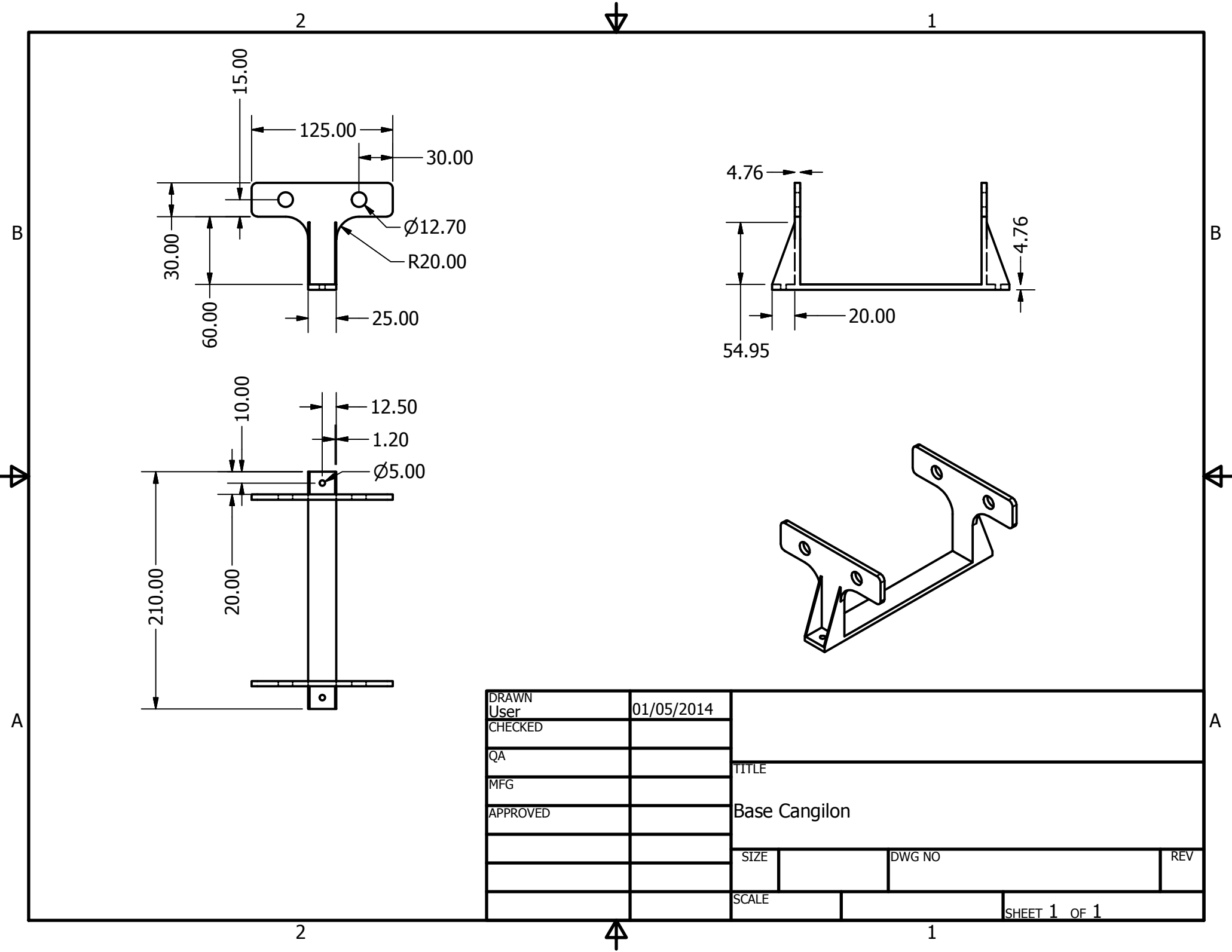
1



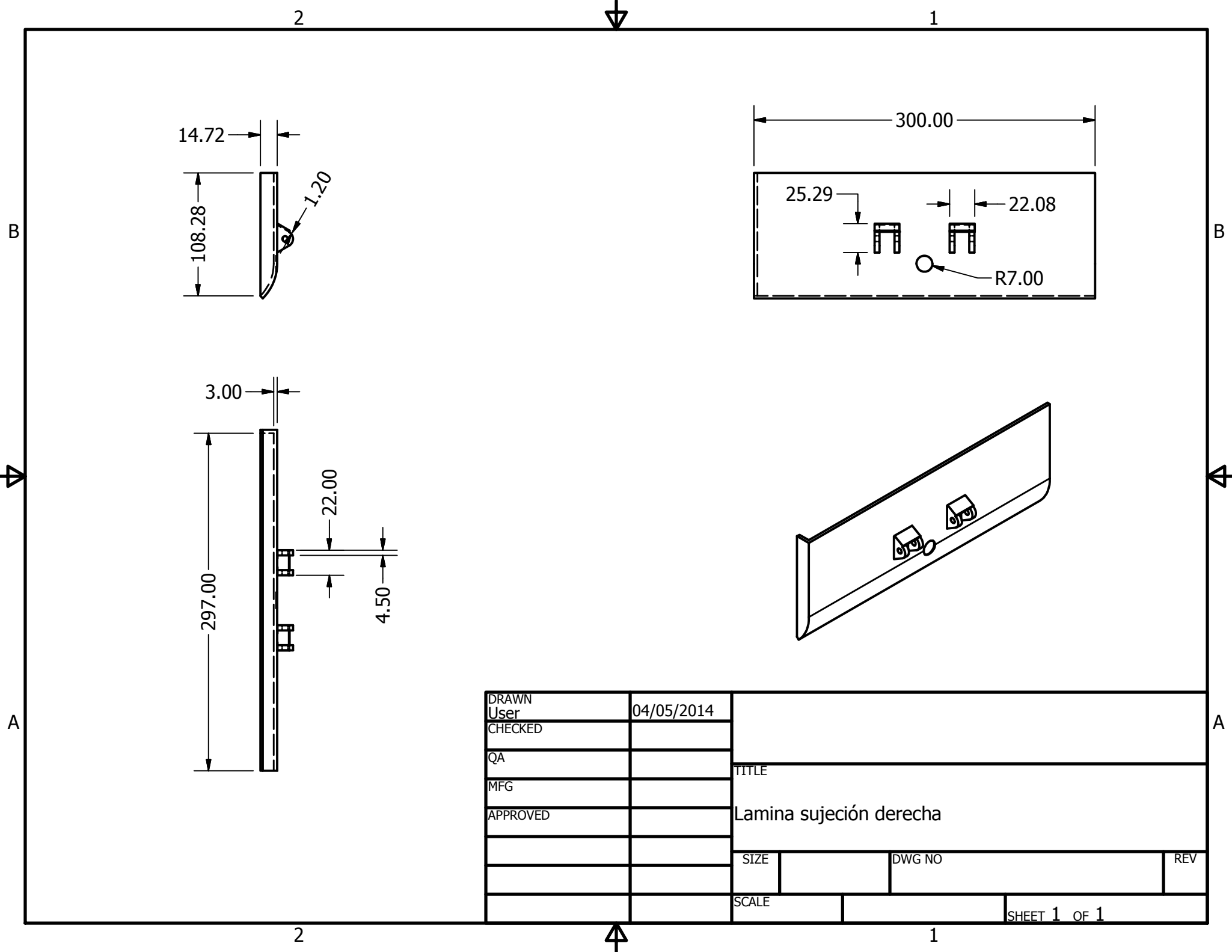


DRAWN	User	29/04/2014		
CHECKED				
QA			TITLE	
MFG			Base motor-reductor Sujeción	
APPROVED			SIZE	DWG NO
				REV
			SCALE	SHEET 1 OF 1

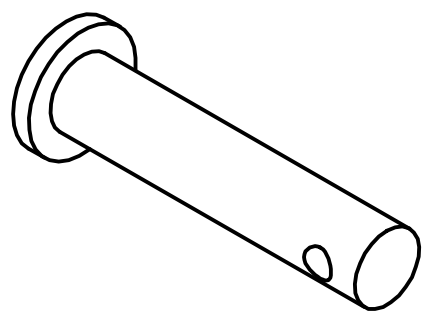
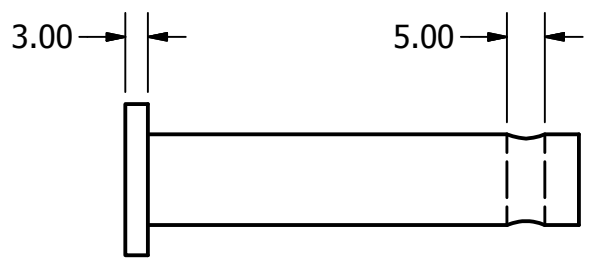
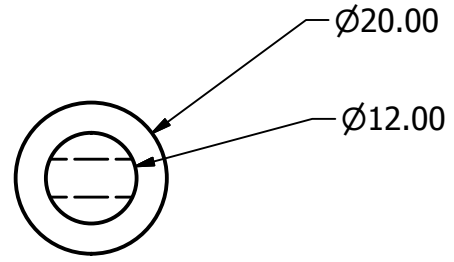
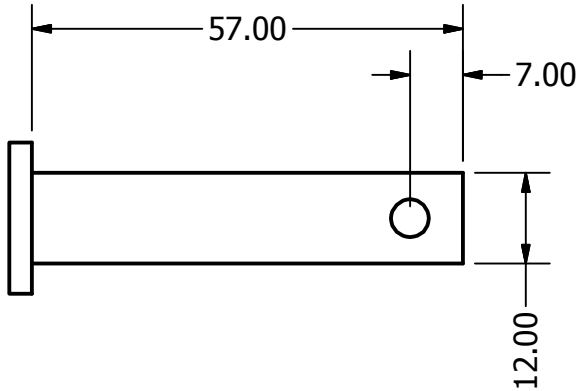




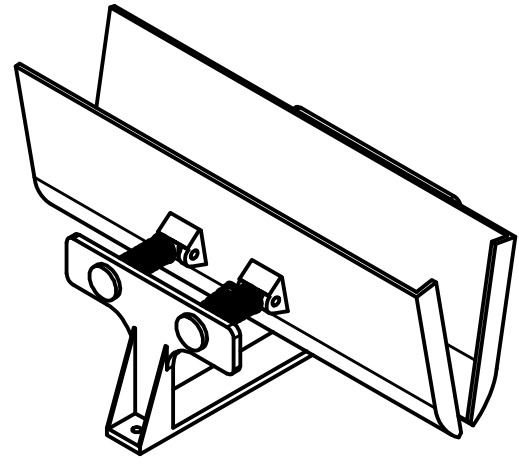
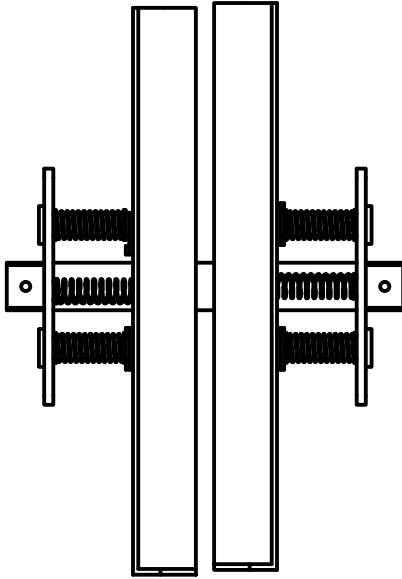
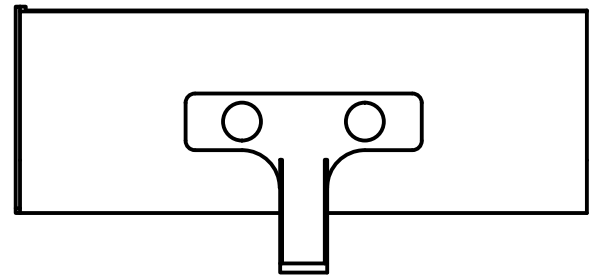
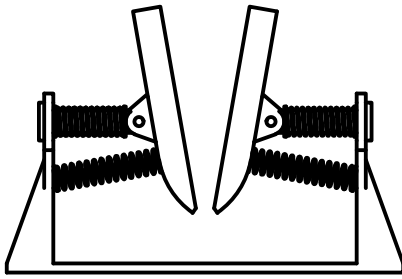
DRAWN	User	01/05/2014		
CHECKED				
QA			TITLE	
MFG			Base Cangilon	
APPROVED			SIZE	DWG NO
				REV
			SCALE	SHEET 1 OF 1



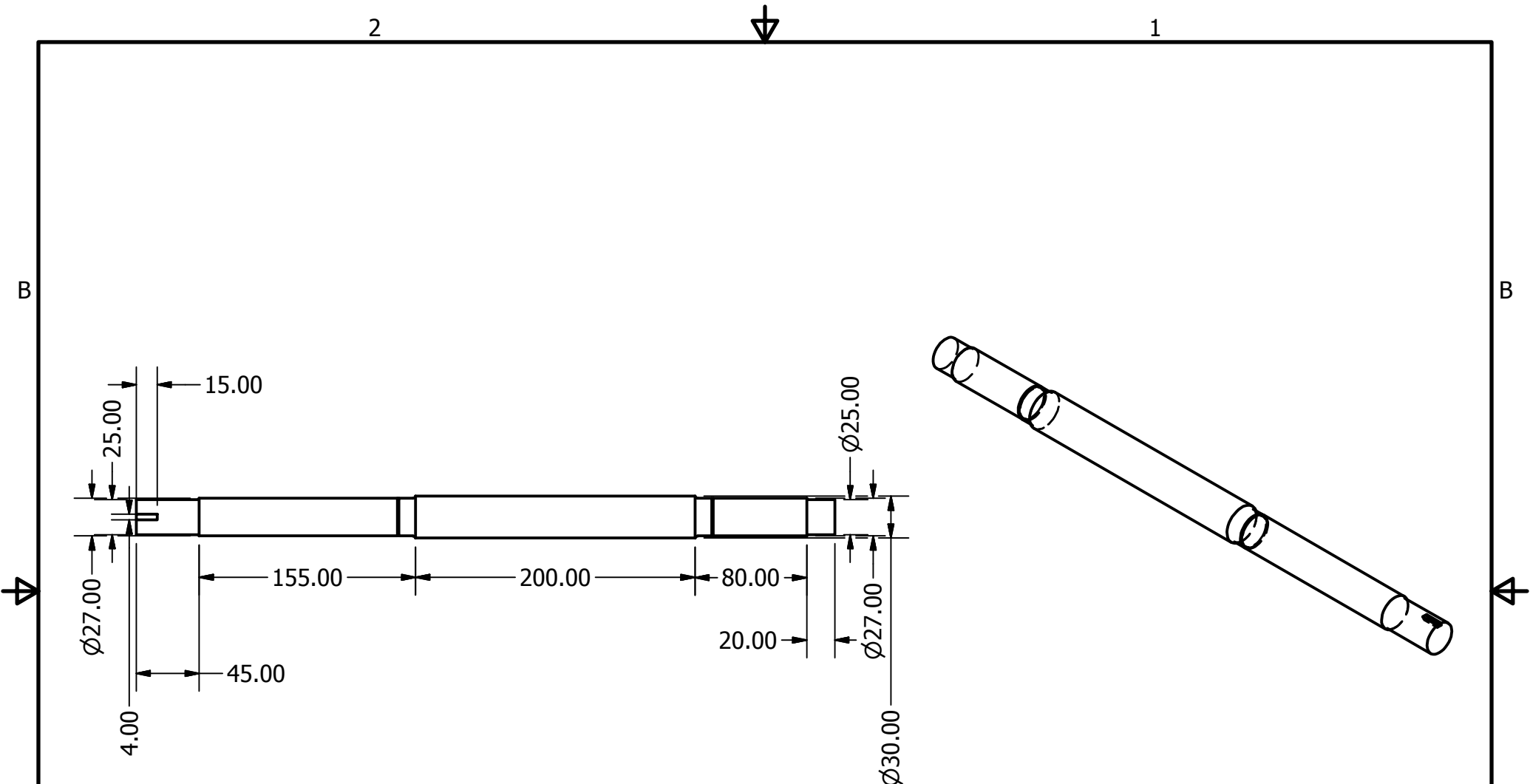
DRAWN	User	04/05/2014		
CHECKED				
QA			TITLE	
MFG			Lamina sujeción derecha	
APPROVED			SIZE	DWG NO
				REV
			SCALE	SHEET 1 OF 1



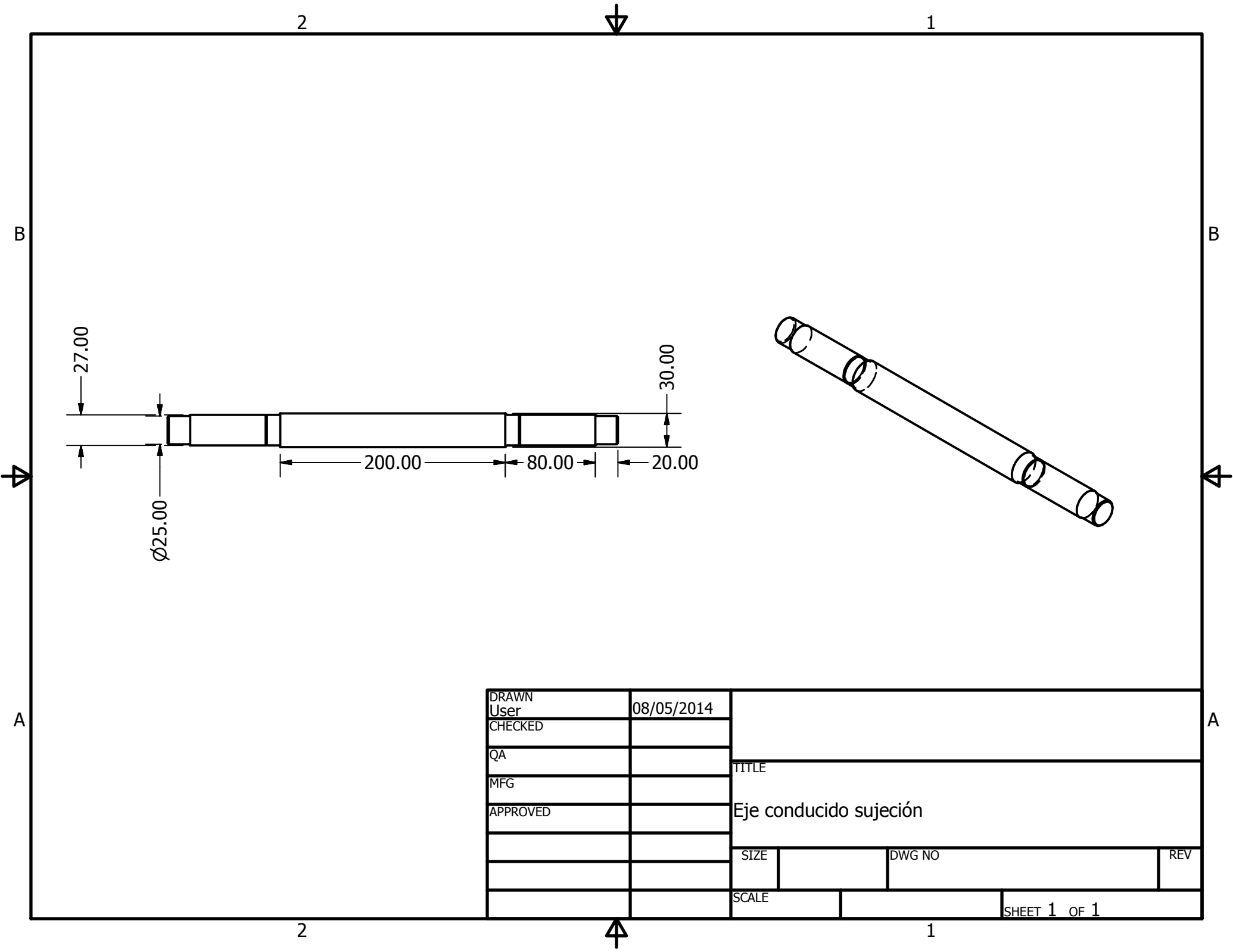
DRAWN	User	04/05/2014		
CHECKED				
QA			TITLE	
MFG			Barra Pivote	
APPROVED			SIZE	DWG NO
				REV
			SCALE	SHEET 1 OF 1



DRAWN	User	30/04/2014		
CHECKED				
QA			TITLE	
MFG			Sub- Conjunto Cangilón	
APPROVED			SIZE	DWG NO
			A	
			SCALE	REV
			SHEET 1 OF 1	

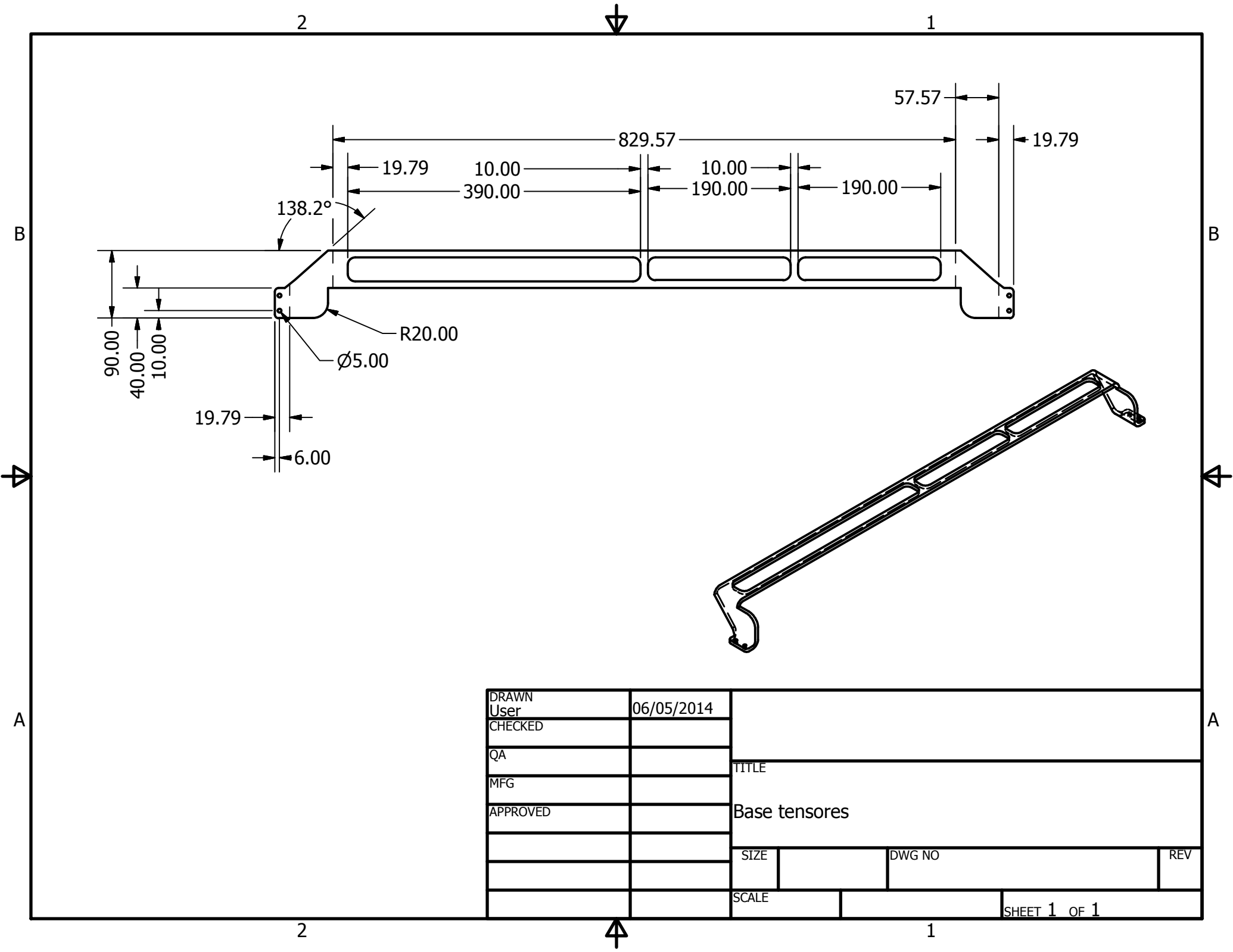


DRAWN	08/05/2014			
CHECKED				
QA		TITLE		
MFG		Eje motriz sujeción		
APPROVED		SIZE	DWG NO	REV
		SCALE	SHEET 1 OF 1	



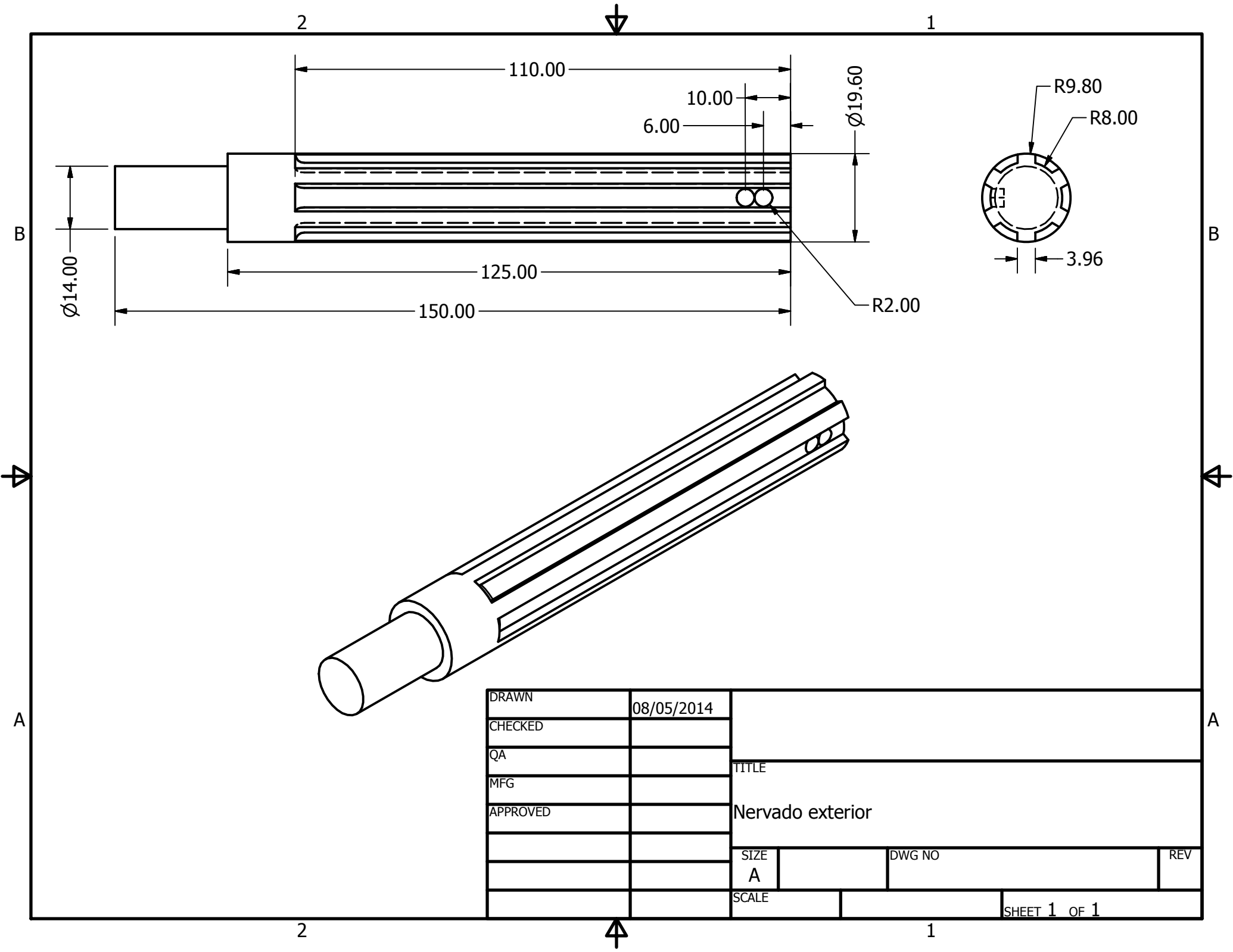
DRAWN	User	08/05/2014		
CHECKED				
QA			TITLE	
MFG			Eje conducido sujeción	
APPROVED			SIZE	DWG NO
				REV
			SCALE	SHEET 1 OF 1





DRAWN	User	06/05/2014			
CHECKED					
QA			TITLE		
MFG			Base tensores		
APPROVED			SIZE	DWG NO	REV
			SCALE	SHEET 1 OF 1	





2

1

110.00

10.00

6.00

Ø19.60

R9.80

R8.00

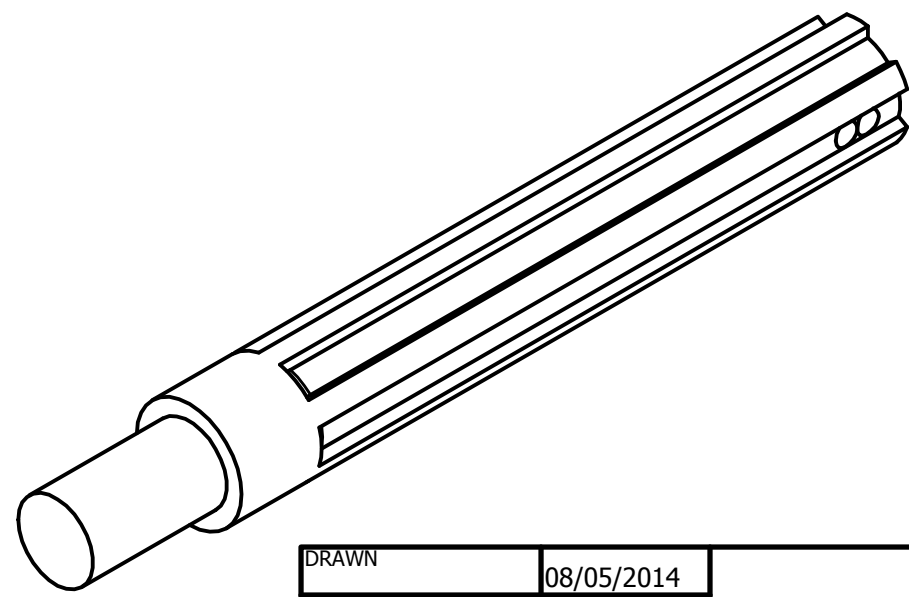
3.96

R2.00

Ø14.00

125.00

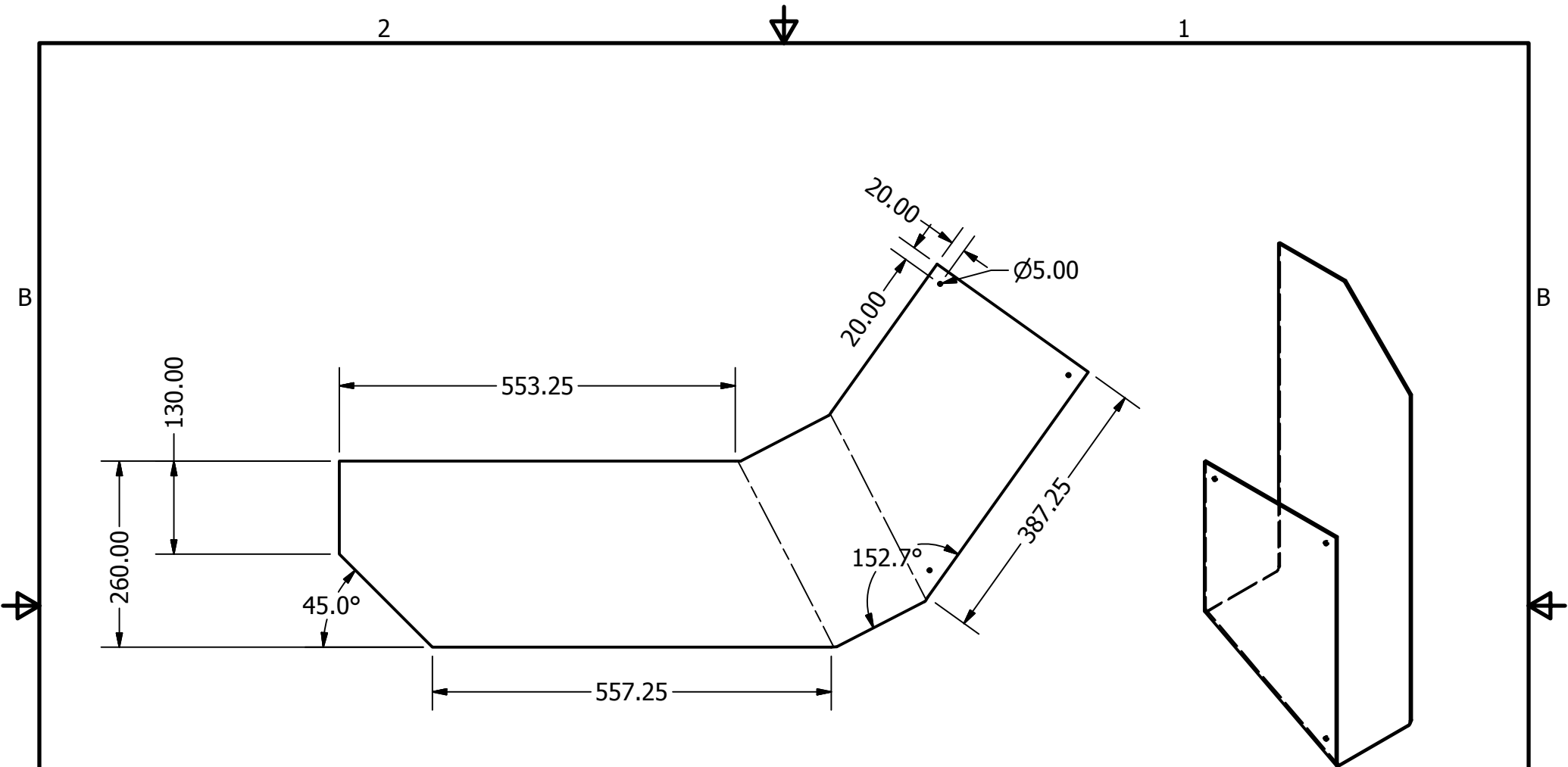
150.00



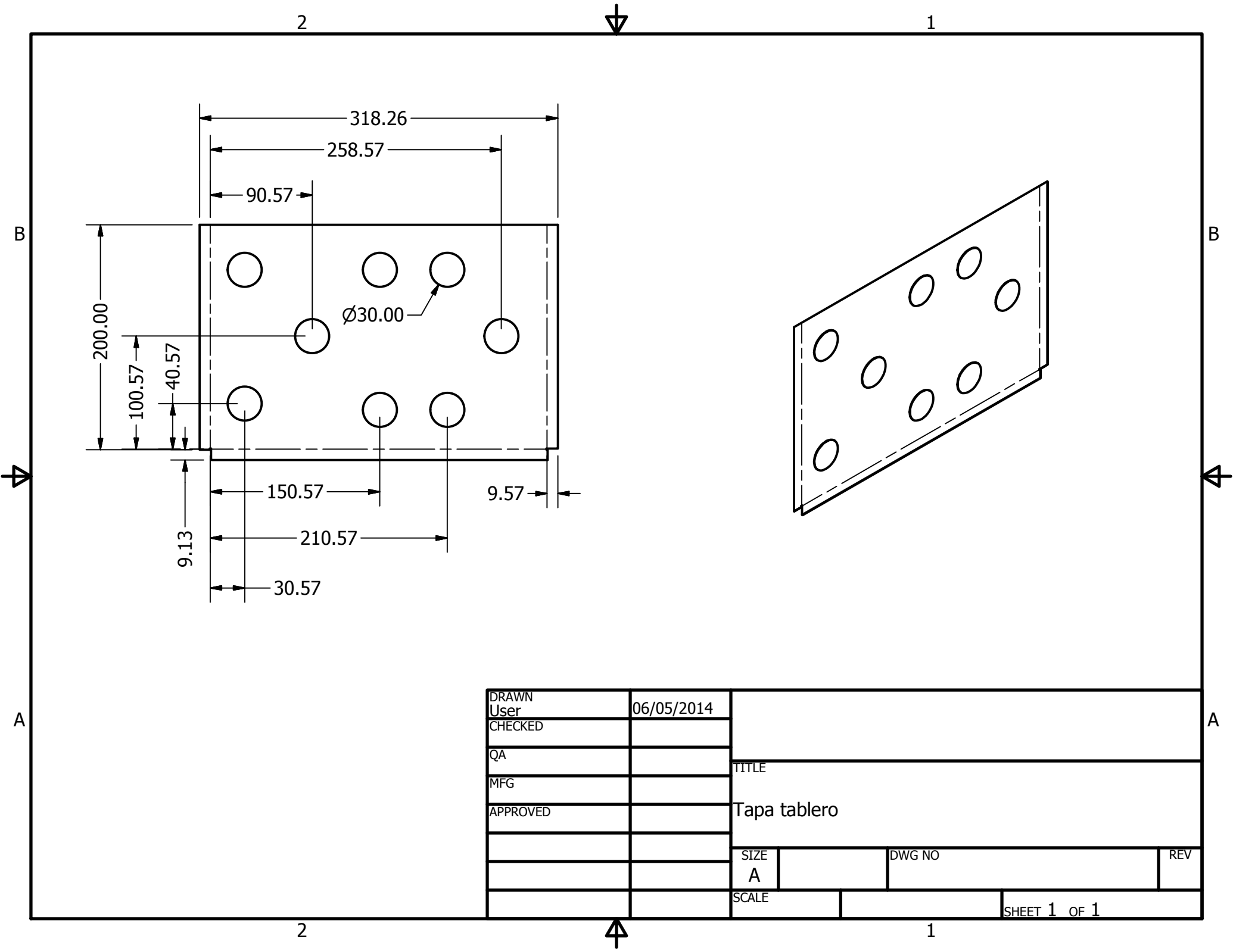
DRAWN	08/05/2014			
CHECKED				
QA		TITLE		
MFG		Nervado exterior		
APPROVED		SIZE	DWG NO	REV
		A		
		SCALE	SHEET 1 OF 1	

2

1



DRAWN	User	06/05/2014		
CHECKED				
QA			TITLE	
MFG			Lámina separación	
APPROVED			SIZE	DWG NO
			A	
			SCALE	REV
			SHEET 1 OF 1	

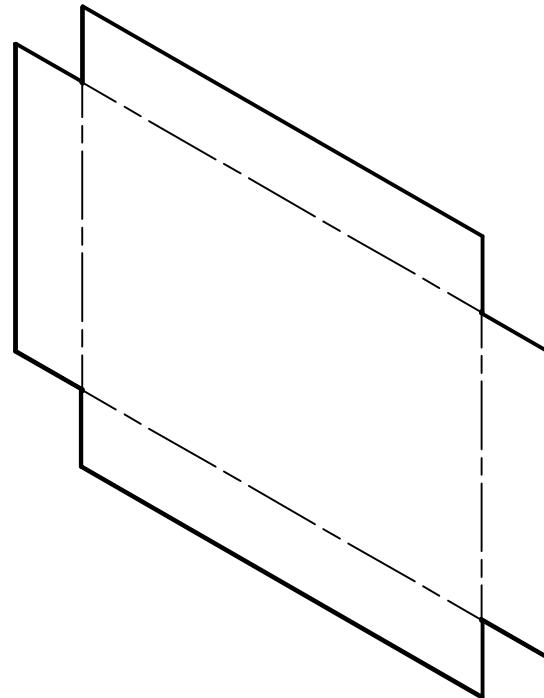
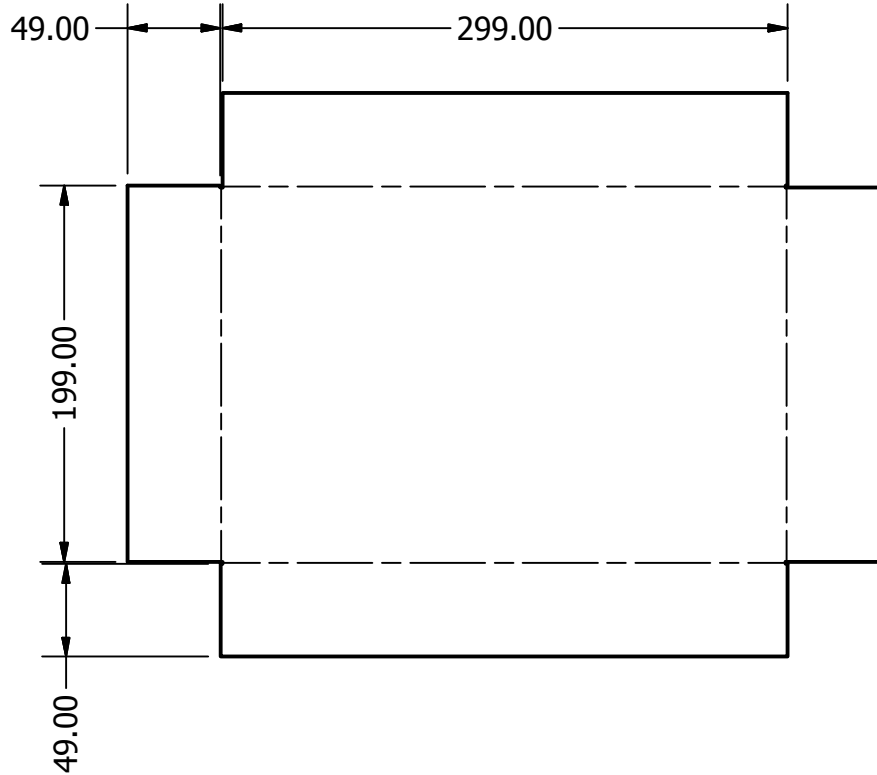


2

1

B

B



A

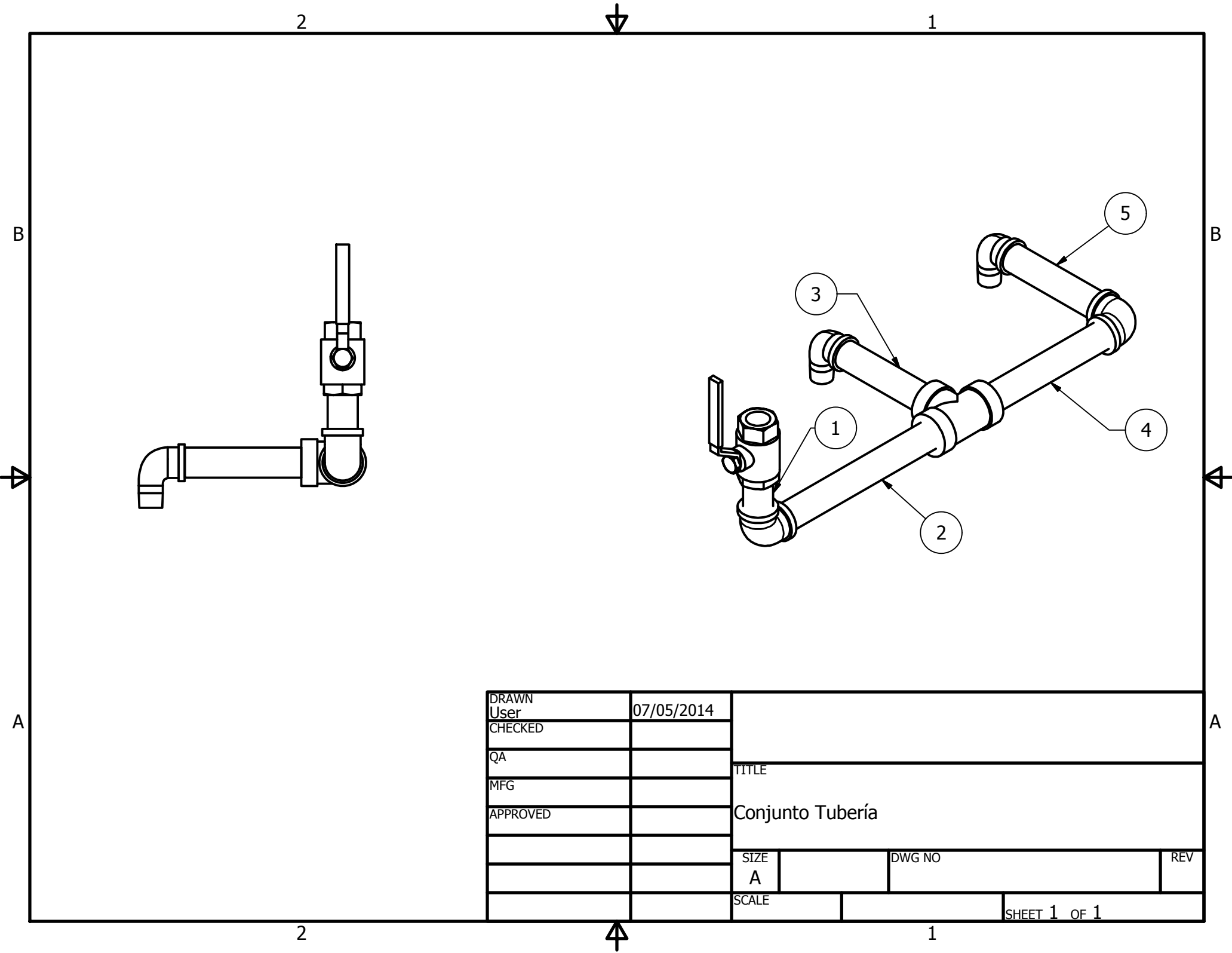
A

DRAWN	06/05/2014			
CHECKED				
QA		TITLE		
MFG		Cuerpo Tablero		
APPROVED		SIZE	DWG NO	REV
		A		
		SCALE	1	SHEET 1 OF 1

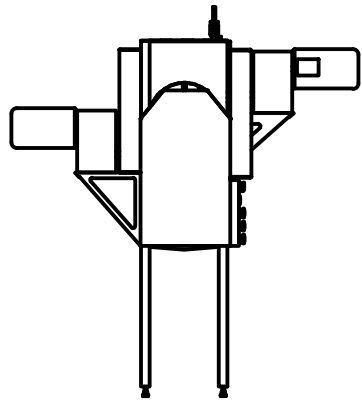
2

1

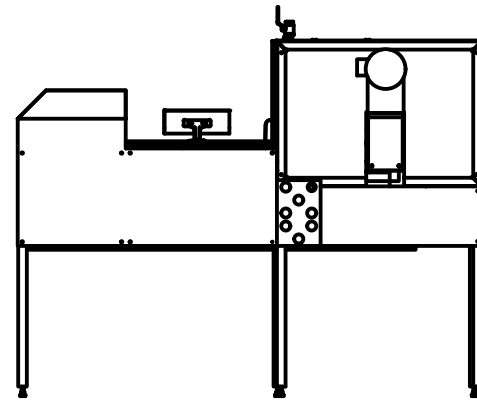




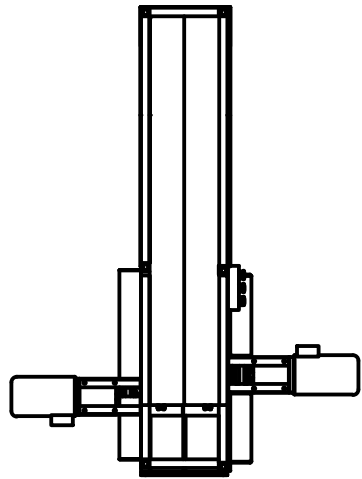
DRAWN	User	07/05/2014		
CHECKED				
QA			TITLE	
MFG			Conjunto Tubería	
APPROVED			SIZE	DWG NO
			A	
			SCALE	REV
				SHEET 1 OF 1



2

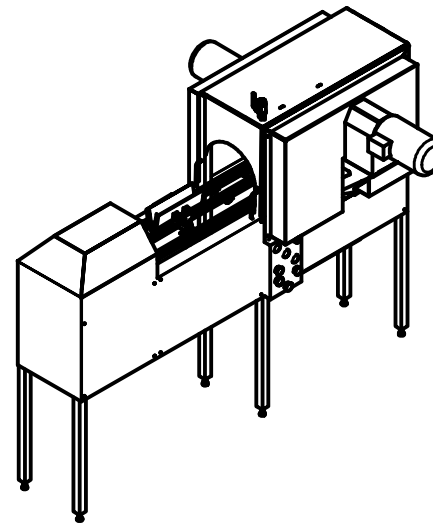


1



B

B



A

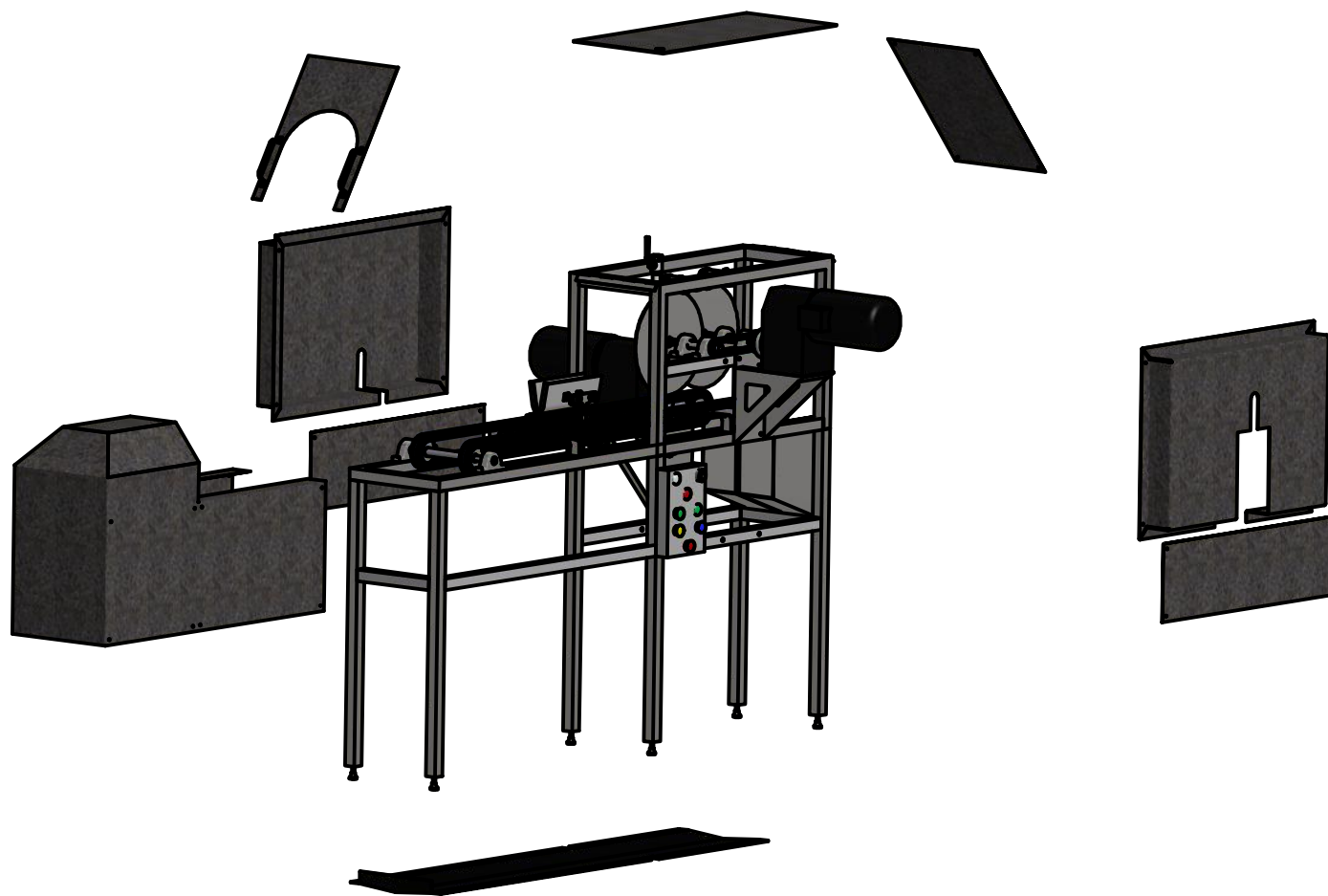
A

DRAWN	User	22/05/2014		
CHECKED				
QA			TITLE	
MFG			Equipo Fileteador de Pescado	
APPROVED			SIZE	DWG NO
			A	
			SCALE	REV
				SHEET 1 OF 1

2

1





DRAWN User	01/06/2014	Universidad Central de Venezuela		
CHECKED		TITLE		
QA		Equipo Fileteador de Pescado		
MFG		SIZE	DWG NO	REV
APPROVED		A		
		SCALE	SHEET 1 OF 1	
			1	