

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MATRICES E IMPLEMENTACIÓN DE PINTURA ELECTROSTÁTICA PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ARNESES METÁLICOS PARA MOCHILAS MILITARES, PARA LA F.M.S.B SANTA BARBARA S.A.

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

José Andrés Chávez Padilla

Francisco Javier Montero Moya

DIRECTOR: Ing. Pablo Figueroa

CODIRECTOR: Ing. Carlos Suntaxi

Sangolquí, 2009 – 11 - 19

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MATRICES E IMPLEMENTACIÓN DE PINTURA ELECTROSTÁTICA PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ARNESES METÁLICOS PARA MOCHILAS MILITARES, PARA LA F.M.S.B SANTA BARBARA S.A.” fue realizado en su totalidad por José Andrés Chávez Padilla y Francisco Javier Montero Moya, como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniero Mecánico

Ing. Pablo Figueroa

DIRECTOR

Ing. Carlos Suntaxi

CODIRECTOR

Sangolqui, 2009 – 11– 19

LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MATRICES E IMPLEMENTACIÓN DE PINTURA ELECTROSTÁTICA PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ARNESES METÁLICOS PARA MOCHILAS MILITARES, PARA LA F.M.S.B SANTA BARBARA S.A.”

ELABORADO POR:

José Andrés Chávez Padilla

Francisco Javier Montero Moya

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Ing. Emilio Tumipamba

DIRECTOR

Sangolquí, 2009 – 11– 19

DEDICATORIA

“La vida nos presenta retos a cada instante, y lo prioritario es luchar hasta poder lograr un excelente resultado de ellos”

Dedico mi esfuerzo y sacrificio a DIOS, ya que él es el ser supremo que nos da el privilegio de la existencia e inteligencia en este mundo

A mis padres, que con su ejemplo, dedicación y esfuerzo, han inculcado en mi valores de disciplina y responsabilidad. En toda mi vida nunca terminaría de agradecerles su valioso y único amor

A mi familia, con su apoyo y motivación me han dado ese respaldo incondicional para seguir adelante durante todo aspecto de mi vida

A mis profesores universitarios, han sembrado en mí las bases del conocimiento y han formado mi criterio profesional, lo cual me ayudará a desempeñarme en el ejercicio de mi carrera

A mis compañeros de aula, que conjuntamente hemos desarrollado nuestra vida politécnica y me han demostrado ante todo el significado de la amistad

A todas las demás personas que directa e indirectamente me ayudaron a la realización de esta tesis

Por último dedico a todas las personas que tienen un sueño en su vida y les digo: nunca se dejen rendir por las adversidades ustedes son unos triunfadores

José A. Chávez P.

“El hombre es mortal por sus temores, e inmortal por sus deseos” *Pitágoras*

Es imposible contener el torrente de emociones que conmueve mi corazón al escribir estas líneas, siempre tenemos la tentación de volver nuestra mirada hacia el pasado, y aunque la memoria es frágil, en este momento quisiera recordar y estrechar en un gran abrazo, a todas las personas que estuvieron conmigo e hicieron este sueño realidad.

A Jehová el Ente supremo que sin su gracia no vería la luz de un nuevo día, a mi madre por darme la vida y por ser la base en la que se asentaron mis anhelos; a mi padre por ser mi guía y el libro en que siempre podré encontrar una respuesta; a la esposa de mi padre por ser mi confidente y apoyo.

A mi familia, a todos y cada uno, porque significaron una sonrisa de aliento y una palabra en el momento exacto; a mis maestros por ser facilitadores del conocimiento; a mis compañeros con los cuales hicimos camino al andar.

A mis amigos de verdad con los que compartimos penas y glorias, aciertos y caídas, felicidad y decepción; aquellos que sin nombrarlos, estarán en mi mente y corazón en todo momento, en fin *gracias a la vida, que me ha dado tanto.*

Francisco J. Montero M.

AGRADECIMIENTOS

Extendemos el más sincero agradecimiento a F.M.S.B SANTA BARBARA S.A. y por ende a las autoridades, personal administrativo, personal técnico y personal militar por confiarnos la realización de este proyecto y apoyarnos en lo que estuvo a su alcance para la consecución del mismo.

Al Ing. Pablo Figueroa y al Ing. Carlos Suntaxi, director y codirector del proyecto respectivamente, por su paciencia, dedicación y colaboración en la elaboración de esta tesis.

A nuestros compañeros que en los momentos necesarios, contribuyeron con ideas valiosas.

A la Escuela Politécnica del Ejército, en sus maestros, laboratoristas, funcionarios públicos, y autoridades que hicieron de nuestra preparación universitaria una experiencia fructífera.

A la Carrera de Ingeniería Mecánica por acogernos en sus aulas y formarnos profesionalmente con un espíritu de superación y entrega.

Y a todas las personas que de una u otra forma nos encaminaron en la ejecución de este proyecto de tesis.

José A. Chávez P.

Francisco J. Montero M.

INDICE DE CONTENIDOS

| | Pág. |
|--|--|
| CAPITULO 1: GENERALIDADES | |
| 1.1 | Introducción.....1 |
| 1.2 | Antecedentes.....2 |
| 1.3 | Definición el problema.....2 |
| 1.4 | Objetivos.....3 |
| 1.4.1 | General.....3 |
| 1.4.2 | Específicos.....3 |
| 1.5 | Alcance y justificación.....3 |
| CAPITULO 2: MARCO DE REFERENCIA | |
| 2.1 | Marco Teórico.....7 |
| 2.1.1 | Estado de la tecnología de la matricería en el Ecuador.....7 |
| 2.1.2 | Matricería de corte.....9 |
| 2.1.2.1 | Introducción.....9 |
| 2.1.2.2 | Prensa.....9 |
| 2.1.2.2.1 | Velocidad de las prensas.....10 |
| 2.1.2.2.2 | Prensas hidráulicas.....10 |
| 2.1.2.2.3 | Partes de la prensa hidráulica.....11 |
| 2.1.2.3 | Armazón o conjunto de bastidor del troquel.....12 |
| 2.1.2.4 | Planos de las piezas.....13 |
| 2.1.2.5 | La tira de recorte.....14 |

| | | |
|------------|--|----|
| 2.1.2.5.1 | Cizallamiento..... | 14 |
| 2.1.2.5.2 | Deformación..... | 15 |
| 2.1.2.5.3 | Los bordes..... | 17 |
| 2.1.2.5.4 | Teoría del cizallamiento..... | 18 |
| 2.1.2.5.5 | Juego insuficiente..... | 22 |
| 2.1.2.5.6 | Juego excesivo..... | 23 |
| 2.1.2.5.7 | Perfil del borde..... | 25 |
| 2.1.2.5.8 | Fuerza de corte..... | 26 |
| 2.1.2.5.9 | Fuerza de extracción..... | 27 |
| 2.1.2.5.10 | Tolerancia de corte..... | 27 |
| 2.1.2.5.11 | Resistencia a la cizalladura..... | 28 |
| 2.1.2.5.12 | Área a cortar..... | 29 |
| 2.1.2.5.13 | Área a cortar en el recortado de pieza..... | 29 |
| 2.1.2.5.14 | Separaciones de la tira de recorte..... | 31 |
| 2.1.2.6 | Dibujo de la matriz..... | 32 |
| 2.1.2.7 | Conjunto matriz..... | 34 |
| 2.1.2.8 | Despiece de la matriz..... | 34 |
| 2.1.2.8.1 | Tira de material..... | 35 |
| 2.1.2.8.2 | Placa matriz..... | 36 |
| 2.1.2.8.3 | Punzón recortador..... | 37 |
| 2.1.2.8.4 | Punzones perforadores..... | 38 |

| | | |
|------------|---|----|
| 2.1.2.8.5 | Portapunzones o placa portapunzones..... | 39 |
| 2.1.2.8.6 | Pilotos o centradores..... | 39 |
| 2.1.2.8.7 | Regla o guía posterior..... | 40 |
| 2.1.2.8.8 | Tope manual..... | 40 |
| 2.1.2.8.9 | Tope automático..... | 41 |
| 2.1.2.8.10 | Placa expulsora..... | 41 |
| 2.1.2.8.11 | Elementos de unión..... | 42 |
| 2.1.2.8.12 | Armazón..... | 42 |
| 2.1.2.9 | Tipos de matrices de corte..... | 43 |
| 2.1.2.9.1 | Matriz para corte de piezas-botador fijo de acción directa..... | 43 |
| 2.1.2.9.2 | Matriz para corte de piezas con botador móvil accionado con resortes..... | 44 |
| 2.1.2.9.3 | Matriz compuesta simple..... | 44 |
| 2.1.2.9.4 | Matriz compuesta de corte de piezas invertida con botador móvil y eyección de acción directa..... | 45 |
| 2.1.2.9.5 | Matriz compuesta invertida con botador móvil y pisón botador en la sufridera..... | 45 |
| 2.1.2.10 | Dirección de los esfuerzos en el corte de piezas..... | 46 |
| 2.1.2.11 | Etapas en el corte con matrices..... | 46 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 2.1.3 | Matricería de doblado..... | 47 |
| 2.1.3.1 | Generalidades..... | 47 |
| 2.1.3.2 | Desarrollo del doblado..... | 48 |
| 2.1.3.3 | Fórmulas para dobladuras..... | 48 |
| 2.1.4 | Matrices de ensamblaje..... | 49 |
| 2.1.5 | Pintura electrostática..... | 50 |
| 2.1.5.1 | Generalidades..... | 50 |
| 2.1.5.2 | Tipos de equipos electrostáticos..... | 51 |
| 2.1.5.3 | Principales aplicaciones..... | 52 |
| 2.1.5.4 | Características de un pintado electrostático..... | 54 |
| 2.2 | Marco conceptual..... | 56 |
| 2.2.1 | Esfuerzo y resistencia..... | 56 |
| 2.2.1.1 | Esfuerzo..... | 56 |
| 2.2.1.1.1 | Definición..... | 56 |
| 2.2.1.1.2 | Esfuerzos en placas y láminas..... | 57 |
| 2.2.1.2 | Resistencia..... | 59 |
| 2.2.1.2.1 | Definición..... | 59 |
| 2.2.1.2.2 | Enfoque de la resistencia de materiales..... | 59 |
| 2.2.1.2.3 | Relación entre esfuerzos y tensiones..... | 61 |
| 2.2.1.2.4 | Relación entre esfuerzos y desplazamientos..... | 62 |
| 2.2.2 | Corte en frío de chapa metálica..... | 62 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 2.2.2.1 | Introducción | 62 |
| 2.2.2.2 | Operaciones de corte de láminas metálicas..... | 64 |
| 2.2.3 | Doblado en frío de chapa metálica..... | 68 |
| 2.2.3.1 | Introducción..... | 68 |
| 2.2.3.2 | Doblado de material tubular..... | 68 |
| 2.2.3.3 | Flujo de material..... | 70 |
| 2.2.3.3.1 | Factores que afectan el flujo del metal...71 | |
| 2.2.3.4 | Tensiones en el doblado..... | 71 |
| 2.2.3.4.1 | Estado de tensiones en el doblado..... | 71 |
| 2.2.3.5 | Deformaciones en el doblado..... | 72 |
| 2.2.3.5.1 | Estado de deformaciones..... | 72 |
| 2.2.3.6 | Métodos de doblado..... | 73 |
| 2.2.3.6.1 | Doblado en forma de v..... | 73 |
| 2.2.3.6.2 | Doblado en forma de l..... | 74 |
| 2.2.3.6.3 | Doblado en forma de u..... | 75 |
| 2.3 | Marco Contextual..... | 76 |
| 2.3.1 | Infraestructura de producción de la FMSB Santa Bárbara S.A..... | 76 |
| 2.3.1.1 | Introducción..... | 76 |
| 2.3.1.2 | Infraestructura..... | 76 |
| 2.3.2 | Procesos industriales..... | 77 |
| 2.3.2.1 | Matricería..... | 77 |
| 2.3.2.2 | Fabricación y mantenimiento de armas..... | 77 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.3.2.3 | Producción de munición..... | 78 |
| 2.3.2.4 | Construcción de estructuras metálicas..... | 78 |
| 2.3.3 | Producción..... | 78 |
| 2.3.3.1 | Máquinas herramientas..... | 78 |
| 2.3.3.2 | Prensas..... | 78 |
| 2.3.3.3 | Armas y municiones..... | 79 |
| 2.3.3.4 | Estructuras metálicas..... | 79 |

CAPITULO 3: LEVANTAMIENTO TECNICO

| | | |
|---------|---|----|
| 3.1 | Estado operativo de los equipos..... | 81 |
| 3.1.1 | Área de prensas..... | 81 |
| 3.1.1.1 | Prensa Hidráulica Voguel & CO..... | 81 |
| 3.1.1.2 | Prensa Hidráulica Himapel Ltda. Sao Leopoldo R.G.S..... | 81 |
| 3.1.1.3 | Prensa Hidráulica Fritz Müller, Pressenfabrik Esslingen..... | 81 |
| 3.1.1.4 | Prensa Hidráulica Heilbronn 35 Ton..... | 81 |
| 3.1.1.5 | Prensa Hidráulica Heilbronn 15 Ton..... | 81 |
| 3.1.1.6 | Remachadora Dunkes..... | 81 |
| 3.1.1.7 | Cizalla Fasti Werk..... | 81 |
| 3.1.1.8 | Pulidora S/N..... | 81 |
| 3.1.1.9 | Sierra Universal Selec..... | 81 |
| 3.1.2 | Área Máquinas Herramientas..... | 81 |

| | | |
|----------|--|----|
| 3.1.2.1 | Sierra alternativa AEG..... | 81 |
| 3.1.2.2 | Fresadora Fritz Werner 1800..... | 81 |
| 3.1.2.3 | Fresadora Fritz Werner 1400..... | 81 |
| 3.1.2.4 | Torno Gema LZ 170..... | 81 |
| 3.1.2.5 | Torno Weipert WG 325..... | 81 |
| 3.1.2.6 | Rectificadora Cilíndrica con copiador Fritz Werner... | 81 |
| 3.1.2.7 | Rectificadora Plana Fritz Werner..... | 81 |
| 3.1.2.8 | Taladro de pedestal Fritz Werner..... | 81 |
| 3.1.2.9 | Cepilladora mecánica Atlas..... | 81 |
| 3.1.2.10 | Esmeril Fritz Werner..... | 81 |
| 3.1.3 | Área tratamientos superficiales..... | 81 |
| 3.1.3.1 | Cabina de Pintura Electrostática Devilbiss Dynaclean..... | 81 |
| 3.1.3.2 | Tinas de lavado S/N..... | 81 |
| 3.1.3.3 | Horno de secado Masser..... | 81 |

CAPITULO 4: EQUIPOS POR ADQUIRIR

| | | |
|---------|---|-----|
| 4.1 | Tecnologías nuevas..... | 105 |
| 4.1.1 | Pintura electroforética..... | 105 |
| 4.1.1.1 | Introducción..... | 105 |
| 4.1.1.2 | Pretratamiento..... | 106 |
| 4.1.1.3 | Clases de pintura electroforética..... | 108 |
| 4.1.1.4 | Ventajas de la pintura electroforética..... | 109 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 4.1.1.5 | Mercados que cubren la pintura electroforética..... | 109 |
| 4.1.1.6 | Maquinaria..... | 110 |
| 4.1.2 | Pintura electrostática..... | 114 |
| 4.1.2.1 | Introducción..... | 114 |
| 4.1.2.2 | Ventajas de la pintura en polvo..... | 114 |
| 4.1.2.3 | Clases de la pintura en polvo..... | 115 |
| 4.2 | Proveedores..... | 126 |
| 4.2.1 | Pintura..... | 126 |
| 4.2.2 | Equipo..... | 127 |
| 4.3 | Propuesta..... | 128 |

CAPITULO 5: DISEÑO

| | | |
|---------|--|-----|
| 5.1 | Parámetros de diseño..... | 131 |
| 5.1.1 | Diseño de matrices..... | 131 |
| 5.1.1.1 | Pasos a seguir en el diseño de una matriz..... | 131 |
| 5.2 | Diseño del producto..... | 144 |
| 5.2.1 | Levantamiento de planos..... | 144 |

CAPITULO 6: PRUEBAS Y VERIFICACION DE DISEÑO

| | | |
|-----------|-------------------------------------|-----|
| 6.1 | Análisis de cargas y esfuerzos..... | 145 |
| 6.1.1 | Cargas y esfuerzos del arnés..... | 145 |
| 6.1.1.1 | Cálculo de fuerzas..... | 146 |
| 6.1.1.1.1 | Nodos..... | 146 |

| | | |
|------------|---|-----|
| 6.1.1.1.2 | Diagrama de cuerpo libre..... | 147 |
| 6.1.1.1.3 | Estudio de tensiones [1era. Principal (MPA)]..... | 148 |
| 6.1.1.1.4 | Estudio de tensiones [Normal de Z (MPA)]..... | 148 |
| 6.1.1.1.5 | Estudio de tensiones [TXZ tensión cortante en dirección Z en plano YZ (MPA)]..... | 149 |
| 6.1.1.1.6 | Estudio de tensiones [TYZ tensión cortante en dirección Z en plano XZ (MPA)]..... | 149 |
| 6.1.1.1.7 | Cálculo de fuerzas nodo 1 y 2 (piezas)..... | 150 |
| 6.1.1.1.8 | Cálculo de fuerzas nodo 1 y 2 (remaches)..... | 157 |
| 6.1.1.1.9 | Cálculo de fuerzas nodos 3 y 4 (piezas)..... | 162 |
| 6.1.1.1.10 | Cálculo de fuerzas nodos 3 y 4 (remaches)..... | 170 |
| 6.1.1.1.11 | Cálculo de fuerzas nodo 5 (piezas)..... | 175 |
| 6.1.1.1.12 | Cálculo de fuerzas nodo 5 (remache).... | 179 |
| 6.1.1.1.13 | Cálculo de fuerzas nodo 6 (piezas)..... | 182 |
| 6.1.1.1.14 | Cálculo de fuerzas nodo 6 (remache).... | 186 |

| | | |
|------------|--|-----|
| 6.1.1.1.15 | Cálculo de fuerzas nodo 7 y 8 (piezas)..... | 189 |
| 6.1.1.1.16 | Cálculo de fuerzas nodo 7 y 8 (remaches)..... | 195 |
| 6.1.1.1.17 | Cálculo de fuerzas nodo 9 y 10 (piezas)..... | 201 |
| 6.1.1.1.18 | Cálculo de fuerzas nodo 9 y 10 (remaches)..... | 208 |
| 6.1.1.1.19 | Cálculo de fuerzas nodo 11 y 12 (piezas)..... | 214 |
| 6.1.1.1.20 | Cálculo de fuerzas nodo 11 y 12 (remaches)..... | 220 |
| 6.1.1.1.21 | Cálculo de fuerzas nodo 13 (piezas).... | 225 |
| 6.1.1.1.22 | Cálculo de fuerzas nodo 13 (remache).. | 230 |
| 6.1.1.1.23 | Cálculo de fuerzas nodo 14 (piezas)... | 232 |
| 6.1.1.1.24 | Cálculo de fuerzas nodo 14 (remache).. | 236 |
| 6.1.1.1.25 | Cálculo de fuerzas nodo 15 (piezas)..... | 239 |
| 6.1.1.1.26 | Cálculo de fuerzas nodo 15 (remache).. | 243 |
| 6.1.2 | Cargas y esfuerzos en matrices..... | 247 |
| 6.1.2.1 | Cálculo de cargas..... | 247 |
| 6.1.2.1.1 | Soporte inferior..... | 247 |
| 6.1.2.1.2 | Acople L..... | 255 |
| 6.1.2.1.3 | Bisagra..... | 261 |

| | | |
|------------|--|-----|
| 6.1.2.1.4 | Ojal..... | 266 |
| 6.1.2.1.5 | Soporte v..... | 271 |
| 6.1.2.1.6 | Soporte vertical..... | 276 |
| 6.1.2.1.7 | Soporte horizontal..... | 280 |
| 6.1.2.1.8 | Tubo bastidor..... | 282 |
| 6.1.2.1.9 | Varilla oval..... | 286 |
| 6.1.2.1.10 | Tubo refuerzo..... | 289 |
| 6.1.2.2 | Esfuerzos en cada matriz..... | 295 |
| 6.1.2.2.1 | Soporte inferior..... | 295 |
| 6.1.2.2.2 | Acople L..... | 299 |
| 6.1.2.2.3 | Bisagra..... | 301 |
| 6.1.2.2.4 | Ojal..... | 304 |
| 6.1.2.2.5 | Soporte v..... | 305 |
| 6.1.2.2.6 | Soporte vertical..... | 307 |
| 6.1.2.2.7 | Soporte horizontal..... | 308 |
| 6.1.2.2.8 | Tubo bastidor..... | 309 |
| 6.1.2.2.9 | Varilla oval..... | 310 |
| 6.1.2.2.10 | Tubo refuerzo..... | 311 |
| 6.2 | Verificación de diseño..... | 312 |
| 6.2.1 | Estado de cargas y esfuerzos..... | 312 |
| 6.2.2 | Factores de seguridad del arnés..... | 312 |
| 6.2.3 | Factores de seguridad de las matrices..... | 313 |
| 6.2.3.1 | Soporte inferior..... | 313 |

| | | |
|----------|-------------------------|-----|
| 6.2.3.2 | Acople L..... | 317 |
| 6.2.3.3 | Bisagra..... | 319 |
| 6.2.3.4 | Ojal..... | 322 |
| 6.2.3.5 | Soporte v..... | 323 |
| 6.2.3.6 | Soporte vertical..... | 325 |
| 6.2.3.7 | Soporte horizontal..... | 326 |
| 6.2.3.8 | Tubo bastidor..... | 327 |
| 6.2.3.9 | Varilla oval..... | 328 |
| 6.2.3.10 | Tubo refuerzo..... | 339 |
| 6.2.4 | Factibilidad..... | 330 |

CAPITULO 7: CONSTRUCCIÓN

| | | |
|-----------|---|-----|
| 7.1 | Construcción de matrices..... | 351 |
| 7.1.1 | Hoja de detalle de construcción | 351 |
| 7.1.1.1 | Matriz de corte perfil (Acople L-Soporte inferior)..... | 351 |
| 7.1.1.2 | Matriz perforado y corte (Bisagra- Ojal)..... | 354 |
| 7.1.1.3 | Matriz de doblado (Soporte Horizontal-Varilla Oval-Soporte Vertical-Acople L-Bisagra-Ojal- Soporte Inferior)..... | 358 |
| 7.1.1.4 | Soporte V..... | 362 |
| 7.1.1.4.1 | Matriz doblado esquina..... | 362 |
| 7.1.1.4.2 | Matriz doblado V..... | 365 |
| 7.1.1.5 | Tubo bastidor..... | 368 |

| | | |
|-----------|-------------------------------------|-----|
| 7.1.1.5.1 | Matriz doblado recto..... | 368 |
| 7.1.1.5.2 | Matriz doblado ángulo..... | 372 |
| 7.1.1.6 | Tubo refuerzo..... | 375 |
| 7.1.1.6.1 | Matriz modificador de diámetro..... | 375 |
| 7.1.1.7 | Ensamblaje..... | 377 |
| 7.1.1.7.1 | Matriz de ensamblaje..... | 377 |

CAPITULO 8: IMPLEMENTACIÓN DE PROCESOS

| | | |
|-----------|--|-----|
| 8.1 | Proceso de fabricación de matrices..... | 381 |
| 8.1.1 | Planificación de construcción de matrices..... | 381 |
| 8.1.2 | Diagramas de proceso de ensamblaje de matrices..... | 384 |
| 8.1.2.1 | Diagrama de proceso de ensamblaje de matrices de corte..... | 384 |
| 8.1.2.1.1 | Descripción de las matrices de corte a construir..... | 385 |
| 8.1.2.2 | Diagrama de proceso de ensamblaje de matrices de doblado..... | 392 |
| 8.1.2.2.1 | Descripción de las matrices de doblado a construir..... | 393 |
| 8.1.2.3 | Diagrama de proceso de ensamblaje de matrices del soporte V..... | 403 |
| 8.1.2.3.1 | Descripción de las matrices de doblado del soporte v a construir..... | 404 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 8.1.2.4 | Diagrama de proceso de ensamblaje de matriz de doblado recto del tubo bastidor..... | 406 |
| 8.1.2.4.1 | Descripción de la matriz de doblado recto a construir..... | 407 |
| 8.1.2.5 | Diagrama de proceso de ensamblaje de matriz de doblado ángulo del tubo bastidor..... | 409 |
| 8.1.2.5.1 | Descripción de la matriz de doblado ángulo a construir..... | 410 |
| 8.1.2.6 | Diagrama de proceso de ensamblaje de matriz modificador de diámetro..... | 411 |
| 8.1.2.6.1 | Descripción de la matriz modificador de diámetro a construir..... | 412 |
| 8.1.2.7 | Diagrama de proceso de ensamblaje de matriz ensamblaje..... | 413 |
| 8.1.2.7.1 | Descripción de la matriz de ensamblaje a construir..... | 414 |
| 8.2 | Proceso de fabricación del arnés..... | 415 |
| 8.2.1 | Fabricación de piezas..... | 415 |
| 8.2.1.1 | Hoja de proceso de fabricación..... | 415 |
| 8.2.1.1.1 | Soporte inferior..... | 415 |
| 8.2.1.1.2 | Acople L..... | 416 |
| 8.2.1.1.3 | Bisagra..... | 417 |
| 8.2.1.1.4 | Ojal..... | 418 |

| | | |
|------------|---|-----|
| 8.2.1.1.5 | Soporte v..... | 419 |
| 8.2.1.1.6 | Soporte vertical..... | 420 |
| 8.2.1.1.7 | Soporte horizontal..... | 421 |
| 8.2.1.1.8 | Tubo bastidor..... | 422 |
| 8.2.1.1.9 | Varilla oval..... | 423 |
| 8.2.1.1.10 | Tubo refuerzo..... | 424 |
| 8.2.1.2 | Hoja de inspección..... | 425 |
| 8.2.1.2.1 | Soporte inferior..... | 425 |
| 8.2.1.2.2 | Acople L..... | 426 |
| 8.2.1.2.3 | Bisagra..... | 427 |
| 8.2.1.2.4 | Ojal..... | 428 |
| 8.2.1.2.5 | Soporte v..... | 429 |
| 8.2.1.2.6 | Soporte vertical..... | 430 |
| 8.2.1.2.7 | Soporte horizontal..... | 431 |
| 8.2.1.2.8 | Tubo bastidor..... | 432 |
| 8.2.1.2.9 | Varilla oval..... | 433 |
| 8.2.1.2.10 | Tubo refuerzo..... | 434 |
| 8.2.2 | Ensamblaje de piezas..... | 435 |
| 8.2.2.1 | Paso de ensamblaje 1..... | 435 |
| 8.2.2.1.1 | Diagrama de proceso de ensamblaje 1..... | 435 |
| 8.2.2.2 | Paso de ensamblaje 2..... | 437 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 8.2.2.2.1 | Diagrama de proceso de ensamblaje 2..... | 437 |
| 8.2.2.3 | Paso de ensamblaje 3..... | 439 |
| 8.2.2.3.1 | Diagrama de proceso de ensamblaje 3..... | 439 |
| 8.2.2.4 | Paso de ensamblaje 4..... | 441 |
| 8.2.2.4.1 | Diagrama de proceso de ensamblaje 4..... | 441 |
| 8.2.2.5 | Paso de ensamblaje 5..... | 443 |
| 8.2.2.5.1 | Diagrama de proceso de ensamblaje 5..... | 443 |
| 8.2.2.6 | Paso de ensamblaje 6..... | 446 |
| 8.2.2.6.1 | Diagrama de proceso de ensamblaje 6..... | 446 |
| 8.2.2.7 | Paso de ensamblaje 7..... | 448 |
| 8.2.2.7.1 | Diagrama de proceso de ensamblaje 7..... | 448 |
| 8.2.2.8 | Paso de ensamblaje 8..... | 450 |
| 8.2.2.8.1 | Diagrama de proceso de ensamblaje 8..... | 450 |
| 8.2.2.9 | Paso de ensamblaje 9..... | 452 |
| 8.2.2.9.1 | Diagrama de proceso de ensamblaje 9..... | 452 |

| | | |
|------------|---|-----|
| 8.2.2.10 | Paso de ensamblaje 10..... | 454 |
| 8.2.2.10.1 | Diagrama de proceso de ensamblaje 10..... | 454 |
| 8.2.2.11 | Paso de ensamblaje 11..... | 457 |
| 8.2.2.11.1 | Diagrama de proceso de ensamblaje 11..... | 457 |
| 8.3 | Proceso de pintura electrostática..... | 459 |
| 8.3.1 | Adecuación de la cabina de pintura electrostática..... | 459 |
| 8.3.2 | Proceso de pintura del arnés metálico..... | 461 |
| 8.3.2.1 | Preparación previa a la pintura..... | 461 |
| 8.3.2.1.1 | Diagrama de proceso de lavado y anodizado químico..... | 461 |
| 8.3.2.2 | Proceso de pintura..... | 463 |
| 8.3.2.2.1 | Diagrama de proceso de pintura..... | 463 |
| 8.3.2.3 | Proceso de acabado final y embalaje..... | 465 |
| 8.3.2.3.1 | Diagrama de proceso de acabado final y embalaje..... | 465 |

CAPITULO 9: ANÁLISIS DE RESULTADOS

| | | |
|-------|--|-----|
| 9.1 | Proceso de fabricación de matrices..... | 469 |
| 9.1.1 | Tolerancias geométricas y dimensionales..... | 469 |
| 9.1.2 | Funcionabilidad..... | 474 |
| 9.2 | Proceso de producción de los arneses..... | 476 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 9.2.1 | Tolerancias geométricas y dimensionales..... | 476 |
| 9.2.2 | Peso del conjunto y de las piezas constitutivas..... | 485 |
| 9.3 | Proceso de pintura electrostática..... | 492 |
| 9.3.2 | Propiedades visuales..... | 496 |
| 9.3.3 | Propiedades superficiales..... | 498 |
| 9.4 | Conclusión..... | 499 |

CAPITULO 10: ANALISIS FINANCIERO-ECONOMICO

| | | |
|--------|---|-----|
| 10.1 | Introducción..... | 501 |
| 10.1.1 | Diferencias entre el análisis económico y financiero..... | 502 |
| 10.2 | Metodología..... | 502 |
| 10.2.1 | Método integral..... | 502 |
| 10.3 | Análisis financiero..... | 503 |
| 10.3.1 | Ingresos..... | 503 |
| 10.3.2 | Egresos..... | 505 |
| 10.3.3 | Cálculo de la tasa interna de retorno (TIR) y del valor actual neto (VAN) o valor presente neto (VPN)..... | 511 |
| 10.3.4 | Relación beneficio-costos (B/C)..... | 513 |
| 10.4 | Análisis económico..... | 514 |
| 10.4.1 | Ingresos..... | 514 |
| 10.4.2 | Egresos..... | 514 |
| 10.4.3 | Cálculo de la tasa interna de retorno (TIR) y del valor actual neto (VAN) o valor presente neto (VPN)..... | 517 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 10.4.4 | Relación beneficio-costo (B/C)..... | 519 |
| 10.4.5 | Cálculo del aporte económico-social del proyecto..... | 520 |

CAPITULO 11: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | | |
|------|----------------------|-----|
| 11.1 | Conclusiones..... | 523 |
| 11.2 | Recomendaciones..... | 524 |

TABLAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Tabla 2.1 Descripción de cada tipo de pintura..... | 54 |
| Tabla 4.1 Descripción productos de ALSAN..... | 107 |
| Tabla 4.2 Clases de pintura electroforética de ALSAN..... | 108 |
| Tabla 4.3 Tabla de especificaciones de las pinturas ALUCOAT- AM Y ALUCOAT-BLANCO..... | 108 |
| Tabla 4.4 Tabla de temperatura de curado para lámina de bajo calibre de la pintura en polvo epóxica (hasta 1.2mm)..... | 116 |
| Tabla 4.5 Tabla de temperatura de curado para lámina de bajo calibre de la pintura en polvo poliéster (hasta 1.2mm)..... | 120 |
| Tabla 4.6 Tabla de temperatura de curado para lámina de bajo calibre de la pintura en polvo híbrido (hasta 1.2mm)..... | 123 |
| Tabla 5.1 Espesor de la placa “B”..... | 134 |
| Tabla 5.2 Angulo de salida “N”..... | 134 |
| Tabla 5.3 Espesores de las placas porta punzones..... | 137 |
| Tabla 6.1 Resistencia a la rotura y corte de distintos materiales..... | 248 |
| Tabla 6.2 Resistencia a la rotura y corte de varios materiales..... | 273 |
| Tabla 6.3 Coeficientes de rotura y corte de varios materiales..... | 288 |
| Tabla 6.4 Resistencia a la rotura y al corte de varios materiales..... | 291 |
| Tabla 6.5 Coeficientes para determinación de fuerza de embutición..... | 293 |
| Tabla 6.6 Coeficientes para cálculo de fuerza de embutición en varias etapas..... | 293 |

| | | |
|------------|--|-----|
| Tabla 6.7 | Resumen de resultados: esfuerzos y fuerzas en cada nodo del arnés..... | 330 |
| Tabla 6.8 | Resumen de resultados de fuerzas en cada matriz..... | 332 |
| Tabla 6.9 | Resumen de resultados de esfuerzos en cada matriz..... | 340 |
| Tabla 6.10 | Fuerza máxima y mínima aplicada al arnés..... | 348 |
| Tabla 6.11 | Esfuerzo máximo y mínimo aplicado al arnés..... | 348 |
| Tabla 6.12 | Fuerza máxima y mínima aplicada en las matrices..... | 348 |
| Tabla 6.13 | Esfuerzo máximo y mínimo aplicado en las matrices..... | 349 |
| Tabla 8.1 | Hoja de proceso de fabricación soporte inferior..... | 414 |
| Tabla 8.2 | Hoja de proceso de fabricación acople L..... | 416 |
| Tabla 8.3 | Hoja de proceso de fabricación bisagra..... | 417 |
| Tabla 8.4 | Hoja de proceso de fabricación ojal..... | 418 |
| Tabla 8.5 | Hoja de proceso de fabricación soporte v..... | 419 |
| Tabla 8.6 | Hoja de proceso de fabricación soporte vertical..... | 420 |
| Tabla 8.7 | Hoja de proceso de fabricación soporte horizontal..... | 421 |
| Tabla 8.8 | Hoja de proceso de fabricación tubo bastidor..... | 422 |
| Tabla 8.9 | Hoja de proceso de fabricación varilla oval..... | 423 |
| Tabla 8.10 | Hoja de proceso de fabricación tubo refuerzo..... | 424 |
| Tabla 8.11 | Hoja de inspección soporte inferior..... | 425 |
| Tabla 8.12 | Hoja de inspección acople L..... | 426 |
| Tabla 8.13 | Hoja de inspección bisagra..... | 427 |
| Tabla 8.14 | Hoja de inspección ojal..... | 428 |
| Tabla 8.15 | Hoja de inspección soporte v..... | 429 |
| Tabla 8.16 | Hoja de inspección soporte vertical..... | 430 |
| Tabla 8.17 | Hoja de inspección soporte horizontal..... | 431 |

| | | |
|------------|---|-----|
| Tabla 8.18 | Hoja de inspección tubo bastidor..... | 432 |
| Tabla 8.19 | Hoja de inspección varilla oval..... | 433 |
| Tabla 8.20 | Hoja de inspección tubo refuerzo..... | 434 |
| Tabla 9.1 | Cp de tolerancia geométrica en pieza cilíndrica..... | 470 |
| Tabla 9.2 | Cp de tolerancia geométrica en pieza plana..... | 471 |
| Tabla 9.3 | Cp de tolerancia dimensional en pieza cilíndrica..... | 472 |
| Tabla 9.4 | Cp de tolerancia dimensional en pieza plana..... | 473 |
| Tabla 9.5 | Análisis de funcionabilidad de las matrices..... | 474 |
| Tabla 9.6 | Muestras de longitud del soporte inferior tomadas de la producción..... | 480 |
| Tabla 9.7 | Índices de medición del proceso con respecto a la longitud del soporte inferior..... | 481 |
| Tabla 9.8 | Índices de capacidad del proceso respecto a la longitud del soporte inferior..... | 482 |
| Tabla 9.9 | Proporción de productos fuera de especificación respecto a la longitud del soporte inferior..... | 482 |
| Tabla 9.10 | Muestras de ancho del soporte inferior tomadas de la producción..... | 483 |
| Tabla 9.11 | Índices de medición del proceso con respecto al ancho del soporte inferior..... | 484 |
| Tabla 9.12 | Índices de capacidad del proceso respecto al ancho del soporte inferior..... | 485 |

| | | |
|------------|---|-----|
| Tabla 9.13 | Proporción de productos fuera de especificación respecto al ancho del soporte inferior..... | 485 |
| Tabla 9.14 | Muestras de peso del soporte inferior tomadas de la producción..... | 486 |
| Tabla 9.15 | Índices de medición del proceso respecto al peso de soporte inferior..... | 487 |
| Tabla 9.16 | Índices de capacidad del proceso respecto al peso del soporte inferior..... | 488 |
| Tabla 9.17 | Proporción de productos fuera de especificación respecto al peso del soporte inferior..... | 488 |
| Tabla 9.18 | Muestras de peso del arnés terminado tomadas de la producción..... | 489 |
| Tabla 9.19 | Índices de medición del proceso respecto al peso del arnés terminado..... | 490 |
| Tabla 9.20 | Índices de capacidad del proceso respecto al peso del arnés... | 491 |
| Tabla 9.21 | Proporción de productos fuera de especificación respecto al peso del arnés..... | 491 |
| Tabla 9.22 | Defectos por unidad para recubrimiento..... | 493 |
| Tabla 9.23 | Limites de control para recubrimiento..... | 493 |
| Tabla 9.24 | Defectos por unidad para fijación..... | 495 |
| Tabla 9.25 | Limites de control para fijación..... | 495 |
| Tabla 9.26 | Defectos por unidad para tonalidad de color..... | 496 |
| Tabla 9.27 | Limites de control para tonalidad de color..... | 496 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| Tabla 9.28 | Defectos por unidad para aspereza..... | 498 |
| Tabla 9.29 | Limites de control para aspereza..... | 498 |
| Tabla 9.30 | Capacidad del proceso para fabricación de matrices..... | 500 |
| Tabla 9.31 | Capacidad del proceso para fabricación de arneses..... | 500 |
| Tabla 9.32 | Control de atributos para pintura electrostática (carta U)..... | 500 |
| Tabla 10.1 | Ingresos estimados..... | 504 |
| Tabla 10.2 | Depreciación por línea recta..... | 506 |
| Tabla 10.3 | Depreciación por unidad de producción..... | 507 |
| Tabla 10.4 | Depreciación por suma de dígitos..... | 507 |
| Tabla 10.5 | Depreciación por tasa constante..... | 508 |
| Tabla 10.6 | Egresos estimados..... | 510 |
| Tabla 10.7 | Tasa interna de retorno-Valor actual neto (análisis financiero).. | 512 |
| Tabla 10.8 | Tabla de valores r-VAN a graficar (análisis financiero)..... | 512 |
| Tabla 10.9 | Relación beneficio-Costo para TIR 15% (análisis financiero)..... | 513 |
| Tabla 10.10 | Coeficientes de ajuste económico-social..... | 515 |
| Tabla 10.11 | Egresos corregidos estimados..... | 516 |
| Tabla 10.12 | Tasa interna de retorno-Valor actual neto (análisis económico)..... | 517 |
| Tabla 10.13 | Tabla de valores r-VAN a graficar (análisis económico)..... | 518 |
| Tabla 10.14 | Relación beneficio-Costo para TIR 15% (análisis económico)..... | 519 |
| Tabla 10.15 | Beneficio económico-social..... | 520 |
| Tabla 10.16 | Desglose de beneficios..... | 521 |

CUADROS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Cuadro 2.1 Despiece de la matriz..... | 34 |
| Cuadro 2.2 Distorsiones en elementos..... | 70 |
| Cuadro 3.1 Prensa hidráulica Voguel & CO..... | 82 |
| Cuadro 3.2 Prensa hidráulica Himapel Ltda. Sao Leopoldo R.G.S..... | 83 |
| Cuadro 3.3 Prensa hidráulica Fritz Müller, Pressenfabrik Esslingen..... | 84 |
| Cuadro 3.4 Prensa hidráulica Heilbronn 35 Ton..... | 85 |
| Cuadro 3.5 Prensa hidráulica Heilbronn 15 Ton..... | 86 |
| Cuadro 3.6 Remachadora Dunkes..... | 87 |
| Cuadro 3.7 Cizalla Fasti Werk..... | 88 |
| Cuadro 3.8 Pulidora S/N..... | 89 |
| Cuadro 3.9 Sierra universal Selec..... | 90 |
| Cuadro 3.10 Sierra alternativa AEG..... | 91 |
| Cuadro 3.11 Fresadora Fritz Werner 1800..... | 92 |
| Cuadro 3.12 Fresadora Fritz Werner 1400..... | 93 |
| Cuadro 3.13 Torno Gema LZ 170..... | 94 |
| Cuadro 3.14 Torno Weipert WG 325..... | 95 |
| Cuadro 3.15 Rectificadora cilíndrica con copiador Fritz Werner..... | 96 |
| Cuadro 3.16 Rectificadora plana Fritz Werner..... | 97 |
| Cuadro 3.17 Taladro de pedestal Fritz Werner..... | 98 |
| Cuadro 3.18 Cepilladora mecánica Atlas..... | 99 |
| Cuadro 3.19 Esmeril Fritz Werner..... | 100 |
| Cuadro 3.20 Cabina de pintura electrostática Devilbiss Dynaclean..... | 101 |
| Cuadro 3.21 Tinajas de lavado S/N..... | 102 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| Cuadro 3.22 | Horno de secado Masser..... | 103 |
| Cuadro 4.1 | Posibles proveedores de pintura..... | 126 |
| Cuadro 4.2 | Posibles proveedores de equipos..... | 127 |
| Cuadro 6.1 | Fórmulas para el desarrollo de disco para embutición simétrica..... | 292 |
| Cuadro 7.1 | Hoja de detalle de construcción matriz de corte perfil [Acople L – Soporte inferior]..... | 351 |
| Cuadro 7.2 | Hoja de detalle de construcción matriz perforado y corte [Bisagra – Ojal]..... | 354 |
| Cuadro 7.3 | Hoja de detalle de construcción matriz de doblado [Soporte horizontal – Varilla oval – Soporte vertical – Acople L – Bisagra – Ojal – Soporte inferior]..... | 358 |
| Cuadro 7.4 | Hoja de detalle de construcción matriz doblado esquina..... | 362 |
| Cuadro 7.5 | Hoja de detalle de construcción matriz doblado v..... | 365 |
| Cuadro 7.6 | Hoja de detalle de construcción matriz doblado recto..... | 368 |
| Cuadro 7.7 | Hoja de detalle de construcción matriz doblado ángulo..... | 372 |
| Cuadro 7.8 | Hoja de detalle de construcción matriz modificador de ángulo.. | 375 |
| Cuadro 7.9 | Hoja de detalle de construcción matriz ensamblaje..... | 377 |
| Cuadro 8.1 | Diagrama Gantt de Construcción de Matrices..... | 383 |
| Cuadro 8.2 | Cambios realizados en la adecuación de la cabina de pintura electrostática..... | 459 |

FIGURAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Figura 2.1 Prensa de punzón..... | 9 |
| Figura 2.2 Prensa hidráulica..... | 11 |
| Figura 2.3 Corte de una prensa hidráulica..... | 12 |
| Figura 2.4 Conjunto del bastidor..... | 13 |
| Figura 2.5 Plano de una pieza..... | 13 |
| Figura 2.6 Tira de recorte..... | 14 |
| Figura 2.7 Cizallamiento..... | 15 |
| Figura 2.8 Temple de acero laminado en frío..... | 16 |
| Figura 2.9 Vista ampliada del borde..... | 17 |
| Figura 2.10 Juego C..... | 18 |
| Figura 2.11 Tira de material..... | 19 |
| Figura 2.12 Deformación plástica..... | 19 |
| Figura 2.13 Fisuras..... | 20 |
| Figura 2.14 Fractura..... | 20 |
| Figura 2.15 Separación de la pieza..... | 21 |
| Figura 2.16 Adherencia de la pieza a la matriz..... | 21 |
| Figura 2.17 Compresión alrededor del punzón..... | 22 |
| Figura 2.18 Juego insuficiente..... | 23 |
| Figura 2.19 Juego excesivo..... | 24 |
| Figura 2.20 Tipos de contornos..... | 26 |
| Figura. 2.21 Fuerza de corte..... | 27 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Figura 2.22 | Fuerza de extraccion..... | 27 |
| Figura 2.23 | Tolerancia de corte..... | 28 |
| Figura 2.24 | Cizallamiento..... | 28 |
| Figura 2.25 | Tabla de resistencia de cizallado..... | 29 |
| Figura 2.26 | Área sometida a cizalladura..... | 31 |
| Figura 2.27 | Contornos de piezas..... | 32 |
| Figura 2.28 | Plano de matriz completa..... | 33 |
| Figura 2.29 | Conjunto de matriz..... | 34 |
| Figura 2.30 | Despiece de matriz..... | 35 |
| Figura 2.31 | Representación de tira de material..... | 36 |
| Figura 2.32 | Placa matriz..... | 37 |
| Figura 2.33 | Punzón recortador..... | 38 |
| Figura 2.34 | Punzón perforador..... | 38 |
| Figura 2.35 | Placa portapunzones..... | 39 |
| Figura 2.36 | Pilotos o centradores..... | 39 |
| Figura 2.37 | Guía posterior..... | 40 |
| Figura 2.38 | Tope manual..... | 40 |
| Figura 2.39 | Tope automático..... | 41 |
| Figura 2.40 | Placa expulsora..... | 41 |
| Figura 2.41 | Elementos de unión..... | 42 |
| Figura 2.42 | Armazón..... | 43 |
| Figura 2.43 | Matriz de botador fijo..... | 43 |
| Figura 2.44 | Matriz de botador móvil..... | 44 |

| | | |
|-------------|--|----|
| Figura 2.45 | Matriz compuesta simple..... | 44 |
| Figura 2.46 | Matriz invertida..... | 45 |
| Figura 2.47 | Matriz compuesta invertida..... | 45 |
| Figura 2.48 | Dirección esfuerzos de corte..... | 46 |
| Figura 2.49 | Etapas de corte..... | 46 |
| Figura 2.50 | Matriz de doblado U..... | 47 |
| Figura 2.51 | Longitudes desarrolladas de doblado..... | 49 |
| Figura 2.52 | Matriz de ensamblaje..... | 50 |
| Figura 2.53 | Principales aplicaciones de la pintura electrostática..... | 52 |
| Figura 2.54 | Gama de colores aplicativos..... | 53 |
| Figura 2.55 | Representación gráfica de las tensiones..... | 57 |
| Figura 2.56 | Desarrollo de corte en frío..... | 63 |
| Figura 2.57 | Proceso de corte..... | 63 |
| Figura 2.58 | Esquema de cizallado..... | 64 |
| Figura 2.59 | Esquema de punzonado..... | 64 |
| Figura 2.60 | Esquema de perforado..... | 65 |
| Figura 2.61 | Esquema de corte en trazos..... | 65 |
| Figura 2.62 | Esquema del partido..... | 66 |
| Figura 2.63 | Esquema del ranurado..... | 66 |
| Figura 2.64 | Esquema del perforado múltiple..... | 66 |
| Figura 2.65 | Esquema del muescado..... | 67 |
| Figura 2.66 | Esquema del rasurado..... | 67 |
| Figura 2.67 | Esquema del punzonado fino..... | 68 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Figura 2.68 | Doblado en frío..... | 68 |
| Figura 2.69 | Métodos de doblado de tubos..... | 69 |
| Figura 2.70 | Regiones de deformación..... | 69 |
| Figura 2.71 | Tensiones de tracción..... | 70 |
| Figura 2.72 | Tensiones de doblado..... | 71 |
| Figura 2.73 | Doblado en V..... | 73 |
| Figura 2.74 | Esquema de doblado..... | 74 |
| Figura 2.75 | Doblado en L..... | 74 |
| Figura 2.76 | Esquema doblado L..... | 75 |
| Figura 2.77 | Doblado en U..... | 75 |
| Figura 2.78 | Disposición de áreas de producción de la F.M.S.B. Santa Bárbara S.A..... | 76 |
| Figura 4.1 | Proceso de pintado electroforético..... | 106 |
| Figura 4.2 | Aplicaciones de pintura electroforética..... | 109 |
| Figura 4.3 | Contacto eléctrico autotensor..... | 110 |
| Figura 4.4 | Dosificadores automáticos..... | 110 |
| Figura 4.5 | Rectificadores para el anodizado..... | 110 |
| Figura 4.6 | Rectificador para el anodizado duro..... | 111 |
| Figura 4.7 | Equipo de coloración electrolítica..... | 111 |
| Figura 4.8 | Secuestrador de aluminio..... | 111 |
| Figura 4.9 | Colorímetro..... | 112 |
| Figura 4.10 | Dosificador automático..... | 112 |
| Figura 4.11 | Pinzas..... | 112 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Figura 4.12 | Grasa de contacto eléctrico..... | 113 |
| Figura 4.13 | Limpiador Aluprop..... | 113 |
| Figura 4.14 | Aluspray..... | 113 |
| Figura 4.15 | Proceso de pintado electrostático..... | 114 |
| Figura 4.16 | Serie 5000..... | 115 |
| Figura 4.17 | Ejemplos aplicativos de la pintura en polvo epóxica..... | 116 |
| Figura 4.18 | Curva de polimerización de la pintura en polvo epóxica..... | 118 |
| Figura 4.19 | Serie 6000..... | 118 |
| Figura 4.20 | Ejemplos aplicativos de la pintura en polvo poliéster..... | 119 |
| Figura 4.21 | Curva de polimerización de la pintura en polvo poliéster..... | 121 |
| Figura 4.22 | Serie 7000..... | 122 |
| Figura 4.23 | Ejemplos aplicativos de la pintura en polvo híbridos..... | 123 |
| Figura 4.24 | Curva de polimerización de la pintura en polvo híbrido..... | 125 |
| Figura 4.25 | Propuesta..... | 128 |
| Figura 5.1 | Separación entre piezas con puntos aislados..... | 131 |
| Figura 5.2 | Separación entre piezas con lados continuos y rectos..... | 132 |
| Figura 5.3 | Paso entre piezas recortadas..... | 132 |
| Figura 5.4 | Ejemplos de paso..... | 133 |
| Figura 5.5 | Distancia mínima "A"..... | 133 |
| Figura 5.6 | Vida útil y ángulo de salida..... | 134 |
| Figura 5.7 | Punzón recortador..... | 135 |
| Figura 5.8 | Punzón perforador..... | 135 |
| Figura 5.9 | Placa portapunzones..... | 136 |
| Figura 5.10 | Detalle de placa portapunzones..... | 137 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Figura 5.11 | Piloto..... | 138 |
| Figura 5.12 | Posicionamiento de la tira de recorte mediante placa guía..... | 139 |
| Figura 5.13 | Tope manual..... | 140 |
| Figura 5.14 | Tope automático..... | 140 |
| Figura 5.15 | Placa expulsora..... | 141 |
| Figura 5.16 | Detalle de placa expulsora..... | 141 |
| Figura 5.17 | Muelle en matriz abierta..... | 142 |
| Figura 5.18 | Muelle en matriz cerrada..... | 143 |
| Figura 5.19 | Elementos de unión..... | 143 |
| Figura 5.20 | Placa portapunzon y portamatriz..... | 144 |
| Figura 6.1 | Prototipo arnés metálico para mochila militar..... | 145 |
| Figura 6.2 | Esquema de nodos..... | 146 |
| Figura 6.3 | Diagrama de cuerpo libre..... | 147 |
| Figura 6.4 | Bosquejo del estudio de tensiones 5 [1era. Principal (MPa)].... | 148 |
| Figura 6.5 | Bosquejo del estudio de tensiones 2 [normal de Z (MPa)]..... | 148 |
| Figura 6.6 | Bosquejo del estudio de tensiones 3 [TXZ tensión cortante en dirección Z en plano YZ (MPa)]..... | 149 |
| Figura 6.7 | Bosquejo del estudio de tensiones 4 [TYZ tensión cortante en dirección Z en plano XZ (MPa)]..... | 149 |
| Figura 6.8 | Sección superficial nodo 1 y 2..... | 150 |
| Figura 6.9 | Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo normal nodo 1 y 2..... | 150 |
| Figura 6.10 | Espesor nodo 1..... | 151 |
| Figura 6.11 | Agujero nodo 1..... | 151 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Figura 6.12 | Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo de aplastamiento nodo 1..... | 152 |
| Figura 6.13 | Espesor nodo 2..... | 152 |
| Figura 6.14 | Agujero nodo 2..... | 153 |
| Figura 6.15 | Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo de aplastamiento nodo 2..... | 153 |
| Figura 6.16 | Sección superficial superior cortante nodo 1..... | 154 |
| Figura 6.17 | Sección superficial inferior cortante nodo 1..... | 154 |
| Figura 6.18 | Estudio de tensiones 4 (Tau YZ), esfuerzo cortante nodo 1..... | 155 |
| Figura 6.19 | Sección superficial superior cortante nodo 2..... | 155 |
| Figura 6.20 | Sección superficial inferior cortante nodo 2..... | 156 |
| Figura 6.21 | Estudio de tensiones 4 (Tau YZ), esfuerzo cortante nodo 2..... | 156 |
| Figura 6.22 | Remache cabeza redonda nodo 1..... | 157 |
| Figura 6.23 | Estudio de tensiones 3 (Tau XZ), esfuerzo cortante remache nodo 1..... | 157 |
| Figura 6.24 | Remache cabeza redonda nodo 1..... | 158 |
| Figura 6.25 | Espesor nodo 1..... | 158 |
| Figura 6.26 | Estudio de tensiones 2, esfuerzo de aplastamiento remache nodo 1..... | 159 |
| Figura 6.27 | Remache cabeza redonda nodo 2..... | 159 |
| Figura 6.28 | Estudio de tensiones 3 (Tau XZ), esfuerzo cortante remache nodo 2..... | 160 |
| Figura 6.29 | Remache cabeza redonda nodo 2..... | 160 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| Figura 6.30 | Espesor nodo 2..... | 161 |
| Figura 6.31 | Estudio de tensiones 2, esfuerzo de aplastamiento remache nodo 2..... | 161 |
| Figura 6.32 | Sección superficial normal nodo 3 y 4..... | 162 |
| Figura 6.33 | Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo normal nodo 3 y 4..... | 162 |
| Figura 6.34 | Espesor nodo 3..... | 163 |
| Figura 6.35 | Agujero nodo 3..... | 163 |
| Figura 6.36 | Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo de aplastamiento nodo 3..... | 164 |
| Figura 6.37 | Espesor nodo 4..... | 165 |
| Figura 6.38 | Agujero nodo 4..... | 165 |
| Figura 6.39 | Estudio de tensiones 2, esfuerzo de aplastamiento nodo 4..... | 166 |
| Figura 6.40 | Sección superficial superior cortante nodo 3..... | 166 |
| Figura 6.41 | Sección superficial inferior cortante nodo 3..... | 167 |
| Figura 6.42 | Estudio de tensiones 4 (Tau YZ), esfuerzo cortante nodo 3..... | 167 |
| Figura 6.43 | Sección superficial superior cortante nodo 4..... | 168 |
| Figura 6.44 | Sección superficial inferior cortante nodo 4..... | 169 |
| Figura 6.45 | Estudio de tensiones (Tau YZ), esfuerzo cortante nodo 4..... | 169 |
| Figura 6.46 | Remache cabeza redonda nodo 3..... | 170 |
| Figura 6.47 | Estudio de tensiones 3, esfuerzo cortante remache nodo 3..... | 170 |
| Figura 6.48 | Remache cabeza redonda nodo 3..... | 171 |
| Figura 6.49 | Espesor nodo 3..... | 171 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Figura 6.50 | Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo de aplastamiento remache nodo 3..... | 171 |
| Figura 6.51 | Remache cabeza redonda nodo 4..... | 172 |
| Figura 6.52 | Estudio de tensiones 3, esfuerzo cortante remache nodo 4..... | 172 |
| Figura 6.53 | Remache cabeza redonda nodo 4..... | 173 |
| Figura 6.54 | Espesor nodo 4..... | 173 |
| Figura 6.55 | Estudio de tensiones 2, esfuerzo de aplastamiento remache nodo 4..... | 174 |
| Figura 6.56 | Sección superficial normal nodo 5..... | 175 |
| Figura 6.57 | Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo normal nodo 5..... | 175 |
| Figura 6.58 | Espesor nodo 5..... | 176 |
| Figura 6.59 | Agujero nodo 5..... | 176 |
| Figura 6.60 | Estudio de tensiones 2, esfuerzo de aplastamiento nodo 5..... | 177 |
| Figura 6.61 | Sección superficial superior cortante nodo 5..... | 177 |
| Figura 6.62 | Sección superficial inferior cortante nodo 5..... | 178 |
| Figura 6.63 | Estudio de tensiones 4(Tau YZ), esfuerzo cortante nodo 5..... | 178 |
| Figura 6.64 | Remache cabeza redonda nodo 5..... | 179 |
| Figura 6.65 | Estudio de tensiones 3(Tau XZ), esfuerzo cortante remache nodo 5..... | 179 |
| Figura 6.66 | Remache cabeza redonda nodo 5..... | 180 |
| Figura 6.67 | Espesor nodo 5..... | 180 |
| Figura 6.68 | Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo de aplastamiento remache nodo 5..... | 181 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Figura 6.69 | Sección superficial normal nodo 6..... | 182 |
| Figura 6.70 | Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo normal nodo 6..... | 182 |
| Figura 6.71 | Espesor nodo 6..... | 183 |
| Figura 6.72 | Agujero nodo 6..... | 183 |
| Figura 6.73 | Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo de aplastamiento nodo 6..... | 184 |
| Figura 6.74 | Sección superficial superior cortante nodo 6..... | 184 |
| Figura 6.75 | Sección superficial inferior cortante nodo 6..... | 185 |
| Figura 6.76 | Estudio de tensiones 4(Tau YZ), esfuerzo cortante nodo 6..... | 185 |
| Figura 6.77 | Remache cabeza redonda nodo 6..... | 186 |
| Figura 6.78 | Estudio de tensiones 3, esfuerzo cortante remache nodo 6..... | 186 |
| Figura 6.79 | Remache cabeza redonda nodo 6..... | 187 |
| Figura 6.80 | Espesor nodo 6..... | 187 |
| Figura 6.81 | Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo de aplastamiento remache nodo 6..... | 188 |
| Figura 6.82 | Sección superficial normal nodo 7 y 8..... | 189 |
| Figura 6.83 | Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo normal nodo 7 y 8..... | 189 |
| Figura 6.84 | Espesor nodo 7..... | 190 |
| Figura 6.85 | Agujero nodo 7..... | 190 |
| Figura 6.86 | Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo de aplastamiento nodo 7..... | 191 |
| Figura 6.87 | Espesor nodo 8..... | 191 |
| Figura 6.88 | Agujero nodo 8..... | 192 |

| | | |
|--------------|---|-----|
| Figura 6.89 | Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo de aplastamiento nodo 8..... | 192 |
| Figura 6.90 | Sección superficial superior cortante nodo 7..... | 193 |
| Figura 6.91 | Sección superficial inferior cortante nodo 7..... | 193 |
| Figura 6.92 | Estudio de tensiones 4(Tau YZ), esfuerzo cortante nodo 7..... | 193 |
| Figura 6.93 | Sección superficial superior cortante nodo 8..... | 194 |
| Figura 6.94 | Sección superficial inferior cortante nodo 8..... | 194 |
| Figura 6.95 | Estudio de tensiones 4(Tau YZ), esfuerzo cortante nodo 8..... | 195 |
| Figura 6.96 | Remache cabeza redonda nodo 7..... | 195 |
| Figura 6.97 | Estudio de tensiones 3(Tau XZ), esfuerzo cortante remache nodo 7..... | 196 |
| Figura 6.98 | Remache cabeza redonda nodo 7..... | 196 |
| Figura 6.99 | Espesor nodo 7..... | 197 |
| Figura 6.100 | Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo de aplastamiento remache nodo 7..... | 197 |
| Figura 6.101 | Remache cabeza redonda nodo 8..... | 198 |
| Figura 6.102 | Estudio de tensiones 4(Tau XZ), esfuerzo cortante remache nodo 8..... | 198 |
| Figura 6.103 | Remache cabeza redonda nodo 8..... | 199 |
| Figura 6.104 | Espesor nodo 8..... | 199 |
| Figura 6.105 | Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo de aplastamiento remache nodo 8..... | 200 |
| Figura 6.106 | Sección superficial normal nodo 9 y 10..... | 201 |

| | |
|--|-----|
| Figura 6.107 Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo normal nodo 9 y 10..... | 201 |
| Figura 6.108 Espesor nodo 9..... | 202 |
| Figura 6.109 Agujero nodo 9..... | 202 |
| Figura 6.110 Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo de aplastamiento nodo 9..... | 203 |
| Figura 6.111 Espesor nodo 10..... | 203 |
| Figura 6.112 Agujero nodo 10..... | 204 |
| Figura 6.113 Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo de aplastamiento nodo 10..... | 204 |
| Figura 6.114 Sección superficial superior cortante nodo 9..... | 205 |
| Figura 6.115 Sección superficial inferior cortante nodo 9..... | 205 |
| Figura 6.116 Estudio de tensiones 4(Tau YZ), esfuerzo cortante nodo 9..... | 206 |
| Figura 6.117 Sección superficial superior cortante nodo 10..... | 206 |
| Figura 6.118 Sección superficial inferior cortante nodo 10..... | 207 |
| Figura 6.119 Estudio de tensiones 4(Tau YZ), esfuerzo cortante nodo 10.... | 207 |
| Figura 6.120 Remache pop nodo 9..... | 208 |
| Figura 6.121 Estudio de tensiones 3(Tau XZ), esfuerzo cortante remache nodo 9..... | 208 |
| Figura 6.122 Remache pop nodo 9..... | 209 |
| Figura 6.123 Espesor nodo 9..... | 209 |
| Figura 6.124 Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo de aplastamiento remache nodo 9..... | 210 |
| Figura 6.125 Remache pop nodo 10..... | 211 |

| | |
|--|-----|
| Figura 6.126 Estudio de tensiones 3(Tau XZ), esfuerzo cortante remache nodo 10..... | 211 |
| Figura 6.127 Remache pop nodo 10..... | 212 |
| Figura 6.128 Espesor nodo 10..... | 212 |
| Figura 6.129 Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo de aplastamiento nodo 10..... | 213 |
| Figura 6.130 Sección superficial nodo 11 y 12..... | 214 |
| Figura 6.131 Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo normal nodo 11 y 12..... | 214 |
| Figura 6.132 Espesor nodo 11..... | 215 |
| Figura 6.133 Agujero nodo 11..... | 215 |
| Figura 6.134 Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo de aplastamiento nodo 11..... | 215 |
| Figura 6.135 Espesor nodo 12..... | 216 |
| Figura 6.136 Agujero nodo 12..... | 216 |
| Figura 6.137 Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo de aplastamiento nodo 12..... | 217 |
| Figura 6.138 Sección superficial lateral derecha cortante nodo 11..... | 217 |
| Figura 6.139 Sección superficial lateral izquierda cortante nodo 11..... | 218 |
| Figura 6.140 Estudio de tensiones 3(Tau XZ), esfuerzo cortante nodo 11..... | 218 |
| Figura 6.141 Sección superficial lateral derecha cortante nodo 12..... | 219 |
| Figura 6.142 Sección superficial lateral izquierda cortante nodo 12..... | 219 |
| Figura 6.143 Estudio de tensiones 3(Tau XZ), esfuerzo cortante nodo 12..... | 220 |
| Figura 6.144 Remache pop nodo 11..... | 220 |

| | |
|---|-----|
| Figura 6.145 Estudio de tensiones 4(Tau YZ), esfuerzo cortante remache nodo 11..... | 221 |
| Figura 6.146 Remache pop nodo 11..... | 221 |
| Figura 6.147 Espesor nodo 11..... | 222 |
| Figura 6.148 Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo de aplastamiento remache nodo 11..... | 222 |
| Figura 6.149 Remache pop nodo 12..... | 223 |
| Figura 6.150 Estudio de tensiones 4(Tau YZ), esfuerzo cortante remache nodo 12..... | 223 |
| Figura 6.151 Remache pop nodo 12..... | 224 |
| Figura 6.152 Espesor nodo 12..... | 224 |
| Figura 6.153 Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo de aplastamiento remache nodo 12..... | 225 |
| Figura 6.154 Sección superficial normal nodo 13..... | 226 |
| Figura 6.155 Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo normal nodo 13..... | 226 |
| Figura 6.156 Espesor nodo 13..... | 227 |
| Figura 6.157 Agujero nodo 13..... | 227 |
| Figura 6.158 Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo de aplastamiento nodo 13..... | 228 |
| Figura 6.159 Sección superficial lateral derecha cortante nodo 13..... | 228 |
| Figura 6.160 Sección superficial lateral izquierda cortante nodo 13..... | 229 |
| Figura 6.161 Estudio de tensiones 3(Tau XZ), esfuerzo cortante nodo 13..... | 229 |
| Figura 6.162 Remache pop nodo 13..... | 230 |

| | |
|---|-----|
| Figura 6.163 Estudio de tensiones 4(Tau YZ), esfuerzo cortante remache nodo 13..... | 230 |
| Figura 6.164 Remache pop nodo 13..... | 231 |
| Figura 6.165 Espesor nodo 13..... | 231 |
| Figura 6.166 Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo de aplastamiento remache nodo 13..... | 232 |
| Figura 6.167 Sección superficial normal nodo 14..... | 233 |
| Figura 6.168 Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo normal nodo 14..... | 233 |
| Figura 6.169 Espesor nodo 14..... | 234 |
| Figura 6.170 Agujero nodo 14..... | 234 |
| Figura 6.171 Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo de aplastamiento nodo 14..... | 235 |
| Figura 6.172 Sección superficial superior cortante nodo 14..... | 235 |
| Figura 6.173 Sección superficial inferior cortante nodo 14..... | 236 |
| Figura 6.174 Estudio de tensiones 4(Tau YZ), esfuerzo cortante nodo 14..... | 236 |
| Figura 6.175 Remache cabeza redonda nodo 14..... | 237 |
| Figura 6.176 Estudio de tensiones 3(Tau XZ), esfuerzo cortante remache nodo 14..... | 237 |
| Figura 6.177 Remache cabeza redonda nodo 14..... | 238 |
| Figura 6.178 Espesor nodo 14..... | 238 |
| Figura 6.179 Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo de aplastamiento remache nodo 14..... | 238 |
| Figura 6.180 Sección superficial normal nodo 15..... | 239 |

| | |
|---|-----|
| Figura 6.181 Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo normal nodo 15..... | 240 |
| Figura 6.182 Espesor nodo 15..... | 240 |
| Figura 6.183 Agujero nodo 15..... | 241 |
| Figura 6.184 Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo de aplastamiento nodo 15..... | 241 |
| Figura 6.185 Sección superficial superior cortante nodo 15..... | 242 |
| Figura 6.186 Sección superficial inferior cortante nodo 15..... | 242 |
| Figura 6.187 Estudio de tensiones 4(Tau YZ), esfuerzo cortante nodo 15... | 242 |
| Figura 6.188 Remache cabeza redonda nodo 15..... | 243 |
| Figura 6.189 Estudio de tensiones 3(Tau XZ), esfuerzo cortante remache nodo 15..... | 243 |
| Figura 6.190 Agujero nodo 15..... | 244 |
| Figura 6.191 Espesor nodo 15..... | 245 |
| Figura 6.192 Estudio de tensiones 2 (SZ), esfuerzo de aplastamiento remache nodo 15..... | 245 |
| Figura 6.193 Soporte inferior..... | 247 |
| Figura 6.194 Perímetro de corte perfil soporte inferior..... | 247 |
| Figura 6.195 Espesor de la chapa soporte inferior..... | 248 |
| Figura 6.196 Perímetro de corte agujero circular..... | 249 |
| Figura 6.197 Perímetro de corte agujero ovalado..... | 250 |
| Figura 6.198 Perímetro de corte perforación..... | 251 |
| Figura 6.199 Ancho de doblez parte lateral..... | 253 |
| Figura 6.200 Ancho de doblez pestaña superior..... | 254 |

| | |
|---|-----|
| Figura 6.201 Acople L..... | 255 |
| Figura 6.202 Perímetro de corte perfil..... | 255 |
| Figura 6.203 Espesor de la chapa..... | 256 |
| Figura 6.204 Perímetro de corte agujero lateral..... | 257 |
| Figura 6.205 Perímetro de corte agujero inferior..... | 258 |
| Figura 6.206 Ancho de dobléz L..... | 259 |
| Figura 6.207 Ancho de dobléz U..... | 260 |
| Figura 6.208 Bisagra..... | 261 |
| Figura 6.209 Perímetro de corte perfil bisagra..... | 261 |
| Figura 6.210 Espesor de la chapa bisagra..... | 262 |
| Figura 6.211 Perímetro de corte agujero..... | 263 |
| Figura 6.212 Ancho de doblado U..... | 264 |
| Figura 6.213 Ancho de doblado final..... | 265 |
| Figura 6.214 Ojal..... | 266 |
| Figura 6.215 Perímetro de corte perfil ojal..... | 267 |
| Figura 6.216 Espesor de la chapa ojal..... | 267 |
| Figura 6.217 Perímetro de corte agujero..... | 268 |
| Figura 6.218 Ancho doblado v..... | 270 |
| Figura 6.219 Distancia entre apoyos..... | 270 |
| Figura 6.220 Soporte V..... | 271 |
| Figura 6.221 Espesor de la chapa soporte V..... | 272 |
| Figura 6.222 Ancho de doblado esquina..... | 272 |
| Figura 6.223 Distancia entre apoyos para doblado esquina..... | 273 |

| | |
|---|-----|
| Figura 6.224 Ancho de doblaz V..... | 274 |
| Figura 6.225 Distancia entre apoyos para doblado V..... | 275 |
| Figura 6.226 Soporte vertical..... | 276 |
| Figura 6.227 Espesor de la chapa soporte vertical..... | 277 |
| Figura 6.228 Ancho de doblaz superior..... | 278 |
| Figura 6.229 Distancia entre apoyos doblado superior..... | 278 |
| Figura 6.230 Ancho de doblado intermedio..... | 279 |
| Figura 6.231 Distancia entre apoyos doblado intermedio..... | 280 |
| Figura 6.232 Soporte horizontal..... | 280 |
| Figura 6.233 Espesor de la chapa soporte horizontal..... | 281 |
| Figura 6.234 Ancho de doblado..... | 281 |
| Figura 6.235 Tubo bastidor..... | 282 |
| Figura 6.236 Espesor de tubo bastidor..... | 283 |
| Figura 6.237 Ancho de doblaz L..... | 283 |
| Figura 6.238 Ancho de doblaz ángulo..... | 284 |
| Figura 6.239 Distancia entre apoyos doblaz ángulo..... | 285 |
| Figura 6.240 Varilla oval..... | 286 |
| Figura 6.241 Espesor de varilla..... | 286 |
| Figura 6.242 Ancho de varilla a doblar..... | 287 |
| Figura 6.243 Tubo refuerzo..... | 289 |
| Figura 6.244 Diámetro de la copa a embutir..... | 289 |
| Figura 6.245 Espesor del tubo..... | 290 |
| Figura 6.246 Altura de la copa..... | 290 |

| | |
|--|-----|
| Figura 6.247 Diámetro inicial de la copa a embutir..... | 291 |
| Figura 6.248 Distancia entre diámetro inicial y embutido..... | 292 |
| Figura 6.249 Estado de esfuerzos matriz de corte 1 soporte inferior..... | 295 |
| Figura 6.250 Estado de esfuerzos punzón de corte 1 soporte inferior..... | 295 |
| Figura 6.251 Estado de esfuerzos matriz de corte 2 matriz de corte circular soporte inferior..... | 296 |
| Figura 6.252 Estado de esfuerzos matriz de corte 2 punzón de corte circular soporte inferior..... | 296 |
| Figura 6.253 Estado de esfuerzos matriz de corte 2 matriz de corte ovalado soporte inferior..... | 296 |
| Figura 6.254 Estado de esfuerzos matriz de corte 2 punzón de corte ovalado soporte inferior..... | 297 |
| Figura 6.255 Estado de esfuerzos matriz de corte 2 matriz de perforación soporte inferior..... | 297 |
| Figura 6.256 Estado de esfuerzos matriz de corte 2 punzón de perforación soporte inferior..... | 297 |
| Figura 6.257 Estado de esfuerzos matriz de doblado soporte inferior..... | 298 |
| Figura 6.258 Estado de esfuerzos punzón de doblado parte lateral soporte inferior..... | 298 |
| Figura 6.259 Estado de esfuerzos punzón de doblado pestaña superior soporte inferior..... | 298 |
| Figura 6.260 Estado de esfuerzos matriz de corte perfil acople L..... | 299 |
| Figura 6.261 Estado de esfuerzos punzón de corte perfil acople L..... | 299 |

| | |
|--|-----|
| Figura 6.262 Estado de esfuerzos matriz de perforado 1 acople L..... | 299 |
| Figura 6.263 Estado de esfuerzos punzón de perforado 1 acople L..... | 300 |
| Figura 6.264 Estado de esfuerzos matriz de perforado 2 acople L..... | 300 |
| Figura 6.265 Estado de esfuerzos punzón de perforado 2 acople L..... | 300 |
| Figura 6.266 Estado de esfuerzos matriz de doblado acople L..... | 301 |
| Figura 6.267 Estado de esfuerzos punzón de doblado acople L..... | 301 |
| Figura 6.268 Estado de esfuerzos matriz de corte perfil bisagra..... | 301 |
| Figura 6.269 Estado de esfuerzos punzón de corte perfil bisagra..... | 302 |
| Figura 6.270 Estado de esfuerzos punzón de perforación bisagra..... | 302 |
| Figura 6.271 Estado de esfuerzos matriz doblado 1 bisagra..... | 302 |
| Figura 6.272 Estado de esfuerzos punzón doblado 1 bisagra..... | 303 |
| Figura 6.273 Estado de esfuerzos matriz doblado 2 bisagra..... | 303 |
| Figura 6.274 Estado de esfuerzos punzón doblado 2 bisagra..... | 303 |
| Figura 6.275 Estado de esfuerzos matriz corte ojal..... | 304 |
| Figura 6.276 Estado de esfuerzos punzón corte ojal..... | 304 |
| Figura 6.277 Estado de esfuerzos punzón de perforación ojal..... | 304 |
| Figura 6.278 Estado de esfuerzos matriz doblado ojal..... | 305 |
| Figura 6.279 Estado de esfuerzos punzón doblado ojal..... | 305 |
| Figura 6.280 Estado de esfuerzos matriz de doblado 1 soporte V..... | 305 |
| Figura 6.281 Estado de esfuerzos punzón de doblado 1 soporte V..... | 306 |
| Figura 6.282 Estado de esfuerzos matriz de doblado 2 soporte V..... | 306 |
| Figura 6.283 Estado de esfuerzos punzón de doblado 2 soporte V..... | 306 |
| Figura 6.284 Estado de esfuerzos matriz de doblado 1 soporte vertical..... | 307 |

| | |
|---|-----|
| Figura 6.285 Estado de esfuerzos punzón de doblado 1 soporte vertical..... | 307 |
| Figura 6.286 Estado de esfuerzos matriz de doblado 2 soporte vertical..... | 307 |
| Figura 6.287 Estado de esfuerzos punzón de doblado 2 soporte vertical..... | 308 |
| Figura 6.288 Estado de esfuerzos matriz de doblado soporte horizontal..... | 308 |
| Figura 6.289 Estado de esfuerzos punzón de doblado soporte horizontal..... | 308 |
| Figura 6.290 Estado de esfuerzos pasador doblado recto tubo bastidor..... | 309 |
| Figura 6.291 Estado de esfuerzos polea doblado recto tubo bastidor..... | 309 |
| Figura 6.292 Estado de esfuerzos barra doblado ángulo tubo bastidor..... | 309 |
| Figura 6.293 Estado de esfuerzos acople 1 doblado ángulo tubo bastidor.... | 310 |
| Figura 6.294 Estado de esfuerzos acople 2 doblado ángulo tubo bastidor.... | 310 |
| Figura 6.295 Estado de esfuerzos matriz de doblado 1 varilla oval..... | 310 |
| Figura 6.296 Estado de esfuerzos punzón de doblado 1 varilla oval..... | 311 |
| Figura 6.297 Estado de esfuerzos punzón de doblado 2 varilla oval..... | 311 |
| Figura 6.298 Estado de esfuerzos punzón modificador de diámetro..... | 311 |
| Figura 6.299 Estudio de Von Mises..... | 312 |
| Figura 6.300 Estudio del factor de seguridad del arnés..... | 312 |
| Figura 6.301 Estado de factor de seguridad matriz de corte 1 soporte inferior..... | 313 |
| Figura 6.302 Estado de factor de seguridad punzón matriz de corte 1 soporte inferior..... | 313 |
| Figura 6.303 Estado de factor de seguridad matriz de corte 2 matriz de corte circular soporte inferior..... | 314 |

| | |
|--|-----|
| Figura 6.304 Estado de factor de seguridad matriz de corte 2 punzón de corte circular soporte inferior..... | 314 |
| Figura 6.305 Estado de factor de seguridad matriz de corte 2 matriz de corte ovalado soporte inferior..... | 314 |
| Figura 6.306 Estado de factor de seguridad matriz de corte 2 punzón de corte ovalado soporte inferior..... | 315 |
| Figura 6.307 Estado de factor de seguridad matriz de corte 2 matriz de perforación soporte inferior..... | 315 |
| Figura 6.308 Estado de factor de seguridad matriz de corte 2 punzón de perforación soporte inferior..... | 315 |
| Figura 6.309 Estado de factor de seguridad matriz de doblado soporte inferior..... | 316 |
| Figura 6.310 Estado de factor de seguridad punzón de doblado parte lateral soporte inferior..... | 316 |
| Figura 6.311 Estado de factor de seguridad punzón de doblado pestaña superior soporte inferior..... | 316 |
| Figura 6.312 Estado de factor de seguridad matriz de corte perfil acople L..... | 317 |
| Figura 6.313 Estado de factor de seguridad punzón de corte perfil acople L..... | 317 |
| Figura 6.314 Estado de factor de seguridad matriz de perforado 1 acople L..... | 317 |

| | |
|---|-----|
| Figura 6.315 Estado de factor de seguridad punzón de perforado 1 | |
| acople L..... | 318 |
| Figura 6.316 Estado de factor de seguridad matriz de perforado 2 | |
| acople L..... | 318 |
| Figura 6.317 Estado de factor de seguridad punzón de perforado 2 | |
| acople L..... | 318 |
| Figura 6.318 Estado de factor de seguridad matriz de doblado acople L..... | 319 |
| Figura 6.319 Estado de factor de seguridad punzón de doblado acople L..... | 319 |
| Figura 6.320 Estado de factor de seguridad matriz corte perfil bisagra..... | 319 |
| Figura 6.321 Estado de factor de seguridad punzón corte perfil bisagra..... | 320 |
| Figura 6.322 Estado de factor de seguridad punzón de perforación | |
| bisagra..... | 320 |
| Figura 6.323 Estado de factor de seguridad matriz doblado 1 bisagra..... | 320 |
| Figura 6.324 Estado de factor de seguridad punzón doblado 1 bisagra..... | 321 |
| Figura 6.325 Estado de factor de seguridad matriz doblado 2 bisagra..... | 321 |
| Figura 6.326 Estado de factor de seguridad punzón doblado 2 bisagra..... | 321 |
| Figura 6.327 Estado de factor de seguridad matriz corte ojal..... | 322 |
| Figura 6.328 Estado de factor de seguridad punzón corte ojal..... | 322 |
| Figura 6.329 Estado de factor de seguridad punzón de perforación ojal..... | 322 |
| Figura 6.330 Estado de factor de seguridad matriz doblado ojal..... | 323 |
| Figura 6.331 Estado de factor de seguridad punzón doblado ojal..... | 323 |
| Figura 6.332 Estado de factor de seguridad matriz de doblado 1 | |
| soporte V..... | 323 |

| | |
|--|-----|
| Figura 6.333 Estado de factor de seguridad punzón de doblado 1 | |
| soporte V..... | 324 |
| Figura 6.334 Estado de factor de seguridad matriz de doblado 2 | |
| soporte V..... | 324 |
| Figura 6.335 Estado de factor de seguridad punzón de doblado 2 | |
| soporte V..... | 324 |
| Figura 6.336 Estado de factor de seguridad matriz de doblado 1 soporte | |
| vertical..... | 325 |
| Figura 6.337 Estado de factor de seguridad punzón de doblado 1 | |
| soporte vertical..... | 325 |
| Figura 6.338 Estado de factor de seguridad matriz de doblado 2 soporte | |
| vertical..... | 325 |
| Figura 6.339 Estado de factor de seguridad punzón de doblado 2 | |
| soporte vertical..... | 326 |
| Figura 6.340 Estado de factor de seguridad matriz de doblado soporte | |
| horizontal..... | 326 |
| Figura 6.341 Estado de factor de seguridad punzón de doblado soporte | |
| horizontal..... | 326 |
| Figura 6.342 Estado de factor de seguridad pasador doblado recto tubo | |
| bastidor..... | 327 |
| Figura 6.343 Estado de factor de seguridad polea doblado recto tubo | |
| bastidor..... | 327 |

| | |
|--|-----|
| Figura 6.344 Estado de factor de seguridad barra doblado ángulo tubo bastidor..... | 327 |
| Figura 6.345 Estado de factor de seguridad acople 1 doblado ángulo tubo bastidor..... | 328 |
| Figura 6.346 Estado de factor de seguridad acople 2 doblado ángulo tubo bastidor..... | 328 |
| Figura 6.347 Estado de factor de seguridad matriz de doblado varilla oval.... | 328 |
| Figura 6.348 Estado de factor de seguridad punzón de doblado 1 varilla oval..... | 329 |
| Figura 6.349 Estado de factor de seguridad punzón de doblado 2 varilla oval..... | 329 |
| Figura 6.350 Estado de factor de seguridad punzón modificador de diámetro..... | 329 |
| Figura 6.351 Esfuerzos resultantes en cada nodo..... | 330 |
| Figura 6.352 Fuerzas aplicadas en cada nodo..... | 331 |
| Figura 6.353 Fuerzas aplicadas en las matrices del soporte inferior..... | 333 |
| Figura 6.354 Fuerzas aplicadas en las matrices del acople L..... | 334 |
| Figura 6.355 Fuerzas aplicadas en las matrices de la bisagra..... | 335 |
| Figura 6.356 Fuerzas aplicadas en las matrices del ojal..... | 336 |
| Figura 6.357 Fuerzas aplicadas en las matrices del soporte V..... | 336 |
| Figura 6.358 Fuerzas aplicadas en las matrices del soporte vertical..... | 337 |
| Figura 6.359 Fuerza aplicada en la matriz del soporte horizontal..... | 337 |
| Figura 6.360 Fuerzas aplicadas en las matrices del tubo bastidor..... | 338 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| Figura 6.361 | Fuerza aplicada en la matriz de la varilla oval..... | 338 |
| Figura 6.362 | Fuerza aplicada en la matriz del tubo refuerzo..... | 339 |
| Figura 6.363 | Esfuerzos resultantes en las matrices del soporte inferior..... | 341 |
| Figura 6.364 | Esfuerzos resultantes en las matrices del acople L..... | 342 |
| Figura 6.365 | Esfuerzos resultantes en las matrices de la bisagra..... | 343 |
| Figura 6.366 | Esfuerzos resultantes en las matrices del ojal..... | 344 |
| Figura 6.367 | Esfuerzos resultantes en las matrices del soporte V..... | 345 |
| Figura 6.368 | Esfuerzos resultantes en las matrices del soporte vertical..... | 345 |
| Figura 6.369 | Esfuerzos resultantes en las matrices del soporte horizontal.... | 346 |
| Figura 6.370 | Esfuerzos resultantes en las matrices del tubo bastidor..... | 346 |
| Figura 6.371 | Esfuerzos resultantes en las matrices de la varilla oval..... | 347 |
| Figura 6.372 | Esfuerzos resultantes en las matrices de la varilla oval..... | 347 |
| Figura 8.1 | Diagrama de proceso de ensamblaje para matrices de corte.... | 384 |
| Figura 8.2 | Despiece matriz de corte 1 soporte inferior..... | 385 |
| Figura 8.3 | Despiece matriz de corte 2 soporte inferior..... | 386 |
| Figura 8.4 | Despiece matriz de corte perfil acople L..... | 387 |
| Figura 8.5 | Despiece matriz perforado 1 acople L..... | 388 |
| Figura 8.6 | Despiece matriz perforado 2 acople L..... | 389 |
| Figura 8.7 | Despiece matriz corte perfil bisagra..... | 390 |
| Figura 8.8 | Despiece matriz corte ojal..... | 391 |
| Figura 8.9 | Diagrama de proceso de ensamblaje para matrices de doblado..... | 392 |
| Figura 8.10 | Despiece matriz de doblado soporte inferior..... | 393 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Figura 8.11 | Despiece matriz de doblado acople L..... | 394 |
| Figura 8.12 | Despiece matriz doblado 1 bisagra..... | 395 |
| Figura 8.13 | Despiece matriz doblado 2 bisagra..... | 396 |
| Figura 8.14 | Despiece matriz doblado ojal..... | 397 |
| Figura 8.15 | Despiece matriz de doblado 1 soporte vertical..... | 398 |
| Figura 8.16 | Despiece matriz de doblado 2 soporte vertical..... | 399 |
| Figura 8.17 | Despiece matriz de doblado soporte horizontal..... | 400 |
| Figura 8.18 | Despiece matriz de doblado 1 varilla oval..... | 401 |
| Figura 8.19 | Despiece matriz de doblado 2 varilla oval..... | 402 |
| Figura 8.20 | Diagrama de proceso ensamblaje para matriz de doblado soporte v..... | 403 |
| Figura 8.21 | Despiece matriz de doblado 1 soporte v..... | 404 |
| Figura 8.22 | Despiece matriz de doblado 2 soporte v..... | 405 |
| Figura 8.23 | Diagrama de proceso ensamblaje para matriz de dobrado recto..... | 406 |
| Figura 8.24 | Despiece matriz de doblado recto tubo bastidor..... | 407 |
| Figura 8.25 | Diagrama de proceso ensamblaje para matriz de doblado ángulo..... | 409 |
| Figura 8.26 | Despiece matriz de doblado ángulo..... | 410 |
| Figura 8.27 | Diagrama de proceso ensamblaje modificador de diámetro..... | 411 |
| Figura 8.28 | Despiece matriz modificador de diámetro..... | 412 |
| Figura 8.29 | Diagrama de proceso ensamblaje matriz de ensamblaje..... | 413 |
| Figura 8.30 | Despiece matriz de ensamblaje..... | 414 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Figura 8.31 | Detalle ensamblaje varilla oval-bisagra..... | 435 |
| Figura 8.32 | Diagrama de proceso ensamblaje varilla oval-bisagra..... | 436 |
| Figura 8.33 | Detalle ensamblaje varilla bisagra-soporte inferior..... | 437 |
| Figura 8.34 | Diagrama de proceso ensamblaje bisagra-soporte inferior..... | 438 |
| Figura 8.35 | Detalle ensamblaje soporte inferior-acople L..... | 439 |
| Figura 8.36 | Diagrama de proceso ensamblaje soporte inferior-acople L..... | 440 |
| Figura 8.37 | Detalle ensamblaje tubo bastidor-tubo refuerzo..... | 441 |
| Figura 8.38 | Diagrama de proceso ensamblaje tubo bastidor-tubo refuerzo..... | 442 |
| Figura 8.39 | Detalle frontal perforación tubo bastidor en placa ensamblaje... | 443 |
| Figura 8.40 | Detalle inferior perforación tubo bastidor en placa ensamblaje..... | 444 |
| Figura 8.41 | Diagrama de proceso de perforación de tubo bastidor en placa ensamblaje..... | 445 |
| Figura 8.42 | Detalle ensamblaje tubo bastidor-soporte inferior..... | 446 |
| Figura 8.43 | Diagrama de proceso ensamblaje tubo bastidor-soporte inferior..... | 447 |
| Figura 8.44 | Detalle de perforación soporte V..... | 448 |
| Figura 8.45 | Diagrama de proceso de perforación de soporte V..... | 449 |
| Figura 8.46 | Detalle ensamblaje soporte inferior-soporte V..... | 450 |
| Figura 8.47 | Diagrama de proceso ensamblaje soporte inferior- soporte V..... | 451 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Figura 8.48 | Detalle ensamblaje soporte vertical-soporte inferior-tubo bastidor..... | 452 |
| Figura 8.49 | Diagrama de proceso ensamblaje soporte vertical-soporte inferior-tubo bastidor..... | 453 |
| Figura 8.50 | Detalle lateral izquierdo ensamblaje soporte vertical-soporte horizontal-tubo bastidor..... | 454 |
| Figura 8.51 | Detalle lateral derecho ensamblaje soporte vertical-soporte horizontal-tubo bastidor..... | 455 |
| Figura 8.52 | Diagrama de proceso ensamblaje soporte vertical-soporte horizontal-tubo bastidor..... | 456 |
| Figura 8.53 | Detalle ensamblaje tubo bastidor-ojal..... | 457 |
| Figura 8.54 | Diagrama de proceso ensamblaje tubo bastidor-ojal..... | 458 |
| Figura 8.55 | Proceso de lavado y anodizado químico..... | 461 |
| Figura 8.56 | Diagrama de proceso de lavado y anodizado químico..... | 462 |
| Figura 8.57 | Proceso de pintura..... | 463 |
| Figura 8.58 | Diagrama de proceso de pintura..... | 464 |
| Figura 8.59 | Acabado final y embalaje..... | 465 |
| Figura 8.60 | Diagrama de proceso de acabado final y embalaje..... | 466 |
| Figura 8.61 | Producto terminado..... | 467 |
| Figura 9.1 | Largo del soporte inferior..... | 476 |
| Figura 9.2 | Ancho del soporte inferior..... | 477 |
| Figura 9.3 | Carta X media longitud del soporte inferior..... | 481 |
| Figura 9.4 | Carta S media longitud del soporte inferior..... | 481 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| Figura 9.5 | Carta X media ancho del soporte inferior..... | 484 |
| Figura 9.6 | Carta S media ancho del soporte inferior..... | 484 |
| Figura 9.7 | Carta X media respecto al peso del soporte inferior..... | 487 |
| Figura 9.8 | Carta S media respecto al peso del soporte inferior..... | 487 |
| Figura 9.9 | Carta X media respecto al peso del arnés terminado..... | 490 |
| Figura 9.10 | Carta S media respecto al peso del arnés terminado..... | 491 |
| Figura 9.11 | Carta por atributos para propiedad recubrimiento..... | 494 |
| Figura 9.12 | Carta por atributos para propiedad fijación..... | 495 |
| Figura 9.13 | Carta por atributos para propiedad tonalidad de color..... | 497 |
| Figura 9.14 | Carta por atributos para propiedad aspereza..... | 499 |
| Figura 10.1 | Depreciación vs. período..... | 509 |
| Figura 10.2 | Valor del activo vs. período..... | 509 |
| Figura 10.3 | Grafica VAN vs. TIR (análisis financiero)..... | 512 |
| Figura 10.4 | Grafica VAN vs. TIR (análisis económico)..... | 518 |

ECUACIONES

| | Pág. |
|--------------------|-------------|
| Ecuación 2.1..... | 26 |
| Ecuación 2.2..... | 27 |
| Ecuación 2.3..... | 29 |
| Ecuación 2.4..... | 30 |
| Ecuación 2.5..... | 30 |
| Ecuación 2.6..... | 30 |
| Ecuación 2.7..... | 56 |
| Ecuación 2.8..... | 57 |
| Ecuación 2.9..... | 58 |
| Ecuación 2.10..... | 58 |
| Ecuación 2.11..... | 59 |
| Ecuación 2.12..... | 72 |
| Ecuación 2.13..... | 73 |
| Ecuación 2.14..... | 74 |
| Ecuación 2.15..... | 75 |
| Ecuación 5.1..... | 131 |
| Ecuación 5.2..... | 132 |
| Ecuación 5.3..... | 141 |
| Ecuación 6.1..... | 151 |
| Ecuación 6.2..... | 151 |
| Ecuación 6.3..... | 152 |
| Ecuación 6.4..... | 155 |
| Ecuación 6.5..... | 155 |

| | |
|--------------------|-----|
| Ecuación 6.6..... | 158 |
| Ecuación 6.7..... | 249 |
| Ecuación 6.8..... | 249 |
| Ecuación 6.9..... | 250 |
| Ecuación 6.10..... | 250 |
| Ecuación 6.11..... | 251 |
| Ecuación 6.12..... | 251 |
| Ecuación 6.13..... | 252 |
| Ecuación 6.14..... | 252 |
| Ecuación 6.15..... | 252 |
| Ecuación 6.16..... | 252 |
| Ecuación 6.17..... | 253 |
| Ecuación 6.18..... | 253 |
| Ecuación 6.19..... | 254 |
| Ecuación 6.20..... | 254 |
| Ecuación 6.21..... | 254 |
| Ecuación 6.22..... | 256 |
| Ecuación 6.23..... | 256 |
| Ecuación 6.24..... | 256 |
| Ecuación 6.25..... | 257 |
| Ecuación 6.26..... | 257 |
| Ecuación 6.27..... | 257 |
| Ecuación 6.28..... | 258 |
| Ecuación 6.28..... | 258 |
| Ecuación 6.30..... | 258 |

| | |
|--------------------|-----|
| Ecuación 6.31..... | 259 |
| Ecuación 6.32..... | 259 |
| Ecuación 6.33..... | 260 |
| Ecuación 6.34..... | 260 |
| Ecuación 6.35..... | 260 |
| Ecuación 6.36..... | 262 |
| Ecuación 6.37..... | 262 |
| Ecuación 6.38..... | 263 |
| Ecuación 6.39..... | 263 |
| Ecuación 6.40..... | 263 |
| Ecuación 6.41..... | 263 |
| Ecuación 6.42..... | 264 |
| Ecuación 6.43..... | 264 |
| Ecuación 6.44..... | 265 |
| Ecuación 6.45..... | 265 |
| Ecuación 6.46..... | 265 |
| Ecuación 6.47..... | 266 |
| Ecuación 6.48..... | 267 |
| Ecuación 6.49..... | 268 |
| Ecuación 6.50..... | 268 |
| Ecuación 6.51..... | 269 |
| Ecuación 6.52..... | 269 |
| Ecuación 6.53..... | 269 |
| Ecuación 6.54..... | 269 |
| Ecuación 6.55..... | 269 |

| | |
|--------------------|-----|
| Ecuación 6.56..... | 270 |
| Ecuación 6.57..... | 270 |
| Ecuación 6.58..... | 274 |
| Ecuación 6.59..... | 274 |
| Ecuación 6.60..... | 275 |
| Ecuación 6.61..... | 275 |
| Ecuación 6.62..... | 278 |
| Ecuación 6.63..... | 278 |
| Ecuación 6.64..... | 280 |
| Ecuación 6.65..... | 280 |
| Ecuación 6.66..... | 282 |
| Ecuación 6.67..... | 282 |
| Ecuación 6.68..... | 283 |
| Ecuación 6.69..... | 283 |
| Ecuación 6.70..... | 285 |
| Ecuación 6.71..... | 285 |
| Ecuación 6.72..... | 288 |
| Ecuación 6.73..... | 288 |
| Ecuación 6.74..... | 288 |
| Ecuación 6.75..... | 293 |
| Ecuación 6.76..... | 293 |
| Ecuación 6.77..... | 294 |
| Ecuación 6.78..... | 294 |
| Ecuación 9.1..... | 469 |
| Ecuación 9.2..... | 469 |

| | |
|--------------------|-----|
| Ecuación 9.3..... | 477 |
| Ecuación 9.4..... | 477 |
| Ecuación 9.5..... | 477 |
| Ecuación 9.6..... | 478 |
| Ecuación 9.7..... | 478 |
| Ecuación 9.8..... | 478 |
| Ecuación 9.9..... | 478 |
| Ecuación 9.10..... | 478 |
| Ecuación 9.11..... | 478 |
| Ecuación 9.12..... | 478 |
| Ecuación 9.13..... | 478 |
| Ecuación 9.14..... | 478 |
| Ecuación 9.15..... | 478 |
| Ecuación 9.16..... | 478 |
| Ecuación 9.17..... | 478 |
| Ecuación 9.18..... | 479 |
| Ecuación 9.19..... | 492 |
| Ecuación 9.20..... | 492 |
| Ecuación 9.21..... | 492 |
| Ecuación 9.22..... | 493 |
| Ecuación 10.1..... | 504 |
| Ecuación 10.2..... | 506 |
| Ecuación 10.3..... | 506 |
| Ecuación 10.4..... | 507 |
| Ecuación 10.5..... | 508 |

| | |
|---------------------|-----|
| Ecuación 10.6..... | 508 |
| Ecuación 10.7..... | 508 |
| Ecuación 10.8..... | 508 |
| Ecuación 10.9..... | 508 |
| Ecuación 10.10..... | 511 |
| Ecuación 10.11..... | 513 |

NOMENCLATURA

| | |
|------------------|---|
| σ | Desviación estándar |
| x | Elemento |
| \bar{x} | Media |
| n | Número total de elementos |
| C_p | Capacidad del proceso |
| S | Desviación estándar del proceso |
| $\bar{\bar{x}}$ | Media promedio |
| \bar{s} | Desviación estándar promedio del proceso |
| $\hat{\sigma}$ | Coficiente de ajuste de la desviación estándar promedio |
| c_4 | Divisor para estimar la desviación estándar |
| UCL _x | Límite de control superior (media) |
| A_3 | Factor para límite de control (Carta para medias) |
| LCL _x | Límite de control inferior (media) |
| UCL _s | Límite de control superior (desviación estándar) |
| B_4 | Factor para límite de control (Carta para desviación estándar – Límite de control superior) |
| LCL _s | Límite de control inferior (desviación estándar) |
| B_3 | Factor para límite de control (Carta para desviación estándar – Límite de control inferior) |
| C_{ps} | Índice de capacidad superior |
| Les | Límite de especificación superior |
| C_{pi} | Índice de capacidad inferior |
| Lei | Límite de especificación inferior |
| C_{pk} | Índice de capacidad |

| | |
|-----------------|--|
| Z_s | Proporción de producto sobre la especificación |
| Z_i | Proporción de producto bajo la especificación |
| U | Defectos por unidad |
| N/conf | Elementos no conformes |
| \bar{U} | Media por defectos por unidad |
| UCL_u | Límite de control superior genérico |
| LCL_u | Límite de control inferior genérico |
| I_i | Ingresos por período |
| u | Unidad |
| a_i | Depreciación por período |
| V_o | Valor inicial |
| V_r | Valor final |
| V_i | Valor por período |
| Q | Número total de productos |
| q_i | Productos por período |
| Θ | Tasa constante de depreciación |
| FNC_i | Flujo neto de caja por período |
| E_i | Egresos por período |
| VAN | Valor actual neto |
| Fo | Inversión inicial |
| K | Tasa de descuento |
| B/C | Relación beneficio-costo |

ANEXOS

| | Pág. |
|---|-------------|
| ANEXO A Facturas de compras realizadas..... | 527 |
| ANEXO B Planos de construcción..... | 533 |
| ANEXO C Informes de las simulaciones realizadas..... | 537 |
| ANEXO D Fotos del proceso de construcción..... | 541 |
| ANEXO E Apéndices para análisis de resultados..... | 549 |
| ANEXO F Carta de satisfacción..... | 555 |

REFERENCIAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| BIBLIOGRÁFICAS | 557 |
| PUBLICACIONES NO PERIÓDICAS | 557 |
| DIRECCIONES INTERNET | 557 |

RESUMEN

Un arnés es una estructura metálica, preferentemente de aluminio, que sirve una vez acoplado a una mochila como soporte para el transporte de pesos considerables por periodos largos de tiempo.

En el presente proyecto de tesis, se realizó el diseño y construcción de matrices e implementación de pintura electrostática para el proceso de fabricación de 6600 arneses metálicos para mochilas militares, a fin de cumplir con un contrato adquirido por la F.M.S.B Santa Bárbara S.A. con la Fuerza Terrestre del Ecuador, el mismo que contempló tres etapas claramente definidas.

1. La primera etapa que se realizó en los meses de abril y mayo del año en curso, consistió en el diseño de 23 matrices (7 matrices de corte y perforado, 14 matrices de doblado, 1 matriz de embutido, y 1 matriz de ensamblaje). El diseño se basó primordialmente en la geometría de las piezas que constituyen el arnés, ya que al ser este una estructura metálica está compuesta por: 13 piezas de aluminio que forman la estructura propiamente dicha, 2 piezas de acero que sirven de nexo entre la mochila y el arnés, y 4 elementos plásticos que sirven de protección para partes críticas de desgaste. Todos estos elementos dan al conjunto la suficiente rigidez, que proporciona la seguridad para su uso en la movilización de las tropas.
2. La segunda etapa que se realizó en los meses de junio, julio y primera quincena de agosto, consistió en la construcción de las matrices que fueron previamente diseñadas; utilizando materiales adecuados, el personal técnico de la empresa y las máquinas herramientas existentes en la División de Armas & Municiones, se logró fabricar en el tiempo determinado las matrices mencionadas.
3. La implementación de pintura electrostática era una prioridad para la producción de arneses, ya que el recubrimiento de la pintura poliéster aseguraba las características funcionales del producto. Se realizó en la segunda quincena de agosto y el mes de septiembre, partiendo del rediseño de la cabina de pintura tradicional existente, adaptándola a los

requerimientos del proceso de pintura electrostática; para seguir con la adquisición de un equipo de pintura electrostática y la capacitación del personal para el manejo de esta tecnología; por último se implemento un proceso de preparación de superficie de los arneses, previo al proceso de pintado y la calibración de los tiempos de horneado.

La movilización de las tropas militares requiere implementos adecuados que faciliten el desenvolvimiento en el terreno. El arnés metálico proporciona un soporte para el traslado de equipo personal del soldado y otros implementos como radios, carpas, armas, municiones, etc., haciendo más equilibrado el peso de este equipo y evitando la fatiga y enfermedades ocupacionales.

El arnés diseñado soporto una carga total de 50 Kg. que excede en un 39% a la carga especificada por el Ejército Ecuatoriano, como condición para este tipo de elemento.

El diseño así mismo está dentro de la especificación planteada, teniendo un peso promedio de 0,824 Kg. lo cual asegura la salud física del usuario.

Una vez producidos los 6600 arneses, las matrices no presentaron fallas ni desgaste excesivo, permitiendo así a F.M.S.B Santa Bárbara S.A. asegurar la producción de nuevos arneses en el futuro.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

La industria metalmecánica en el Ecuador utiliza en un gran número de aplicaciones trabajos hechos en matricería, es decir, producción de elementos en chapa metálica en serie.

Este proceso productivo es muy versátil y económico en aplicaciones que requieran la fabricación de grandes cantidades de elementos iguales, por lo que casi todos los elementos de los artefactos que se utiliza en los hogares, oficinas, automóviles, etc., son fabricados en matrices de corte, matrices de doblado o matrices de inyección.

En el caso específico de elementos de equipos militares, su aplicación es imprescindible, así, se fabrican elementos como cubiertos, vajillas, jarros, hebillas, arneses, etc.

Los elementos fabricados mediante matrices utilizando chapa metálica, tienen la ventaja de presentar tolerancias geométricas y dimensionales óptimas, buena resistencia ya que no se afectan las propiedades metalográficas del material al trabajar en frío, propiedades superficiales como adherencia, baja rugosidad que permiten buenos acabados.

Un punto importante a tomar en cuenta en la fabricación de matrices es el nivel de producción que va a realizarse, debido a que se debe amortizar los costos que demande la fabricación de las matrices; así mismo se debe tomar en cuenta las propiedades mecánicas del material requeridas en las piezas a fabricar, ya que es uno de los puntos más importantes al momento de diseñar un producto.

1.2 ANTECEDENTES

La F.M.S.B Santa Bárbara S.A. incursiona en varios campos de la industria metalmeccánica, siendo un apoyo técnico valioso para el Ejército Ecuatoriano y para la industria nacional.

Dentro de la empresa se realizan varios proyectos para satisfacer las necesidades existentes en la Fuerza Terrestre, lo que conlleva a incursionar en el diseño de productos en varias áreas, siendo entre otras, matricería, balística, estructuras, etc.

Se presta un especial interés en la producción en serie de artículos como vajillas, hebillas y cubiertos. La Fuerza Terrestre ha visto la necesidad de manufacturar arneses para mochila, ya que las mismas se entregaran en dotación al personal militar.

Las tropas militares del ejército ecuatoriano utilizan en sus movimientos de patrullaje, implementos necesarios para su óptimo desempeño en el terreno, que sirven para transportar material indispensable, por lo que estos deben tener buena rigidez y a la vez un diseño ergonómico.

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Los desplazamientos de tropas militares implican un gran agotamiento de las mismas ya que dichas tropas llevan sobre si grandes cargas que son útiles en el ejercicio de las operaciones militares, por lo que todo sistema que logre optimizar el rendimiento físico del soldado ecuatoriano será una ventaja en el terreno.

Para lograr este objetivo una de las opciones es aplicar una distribución uniforme de la carga que debe soportar el soldado sobre sí mismo, por tanto se utiliza una estructura metálica llamada arnés que se coloca fácilmente en la mochila adaptándose cómodamente al cuerpo humano.

Así mismo, el cumplimiento de una misión por parte de una tropa militar requiere que el equipo que lleva a su cargo este en optimas condiciones al

momento de requerirlo, por lo que el arnés metálico al distribuir la carga en todo el volumen de la mochila cumple también con este requerimiento.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 GENERAL

Diseñar y construir la matricería, e implementar el proceso de pintura electrostática para la producción en serie de 6600 arneses de aluminio para mochilas militares para la F.M.S.B Santa Bárbara S.A.

1.4.2 ESPECIFICOS

1. Asegurar que el arnés resista la carga requerida de 34 ± 2 Kg.
2. Cumplir con las dimensiones requeridas del arnés (Largo = 324 ± 2 mm, Ancho = 145 ± 2 mm, Altura = 524 ± 2 mm) para que estos se acoplen en las mochilas producidas por FAME S.A.
3. Asegurar la comodidad del usuario, con un peso del arnés de 1 ± 0.2 Kg.

1.5 ALCANCE Y JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto se encarga del diseño y construcción de las matrices necesarias para la producción de 6600 arneses metálicos para mochilas militares e implementar el proceso de pintura electrostática

Basándose en el diseño asistido por computador, se busca optimizar el diseño del producto y las matrices, a fin de que cumplan con los objetivos planteados.

Con la utilización de la pintura electrostática se busca reducir costos y tiempo de producción, obteniendo un producto terminado de gran calidad

Verificar que el aluminio es el material más óptimo para este tipo de elementos, ya que nos brinda las características que debe poseer el arnés; así mismo que el material elegido para las matrices sea el adecuado para la proceso de manufactura planteado.

Observar los beneficios de abaratar costos con la utilización de matrices para la producción de estos elementos.

Verificar que el diseño satisfaga las necesidades de dimensiones y peso que hagan de este un elemento útil y le dé una ventaja clara en la rapidez de movilización de las tropas del ejército.

Todo lo expuesto anteriormente dará la pauta para establecer criterios de diseño, además de corroborar la elección de la producción en matrices como el proceso de manufactura más versátil y eficaz para la construcción de este tipo de elementos metálicos.

El presente proyecto de grado está orientado a satisfacer las necesidades del Ejército Ecuatoriano en cuanto a la agilidad y velocidad de reacción en movimientos de patrullaje, por lo que se necesita dotar de rigidez, soporte y versatilidad a las mochilas de campaña que utilizan dichas tropas.

Los arneses de aluminio cumplen con estos requerimientos, ya que son elementos livianos, resistentes, y de alta durabilidad; por lo cual este tipo de elementos son usados como soporte para mochilas militares y de andinismo en la actualidad.

El ejército ha visto la necesidad de implementar este sistema para facilitar la movilización de sus tropas, encargándole así la producción de 6600 arneses para mochila militar a la F.M.S.B. Santa Bárbara S.A.

En base a los conocimientos adquiridos en la Carrera de Ingeniería Mecánica, se opta por asumir la responsabilidad de diseñar un modelo de arnés que cumpla con las exigencias planteadas por el Ejército Ecuatoriano.

El proceso más adecuado, que se puede utilizar para la construcción de estos elementos metálicos es la producción en serie en matrices de corte, doblado y ensamblado; ya que esto nos permitirá obtener productos con iguales características en cuanto a dimensiones, peso, resistencia y apariencia.

La fabricación de estos elementos en matrices presenta una gran ventaja en cuanto a velocidad de producción y por tanto hace que se pueda cumplir con el tiempo establecido.

Otro punto muy importante es asegurar que la fábrica tendrá la posibilidad de seguir produciendo arneses metálicos en el futuro ya que la matricería

construida puede ser utilizada posteriormente, luego de realizar el mantenimiento de piezas específicas.

Con las anteriores consideraciones el diseño y puesta en marcha del proceso de fabricación de los arneses metálicos es un proyecto enteramente necesario y justificable, tanto para los intereses de la F.M.S.B Santa Bárbara S.A., el Ejército Ecuatoriano y las aspiraciones profesionales de los egresados a cargo de este proyecto.

CAPÍTULO 2

MARCO DE REFERENCIA

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 ESTADO DE LA TECNOLOGÍA DE LA MATRICERÍA EN EL ECUADOR

La industria metalmecánica ecuatoriana, utiliza la matricería como proceso de producción para la elaboración de artículos relacionados en los siguientes campos:

- Vestimenta y accesorios
- Eléctrica
- Electrónica
- Utensilios de cocina
- Línea blanca
- Máquinas de oficina
- Armas
- Automotriz, etc.

Teniendo en cuenta la gran gama de producción que se obtiene al utilizar la matricería, la industria ecuatoriana constantemente busca el mejoramiento de la tecnología, con el fin de cumplir los estándares de calidad y producción a nivel nacional. Un gran ejemplo de ello lo constituye la Implementación de una Metodología con la Técnica 5S para Mejorar el Área de Matricería de una Empresa Extrusora de Aluminio.¹

¹ Realizado por: Kleber F. Barcia Villacreses, Ph.D. y Daniel S. Hidalgo Castro, Ing., de la Escuela Superior Politécnica del Litoral

En el Ecuador existen empresas que utilizan matrices como parte vertebral de su producción, citando a continuación las siguientes:

- **Texticom Cía. Ltda.:** Fabricante de productos técnicos de plástico, cuenta con tecnología de punta en el área de matricería como Electro Erosionadoras, Centro de Mecanizado, Tornos de alta precisión que les permite realizar todo tipo de moldes.
- **Aluminios FISA S.A.:** FISA importa matrices de Europa y Norteamérica, también cuenta con equipos de computación y fabricación por control numérico que permiten diseñar y fabricar ciertas matrices. Existen dos tipos de matrices: las de libre disposición y las de uso exclusivo del cliente.

El departamento de matricería de FISA proporciona sin costo asesoría en el diseño de planos, analizando la viabilidad de la extrusión.

- **Servicios Técnicos Industriales STI:** Su área de matricería cuenta con la infraestructura necesaria para prestar en forma eficiente y oportuna servicios integrales de matricería para moldeado de plásticos y corte de metales. Fabrican entre otros:
 - Moldes de inyección de plástico
 - Moldes de soplado
 - Matrices de corte, embutición y estampado

Cuenta con tecnología CAD-CAM, centro de mecanizado y máquinas de electroerosión que les permite ofrecer a sus clientes productos de óptima calidad.

2.1.2 MATRICERÍA DE CORTE

2.1.2.1 Introducción

En las operaciones de corte se cortan las tiras de la anchura adecuada a la longitud prevista. En las operaciones previas a las de corte están incluidas las de perforación, ranurado y embutido. Aunque esta operación es sencilla, muchas piezas pueden ser producidas en matrices de corte.

2.1.2.2 Prensa

Es una máquina herramienta en la que son puestas en acción las matrices para ejecutar varias operaciones de corte y formado. En la figura 2.1 se observa que **A** es una gruesa placa de acero, llamada de solera, fijada al bastidor de la prensa. La matriz se sujeta firmemente sobre la placa de solera. La parte superior de la matriz se fija al carro o pisón **B** al cual un cigüeñal comunica un movimiento vertical alternativo.

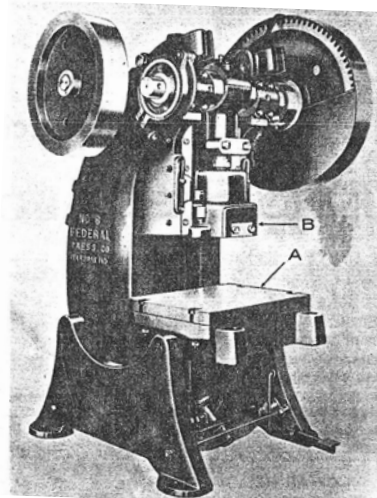


Figura 2.1 Prensa de punzón

Cuando el material de la tira es impulsado a través de la matriz, los punzones superiores fijados al pisón de la prensa, obtienen las piezas de aquélla.

El sistema de potencia se refiere a la clase de fuerza que usa, ya sea mecánica o hidráulica, así como al tipo de transmisión empleada para enviar la potencia al pisón.

2.1.2.2.1 Velocidad de las prensas

Cuando accionan a las matrices de corte, las prensas funcionan a velocidades comprendidas entre 40 y 80 golpes o carreras por minuto ordinariamente. Las prensas que accionan matrices de embutir y conformar, trabajan más lentamente para que el metal pueda fluir. Las velocidades están comprendidas entre 5 y 100 golpes por minuto, dependiendo del tamaño de las piezas y de la exactitud de la operación que realizan.

2.1.2.2.2 Prensas Hidráulicas

Las prensas hidráulicas tienen características por las cuales su acción es diferente de las correspondientes a las prensas mecánicas. En funcionamiento, el pistón se desplaza rápidamente hasta la pieza de trabajo, tiene un intervalo de detención controlado y retorna rápidamente.

Pueden regularse de modo que desarrollen una fuerza predeterminada al establecer contacto con la pieza. Cuando alcanzan esta fuerza, el pistón retrocede. Esta propiedad las hace de particular utilidad para operaciones de ensambladura en que la altura de la pieza de trabajo puede variar. Las características siguientes de las prensas hidráulicas las hacen particularmente adaptables para ciertos trabajos.

1. La máxima fuerza obtenible puede alcanzarse en toda la carrera del pistón.
2. La fuerza ejercida durante una parte de la carrera de trabajo puede ser predeterminada y ajustada exactamente.
3. La velocidad o ritmo de desplazamiento se puede ajustar de acuerdo con los requisitos de trabajo.
4. La carrera de trabajo se ajusta automáticamente según las exigencias.

Las prensas hidráulicas son especialmente apropiadas para ensambladura, marcado, dentado, conformación en frío, enderezamiento y operaciones análogas. Las prensas hidráulicas grandes son de uso común para operaciones de conformación y embutido.

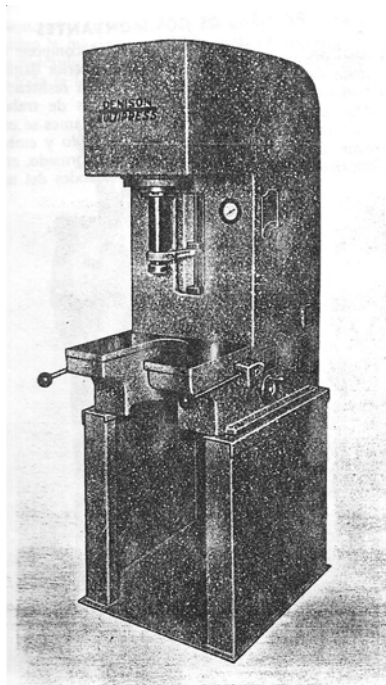


Figura 2.2 Prensa hidráulica

2.1.2.2.3 Partes de la prensa hidráulica

Esta vista en sección muestra la construcción de una prensa hidráulica de excéntrica. Obsérvese que la base es el depósito del fluido hidráulico. Un motor montado en la parte superior derecha impulsa directamente a una bomba situada inmediatamente debajo de él para transferir el fluido a la cara superior o a la cara inferior del pistón o émbolo situado en la parte superior izquierda. El émbolo es el pistón de la prensa. Cuando el líquido es impulsado al cuerpo de bomba superior el pistón baja, y cuando es impulsado a la parte inferior, sube. El sentido de circulación del líquido y su presión son controlados por válvulas hidráulicas.

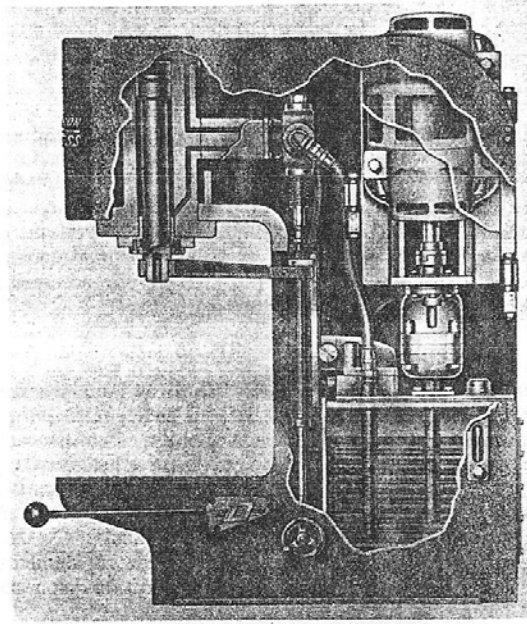


Figura 2.3 Corte de una prensa hidráulica

2.1.2.3 Armazón o conjunto del bastidor del troquel

En el armazón se fijan todos los elementos que comprenden el conjunto de la matriz

Los armazones son construidos por diversos fabricantes y pueden tener diversidad de formas y tamaños.

El mango **A** se fija en el pisón de la prensa. En funcionamiento, la parte superior del armazón **B**, llamada base porta punzones o placa superior, sube y baja con el pisón.

Los casquillos guías **C**, introducidos a presión en la base porta punzones, se deslizan sobre las columnas guías **D** para mantener la alineación exacta de los miembros cortantes de la matriz. El porta matriz **E** está fijado a la placa de solera de la prensa por medio de tornillos alojados en las ranuras **F**.

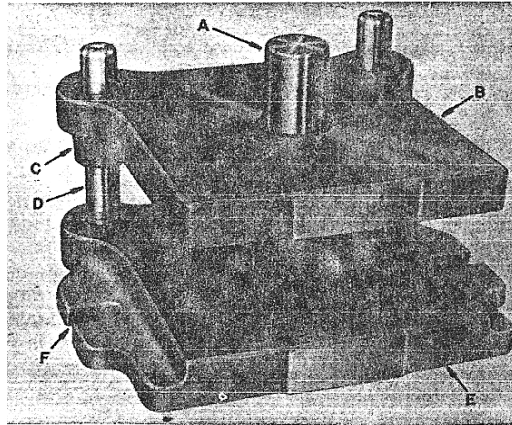


Figura 2.4 Conjunto del bastidor

2.1.2.4 Planos de las piezas

La primera operación en el diseño de cualquier matriz es hacer un cuidadoso estudio del plano de la pieza, porque la información incluida en él contiene muchos datos útiles para resolver el problema de diseño.

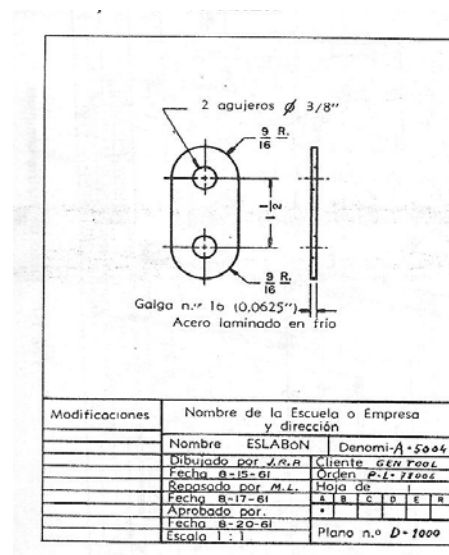


Figura 2.5 Plano de una pieza

2.1.2.5 La tira de recorte

Con el diseño de la tira de recorte o retal se obtiene una base para establecer las vistas de la matriz. Esta ilustración muestra la tira del material tal como aparece después de haber sido perforados los agujeros y recortada la pieza. Considerando primero que esta ocupa una posición transversal en la tira como representa **A** en la figura 2.6; entonces se emplea la tira más ancha posible y se pueden sacar más piezas a igualdad de longitud de tiempo invertido en el desplazamiento de la tira de una estación a la siguiente es poco. Sin embargo, para esta pieza en particular este método de posicionado tiene un serio inconveniente. Como la disposición granular está orientada longitudinalmente en ella, en cada pieza estará orientada transversalmente, o sea, en dirección de su anchura por lo que serán débiles y no tendrán resistencia.

Este defecto es suficientemente importante para ser desechado este método y, en lugar de ello, las piezas deberán situarse a lo largo de la tira como se representa en **B**. Entonces la disposición granular será longitudinal en cada pieza con lo que tendrá la rigidez y resistencia máximas.

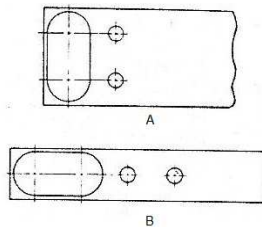


Figura 2.6 Tira de recorte

2.1.2.5.1 Cizallamiento

Es la operación de corte de una lámina de metal a lo largo de una línea recta entre dos bordes de corte, (para reducir grandes láminas a secciones más pequeñas).

En **A** está representada una plancha en su posición de corte debajo de la cuchilla **C** dispuesta para ser cortada. En **B**, la cuchilla ha descendido y la tira ha sido cortada de la hoja.

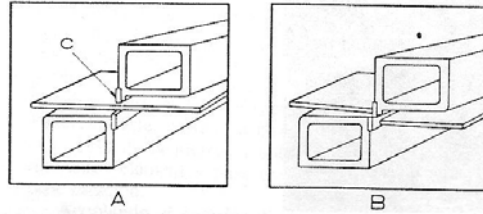


Figura 2.7 Cizallamiento

La cuchilla puede cortar el material en cualquier dirección, ya sea en dirección longitudinal, transversal u oblicua.

2.1.2.5.2 Deformación

Existen seis temple de chapas de acero laminadas en frío y tiras y es importante saber exactamente qué operaciones se puede realizar con cada una de ellas.

En la figura 2.8:

1) Duro

Chapas y tiras duras que no se doblan en ninguna dirección de su disposición granular sin grietas o fracturas. Estos temple de acero se emplean para piezas planas que requieren resistencia a la dobladura y al desgaste. La disposición granular está representada en líneas longitudinales. **A** en la ilustración. La dureza Rockwell es HRC 90 – 100.

2) Dureza $\frac{3}{4}$

Este temple del acero se doblará un total de 60 grados en dirección del grano. Este ángulo está representado por **B** en la ilustración. La dureza es HRC 85 – 90.

3) Dureza $\frac{1}{2}$

Con este temple se doblará hasta formar un ángulo de 90 grados en dirección del grano, y que representamos por **C**. Dureza Rockwell comprendida entre HRC 70 – 85.

4) Dureza $\frac{1}{4}$

Este temple del acero de uso común, se doblará 180 grados en dirección del grano. Su grado de dureza Rockwell es HRC 60 – 70.

5) Blando

Este temple se doblará también 180 grados, pero no sólo en la dirección del grano, sino también en la dirección perpendicular a éste. Se utilizará también para conformados y embutidos moderados. Su dureza Rockwell es HRC 50 – 60.

6) Muy blando

Este temple del acero se utiliza cuando debe haber un embutido intenso y para operaciones de doblado y conformado importante. Su dureza Rockwell es HRC 40 – 50.

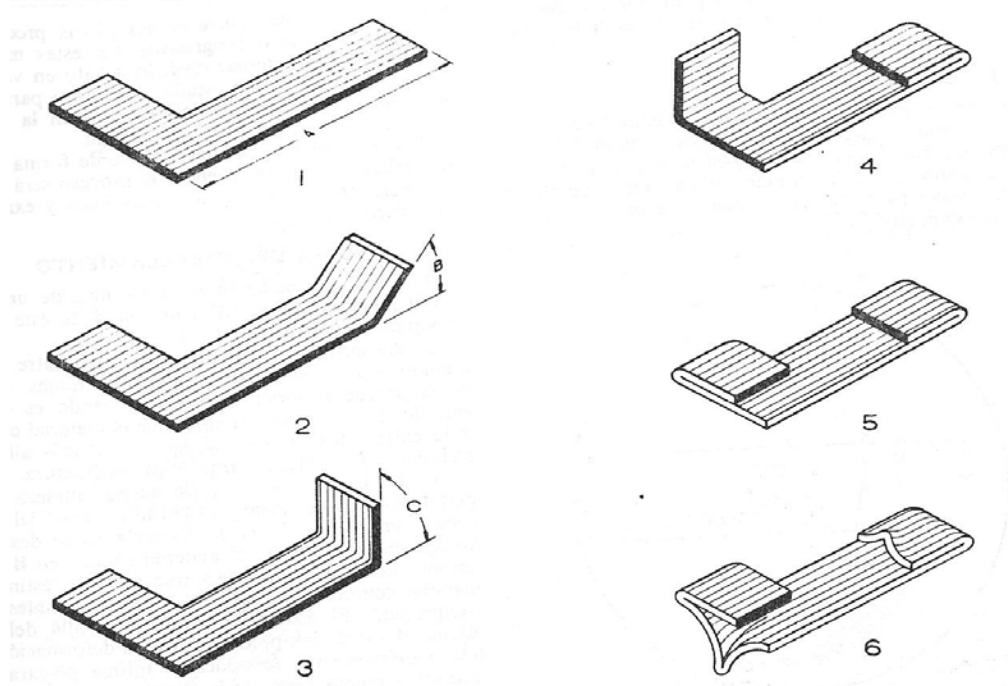


Figura 2.8 Templés de acero laminado en frío

2.1.2.5.3 Los Bordes

Es necesario comprender exactamente lo que ocurre cuando el material de hoja es cortado entre los bordes afilados de un punzón y la matriz. Esta ilustración muestra el borde cortado de una pieza ampliado muchas veces para que se vea bien su contorno.

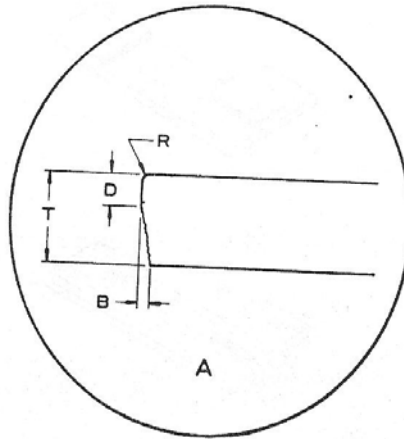


Figura 2.9 Vista ampliada del borde

El extremo superior está definido por un pequeño radio **R**. La longitud de este radio depende del espesor y de la dureza de la tira y también del afilado del punzón y de la matriz.

Alrededor de la periferia de la pieza hay una franja o banda lisa, recta y pulida. La extensión de esta banda, distancia **D**, es aproximadamente $1/3$ del espesor **T** de la pieza cuando la matriz está correctamente afilada y cuando se ha aplicado la separación correcta.

Los $2/3$ restantes del borde se llama arrancada. La superficie es algo áspera e inclinada. La extensión de esta inclinación la de la distancia **B**, que es la magnitud de la separación entre matriz y punzón. Si se producen rebabas al cortar las piezas, se producen en estos $2/3$ del espesor. Las rebabas se producen cuando el juego matriz-punzón no es el apropiado y también cuando se embotan los filos. La otra cara de la pieza que corresponde al radio citado es brillante y se llama cara lisa de la pieza.

La posición de la cara lisa y de la otra cara con rebaba de la pieza es muy importante para realizar las operaciones secundarias, tales como acabado, pulido y análogas. Además, la posición de la cara con rebabas puede influir en el funcionamiento o en la apariencia de la pieza acabada.

En el recorte de la pieza, la parte lisa rodea completamente a la pieza y la parte áspera se extiende completamente alrededor de la misma en la cara opuesta.

Esto no es lo que ocurre en las piezas producidas en matrices de corte o progresivas. En estas matrices, la parte lisa puede alternar de lado a lado en varias posiciones y se requiere un estudio cuidadoso para determinar que las rebabas posibles no impidan la función o desmerezcan el aspecto del estampado.

El corte del material se produce de forma continua. Sin embargo, para comprender el proceso será necesario detener el proceso en sus varias fases y examinar lo que ocurre.

2.1.2.5.4 Teoría del cizallamiento

- a) Esta ilustración muestra los filos de una matriz con el juego C aplicado. La magnitud de este juego es importante.

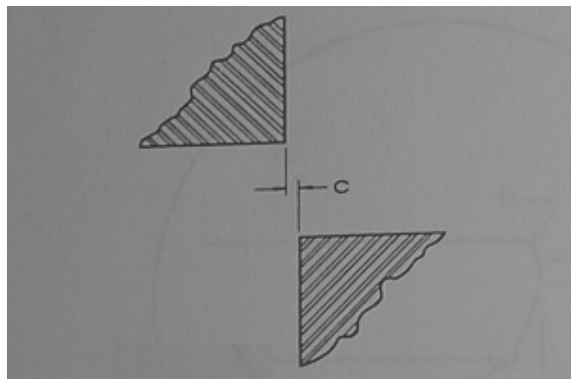


Figura 2.10 Juego C

- b) Se introduce una tira de material entre los filos, estando representada por líneas discontinuas.

El corte de la tira de material se produce cuando es cizallado entre los bordes cortantes hasta que el material comprendido entre estos bordes es comprimido más allá de su resistencia a la rotura y tiene lugar la fractura.

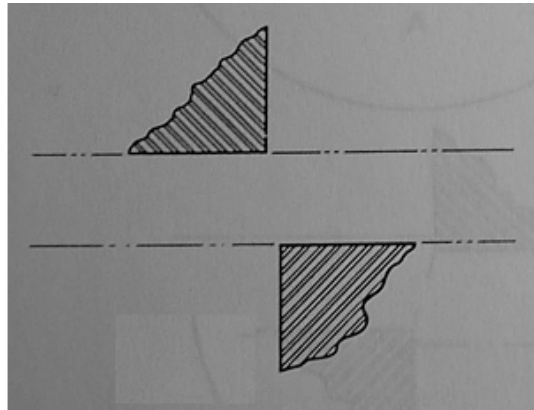


Figura 2.11 Tira de material

- c) La parte superior de la matriz empieza su desplazamiento descendente y el borde cortante del punzón penetra en el material en la distancia A.

Se desarrollan las siguientes tensiones: el material situado en B está en tensión, es decir, sometido a tracción y es estirado. El material comprendido entre los bordes cortantes, C, es comprimido.

El estirado continúa más allá del límite elástico del material, produciéndose la deformación plástica. Obsérvese que se aplica la misma penetración y estirado a ambas caras de la chapa.

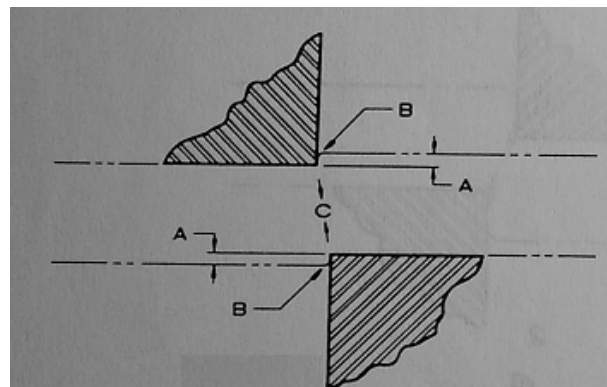


Figura 2.12 Deformación plástica

- d) El descenso continuado del borde cortante superior hace que se produzcan grietas en el material. Estos planos de fisura se producen contiguos a la esquina de cada borde cortante.

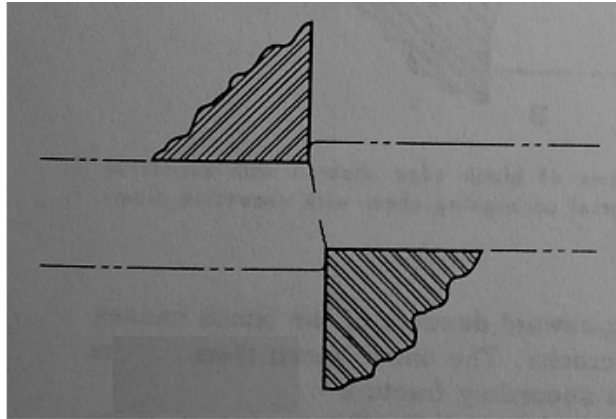


Figura 2.13 Fisuras

- e) El descenso continuado de la matriz superior hace que las grietas se prolonguen hasta encontrarse. Esta es la razón de que sea de gran importancia una correcta separación entre matriz punzón. Si las grietas no se encuentran, se producirá en la pieza un borde incorrecto.



Figura 2.14 Fractura

- f) El descenso ulterior de la matriz superior hace que la pieza se separe de la tira. La separación se produce cuando el punzón ha penetrado aproximadamente un tercio de la tira.

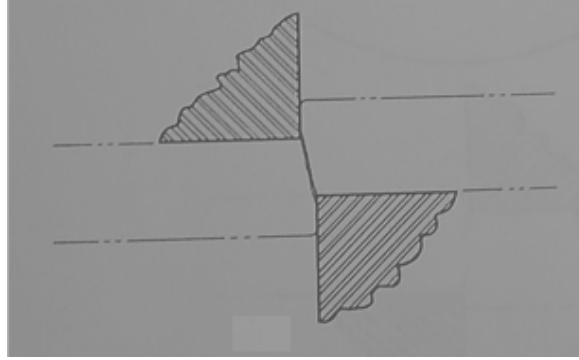


Figura 2.15 Separación de la pieza

- g) El descenso continuado de la matriz superior hace que la pieza sea empujada en el agujero de la matriz donde se adhiere fuertemente a causa de los esfuerzos de compresión producidos antes de la separación de la pieza respecto a la tira. En otras palabras, en la operación c) el material ha sido comprimido en C y actúa como un muelle comprimido. La pieza, empujada al agujero de la matriz, tiende a aumentar su superficie, pero lo impiden las paredes de la matriz. E inversamente, el material situado alrededor del punzón tiende a juntarse y, por consiguiente, la tira se presiona alrededor del punzón.

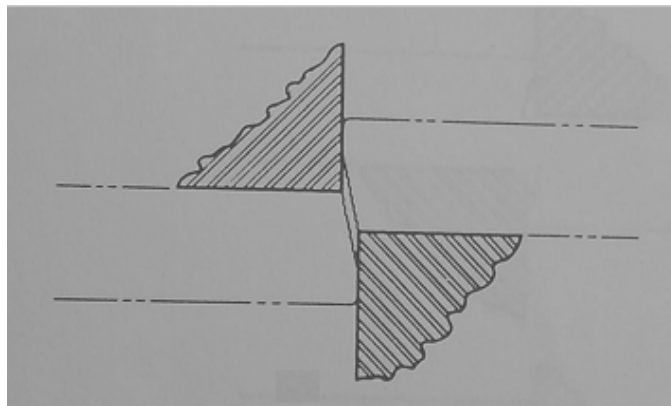


Figura 2.16 Adherencia de la pieza a la matriz

- h) El punzón ha penetrado ahora completamente en la tira y toda la pieza ha sido empujada dentro del agujero de la matriz. Obsérvese que el borde de la pieza y el borde de la tira tienen contornos idénticos, pero invertidos.

La tira se comprime alrededor del punzón superior con el mismo esfuerzo aproximadamente que la pieza presiona el agujero de la matriz, por lo que será necesario un extractor para separarla.

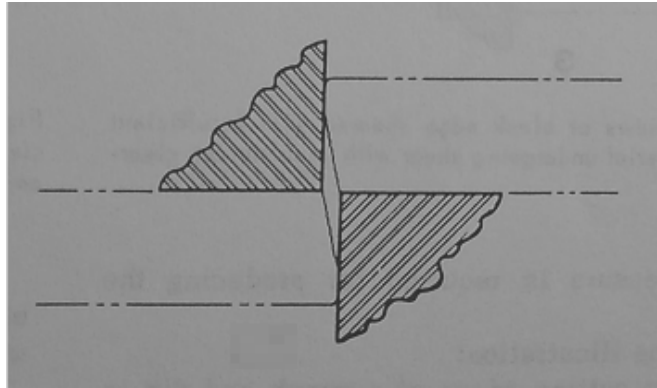


Figura 2.17 Compresión alrededor del punzón

2.1.2.5.5 Juego insuficiente

A muestra los efectos de un juego insuficiente. Hay que considerar:

- El radio **R** es menor que cuando se aplica el juego correcto.
- Sobre el borde de la pieza se forma una doble banda lisa **D**.
- El ángulo de rotura **B** es menor que cuando se aplica la separación correcta.
- Se requiere mayor presión para producir la pieza.

La figura 2.18 muestra los bordes cortantes de un punzón y una matriz al principio de la penetración. Las grietas que han aparecido en las partes correspondientes al punzón y la matriz no se encuentran cuando se las prolonga a causa de que el juego es insuficiente.

El descenso continuado del punzón produce la prolongación de las grietas. La superficie no cortada entre ellas se romperá en una fractura secundaria.

En la parte inferior de la carrera se ha producido la fractura secundaria y una segunda banda lisa en el borde de la pieza y en el borde de la tira. Así se ha formado el contorno característico representado en **A**.

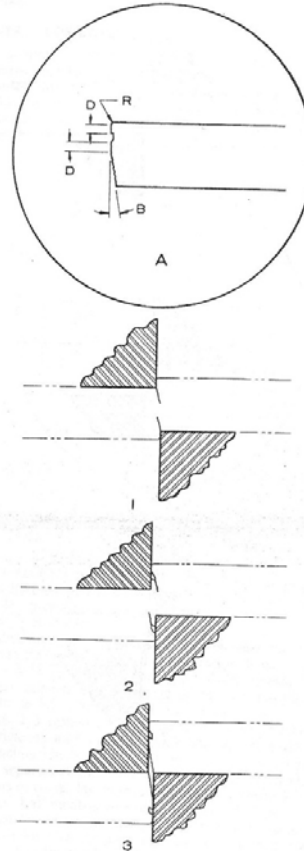


Figura 2.18 Juego insuficiente

2.1.2.5.6 Juego excesivo

El dibujo **A** muestra los efectos de un juego excesivo.

Hay que considerar:

- a) El radio **R** es considerablemente mayor que cuando se aplica el juego correcto.
- b) La parte lisa **D** es más estrecha.
- c) El ángulo de rotura **B** es mayor.
- d) Queda en la pieza una rebaba **C**.

En la figura 2.19 aparecen los bordes cortantes de un punzón y la matriz al principio de la penetración. Se empiezan a formar grietas en ambas caras.

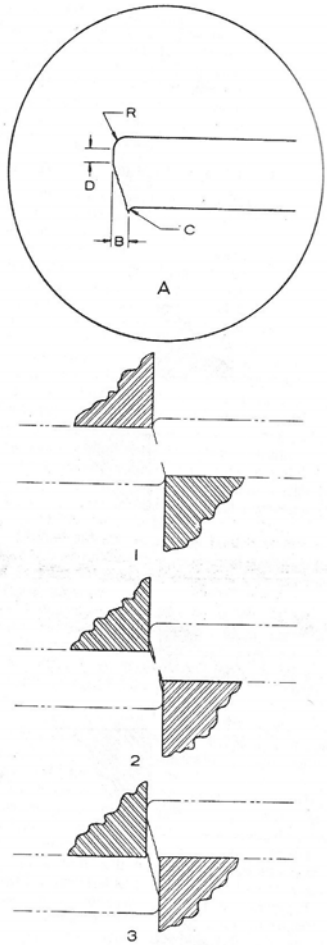


Figura 2.19 Juego excesivo

Así mismo se observa que el descenso continuado del punzón produce la extensión de las grietas. Su alineación es bastante buena. Y en la parte inferior de la carrera se ha producido la separación, quedando los bordes característicos de la pieza representados en **A**.

Cuando se trabaja con separación excesiva en la matriz, se requiere menos presión para efectuar el corte del material. Por esta razón se suele emplear más separación para la obtención de piezas de galgas grandes, a fin de reducir la presión de la prensa.

2.1.2.5.7 Perfil del borde

El perfil del borde de una tira depende del proceso por el cual se ha producido la tira. Se distinguen cinco perfiles:

1. Las tiras producidas en una cizalla tienen bordes pulidos en las caras opuestas de la tira. Si se producen rebabas a causa del embotamiento de los bordes cortantes, se producirán también en las caras opuestas de la tira. Además, las tiras cizalladas suelen ser curvadas a causa de que la cuchilla superior de la cizalla está inclinada con respecto a la cuchilla inferior. Esto hace que sea difícil alimentar las tiras en la matriz, a no ser que se las enderece previamente.
2. Las tiras obtenidas en una tijera circular tienen los bordes lisos en la misma cara de la tira. Las piezas producidas partiendo de estas tiras en matrices de corte tienen mejor aspecto y la alimentación resulta más fácil a causa de que son rectas. Las tiras cizalladas en cuchillas rectas o en cuchillas circulares se pueden producir en la misma sección de cizallado de la planta, o pueden ser encargadas directamente a la fábrica de acero.
3. Los perfiles de las tiras procedentes de acererías tienen una curvatura en cada borde. Se las utiliza para obtener piezas tales como mangos, soportes de estantes, etc., que no pueden tener bordes agudos.
4. Las tiras con bordes laminados con rodillos tienen los bordes totalmente redondeados y son suministradas por las acererías.

Se las utiliza para piezas en que el aspecto es un factor importante, tales como rejillas ornamentales, emparrilladas y análogas.

5. Tiras de borde recto, que suministran las acererías. Se emplean en los casos en que se necesitan lados rectos y lisos. Las anchuras de estas tiras son muy regulares. Se emplean también tiras de borde recto cuando las piezas han de ser dobladas o configuradas lateralmente. Los bordes rectos impiden las grietas en la operación de doblado o conformado.

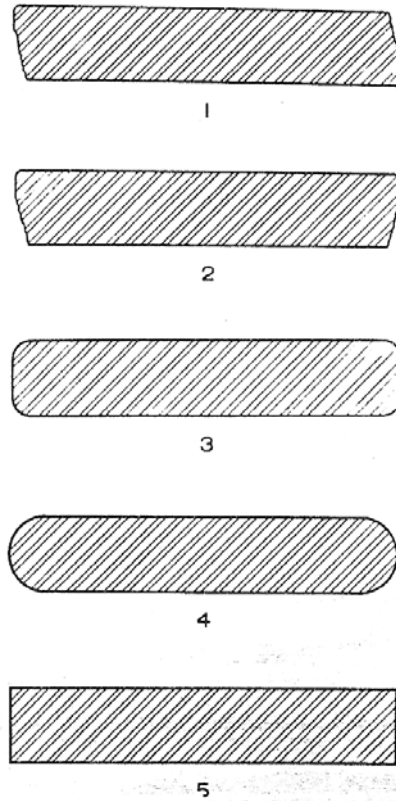


Figura 2.20 Tipos de contornos

2.1.2.5.8 Fuerza de corte

La fuerza de corte es la fuerza necesaria para seccionar el material a fin de obtener la forma deseada.

Fuerza F_C para el corte de chapa:

$$F_c = P * E * R_{st}$$

Ecuación 2.1

Siendo:

F_c = Fuerza de corte en Kgf

P = Perímetro de corte en mm.

E = Espesor de la chapa en mm.

R_{st} = Resistencia del material a la cortadura en Kgf/mm²

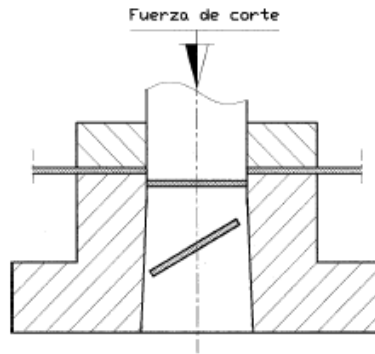


Figura. 2.21 Fuerza de corte

2.1.2.5.9 Fuerza de extracción

La fuerza de extracción es la fuerza necesaria para retirar el punzón del material, una vez se haya realizado el corte.

$$F_{ex} = 0.10 * F_c$$

Ecuación 2.2

Siendo:

F_{ex} = Fuerza de extracción

F_c = Fuerza de corte

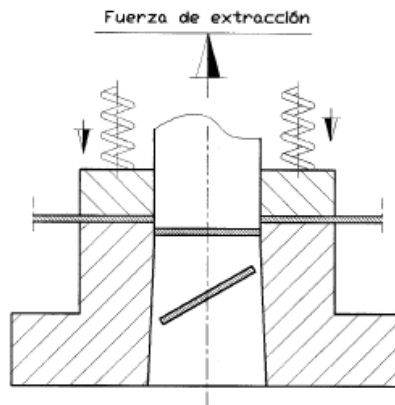


Figura 2.22 Fuerza de extraccion

2.1.2.5.10 Tolerancia de corte

La tolerancia vendrá determinada por dos factores:

- El espesor del material.

- La resistencia al corte del propio material (Kg/mm²)

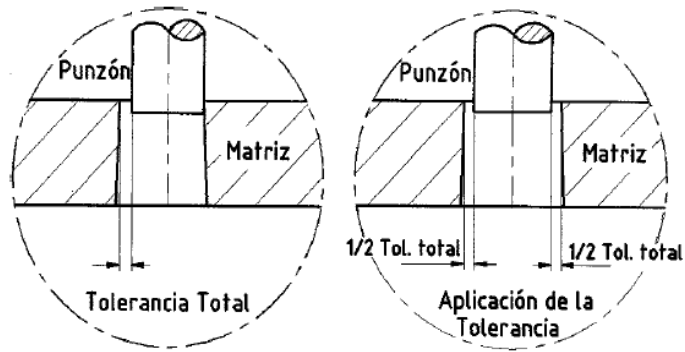


Figura 2.23 Tolerancia de corte

2.1.2.5.11 Resistencia a la cizalladura

Cuando se corta un material, se aplica a éste una fuerza sobre la superficie a cizallar (llamada esfuerzo cortante). El material presenta resistencia a la separación.

Su estructura molecular resiste el esfuerzo cortante aplicado y la magnitud de la resistencia se llama resistencia al corte o a la cizalladura. Para efectuar el corte, el esfuerzo cortante aplicado al material debe ser mayor que la resistencia a la cizalladura. Entonces la estructura molecular no se mantendrá y se producirá la fractura y la separación

Las resistencias a la cizalladura de los diversos materiales han sido halladas por experimentación y están enumeradas en la tabla a continuación. La resistencia a la cizalladura **A** es equivalente a la fuerza necesaria para cortar una barra de una pulgada cuadrada en dos y éstos son los valores dados.

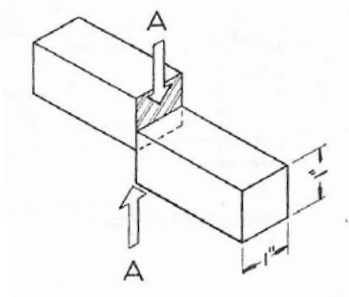


Figura 2.24 Cizallamiento

Expresados de modo diferente, los valores de la resistencia de la cizalladura de la tabla son una medida de la fuerza necesaria para cortar un área de una pulgada cuadrada. Una vez conocido este dato es una cuestión sencilla determinar la resistencia a la cizalladura de cualquier área a cortar.

2.1.2.5.12 Área a cortar

La primera operación para establecer la fuerza necesaria o fuerza de separación de la pieza recortada es determinar el área a cortar. Para cortes rectos como los realizados en las operaciones de cizalladura y de matrices de corte, el área a cortar se halla multiplicando la longitud por el espesor.

$$Area = L * T$$

Ecuación 2.3

Siendo:

L = Longitud

T = Espesor

2.1.2.5.13 Área a cortar en el recortado de piezas

En el recortado de piezas se elimina una superficie interior de la tira y por tanto el corte se realiza alrededor de un contorno cerrado. El área a cortar se halla multiplicando el perímetro de la pieza por el espesor.

| MATERIAL | RESISTENCIA A LA CORTADURA Libras por pulgada cuadrada |
|------------------------------|---|
| ACERO 10 % contenido carbono | Laminado en caliente 35.000 Laminado en frío 45.000 |
| ACERO 20 % contenido carbono | Laminado en caliente 45.000 Laminado en frío 55.000 |
| ACERO 30 % contenido carbono | Laminado en caliente 55.000 Laminado en frío 65.000 |
| ACERO INOXIDABLE | 60.000 |
| ACERO SILICICO | 65.000 |
| ESTAÑO | 5.000 |
| ALUMINIO | 10.000 |
| COBRE | 25.000 |
| LATON | 30.000 |
| BRONCE | 35.000 |

Figura 2.25 Tabla de resistencia de cizallado

Para cortes redondos:

$$Area = D * 3,1416 * T \quad \text{Ecuación 2.4}$$

Siendo:

D = Diámetro

Para cortes rectangulares:

$$Area = (2L + 2H) * T \quad \text{Ecuación 2.5}$$

Siendo:

L = Longitud

H = Ancho

T = Espesor

Considerando la fuerza de separación de las piezas se obtiene:

$$F_{sep} = S * P * T \quad \text{Ecuación 2.6}$$

En donde: S = Resistencia a la cizalladura tomada de la tabla.

P = Perímetro. Longitud de todos los bordes cortados.

T = Espesor del material a cortar.

Cuando se cortan las caras del punzón o de la placa de la matriz angularmente para que el corte de la periferia de la pieza se produzca gradualmente, los valores de resistencia a la cizalladura dados en la tabla se pueden reducir a la mitad.

Esto es lo que se llama cizallar la matriz.

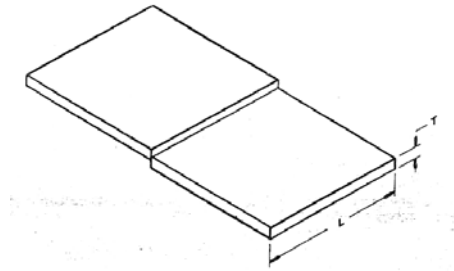


Figura 2.26 Área sometida a cizalladura

2.1.2.5.14 Separaciones de la tira de recorte

Es importante aplicar las separaciones correctas entre las piezas y entre éstas y los bordes de la tira. Una separación excesiva significa dispendios de material. Una separación insuficiente da lugar a una tira de recorte débil expuesta a posibles roturas con los consiguientes retardos en la producción de la prensa. Además un área insuficiente de la tira alrededor de la pieza puede producir la combadura de la pieza

a) Separaciones de la tira de recorte. Disposiciones de una pasada

Los contornos de las piezas se pueden clasificar en cuatro formas distintas. En la ilustración:

1. Contornos curvados. Para éstos las separaciones **A** deben ser como mínimo un 70% del espesor de la tira **T**
2. Bordes rectos. Las dimensiones de **B** y **B'** dependen de la longitud del puente y de las dimensiones **L** y **L'**, respectivamente

Cuando **L** y **L'** es menor de 2 ½ pulgadas, **B** o **B'** = 1 **T**, respectivamente

Cuando **L** y **L'** es menor de 2 ½ a 8 pulgadas, **B** o **B'** = 1 ¼ **T**, respectivamente

Cuando **L** y **L'** son más de 8 pulgadas, **B** o **B'** = 1 ½ **T**, respectivamente

3. Curvas paralelas. Para el caso de curvas paralelas, se aplican las mismas reglas que para bordes rectos:

Cuando **L** es menor de 2 ½ pulgadas, **C** = 1 **T**

Cuando L es $2\frac{1}{2}$ a 8 pulgadas, $C = 1\frac{1}{4} T$

Cuando L es más de 8 pulgadas, $C = 1\frac{1}{2} T$

4. Esquinas agudas adyacentes. Éstas forman un punto fácilmente sometido a fracturas y la separación mínima es $1\frac{1}{4} T$, dimensión D en el dibujo.

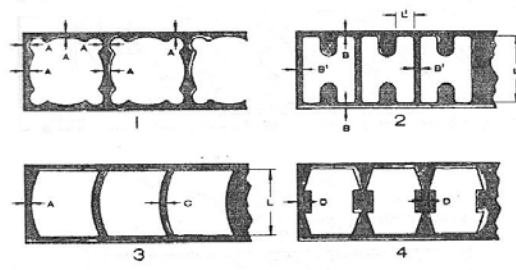


Figura 2.27 Contornos de piezas

2.1.2.6 Dibujo de la matriz

A continuación se ilustra un ejemplo completo del dibujo de una matriz lista para ser usada, a fin que sea una valiosa fuente de información para el matricero que va a construir la matriz.

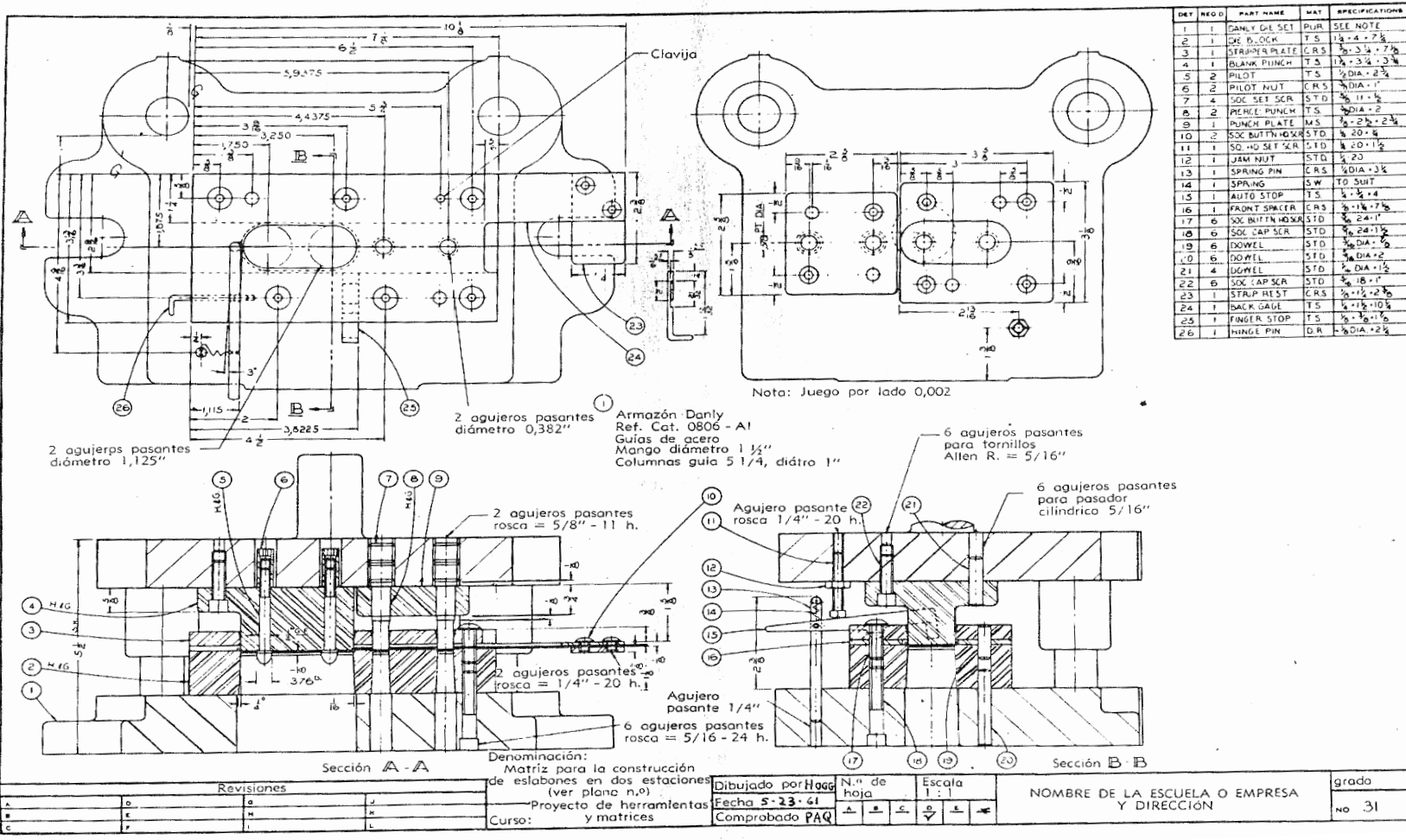


Figura 2.28 Plano de matriz completa

2.1.2.7 Conjunto matriz

A continuación se ilustra el ejemplo de la vista en perspectiva de una matriz completa.

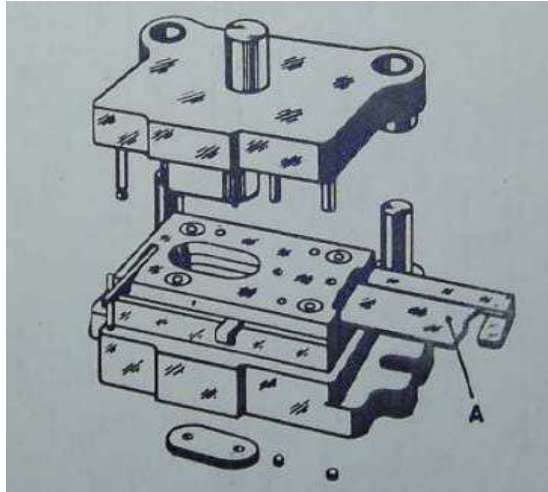


Figura 2.29 Conjunto de matriz

2.1.2.8 Despiece de la matriz

Cuadro 2.1 Despiece de la matriz

**Despiece
De la
Matriz**

- A. Base porta punzones
- B. Punzón perforador
- C. Tuerca del piloto
- D. Tornillo de cabeza cuadrada
- E. Contratuerca
- F. Punzón recortador
- G. Placa porta punzones
- H. Piloto o centrador
- I. Placa expulsora o guía
- J. Tope automático o tope de balancín
- K. Tope manual o tecla
- L. Regla o guía posterior
- M. Regla o guía anterior
- N. Placa matriz
- O. porta matriz del armazón

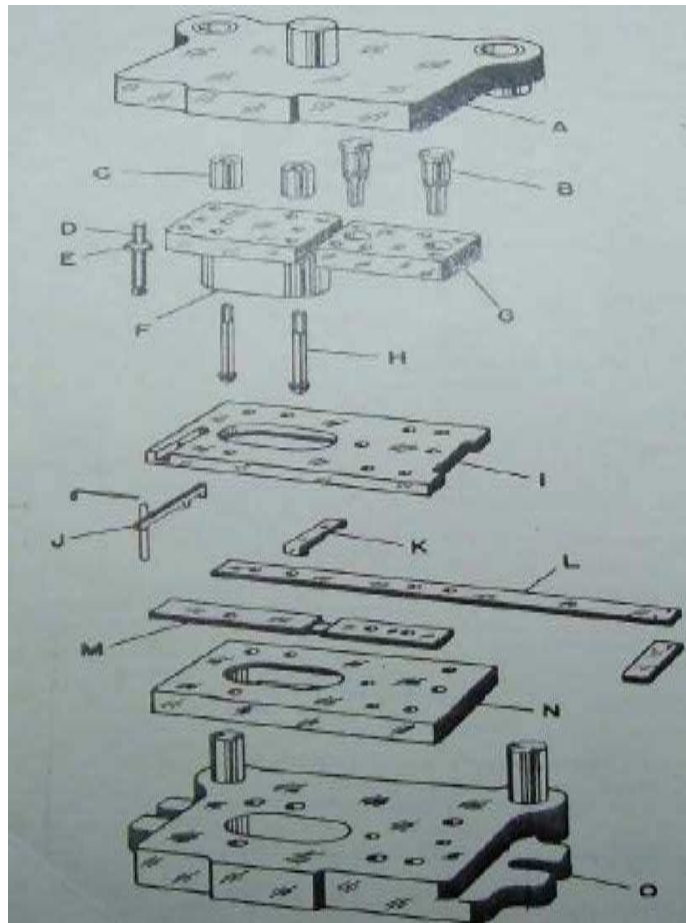


Figura 2.30 Despiece de matriz

2.1.2.8.1 Tira de material

Aquí están representadas tres vistas de la tira de material tal y como aparecen en el dibujo de la matriz de la figura. Además se ha añadido una vista en perspectiva en el ángulo superior derecho. La vista superior o planta muestra el contorno y todas las aberturas. Los agujeros que corresponden a la primera estación están representados por círculos y la abertura representa el recortado que se hace en la segunda estación. En la parte inferior izquierda del dibujo está representada una vista en alzado de la tira, tal como aparecería en la parte inferior de la carrera de la prensa con los pedazos de metal perforados fuera de la tira en la primera estación y la pieza recortada de la tira en la segunda estación.

La vista de extremo en el ángulo inferior derecha del dibujo es una sección transversal en la estación de recortado y la pieza está fuera de la tira.

En ciertos casos se representa la tira con rayado en el dibujo para diferenciarla de las numerosas líneas que representan los elementos de la matriz.

En la vista en planta aparecerán las líneas del rayado en la superficie del metal. En las dos vistas inferiores, las líneas son gruesas para diferenciar aún más la tira con respecto a los elementos de la matriz.

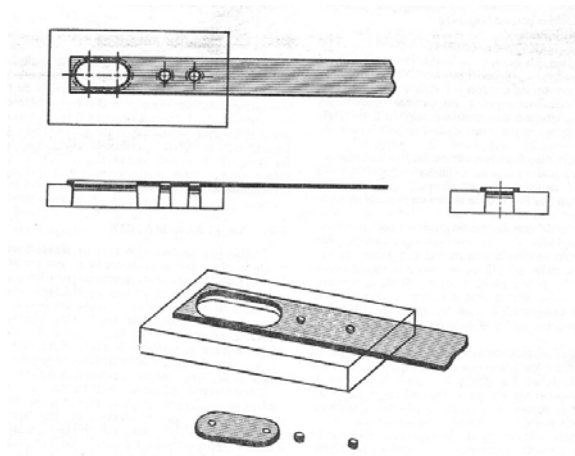


Figura 2.31 Representación de tira de material

2.1.2.8.2 Placa Matriz

La placa matriz es de acero de herramientas templado, en el que han sido mecanizados los agujeros correspondientes a la estación de perforación y a la estación de corte. Estos agujeros antes del temple son de las mismas dimensiones y forma que los agujeros y contorno de la pieza.

Tiene además unos agujeros roscados para fijar la placa matriz al porta matriz y agujeros escariados en los que son insertados a presión las clavijas para fijar su posición con relación a las otras partes de la matriz.

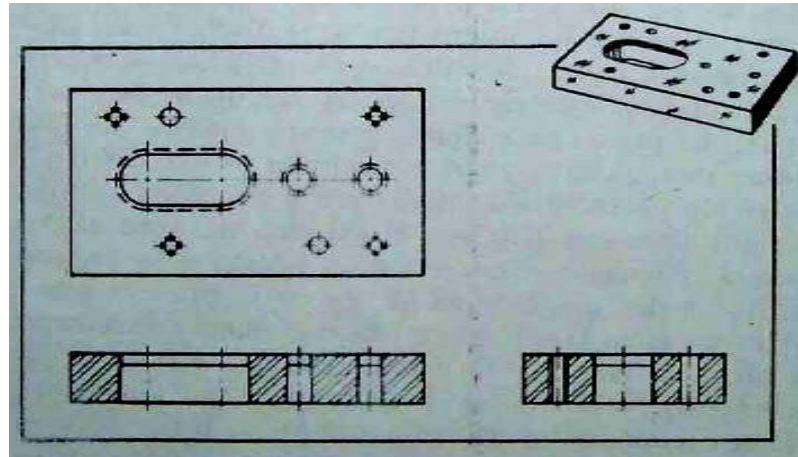


Figura 2.32 Placa matriz

2.1.2.8.3 Punzón Recortador

Los punzones recortadores comprenden desde componentes minúsculos para producir piezas de reloj de bolsillo y piezas de instrumentos hasta miembros grandes de unidades múltiples para la producción de piezas tales como las destinadas a guardabarros, puertas y techos de automóvil. El tamaño de la pieza a producir determina el tipo de punzón a utilizar. Las consideraciones de diseño son:

- a) Estabilidad, para evitar la desviación.
- b) Tornillos adecuados para retenerlo en la carrera ascendente.
- c) Correcta situación de las clavijas para la exactitud en el posicionado.
- d) Seccionamiento, si es necesario, para el tratamiento térmico correcto.

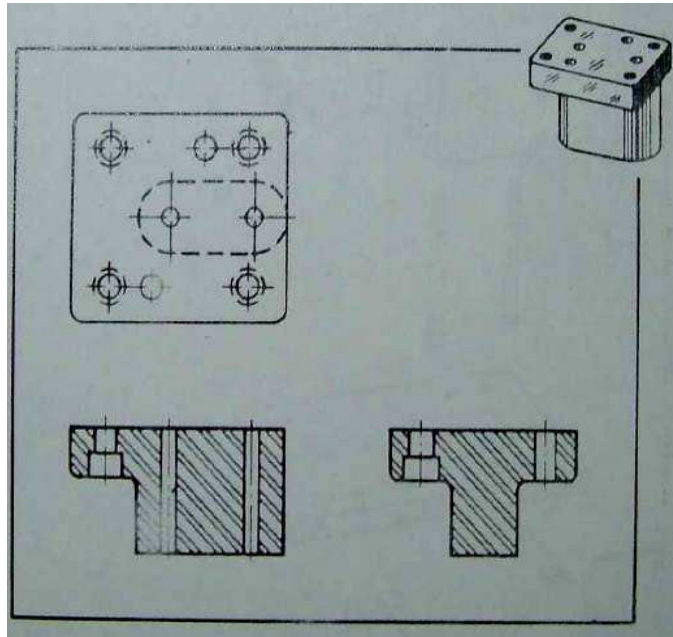


Figura 2.33 Punzón recortador

2.1.2.8.4 Punzones Perforadores

Estos punzones perforan los agujeros en la tira de material o en la pieza. Usualmente son redondos y están provistos de un reborde para su retención en la placa portapunzones. Cuando un punzón perforador penetra en la tira, el material se adhiere alrededor de su periferia, debiéndose disponer de medios para desprender este material. Cualquiera que sea el medio empleado para ello recibe el nombre de expulsor.

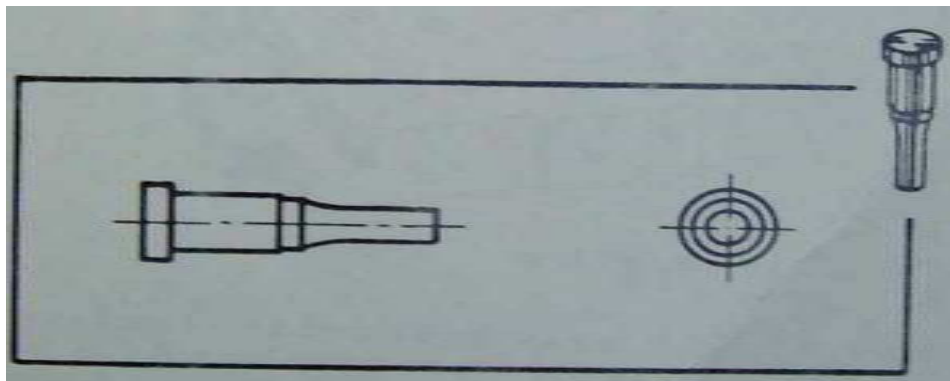


Figura 2.34 Punzón perforador

2.1.2.8.5 Portapunzones o Placa Portapunzones

El portapunzones es un bloque de acero de máquinas que retiene a los punzones manteniendo sus cabezas contra la base portapunzones del armazón. Los punzones son mantenidos sin juego en agujeros escariados. Cuatro tornillos y dos clavijas o espigas retienen el portapunzón a la base portapunzones del armazón. Los tornillos impiden que el portapunzones y las clavijas, perfectamente cilíndricas, introducidas a presión en los agujeros de la placa portapunzones y en la base portapunzones se desplacen.

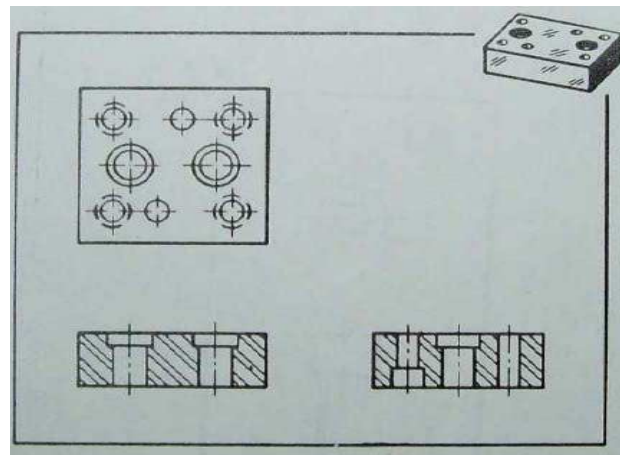


Figura 2.35 Placa portapunzones

2.1.2.8.6 Pilotos o Centraores

La cabeza de los centraores tiene forma redondeada y entra en los agujeros previamente perforados en la tira. Debido a su forma corrigen en registro desplazando la tira antes de que se produzca el corte de la pieza.

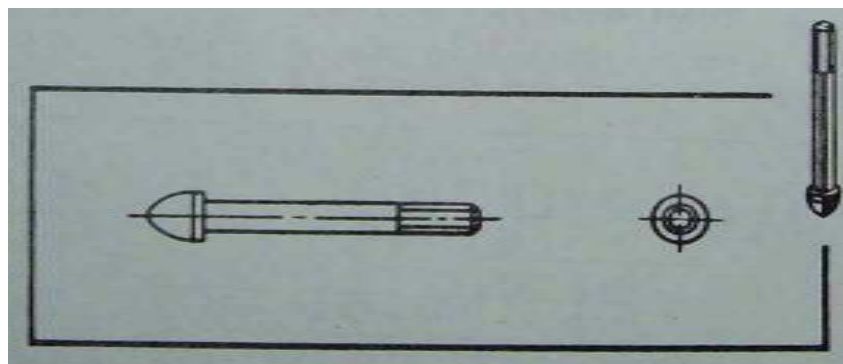


Figura 2.36 Pilotos o centraores

2.1.2.8.7 Regla o guía posterior

La regla o guía posterior es un miembro de acero relativamente delgado contra el cual mantiene el operador a la tira de material en su desplazamiento a través de la matriz. La regla o guía anterior es un elemento más corto de este mismo espesor. La tira es alimentada de derecha a izquierda, descansa sobre la placa matriz y es guiada entre la regla posterior y la regla anterior. La distancia entre éstas es mayor que la anchura de la tira para permitir las posibles ligeras variaciones de la anchura.

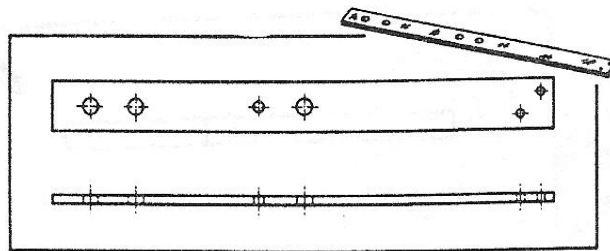


Figura 2.37 Guía posterior

2.1.2.8.8 Tope Manual

El tope manual sitúa la tira en la primera estación. En las matrices progresivas que tienen varias estaciones puede ser aplicado un tope manual en cada estación para situar la tira antes de su contacto con el tope automático. Los topes manuales tienen muescas mecanizadas en sus superficies inferiores para limitar el desplazamiento del tope.

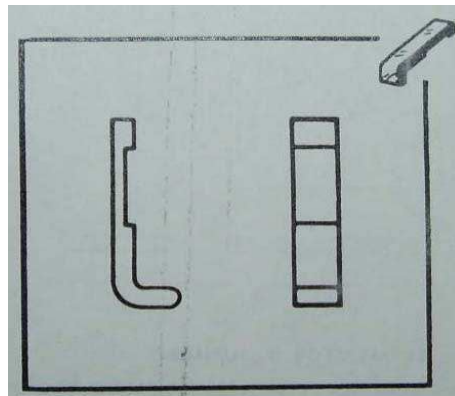


Figura 2.38 Tope manual

2.1.2.8.9 Tope Automático

Los topes automáticos sitúan la tira automáticamente mientras es alimentada a través de la matriz. El operador no tiene más que empujar la tira contra el extremo del tope automático y ésta es retenida mientras son extraídos de ellas la pieza y los recortes de metal. Luego el tope la libera automáticamente y la tira se desplaza hasta la estación siguiente donde es nuevamente parada para la operación de corte. Hay muchas maneras diversas de aplicar los topes automáticos.

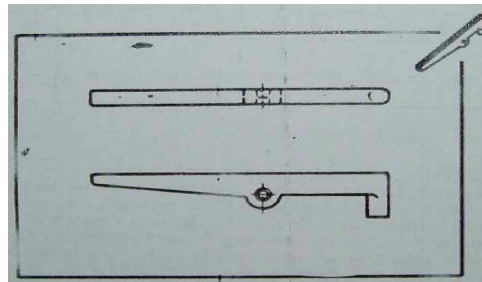


Figura 2.39 Tope automático

2.1.2.8.10 Placa Expulsora

La placa expulsora separa la tira de material adherida en la periferia de los punzones de corte y perforación. Las hay de dos tipos: placas expulsoras accionadas por muelle y placas expulsoras fijas como la ilustrada.

En la placa expulsora hay una ranura mecanizada **A** en la que se sitúa el tope automático. La otra ranura **B** de la derecha facilita la inserción de una nueva tira cuando se la introduce en la matriz.

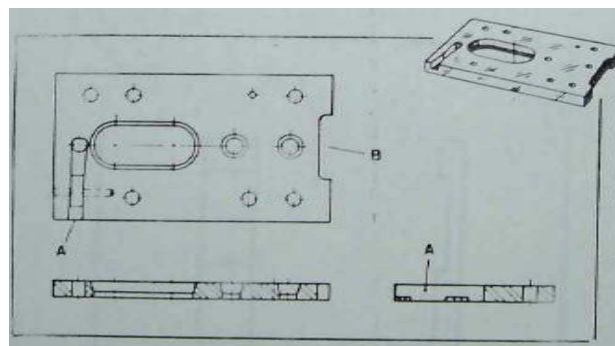


Figura 2.40 Placa expulsora

2.1.2.8.11 Elementos de Unión

Los elementos de unión mantienen fijos los diversos componentes de la matriz. La figura muestra un tipo comúnmente empleado. Todos tienen una porción roscada y una cabeza redonda grande con un hexágono vaciado en que es adaptable una llave.

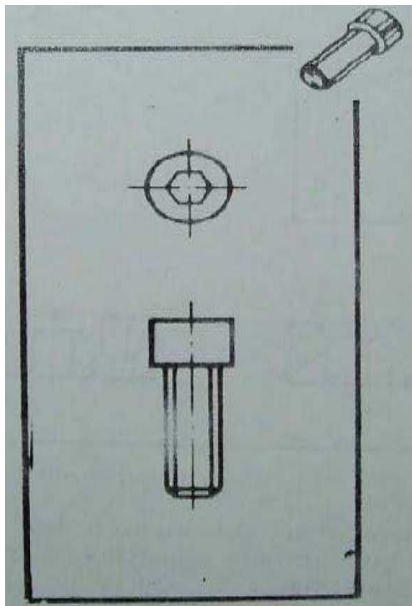


Figura 2.41 Elementos de union

2.1.2.8.12 Armazón

El armazón está representado con cuatro vistas. En la vista inferior izquierda está representada en alzado una sección longitudinal del armazón. En la vista inferior derecha hay una sección transversal en alzado en donde se ven los agujeros interiores. La vista superior izquierda es la planta de la porta matriz del juego de matrices.

La base porta punzones está representada en la parte superior derecha y está invertida en el dibujo 180°, o sea vista por la parte inferior.

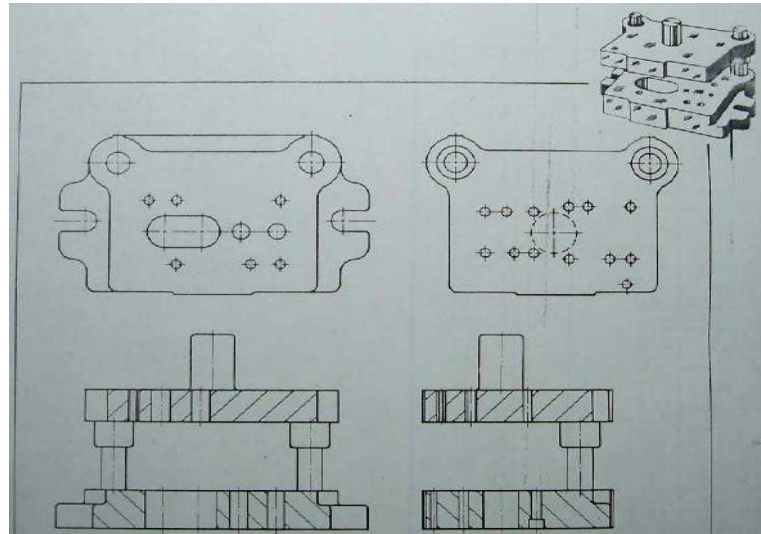


Figura 2.42 Armazón

2.1.2.9 Tipos de matrices de corte

2.1.2.9.1 Matriz para corte de piezas-botador fijo de acción directa

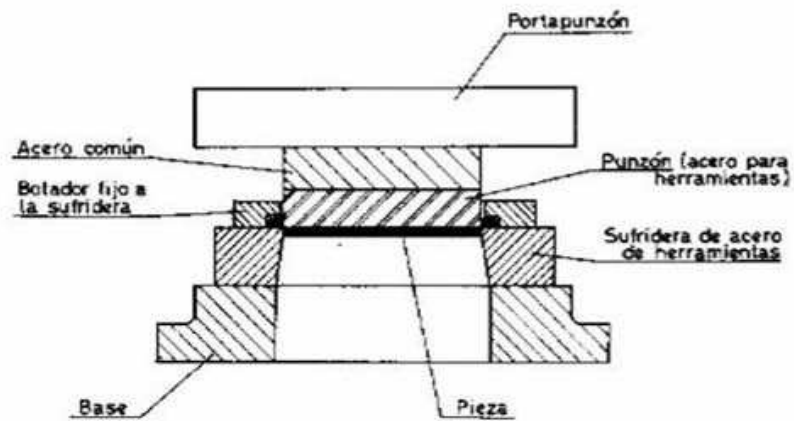


Figura 2.43 Matriz de botador fijo

2.1.2.9.2 Matriz para corte de piezas con botador móvil accionado con resortes.

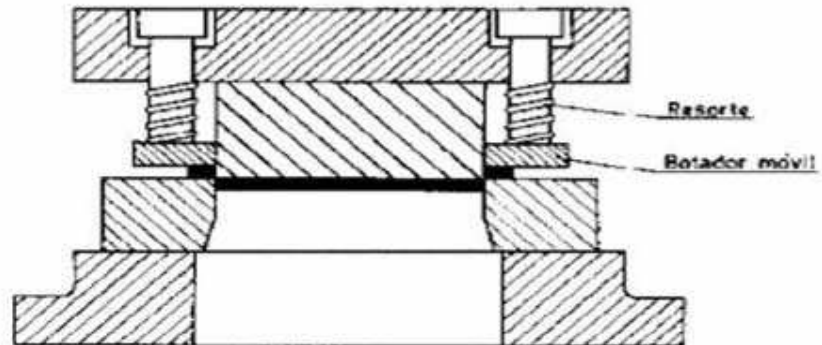


Figura 2.44 Matriz de botador móvil

2.1.2.9.3 Matriz compuesta simple

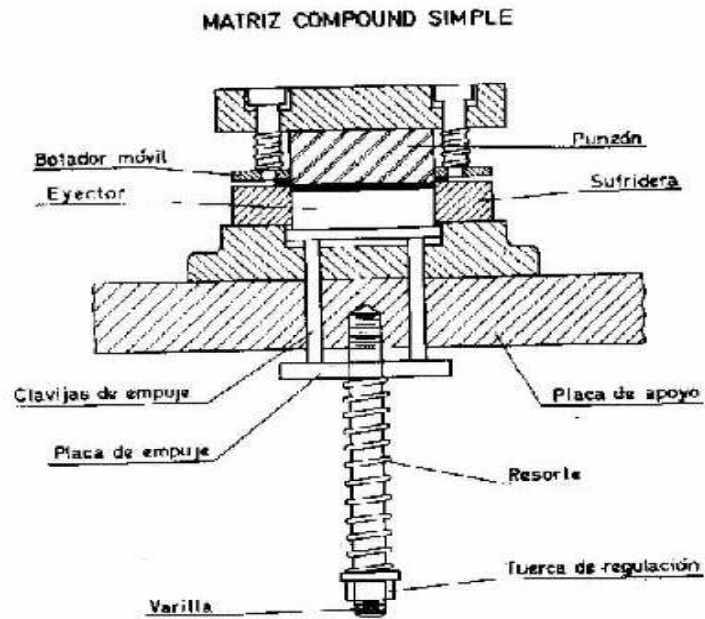


Figura 2.45 Matriz compuesta simple

2.1.2.9.4 Matriz de corte de piezas invertida con botador móvil y eyección de acción directa

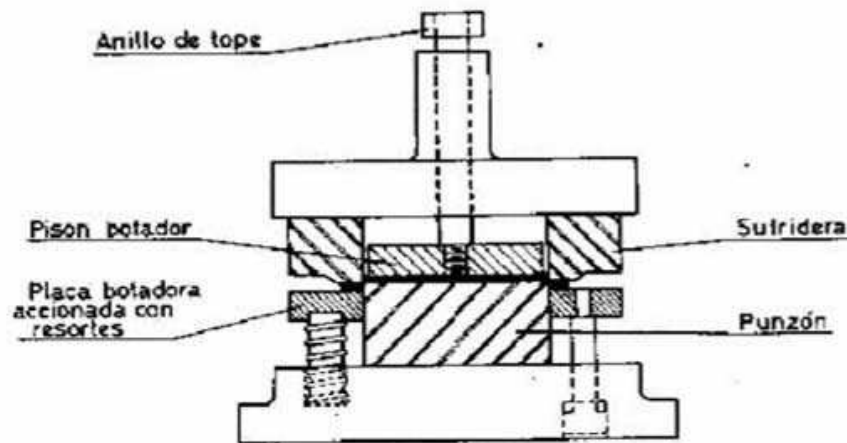


Figura 2.46 Matriz invertida

Matriz de corte invertida para piezas grandes. Cuando la matriz se retira, el botador expulsa la pieza que cae sobre el punzón y la placa botadora sube por acción de los resortes y saca el resto de la plancha del punzón.

2.1.2.9.5 Matriz compuesta invertida con botador móvil y pisón botador en la sufridera

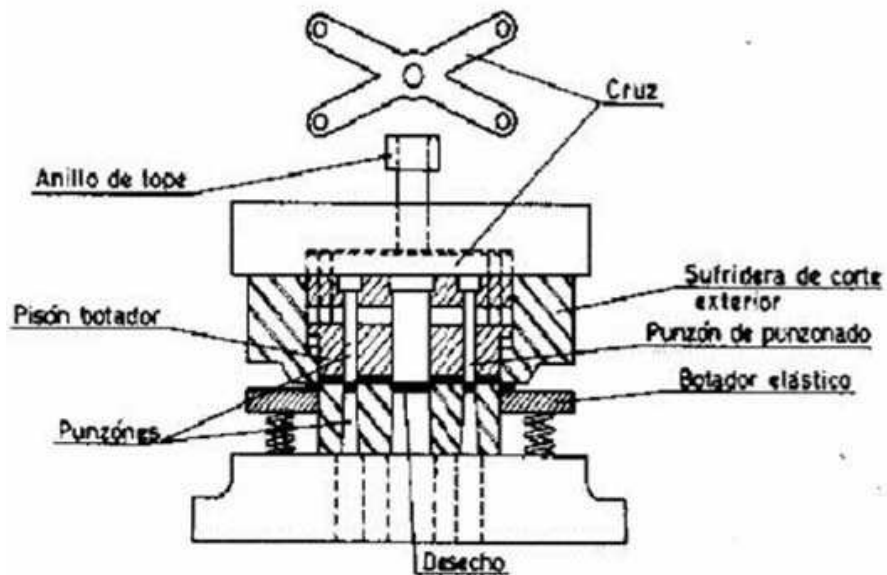


Figura 2.47 Matriz compuesta invertida

Matriz de punzonado y corte exterior (compuesta). El corte exterior es el contorno de la pieza en forma de cruz.

2.1.2.10 Dirección de los esfuerzos en el corte de piezas

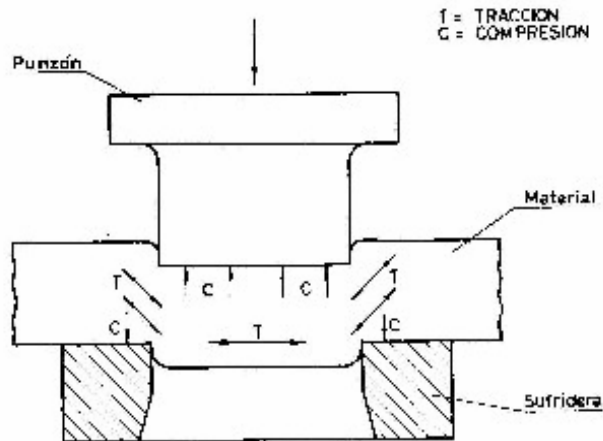


Figura 2.48 Dirección esfuerzos de corte

2.1.2.11 Etapas en el corte con matrices

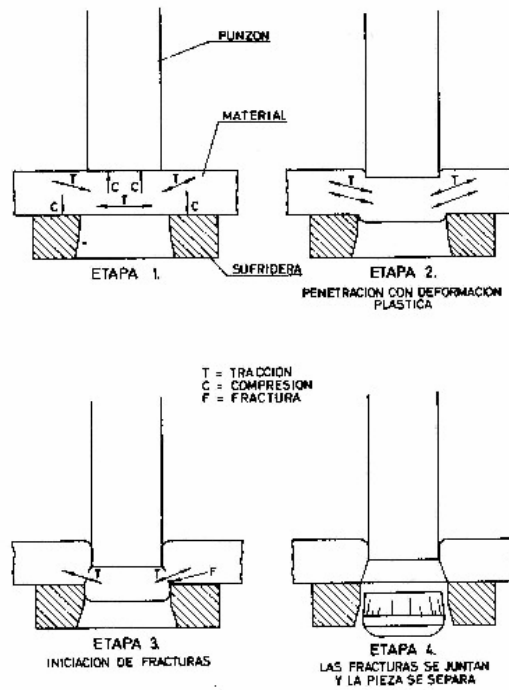


Figura 2.49 Etapas de corte

2.1.3 MATRICERÍA DE DOBLADO

2.1.3.1 Generalidades

Las matrices de doblar realizan doblados sencillos en piezas obtenidas por estampación. El doblado es sencillo cuando la línea de doblado es recta. Pueden realizarse uno o más doblados. Las matrices de doblado son de amplio empleo

Una matriz de doblar deforma parte de las piezas recortadas para que ocupen una posición angular. La línea de dobladura es recta a lo largo de toda su longitud, a diferencia de una matriz de conformar que produce piezas que tienen una línea curva de dobladura.

En la ilustración hay que dar una doble dobladura a una pieza recortada plana para formar una U. La pieza recortada es insertada en guías **A** sujetadas sobre placas de doblado **B**. Las placas de doblado, a su vez, están fijadas al porta matriz. En el descenso de la parte superior de la matriz, el punzón de dobladura **C** sujeta a la pieza recortada entre su cara inferior y el bloque de presión **D**. Las varillas **E** se prolongan hasta el dispositivo de presión de la prensa. El expulsor **F** separa la pieza de trabajo del punzón.

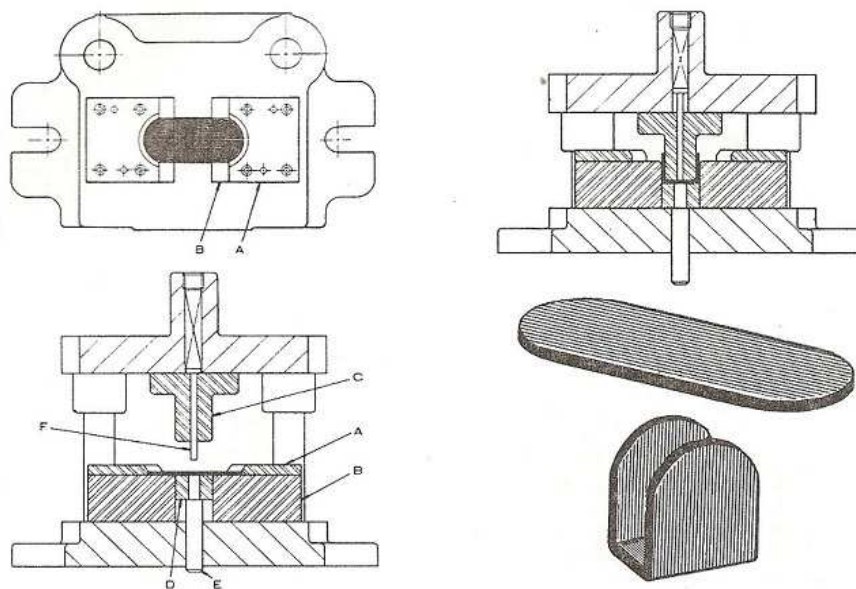


Figura 2.50 Matriz de doblado U

2.1.3.2 Desarrollo del doblado

Para proyectar una pieza doblada o moldeada **A** de una manera ordenada, se procede como sigue:

- a) Croquizar una vista lateral o sección de la pieza a escala ampliada si es necesario, y aplicar las líneas de dimensión como se representa.
- b) Con las dimensiones dadas en el dibujo de la pieza, añadir el espesor del material al radio dado y restar el resultado de las dimensiones exteriores. Consignarlas decimalmente en el croquis.
- c) Calcular la longitud del arco y anotarlo en la posición correcta. Obsérvese que la adición de todas las dimensiones da la longitud total de la pieza.

2.1.3.3 Fórmulas para dobladuras

La figura 2.51 proporciona todas las fórmulas que se necesitarán para proyectar ángulos de dobladura y piezas conformadas. Obsérvese que hay tres condiciones posibles y que cada una requiere el uso de una fórmula diferente. En la primera, el arco tiene un radio más pequeño que el espesor del material y abajo de la ilustración se da las fórmulas apropiadas. En la segunda, el arco tiene un radio comprendido entre uno y dos espesores del material, y en el tercero el radio del arco es mayor que el doble del espesor del material. Las fórmulas de arriba se aplican a dobladuras de 90° , que son las más comunes.

Las fórmulas inferiores se aplican a dobladuras de un grado y se las utiliza para calcular las longitudes de las dobladuras en ángulos que no sean de 90° .

Se multiplica el valor calculado por el número real de grados que se dobla el brazo de la pieza.

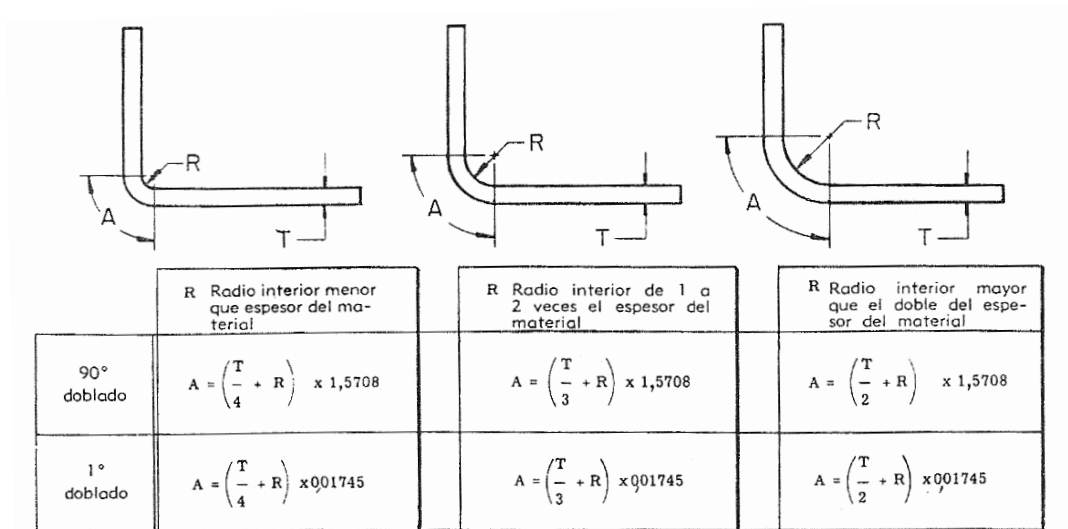


Figura 2.51 Longitudes desarrolladas de doblado

2.1.4 MATRICES DE ENSAMBLAJE

Las matrices de ensamblar unen dos o más partes mediante ajuste a presión, roblonado u otros medios.

Los componentes son ensamblados muy rápidamente y las posiciones relativas de las diversas piezas se pueden mantener con mucha exactitud. En el dibujo está representado un eslabón y los dos pasadores que han de ser roblonados en una matriz de ensamblar. Los pasadores son posicionados en la placa matriz **A** y asientan sobre núcleos **B**. Luego es colocado el eslabón sobre los pasadores, y los extremos torneados de los pasadores entran en los agujeros del eslabón.

El descenso del pistón de la prensa hace que los punzones de roblonado **C** deformen los extremos de los pasadores dándoles la forma de cabezas remachadas. Los punzones se apoyan en una placa endurecida para impedir que sus cabezas se hundan en el material relativamente blando del armazón. Otra placa endurecida **E** sirve de apoyo a los núcleos.

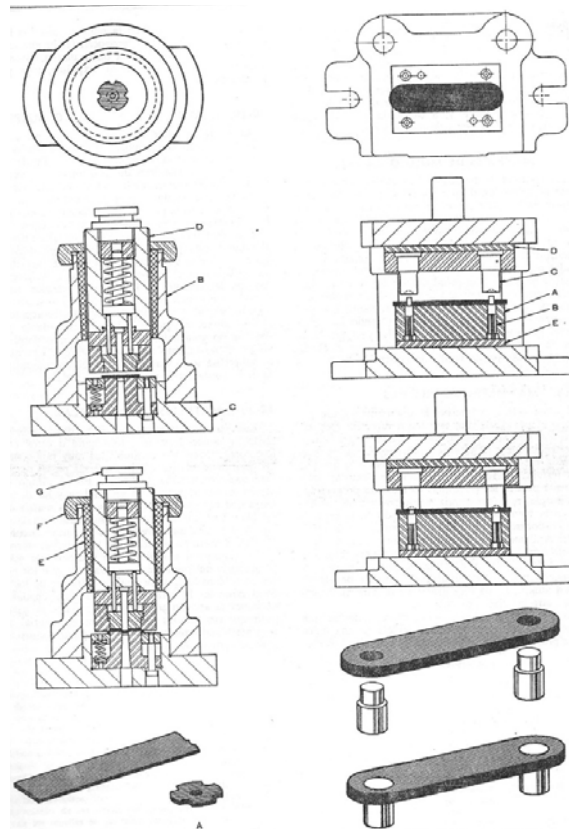


Figura 2.52 Matriz de ensamblaje

2.1.5 PINTURA ELECTROSTÁTICA

2.1.5.1 Generalidades

La pintura electrostática en polvo, es un proceso alternativo a la pintura líquida, mediante la aplicación de una carga electrostática a la pieza, La pintura que tiene una carga opuesta, se adhiere en toda la superficie por atracción aún en las partes más escondidas de la misma pieza, eliminando de esta manera zonas ciegas de pintura sin aplicar.

Posteriormente pasa a un horno de curado en donde la pintura se funde y fija, logrando con esto una adherencia y resistencia insuperables.

La composición de la pintura con resinas termo endurecidas sólidas, exentas de disolventes, permite que tras un tratamiento térmico, alcance características de acabado, adherencia, resistencia a la corrosión y durabilidad, muy superiores a los procesos de pinturas tradicionales.

La duración media del proceso para una pieza oscila entre 60 ó 90 minutos, siendo las características térmicas de la pieza, las que determinan en todo caso la relación temperatura/velocidad.

La pintura electrostática no contiene solventes, por lo que es amigable con el medio ambiente.

El rendimiento del material de recubrimiento es, según su sistema de recuperación, de hasta más del 99%, ósea tiene un factor mínimo de pérdida de material.

2.1.5.2 Tipos de equipos electrostáticos

Existen dos tipos de equipos:

a) Equipos con carga por ionización

En estos equipos el aire de transporte aspira el polvo agitado o fluidizado del depósito de reserva y lo transporta como mezcla de aire/polvo por la manguera y la pistola. Los portadores de carga, generados por el electrodo emisor de efluvios mediante la ionización por choque, proporcionan allí la carga electrostática del polvo, adhiriéndose a su superficie. Los iones libres así formados fluyen hacia el contraelectrodo conectado a tierra. El polvo cargado de este modo se pulveriza y queda adherido a la pieza.

b) Equipos con Carga por fricción

En lugar de los electrodos emisores de efluvios y las cascadas, la pistola para carga electrostática por fricción (Tribo) hace uso de otra técnica muy popular, que permite transformar cada vez más calidades de polvo. Un hecho significativo es que, con este procedimiento no se forma ningún campo eléctrico entre la pistola y la pieza a pintar.

De este modo, la penetración del polvo en los huecos y cavidades de las piezas es eficaz y garantiza un recubrimiento óptimo. Es por este motivo que la tribotécnica se aplica, sobre todo donde se recubren mediante polvo apto para tribo-objetos con compleja geometría superficial.

2.1.5.3 Principales Aplicaciones

La pintura electrostática en polvo tiene la característica de poder recubrir todo tipo de productos y materiales metálicos, tanto ferrosos como no ferrosos, algunos ejemplos son los siguientes:

- Máquinas y aparatos de electrodomésticos.
- Muebles de oficina, muebles para jardines, camas hospitalarias, máquinas de ejercicios.
- Partes y accesorios para automóviles, motos y bicicletas
- En acero, todo tipo de perfiles, planchas, estructuras, piezas, muebles, rejas, tableros eléctricos.
- En aluminio, todo tipo de paneles, planchas, perfiles, estructuras, piezas, puertas y ventanas.
- En hojalatería, todo tipo de planchas, canaletas, bajadas de agua y corta goteras.
- En hierro, todo tipo de exhibidores, estanterías, lockets, muebles de terraza, estanques y gabinetes.



Figura 2.53 Principales aplicaciones de la pintura electrostática

Los acabados de las piezas metálicas dependen del tipo de pintura aplicada. Algunos tipos son propios e idóneos para sitios bajo techo y otros, de tipo poliéster, lo son para exteriores con alta resistencia mecánica y a la decoloración frente a los rayos U.V.

Existe una gran variedad de colores a aplicar.



Figura 2. 54 Gama de colores aplicativos

Todas las pinturas utilizadas en recubrimientos en polvo tienen unas características de gran resistencia química y mecánica.

En general las pinturas a base de poliéster se aplicarán a piezas de exterior por su mayor exposición a los rayos U.V. Las resinas Epoxy puras ó mixtas se emplearán más en piezas destinadas a interiores.

Las pinturas con resinas epoxy, poseen gran cantidad de acabados, mates satinados ó brillantes, así como una gran resistencia a los agentes químicos y una gran dureza superficial.

Tabla 2.1 Descripción de cada tipo de pintura

| DESCRIPCIÓN | FUNCIÓN | APLICACION |
|--------------------|---|--|
| EPOXY | Superior resistencia mecánica, durabilidad y anticorrosiva. | Mobiliario de Oficina Aparatos Domésticos Maquinas Industriales Aparatos Eléctricos Refacciones Industriales Componentes Automotrices |
| EPOXY POLYESTER | Aplicable para terminados decorativos y anticorrosivos. | Mobiliario de Oficina Maquinas Industriales Componentes Eléctricos Refacciones Industriales Herramientas de mano y eléctricas |
| POLYESTER | Recomendado para lograr una vista excepcional y gracias a su alta resistencia a los rayos UV, tiene una súper resistencia a la intemperie, reteniendo la calidad del color. | Mobiliario Exterior Aluminio Arquitectónico Perfilaría y Lamina de Aluminio Ventanales Galvanizados Componentes Eléctricos Componentes Automotrices |

2.1.5.4 Características de un pintado electrostático

- El pintado redondea los bordes y las aristas de los materiales a pintar
- Recubre todo tipo de superficies metálicas, lisas o acanaladas
- Penetra aún en zonas difíciles
- El valor del metro cuadrado pintado es muchísimo menor que otro proceso de pintura alternativo

- El espesor del pintado es completamente homogéneo, siendo un recubrimiento parejo
- No requiere de aplicación de pinturas anticorrosivas previo proceso de pintura electrostática
- Las estructuras pintadas no se saltan a menos que se infrinjan en ellas cortes o rallados con utensilios metálicos

Propiedades de la pintura electrostática

- Gran resistencia a cambios ambientales
- Gran resistencia a temperaturas y rayos UV
- Excelente acabado y terminación
- Larga durabilidad y capacidad de retención del color y brillo (sobre 10 años al exterior)
- Alta resistencia a agentes corrosivos
- Excelente adherencia
- No requiere de solventes
- No contiene contaminantes y no contamina el medio ambiente tanto en el proceso de pintura como de secado al horno
- Gran variedad de colores, texturas y acabados

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 ESFUERZO Y RESISTENCIA

2.2.1.1 Esfuerzo

2.2.1.1.1 Definición

Los esfuerzos internos sobre una sección transversal plana de un elemento estructural se definen como un conjunto de fuerzas y momentos estáticamente equivalentes a la distribución de tensiones internas sobre el área de esa sección. Así, por ejemplo, los esfuerzos sobre una sección transversal plana Σ de una viga son igual a la integral de las tensiones t sobre esa área plana. Normalmente se distingue entre los esfuerzos perpendiculares a la sección de la viga (o espesor de la placa o lámina) y los tangentes a la sección de la viga (o superficie de la placa o lámina):

- Esfuerzo normal (normal o perpendicular al plano considerado), es el que viene dado por la resultante de tensiones normales σ , es decir, perpendiculares, al área para la cual pretendemos determinar el esfuerzo normal.
- Esfuerzo cortante (tangencial al plano considerado), es el que viene dado por la resultante de tensiones cortantes τ , es decir, tangenciales, al área para la cual pretendemos determinar el esfuerzo cortante.

Para poder explicar mejor el concepto de esfuerzo es necesario tomar un elemento diferencial de un cuerpo. Debido a que las fuerzas internas pueden presentarse en las tres direcciones posibles (x, y, z), el elemento diferencial será un elemento diferencial volumétrico.

Cada una de las caras tiene un diferencial de área, las fuerzas que son normales a esa cara generan una tensión normal.

$$\sigma = \frac{N}{A}$$

Ecuación 2.7

Donde

σ = Esfuerzo normal

N= Fuerza normal

A= Area sobre la que se aplica la fuerza

Las fuerzas que son tangentes al elemento diferencial generan tensiones cortantes.

$$\tau = \frac{V}{A}$$

Ecuación 2.8

Donde:

τ = Esfuerzo cortante

V= Fuerza tangente

A= Area de corte

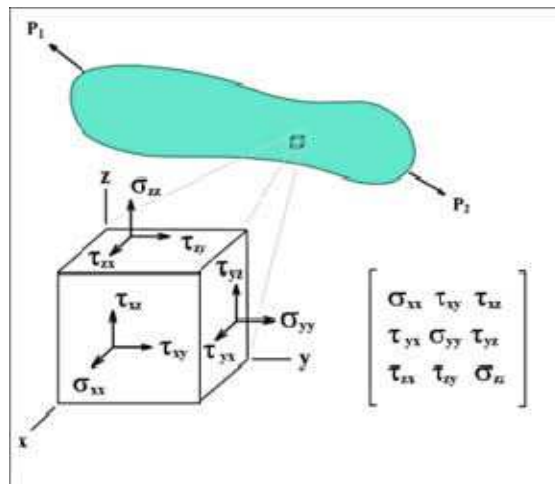


Figura 2.55 Representación gráfica de las tensiones

2.2.1.1.2 Esfuerzos en placas y láminas

En un elemento bidimensional, parametrizado por dos coordenadas α y β , el número de esfuerzos que deben considerarse es mayor que en elementos unidimensionales:

- Esfuerzos de membrana, según la dirección de la línea coordenada α , $n_{\alpha\alpha}, n_{\alpha\beta}$, según la dirección de la línea coordenada β , $n_{\beta\beta}, n_{\beta\alpha}$.
- Esfuerzos cortantes: v_{α}, v_{β}
- Esfuerzos de flexión, $m_{\alpha\alpha}, m_{\alpha\beta}, m_{\beta\beta}, m_{\beta\alpha}$

a) Cálculo de esfuerzos en placas

En una lámina sometida fundamentalmente a flexión en la que se desprecia la deformación por cortante y los esfuerzos de membrana se llama lámina de Love-Kirchhof, los esfuerzos internos se caracterizan por dos momentos flectores m_x, m_y según dos direcciones mutuamente perpendiculares y un esfuerzo torsor m_{xy} . Estos esfuerzos están directamente relacionados con la flecha vertical $w(x, y)$ en cada punto por:

$$\begin{cases} m_x = -D \left[\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right] \\ m_y = -D \left[\nu \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right] \end{cases} \quad m_{xy} = -D(1 - \nu) \left[\frac{\partial^2 w}{\partial y \partial x} \right]$$

Ecuacion 2.9

La rigidez de la placa es determinada por la formula:

$$D = Eh^3/12(1 - \nu)$$

Ecuacion 2.10

Donde:

ν = es el coeficiente de Poisson del material de la placa.

E = el módulo de Young del material de la placa.

h = el espesor de la placa.

b) Cálculo de tensiones en placas

Las tensiones sobre una placa son directamente calculables a partir de los esfuerzos anteriores:

$$\begin{cases} \sigma_{xx} = \frac{12z}{h^3}m_y(x, y) & \sigma_{xy} = \frac{12z}{h^3}(1 - \nu)^2m_{xy}(x, y) \\ \sigma_{yy} = \frac{12z}{h^3}m_x(x, y) & \sigma_{xz} = \sigma_{yz} = \sigma_{zz} = 0 \end{cases}$$

Ecuacion 2.11

2.2.1.2 Resistencia

2.2.1.2.1 Definición

La resistencia de un elemento se define como su capacidad para resistir esfuerzos y fuerzas aplicadas sin romperse, adquirir deformaciones permanentes o deteriorarse de algún modo.

Un modelo de resistencia de materiales establece una relación entre las fuerzas aplicadas, también llamadas cargas o acciones, y los esfuerzos y desplazamientos inducidos por ellas.

Típicamente las simplificaciones geométricas y las restricciones impuestas sobre el modo de aplicación de las cargas hacen que el campo de deformaciones y tensiones sean sencillos de calcular.

Para el diseño mecánico de elementos con geometrías complicadas la resistencia de materiales suele ser insuficiente y es necesario usar técnicas basadas en la teoría de la elasticidad o la mecánica de sólidos deformables más generales. Esos problemas planteados en términos de tensiones y deformaciones pueden entonces ser resueltos de forma muy aproximada con métodos numéricos como el análisis por elementos finitos.

2.2.1.2.2 Enfoque de la resistencia de materiales

La teoría de sólidos deformables requiere generalmente trabajar con tensiones y deformaciones. Estas magnitudes vienen dadas por campos tensoriales definidos sobre dominios tridimensionales que satisfacen complicadas ecuaciones diferenciales. Sin embargo, para ciertas geometrías aproximadamente unidimensionales (vigas, pilares, celosías, arcos, etc.) o bidimensionales (placas y láminas, membranas, etc.) el estudio puede simplificarse y se pueden analizar mediante el cálculo de esfuerzos internos definidos sobre una línea o una superficie en lugar de tensiones definidas sobre

un dominio tridimensional. Además las deformaciones pueden determinarse con los esfuerzos internos a través de cierta hipótesis cinemática.

En resumen, para esas geometrías todo el estudio puede reducirse al estudio de magnitudes alternativas a deformaciones y tensiones. El esquema teórico de un análisis de resistencia de materiales comprende:

- Hipótesis cinemática establece como serán las deformaciones o el campo de desplazamientos para un determinado tipo de elementos bajo cierto tipo de solicitudes. Para piezas prismáticas las hipótesis más comunes son la hipótesis de Bernoulli-Navier para la flexión y la hipótesis de Saint-Venant para la torsión.
- Ecuación constitutiva que establece una relación entre las deformaciones o desplazamientos deducibles de la hipótesis cinemática y las tensiones asociadas. Estas ecuaciones son casos particulares de las ecuaciones de Lamé-Hooke.
- Ecuaciones de equivalencia, son ecuaciones en forma de integral que relacionan las tensiones con los esfuerzos internos.
- Ecuaciones de equilibrio que relacionan los esfuerzos internos con las fuerzas exteriores.

En las aplicaciones prácticas el análisis es sencillo, se construye un esquema ideal de cálculo formado por elementos unidimensionales o bidimensionales, y se aplican fórmulas preestablecidas en base al tipo de sollicitación que presentan los elementos. Esas fórmulas preestablecidas que no necesitan ser deducidas para cada caso, se basan en el esquema de cuatro puntos anterior. Más concretamente la resolución práctica de un problema de resistencia de materiales sigue los siguientes pasos:

1. Cálculo de esfuerzos, se plantean las ecuaciones de equilibrio y ecuaciones de compatibilidad que sean necesarias para encontrar los esfuerzos internos en función de las fuerzas aplicadas.
2. Análisis resistente, se calculan las tensiones a partir de los esfuerzos internos. La relación entre tensiones y deformaciones depende del tipo

de sollicitación y de la hipótesis cinemática asociada: flexión de Bernoulli, flexión de Timoshenko, flexión esviada, tracción, pandeo, torsión de Coulomb, teoría de Collignon para tensiones cortantes, etc.

3. Análisis de rigidez, se calculan los desplazamientos máximos a partir de las fuerzas aplicadas o los esfuerzos internos. Para ello puede recurrirse directamente a la forma de la hipótesis cinemática o bien a la ecuación de la curva elástica, las fórmulas vectoriales de Navier-Bresse o los teoremas de Castigliano.

2.2.1.2.3 Relación entre esfuerzos y tensiones

El diseño mecánico de piezas requiere:

- Conocimiento de las tensiones, para verificar si éstas sobrepasan los límites resistentes del material.
- Conocimiento de los desplazamientos, para verificar si éstos sobrepasan los límites de rigidez que garanticen la funcionalidad del elemento diseñado.

En general el cálculo de tensiones puede abordarse con toda generalidad desde la teoría de la elasticidad, sin embargo cuando la geometría de los elementos es suficientemente simple (como sucede en el caso de elementos lineales o bidimensionales) las tensiones y desplazamientos pueden ser calculados de manera mucho más simple mediante los métodos de la resistencia de materiales, que directamente a partir del planteamiento general del problema elástico.

a) Elementos lineales o unidimensionales

El cálculo de tensiones se puede obtener a partir de la combinación de la fórmula de Navier para la flexión, la fórmula de Collignon-Jourawski y las fórmulas del cálculo de tensiones para la torsión.

El cálculo de desplazamientos en elementos lineales puede llevarse a cabo a partir métodos directos como la ecuación de la curva elástica, los teoremas de Mohr o el método matricial o a partir de métodos energéticos como los métodos

energéticos como los teoremas de Castigliano o incluso por métodos computacionales.

b) Elementos superficiales o bidimensionales

La teoría de placas de Love-Kirchhoff es el análogo bidimensional de la teoría de vigas de Euler-Bernouilli. Por otra parte el cálculo de láminas es el análogo bidimensional del cálculo de arcos.

El análogo bidimensional para una placa de la ecuación de la curva elástica, es la ecuación de Lagrange para la deflexión del plano medio de la placa. Para el cálculo de placas también es frecuente el uso de métodos variacionales.

2.2.1.2.4 Relación entre esfuerzos y desplazamientos

Otro problema importante en muchas aplicaciones de la resistencia de materiales es el estudio de la rigidez. Más concretamente ciertas aplicaciones requieren asegurar que bajo las fuerzas actuantes algunos elementos resistentes no superen nunca desplazamientos por encima de cierto valor prefijado. El cálculo de las deformaciones a partir de los esfuerzos puede determinarse mediante varios métodos semidirectos como el uso del teorema de Castigliano, las fórmulas vectoriales de Navier-Bresse o el uso de la ecuación de la curva elástica.

2.2.2 CORTE EN FRÍO DE CHAPA METÁLICA

2.2.2.1 Introducción

Se realiza por una acción de cizalla entre dos bordes afilados de corte.

El borde superior de corte (punzón) se mueve hacia abajo sobrepasando el borde estacionario inferior de corte (matriz). Cuando el punzón empieza a empujar el trabajo, ocurre una deformación plástica en las superficies de la lámina, conforme éste se mueve hacia abajo ocurre la penetración, y corta el metal.

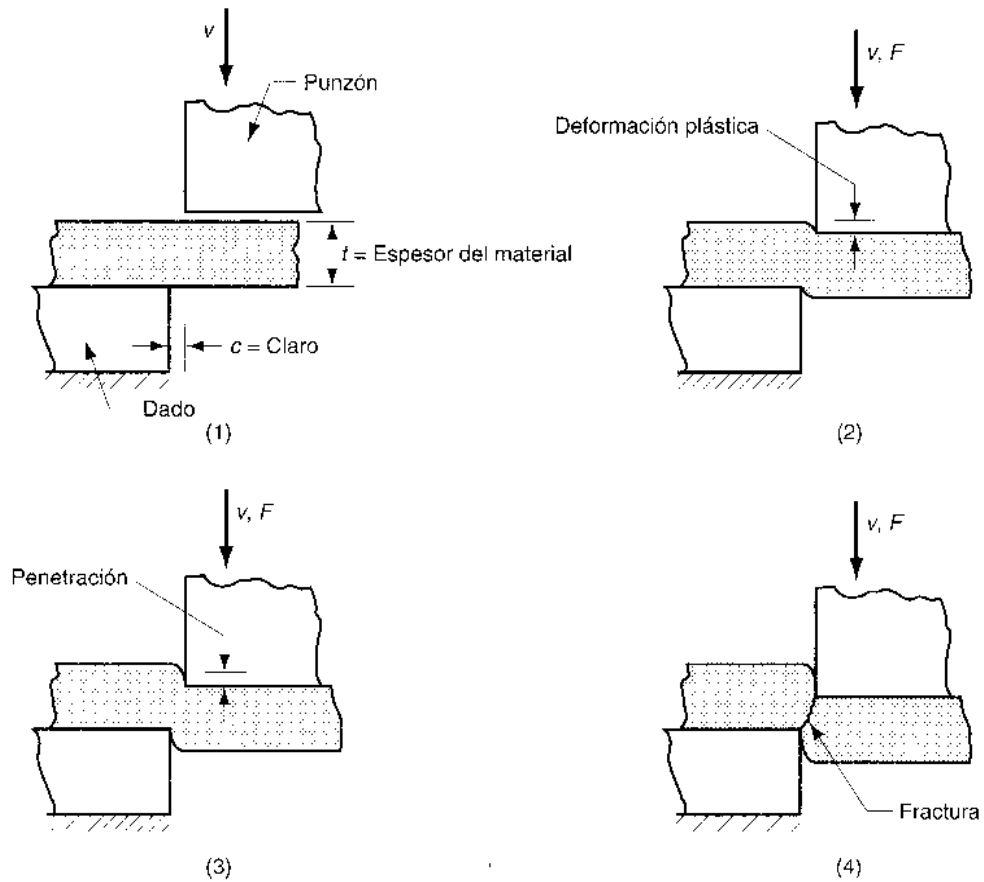


Figura 2.56 Desarrollo de corte en frío

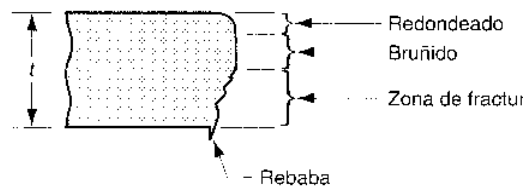


Figura 2.57 Proceso de corte

- Redondeado: ocurre por la deformación plástica.
- Bruñido: por la penetración del punzón.
- Fractura: por el continuo movimiento del punzón.
- Rebaba: por la elongación del metal.

2.2.2.2 Operaciones de corte de láminas metálicas

- **El cizallado**

Es la operación de corte de una lámina de metal a lo largo de una línea recta entre dos bordes de corte. (Para reducir grandes láminas a secciones más pequeñas)

(a) vista lateral de la operación.

(b) vista frontal de la cizalla.

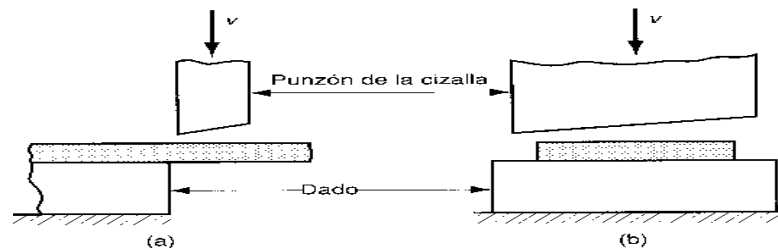


Figura 2.58 Esquema de cizallado

- **El punzonado**

Implica el corte de una lámina de metal a lo largo de una línea cerrada en un solo paso para separar la pieza del material circundante. La parte que se corta es el producto deseado en la operación.

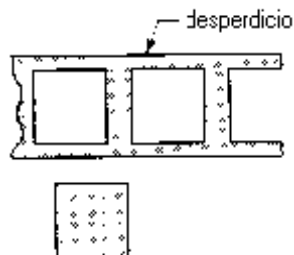


Figura 2.59 Esquema de punzonado

- **El perforado**

Es muy similar al punzonado, excepto que la pieza que se corta se desecha y se llama recorte. El material remanente es la parte deseada.



Figura 2.60 Esquema de perforado

- **Corte en trazos**

Las partes se separan de una tira de lámina metálica cortando los trozos opuestos de la parte en secuencia. Se caracteriza por:

- a) Los bordes de corte no son necesariamente rectos.
- b) Se evita el desperdicio.

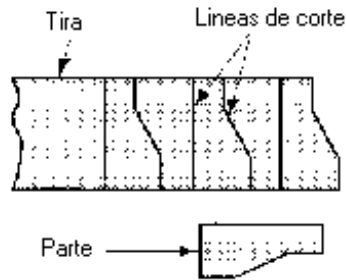


Figura 2.61 Esquema de corte en trazos

- **El partido**

Se realiza con un punzón con dos bordes de corte que coinciden con los lados opuestos de la pieza. Es menos eficiente que el corte en trozos debido a que produce algún material de desperdicio.

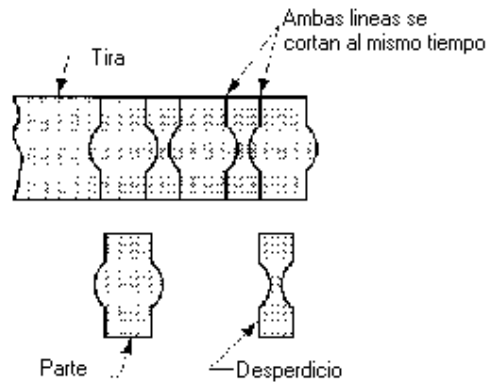


Figura 2.62 Esquema del partido

- **Ranurado**

Se corta un agujero rectangular o alargado.

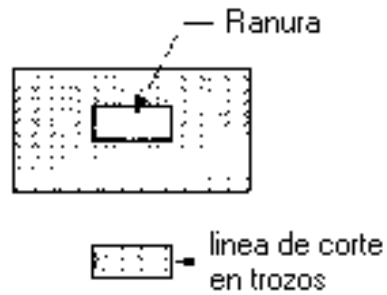


Figura 2.63 Esquema del ranurado

- **El perforado múltiple**

Perforación simultánea de varios agujeros en una lámina de metal. Propósitos decorativos o permitir el paso de la luz, gases o fluidos.

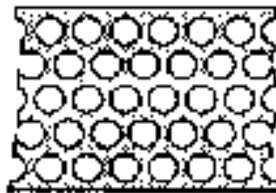


Figura 2.64 Esquema del perforado múltiple

- **El muescado**

Es el corte de una porción del metal en un lado de la lámina o tira.

El semi muescado recorta una porción del metal del interior de la lámina.

La diferencia es que el metal removido por el semi muescado crea parte del contorno de la pieza, mientras que el perforado y el ranurado genera agujeros en la forma o parte.

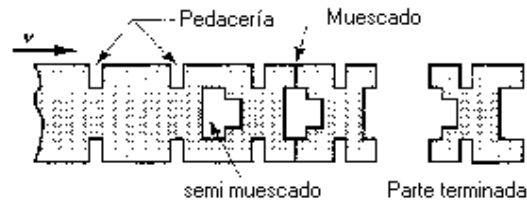


Figura 2.65 Esquema del muescado

- **El recorte**

Se realiza en una parte ya formada para remover el exceso de metal y fijar su tamaño.

- **El rasurado**

Es una operación de corte realizada con un juego muy pequeño destinada a obtener dimensiones precisas y bordes lisos y rectos.

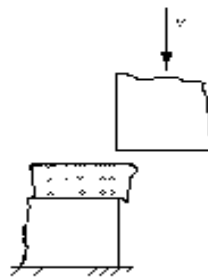


Figura 2.66 Esquema del rasurado

- **El punzonado fino**

Es una operación de cizallado que se usa para cortar partes con tolerancias muy estrechas y obtener bordes rectos y lisos en un solo paso.

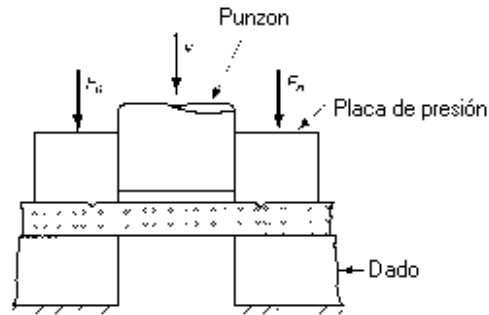


Figura 2.67 Esquema del punzonado fino

2.2.3 DOBLADO EN FRÍO DE CHAPA METÁLICA

2.2.3.1 Introducción

El doblado se define como la deformación del metal alrededor de un eje recto. El metal dentro del plano neutral se comprime, mientras que el metal por fuera del plano neutral se estira.

El doblado toma una forma permanente al remover los esfuerzos que lo causaron.

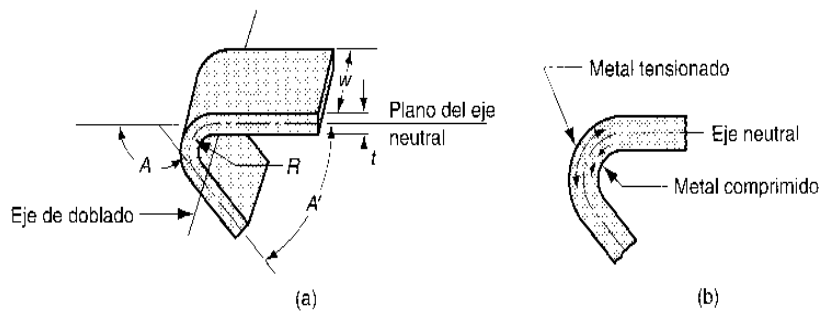


Figura 2.68 Doblado en frío

2.2.3.2 Doblado de material tubular

El doblado de material tubular es más difícil que el de la lámina porque un tubo tiende a romperse o deformarse cuando se hacen intentos para doblarlo. Se usan mandriles flexibles especiales que se insertan en el tubo antes de doblarlo para que soporten las paredes durante la operación.

Los métodos de doblado son: (a) doblado por extensión, (b) doblado por arrastre y (c) doblado por compresión. Para cada método: (1) inicio del proceso, (2) durante el doblado. Los símbolos v y F indican movimiento y fuerza aplicada.

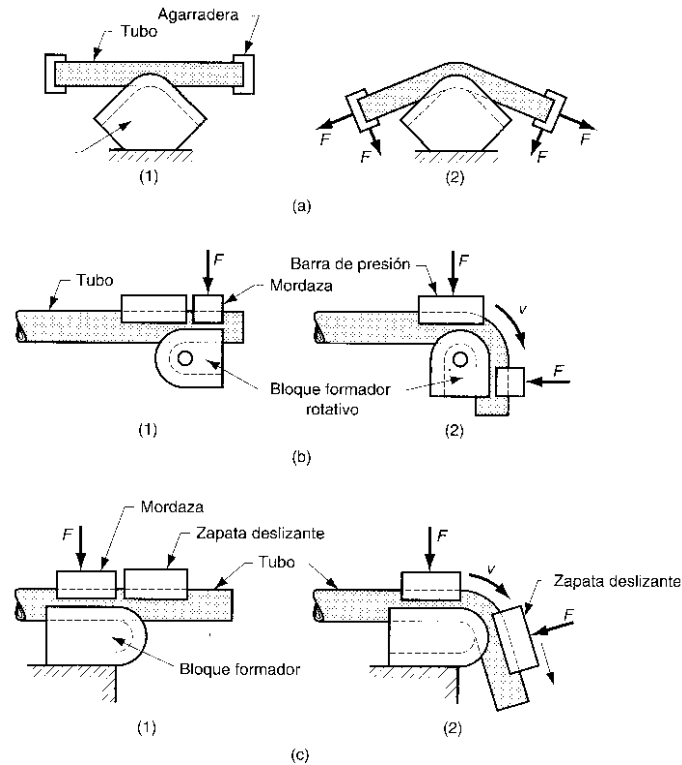


Figura 2.69 Métodos de doblado de tubos

La región de deformación sufre tracción en la parte convexa 1 y compresión en la cóncava 2 indicadas en la siguiente figura. El cambio de forma debe producirse sin una apreciable variación del espesor.

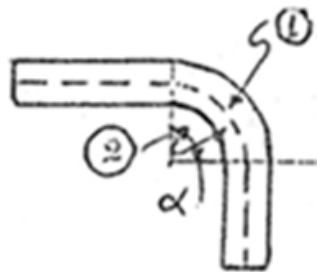


Figura 2.70 Regiones de deformación

2.2.3.3 Flujo de material

Las tensiones de tracción reducen el espesor de la chapa.

Las tensiones de compresión tienden a incrementar el ancho de las zonas dobladas. En el doblado de barras (espesor y ancho aproximadamente iguales) la distorsión de la sección transversal es muy importante como puede apreciarse en la siguiente figura.

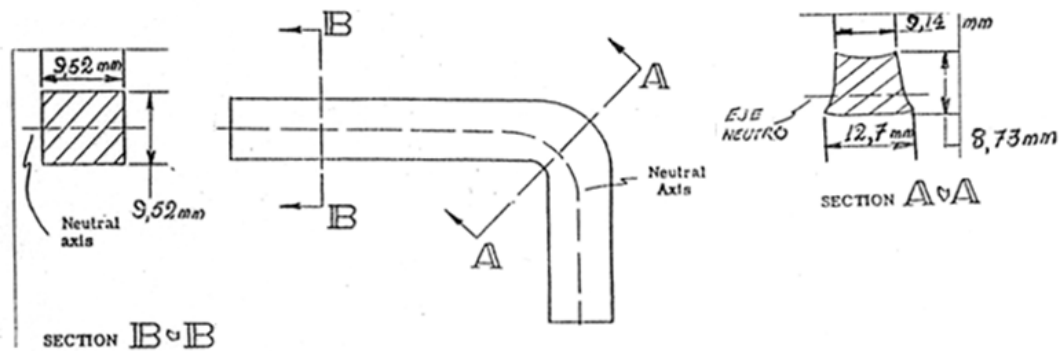


Figura 2.71 Tensiones de tracción

En el doblado de chapas (el ancho es varias veces el espesor) prácticamente no se produce variación de la forma de la sección transversal.

Cuadro 2.2 Distorsiones en elementos

| | |
|-------------------|--|
| Doblado de barras | <ul style="list-style-type: none">- Severa distorsión de la sección transversal.- Poca reducción del espesor.- Variaciones importantes del ancho.- Fallas por pandeo de la zona comprimida. |
| Doblado de chapas | <ul style="list-style-type: none">- Mayor reducción del espesor.- Variaciones imperceptibles del ancho.- Fallas por grietas en la zona traccionada. |

2.2.3.3.1 Factores que afectan el flujo del metal

- A mayor radio interno menor flujo.
- A menor deformación unitaria menor flujo.
- A menor ángulo menor flujo.
- A menor ductilidad (Z%) mayor probabilidad de grietas. A mayor ductilidad (Z%) mayor probabilidad de pandeo.

2.2.3.4 Tensiones en el doblado

2.2.3.4.1 Estado de tensiones en el doblado

Si se tiene en cuenta que sobre las superficies libres las tensiones normales son nulas, se presentan los siguientes estados de tensiones de acuerdo a la siguiente figura.

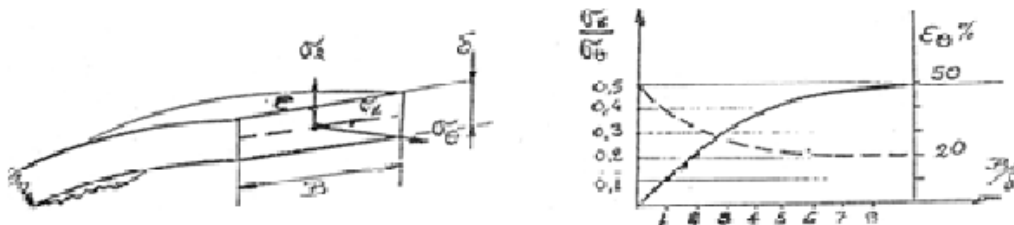


Figura 2.72 Tensiones de doblado

En el gráfico σ_z es el esfuerzo transversal, σ_θ es el esfuerzo longitudinal, B es el ancho del material y δ es el desplazamiento, así mismo se indica el valor de la relación entre las tensiones σ_z/σ_θ , actuantes en el punto C de la cara externa, en función de la relación B/δ (Geometría de la sección de la chapa doblada).

Luego, cuando se doblen flejes anchos (aquellos con una sección tal que B/δ sea \geq que 8) el estado de tensiones del punto C correspondiente a la zona central de la cara externa será biaxial de tracción y tal que $\sigma_z/\sigma_\theta = 0,5$. Dado que los estados biaxiales de tracción disminuyen la ductilidad del material, esta zona central será la más propensa a agrietarse cuando se doblen flejes anchos.

Si al doblar flejes anchos aparecen grietas que se inician en el borde, esto indicará que existen condiciones que pueden ser modificadas para evitar falla.

2.2.3.5 Deformaciones en el doblado

2.2.3.5.1 Estado de deformaciones

El doblado de una chapa se lo puede considerar como un caso de deformación plana.

Despejando la fórmula:

$$d\varepsilon_z = \frac{2}{3} d\lambda \left[\sigma_z - \frac{1}{2} (\sigma\theta + \sigma) \right] = 0 \quad \text{Ecuación 2.12}$$

$$\sigma_z = \frac{(\sigma\theta + \sigma)}{2}$$

$$\sigma_z = \frac{\sigma\theta}{2}$$

$$\frac{\sigma_z}{\sigma\theta} = 0.5$$

Esto se produce en una importantísima región central del fleje.

La mayor de las deformaciones es $\varepsilon\theta$ y su distribución es muy uniforme a través del ancho, excepto en los bordes donde alcanza un 20% más que en el centro

ε_z tiene una distribución menos uniforme. En el borde que está sometido a un estado de tracción uniaxial como debe cumplirse la constancia de volumen el valor de ε_z será < 0

En los puntos alejados del borde de su valor será menor pudiendo llegar a 0

La distribución de deformaciones es función del método de doblado empleado. Doblar en voladizo produce una distribución de deformaciones más uniforme que doblar con una matriz en V

2.2.3.6 Métodos de doblado

2.2.3.6.1 Doblado en forma de V

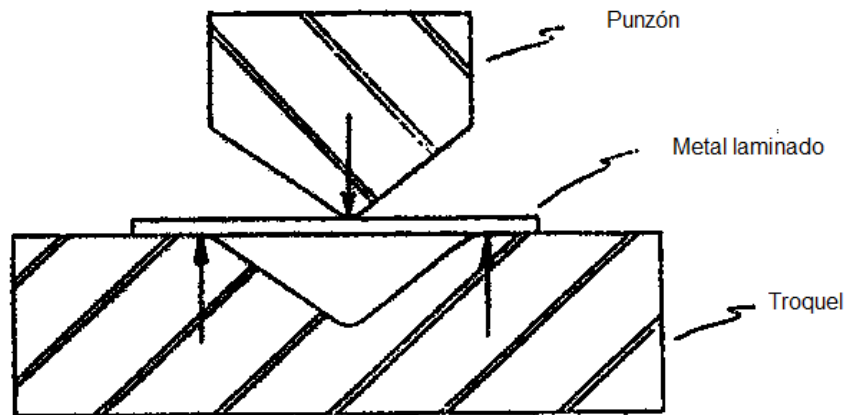


Figura 2.73 Doblado en V

Debe controlarse muy bien la carrera del punzón para no originar aplastamiento. Con este tipo de estampas pueden producirse sobrecargas en prensas mecánicas.

Fuerza de doblado en matriz en V

$$P = \frac{s * b * Kd}{3 * l}$$

Ecuacion 2.13

Donde:

P = Fuerza necesaria para el doblado

b = Ancho del material a doblar

l = Distancia entre apoyos

s = Espesor de la chapa

Kt = Coeficiente de rotura a la tracción en Kg/mm²

Kd = Solicitud a la flexión Kg/mm² (Kd = 2 Kt)

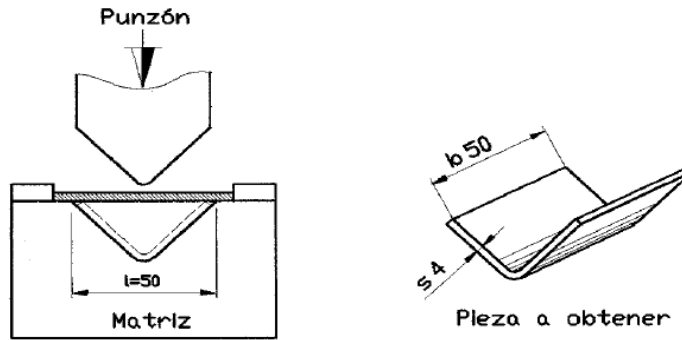


Figura 2.74 Esquema de doblado

2.2.3.6.2 Doblado en forma de L

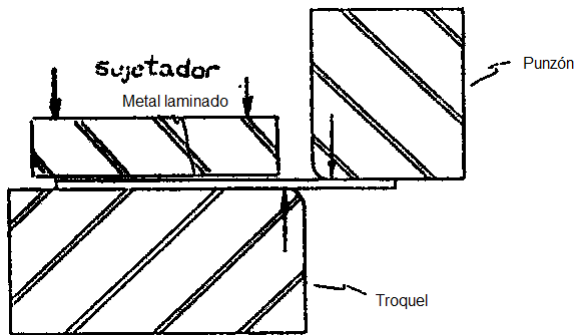


Figura 2.75 Doblado en L

El proceso se independiza de la carrera del punzón.

Fuerza de doblado en matriz en L

$$P = \frac{s * b * Kd}{6}$$

Ecuacion 2.14

Donde:

P = Fuerza necesaria para el doblado

b = Ancho del material a doblar

s = Espesor de la chapa

Kd = Solicitud a la flexión Kg/mm² (Kd = 2 Kt)

Kt = Coeficiente de rotura a la tracción en Kg/mm²

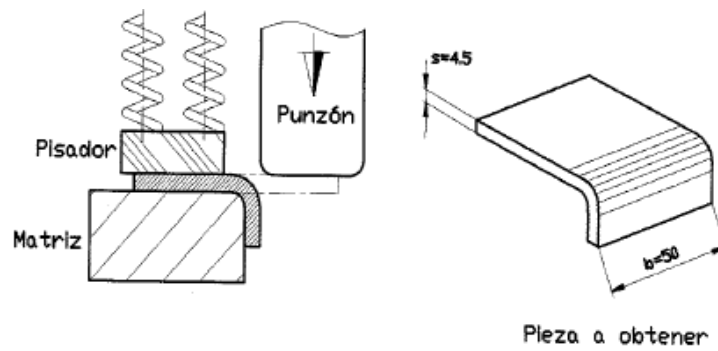


Figura 2.76 Esquema doblado L

2.2.3.6.3 Doblado en forma de U

Fuerza de doblado en matriz en U

$$P = \frac{s * b * Kd}{6} * 2$$

Ecuacion 2.15

Donde:

P = Fuerza necesaria para el doblado

b = Ancho del material a doblar

s = Espesor de la chapa

Kd = Solicitud a la flexión Kg/mm² (Kd = 2 Kt)

Kt = Coeficiente de rotura a la tracción en Kg/mm²

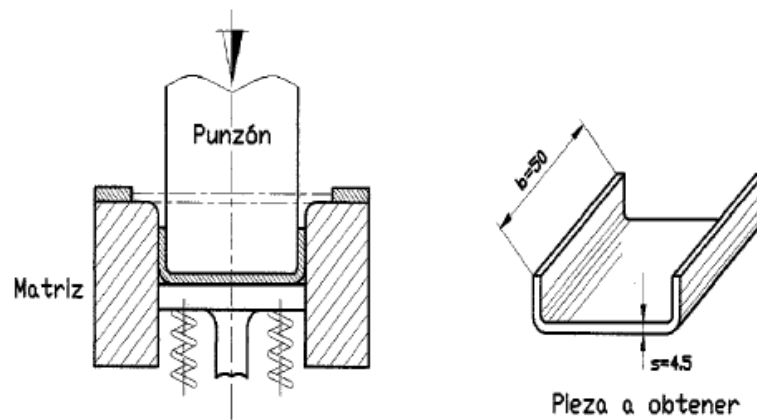


Figura 2.77 Doblado en U

2.3 MARCO CONTEXTUAL

2.3.1 INFRAESTRUCTURA DE PRODUCCION DE LA F.M.S.B. SANTA BÁRBARA S.A.

2.3.1.1. Introducción

La F.M.S.B. Santa Bárbara S.A. es una empresa que nace como respuesta industrial para suplir las necesidades del ejército ecuatoriano, en este contexto la empresa empieza desarrollando sus actividades en el área balística, para después incursionar en el campo de la producción utilizando matrices y prensas. En la actualidad la F.M.S.B. Santa Bárbara S.A. se ha consolidado en los campos ya mencionados y así mismo se encuentra involucrada en el campo de las estructuras metálicas.

2.3.1.2. Infraestructura

F.M.S.B. Santa Bárbara S.A. cuenta con cinco áreas bien definidas:

- Máquinas herramientas
- Prensas
- IV Escalón
- Estructuras metálicas
- Armas y municiones

La disposición de estas áreas dentro de la fábrica es la siguiente:

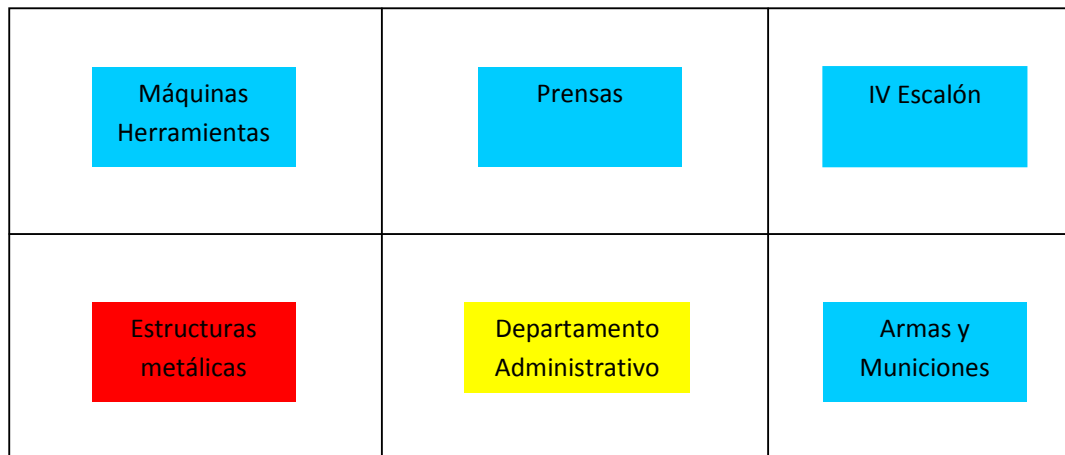


Figura 2.78 Disposición de áreas de producción de la F.M.S.B. Santa Bárbara S.A.

En el área de máquinas herramientas se realizan trabajos de producción y mantenimiento, por lo que este laboratorio cuenta con la maquinaria necesaria para cumplir con los requerimientos de elaboración de piezas, repuestos, y trabajos complementarios tanto para la fábrica como para otras empresas.

En el área de prensas se realizan trabajos netamente de producción, utilizando matrices de corte, doblado y ensamblaje, utilizando como materia prima chapa metálica para la producción en serie de distintos elementos.

2.3.2. PROCESOS INDUSTRIALES

2.3.2.1 Matricería

Para el desarrollo de este proceso industrial la empresa cuenta con el apoyo técnico y humano de dos de sus departamentos: máquinas herramientas y prensas. El primer departamento se encarga de la fabricación de las matrices necesarias para la producción de un elemento determinado por medio de la utilización de máquinas herramientas como: torno, fresadora, rectificadora, etc.

El segundo departamento se encarga de la puesta en marcha de la producción, es decir: montaje de las matrices, calibración de avances, distribución de la línea de producción.

2.3.2.2 Fabricación y mantenimiento de armas

Dentro de este proceso se encuentran involucrados dos departamentos:

- Departamento de máquinas herramientas: se encarga de la producción de las piezas necesarias para el ensamblaje de un determinado tipo de arma ofertado por la empresa, y así mismo rectifica o fabrica los repuestos necesarios para el mantenimiento de las armas.
- IV Escalón: se encarga del proceso de mantenimiento de las armas: calibración, lubricación y pruebas de funcionamiento.

2.3.2.3 Producción de munición

Para este proceso industrial la empresa ha designado netamente al departamento de armas y municiones el diseño y la producción de municiones de diferente calibre y de diferente aplicación. Para este proceso se utilizan maquinas específicas de ensamblado, sellado, y empacado, así mismo se cuenta con personal altamente calificado en el manejo de explosivos, material bélico.

2.3.2.4 Construcción de estructuras metálicas

La F.M.S.B. Santa Bárbara S.A. ha incurrido recientemente en este proceso industrial, para lo cual se asigna al departamento de estructuras metálicas, el diseño y la construcción de los proyectos ofertados por la empresa.

2.3.3 PRODUCCIÓN

2.3.3.1 Máquinas Herramientas

En este departamento se fabrica piezas bajo pedido, tales como: elementos de maquinas, herramientas, repuestos, probetas para ensayos de soldadura y piezas mecánicas para otros departamentos de la fábrica, Los elementos producidos se fabrican bajo normas técnicas y de calidad exigidas por el cliente.

2.3.3.2 Prensas

Se realiza la producción en serie de elementos en chapa metálica tales como: vajillas de campaña, hebillas, cubiertos, palitroques, herramientas de zapa, arneses metálicos.

2.3.3.3 Armas y municiones

Se producen tres tipos de municiones:

- Munición de caza : La cual está constituida por perdigones y una capsula de polietileno
- Munición antidisturbios: Dentro de este grupo tenemos munición anti motín que está compuesta por perdigones de caucho o bolsas de tela, y munición aturdidora que está compuesta por un explosivo aturdidor que se utiliza para dispersar a las masas conflictivas
- Munición de fuego central: Se fabrica munición calibre 7.62, 5.56, 9 mm y .38 SPC tanto para uso militar como civil.

2.3.3.4 Estructuras metálicas

Se realizan contratos con el Estado Ecuatoriano y la empresa privada, para el diseño y la construcción de puentes, galpones, camas bajas y estructuras metálicas en general.

CAPÍTULO 3

LEVANTAMIENTO TÉCNICO

3.1 ESTADO OPERATIVO DE LOS EQUIPOS

3.1.1 ÁREA PRENSAS

3.1.1.1 Prensa Hidráulica Voguel & CO

3.1.1.2 Prensa Hidráulica Himapel Ltda. Sao Leopoldo R.G.S

3.1.1.3 Prensa Hidráulica Fritz Müller, Pressenfabrik Esslingen

3.1.1.4 Prensa Hidráulica Heilbronn 35 Ton

3.1.1.5 Prensa Hidráulica Heilbronn 15 Ton

3.1.1.6 Remachadora Dunkes

3.1.1.7 Cizalla Fasti Werk

3.1.1.8 Pulidora S/N

3.1.1.9 Sierra Universal Selec

3.1.2 ÁREA MÁQUINAS HERRAMIENTAS

3.1.2.1 Sierra alternativa AEG

3.1.2.2 Fresadora Fritz Werner 1800

3.1.2.3 Fresadora Fritz Werner 1400

3.1.2.4 Torno Gema LZ 170

3.1.2.5 Torno Weipert WG 325

3.1.2.6 Rectificadora Cilíndrica con copiador Fritz Werner

3.1.2.7 Rectificadora Plana Fritz Werner

3.1.2.8 Taladro de pedestal Fritz Werner

3.1.2.9 Cepilladora mecánica Atlas

3.1.2.10 Esmeril Fritz Werner

3.1.3 ÁREA TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

3.1.3.1 Cabina de Pintura Electroestática Devilbiss Dynaclean

3.1.3.2 Tinas de lavado S/N


3.1.3.3 Horno de secado Masser

Cuadro 3.1 Prensa hidráulica Voguel & Co.

| | | | | | | | |
|---|---|--|------------------|---------------------------|--|--------------|--------------------------------------|
| No. 3.1.1.1 | Tipo de máquina: Prensa Hidráulica | Nombre de la máquina: Voguel & Co. | | | | | Numero de máquinas: 1 de 1 |
| Características Técnicas de la Máquina | | | | | | | |
| Capacidad [Ton] | Tipo [-] | Tipo de aceite [-] | Potencia [kW] | Carga de aceite [litr] | Tamaño: L x An x H [mm] | Peso [kg] | Otros |
| 40 | 40x250 S1 | Shell Tellus Oil 33 | 7.5 | 150 | 1310 x 700 x 3300 | 3800 | |
| Descripción de estado en cual se encuentra la maquina: | | | | | Fotografía: | | |
| - Observación general | - La prensa se encuentra en buen estado y en funcionamiento | | | | | | |
| - Lubricación central | - El sistema de lubricación funciona satisfactoriamente. | | | | | | |
| -Comando eléctrico en la maquina y tableros de control | - Tablero de control en buenas condiciones. - Los mandos eléctricos se encuentran operando pero se requiere atención en los mismos. | | | | | | |
| -Hidráulica y neumática | - El sistema hidráulico funciona correctamente, mas se recomienda atención en las líneas de presión. | | | | | | |
| - Conjunto del bastidor (Solera) | - Se observa el desgaste normal de la solera. | | | | | | |
| -Conjunto del pisón | - El pisón se encuentra en buenas condiciones pero se observa desgaste normal de uso. | | | | | | |
| -Conjunto del cigüeñal | - N/A | | | | | | |
| -Documentación | - Documentación existente en área de mantenimiento. | | | | | | |
| -Notas y Comentarios | <ul style="list-style-type: none"> - Se necesita prestar atención en los trabajos realizados en la prensa para evitar que se exceda la capacidad propia de la maquina en trabajos no adecuados. - El cumplimiento de un cronograma estricto de mantenimiento permitirá alargar la vida útil de la prensa. | | | | | | |
| | | | | | Trabajos a realizar: <ul style="list-style-type: none"> - Mto preventivo en los mandos eléctricos, cronograma de reemplazo de elementos. - Mto preventivo en las líneas de presión hidráulica. - Mto correctivo en los canales de ajuste de la solera, para evitar movimiento de las matrices. - Se recomienda mantenimiento preventivo sobre el pisón. | | |




Cuadro 3.2 Prensa hidráulica Himapel Ltda. Sao Leopoldo R.G.S.

| | | | | | | | |
|---|--|---|----------------------------|----------------------------------|--|--------------|---|
| No. 3.1.1.2 | Tipo de máquina: Prensa Hidráulica | Nombre de la máquina: Himapel Ltda. Sao Leopoldo R.G.S. | | | | | Numero de máquinas: 1 de 1 |
| Características Técnicas de la Máquina | | | | | | | |
| Capacidad [Ton] | Tipo [-] | Tipo de aceite [-] | Potencia instalada [CV] | Presión [Kg/cm ²] | Tamaño: L x An x H [mm] | Peso [kg] | Otros |
| 10 | 10.AC | Shell Tellus Oel 33 | 10 | 125 | 1040 x 270 x 2400 | 3500 | |
| Descripción de estado en cual se encuentra la máquina: | | | | | Fotografía | | |
| - Observación general | | - La prensa se encuentra en buen estado y en funcionamiento. | | | | |  |
| - Lubricación central | | - El sistema de lubricación funciona satisfactoriamente. | | | | | |
| - Comando eléctrico en la máquina y tableros de control | | - Tablero de control en buenas condiciones. - Los mandos eléctricos se encuentran operando pero se requiere atención en los mismos. | | | | | |
| - Hidráulica y neumática | | - El sistema hidráulico funciona correctamente, mas se recomienda atención en las líneas de presión. | | | | | |
| - Conjunto del bastidor (Solera) | | - Se observa el desgaste normal de la solera. | | | | | |
| - Conjunto del pisón | | - El pisón se encuentra en buenas condiciones pero se observa desgaste normal de uso. | | | | | |
| - Conjunto del cigüeñal | | - N/A | | | | | |
| - Documentación | | - Documentación existente en área de mantenimiento. | | | | | |
| - Notas y Comentarios | | - Se necesita prestar atención en los trabajos realizados en la prensa para evitar que se exceda la capacidad propia de la máquina en trabajos no adecuados. - El cumplimiento de un cronograma estricto de mantenimiento permitirá alargar la vida útil de la prensa. | | | | | |
| | | | | | Trabajos a realizar: | | |
| | | | | | - Mto preventivo en los mandos eléctricos, cronograma de reemplazo de elementos. - Mto preventivo en las líneas de presión hidráulica. - Mto correctivo en los canales de ajuste de la solera, para evitar movimiento de las matrices. - Se recomienda mantenimiento preventivo sobre el pisón. | | |

Cuadro 3.3 Prensa hidráulica Fritz Müller, Pressenfabrik Esslingen

| | | | | | | | |
|---|---|--|----------------------|---------------------------|----------------------------|---|--------------------------------------|
| No. 3.2.1.3 | Tipo de maquina: Prensa Hidráulica | Nombre de la maquina: Fritz Muller Pressenfabrik Esslingen/N | | | | | Numero de maquinas: 1 de 1 |
| Características Técnicas de la maquina | | | | | | | |
| Capacidad [Ton] | Tipo [-] | Distancia de seguridad [mm] | Sobrecarrera [mm] | Tiempo de parada [m/s] | Tamaño: L x An x H [mm] | Peso [kg] | Otros Tipo de aceite |
| 60 | CEZ 40.11.6 | 240 | 100 | 150 | 1500 x 900 x 3000 | 5500 | Shell Tellus Oel 33 |
| Descripción de estado en cual se encuentra la maquina: | | | | | | Fotografía: | |
| - Observación general | - La prensa se encuentra en buen estado y en funcionamiento. | | | | |  | |
| - Lubricación central | - El sistema de lubricación funciona satisfactoriamente. | | | | | | |
| -Comando eléctrico en la maquina y tableros de control | - Tablero de control en buenas condiciones. - Los mandos eléctricos se encuentran en buenas condiciones. | | | | | | |
| -Hidráulica y neumática | - El sistema hidráulico funciona correctamente, mas se recomienda atención en las líneas de presión. | | | | | | |
| - Conjunto del bastidor (Solera) | - Se observa el desgaste normal de la solera. | | | | | | |
| -Conjunto del pisón | - El pisón se encuentra en buenas condiciones pero se observa desgaste normal de uso. | | | | | | |
| -Conjunto del cigüeñal | - N/A | | | | | | |
| -Documentación | - Documentación existente en área de mantenimiento. | | | | | | |
| -Notas y Comentarios | - Se necesita prestar atención en los trabajos realizados en la prensa para evitar que se exceda la capacidad propia de la maquina en trabajos no adecuados. - El cumplimiento de un cronograma estricto de mantenimiento permitirá alargar la vida útil de la prensa. | | | | | Trabajos a realizar: - Mtto preventivo en las líneas de presión hidráulica. - Mtto correctivo en los canales de ajuste de la solera, para evitar movimiento de las matrices. - Se recomienda mantenimiento preventivo sobre el pisón. | |


Cuadro 3.4 Prensa hidráulica Heilbronn 35 Ton.

| | | | | | | | |
|---|---|---|----------------------------|--|---|--------------|--|
| No. 3.1.1.4 | Tipo de máquina: Prensa de Excéntrica | Nombre de la máquina: Heilbronn | | | | | Numero de máquinas: 1 de 1 |
| Características Técnicas de la Máquina | | | | | | | |
| Capacidad [Ton] | Tensión [v] | Fases [u] | Potencia instalada [kW] | Presión de aire [Kips/cm ²] | Tamaño: L x An x H [mm] | Peso [kg] | Otros Modelo |
| 35 | 110 - 220 | 3 | 4 | 0 - 15 | 1700 x 1300 x 2300 | 4500 | NEPD 50 |
| Descripción de estado en cual se encuentra la máquina: | | | | | Fotografía | | |
| - Observación general | | - La prensa se encuentra en buen estado y en funcionamiento. | | | | |  |
| - Lubricación central | | - El sistema de lubricación funciona satisfactoriamente. | | | | | |
| -Comando eléctrico en la maquina y tableros de control | | - Tablero de control en buenas condiciones. - Revisar las conexiones de los mandos eléctricos. | | | | | |
| -Hidráulica y neumática | | - N/A | | | | | |
| - Conjunto del bastidor (Solera) | | - Se observa el desgaste normal de la solera. | | | | | |
| -Conjunto del pistón | | - El pistón se encuentra en buenas condiciones pero se observa desgaste normal de uso. | | | | | |
| -Conjunto del cigüeñal | | - No se observan elementos en mal funcionamiento. | | | | | |
| -Documentación | | - Documentación existente en área de mantenimiento. | | | | | |
| -Notas y Comentarios | | - Se necesita prestar atención en los trabajos realizados en la prensa para evitar que se exceda la capacidad propia de la maquina en trabajos no adecuados. - El cumplimiento de un cronograma estricto de mantenimiento permitirá alargar la vida útil de la prensa. | | | | | |
| | | | | | Trabajos a realizar: | | |
| | | | | | - Mantenimiento preventivo en las líneas de alimentación eléctrica. - Mantenimiento correctivo en los canales de ajuste de la solera, para evitar movimiento de las matrices. - Se recomienda mantenimiento preventivo sobre el pistón. | | |

Cuadro 3.5 Prensa hidráulica Heilbronn 15 Ton

| | | | | | | | |
|---|---|---|----------------------------|--|---|--------------|--|
| No. 3.1.1.5 | Tipo de máquina: Prensa de Excéntrica | Nombre de la máquina: Heilbronn | | | | | Numero de máquinas: 1 de 1 |
| Características Técnicas de la Máquina | | | | | | | |
| Capacidad [Ton] | Tensión [v] | Fases [u] | Potencia instalada [kW] | Presión de aire [Kips/cm ²] | Tamaño: L x An x H [mm] | Peso [kg] | Otros: Modelo |
| 15 | 110-220 | 3 | 2 | 0 - 10 | 1250 x 1170 x 1760 | 3500 | NEPD 15 |
| Descripción de estado en cual se encuentra la máquina: | | | | | Fotografía: | | |
| - Observación general | | - La prensa se encuentra en buen estado y en funcionamiento. | | | | |  |
| - Lubricación central | | - El sistema de lubricación funciona satisfactoriamente. | | | | | |
| - Comando eléctrico en la maquina y tableros de control | | - Tablero de control en buenas condiciones. - Mandos eléctricos en buenas condiciones. | | | | | |
| -Hidráulica y neumática | | - Revisar la toma neumática de la maquina. | | | | | |
| - Conjunto del bastidor (Solera) | | - Se observa el desgaste normal de la solera. | | | | | |
| -Conjunto del pisón | | - El pisón se encuentra en buenas condiciones pero se observa desgaste normal de uso. | | | | | |
| -Conjunto del cigüeñal | | - No se observan elementos en mal funcionamiento. | | | | | |
| -Documentación | | - Documentación existente en área de mantenimiento. | | | | | |
| -Notas y Comentarios | | - Se necesita prestar atención en los trabajos realizados en la prensa para evitar que se exceda la capacidad propia de la maquina en trabajos no adecuados. - El cumplimiento de un cronograma estricto de mantenimiento permitirá alargar la vida útil de la prensa. | | | | | |
| | | | | | Trabajos a realizar: | | |
| | | | | | - Mantenimiento preventivo en la línea neumática, revisar la toma y las válvulas de seguridad. - Mantenimiento correctivo en los canales de ajuste de la solera, para evitar movimiento de las matrices. - Se recomienda mantenimiento preventivo sobre el pisón. | | |

Cuadro 3.6 Remachadora Dunks

| | | | | | | | |
|---|--|-----------|---------------------------------------|-----------------|--------------------------------------|---|-------|
| No. 3.1.1.6 | Tipo de máquina: Remachadora | | Nombre de la máquina: Dunks | | Numero de máquinas: 1 de 1 | | |
| Características Técnicas de la Máquina | | | | | | | |
| Tipo | Tensión [V] | Fases [u] | Potencia instalada [kW] | Capacidad [Ton] | Tamaño: L x An x H [mm] | Peso [kg] | Otros |
| HLS21 | 110-220 | 3 | 0.12 | 0 - 4 | 910 x 420 x 1260 | 1200 | |
| Descripción de estado en cual se encuentra la máquina: | | | | | | | |
| - Observación general | - La remachadora se encuentra en buen estado y en funcionamiento. | | | | | | |
| - Mecanismo de presión | - El mecanismo de presión funciona correctamente. | | | | | | |
| - Comando eléctrico en la maquina y tableros de control | - Tablero de control en buenas condiciones. - Mandos eléctricos en buenas condiciones. | | | | | | |
| -Hidráulica y neumática | - Revisar la toma neumática de la maquina. | | | | | | |
| - Conjunto del bastidor | - Se observa desgaste excesivo además de trabajos correctivos no estudiados en la base del punzón hembra. | | | | | | |
| -Conjunto del pisón | - El pisón se encuentra en buenas condiciones pero se observa desgaste normal de uso, se debe tomar en cuenta las diferentes adaptaciones que se ha realizado en los punzones de remache. | | | | | | |
| -Conjunto del cigüeñal | - N/A | | | | | | |
| -Documentación | - Documentación existente en área de mantenimiento. | | | | | | |
| -Notas y Comentarios | <ul style="list-style-type: none"> - Se necesita prestar atención en los trabajos de reemplazo de piezas como los punzones de remache para evitar que se exceda la capacidad propia de la maquina en trabajos no adecuados. - El cumplimiento de un cronograma estricto de mantenimiento permitirá alargar la vida útil de la máquina. | | | | | | |
| | | | | | |  | |
| | | | | | | Trabajos a realizar: | |
| | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento preventivo en la línea neumática, revisar la toma y las válvulas de seguridad. - Mantenimiento correctivo en la base de apoyo del punzón hembra. - Se recomienda mantenimiento preventivo sobre el pisón, y un especial interés sobre las modificaciones hechas en los punzones de remachado. | |

Cuadro 3.7 Cizalla Fasti Werk

| | | | | | | | |
|---|--|--|----------------------------|----------------------------|--|--------------|--|
| No. 3.1.1.7 | Tipo de maquina: Cizalla | Nombre de la maquina: Fasti Werk | | | | | Numero de máquinas: 1 de 1 |
| Características Técnicas de la Máquina | | | | | | | |
| Longitud bancada [mm] | Longitud de corte [mm] | Espesor máximo corte [mm] | Potencia instalada [kW] | Angulo de cuña [Grados] | Tamaño: L x An x H [mm] | Peso [kg] | Otros: |
| 2330 | 2040 | 3 | 7.5 | 87 | 2390 x 2462 x 1060 | 2100 | |
| Descripción de estado en cual se encuentra la máquina: | | | | | Fotografía: | | |
| - Observación general | - La cizalla se encuentra en funcionamiento, pero se observa modificaciones y desgaste excesivo. | | | | | |  |
| - Mecanismo de presión | - El mecanismo de presión funciona correctamente, | | | | | | |
| -Comando eléctrico en la maquina y tableros de control | - Tablero de control en buenas condiciones. - Mandos eléctricos necesitan atención. | | | | | | |
| -Hidráulica y neumática | - N/A. | | | | | | |
| - Conjunto del bastidor | - Se observa desgaste excesivo en la cuchilla y adaptaciones en el sistema de posicionamiento y topes. | | | | | | |
| -Mesa de alimentación | - La mesa requiere adaptaciones de seguridad así como mantenimiento en las reglas de la cizalla. | | | | | | |
| -Conjunto del cigüeñal | - N/A | | | | | | |
| -Documentación | - Documentación existente en área de mantenimiento. | | | | | | |
| -Notas y Comentarios | <ul style="list-style-type: none"> - Se necesita prestar atención en los trabajos de corte de la cizalla, para evitar que se exceda la capacidad propia de la maquina en trabajos no adecuados. - El cumplimiento de un cronograma estricto de mantenimiento permitirá alargar la vida útil de la máquina. | | | | | | |
| | | | | | Trabajos a realizar: | | |
| | | | | | <ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento preventivo en los mandos eléctricos, revisar pulsadores. - Mantenimiento correctivo en la cuchilla de corte y en el sistema de posicionamiento y topes. - Se recomienda instalar elementos de seguridad industrial en la maquina y reglas de medición. | | |

Cuadro 3.8 Pulidora S/N

| | | | | | | | |
|---|--|-------------------------------------|--------------------|--------------------|---|--------------------------------------|-------|
| No. 3.1.1.8 | Tipo de máquina: Pulidora | Nombre de la máquina: S/N | | | | Numero de máquinas: 1 de 1 | |
| Características Técnicas de la Máquina | | | | | | | |
| Tipo de lija | Fases | Tensión | Potencia instalada | Area pulido (LxAn) | Tamaño: L x An x H | Peso | Otros |
| [N/A] | [u] | [v] | [kW] | [mm ²] | [mm] | [kg] | |
| X-80 | 1 | 110-220 | 0.05 | 600 x 150 | 800 x 400 x 1250 | 10 | |
| Descripción de estado en cual se encuentra la máquina: | | | | | Fotografía: | | |
| - Observación general | - La pulidora se encuentra en funcionamiento, se observa desgaste propio de uso y antigüedad. | | | | | | |
| - Mecanismo de rotación | - El mecanismo de rotación de la lija funciona correctamente, | | | | | | |
| - Comando eléctrico en la maquina y tableros de control | - Mandos eléctricos necesitan reparación. | | | | | | |
| - Hidráulica y neumática | - N/A. | | | | | | |
| - Conjunto del bastidor | - Se observa inestabilidad en el bastidor | | | | | | |
| - Banda | - Las bandas se encuentran en buen estado. | | | | | | |
| - Lija | - Se observa desgaste propio del uso de la lija. | | | | | | |
| - Documentación | - Documentación existente en área de mantenimiento. | | | | | | |
| - Notas y Comentarios | <ul style="list-style-type: none"> - Se necesita prestar atención en el bastidor de la pulidora, para evitar accidentes en la operación de la misma - El cumplimiento de un cronograma estricto de mantenimiento permitirá alargar la vida útil de la maquina. | | | | | | |
| | | | | |  | | |
| | | | | | Trabajos a realizar: <ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento preventivo en los mandos eléctricos, revisar pulsadores. - Mantenimiento correctivo en el bastidor, se necesita realizar trabajos de reforzado de la estructura - Se recomienda instalar elementos de seguridad industrial en la maquina. | | |

Cuadro 3.9 Sierra universal Selec

| | | | | | | |
|--|---|---|-----------------------|----------------------------------|--|--------------------------------------|
| No. 3.1.1.9 | Tipo de máquina: Sierra universal | Nombre de máquina: Select | | | | Numero de máquinas: 1 de 1 |
| Características Técnicas de la Máquina | | | | | | |
| Tipo | Frecuencia [Hz] | Velocidad lineal sierra [m/min] | Voltaje [V] | Tamaño de la mesa [mm] | Tamaño: L x An x H [mm] | Peso [kg] |
| SE-4 | 60 | 0-190 | 220 | 60 x 60 | 970 x 830 x 1860 | 450 |
| Descripción de estado en el cual se encuentra la máquina: | | | | | Fotografía: | |
| - Observación general | - La sierra se encuentra en buenas condiciones y en funcionamiento. | | | | | |
| - Fijación de Sierra y sierra | - Se encuentran en buenas condiciones. | | | | | |
| - Comando eléctrico en la maquina y tableros de control | - Mandos eléctricos en buen estado. - Tableros de control en buen estado | | | | | |
| - Mesa de apoyo | - Se encuentra en buen estado | | | | | |
| - Conjunto del bastidor | - Bastidor en buen estado | | | | | |
| - Motores | - Se encuentran en buen estado | | | | | |
| - Sistema de bandas | - Se encuentran en buen estado | | | | | |
| - Documentación | - Documentación existente en área de mantenimiento. | | | | | |
| - Notas y Comentarios | - Se necesita prestar atención en los trabajos realizados en la maquina, para evitar accidentes en la operación de la misma - El cumplimiento de un cronograma estricto de mantenimiento permitirá alargar la vida útil de la maquina. | | | | | |
| | | | | |  | |
| | | | | | Trabajos a realizar: <ul style="list-style-type: none"> - Revisar el sistema de fijación de la sierra. - Mantenimiento preventivo de sistema eléctrico. - Revisar sistemas de bandas y bandas. | |

Cuadro 3.10 Sierra alternativa AEG

| | | | | | | | |
|---|--|-------------------------------------|--------------------|-------------------------|--|------------|---|
| No. 3.1.2.1 | Tipo de máquina: Sierra alternativa | Nombre de la máquina: AEG | | | | | Numero de máquinas: 1 de 1 |
| Características Técnicas de la Máquina | | | | | | | |
| Tipo de sierra | Tipo | Movimiento transversal | Potencia instalada | Intensidad de corriente | Tamaño: L x An x H | Peso | Otros |
| [N/A] | [-] | [mm] | [kW] | [A] | [mm] | [kg] | |
| ¾" | AM 90 LX4 | 0 - 500 | 1.5 | 3.5 – 6.2 | 1320 x 610 x 1120 | 320 | |
| Descripción de estado en cual se encuentra la máquina: | | | | | Fotografía: | | |
| - Observación general | - La sierra se encuentra en funcionamiento, se observa desgaste propio de uso y antigüedad. | | | | | |  |
| - Mecanismo de avance-retroceso | - El mecanismo de válvén funciona correctamente. | | | | | | |
| - Comando eléctrico en la maquina y tableros de control | - Mandos eléctricos en buen estado. | | | | | | |
| - Hidráulica y neumática | - El sistema hidráulico necesita reparacion, se receptaron observaciones de mal funcionamiento. | | | | | | |
| - Conjunto del bastidor | - Se observa desgaste excesivo por funcionamiento en entenalla de fijación y en la base de apoyo de piezas a cortar. | | | | | | |
| - Refrigeración | - Se observa que los canales de refrigeración se taponan y la manguera de refrigerante esta pronta a fallar. | | | | | | |
| - Sierra | - Se observa desgaste propio del uso de la sierra | | | | | | |
| - Documentación | - Documentación existente en área de mantenimiento. | | | | | | |
| - Notas y Comentarios | <ul style="list-style-type: none"> - Se necesita prestar reparacion en el bastidor de la sierra, para evitar accidentes en la operación de la misma - El cumplimiento de un cronograma estricto de mantenimiento permitirá alargar la vida útil de la maquina. | | | | | | |
| | | | | | Trabajos a realizar: <ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento correctivo-preventivo en el sistema hidráulico de la sierra. - Matto correctivo en el bastidor, se necesita reemplazar elementos de fijación de la sierra al arco, entenalla de fijación de piezas y bancada de la entenalla. - Se recomienda revisar la malla de filtro de refrigerante y reemplazar la manguera que transporta el refrigerante. - Se recomienda instalar elementos de seguridad industrial en la maquina. | | |

Cuadro 3.11 Fresadora Fritz Werner 1800

| No. 3.1.2.2 | Tipo de máquina: Fresadora | Nombre de la máquina: Fritz Werner | | | | | Numero de máquinas: 1 de 1 |
|---|---|--|------------------------------|---------------------|---------------------------|---|--|
| Características Técnicas de la Máquina | | | | | | | |
| Velocidad | Longitud de la bancada | Movimiento transversal | Peso admisible en la bancada | Nro. De Velocidades | Tamaño: L x An x H | Peso | Otros |
| [RPM] | [mm] | [mm] | [Kg] | | [mm] | [kg] | |
| 45-1800 | 1500 | 0 – 355 | 600 | 18 (F=1.25) | 3350 x 2380 x 2290 | 3600 | |
| Descripción de estado en cual se encuentra la máquina: | | | | | | Fotografía: | |
| - Observación general | - La fresadora se encuentra en buenas condiciones y en funcionamiento. | | | | | |  |
| - Bancada y carros | - La bancada se encuentra en buen estado. - Los carros se encuentran en buen estado. | | | | | | |
| - Comando eléctrico en la maquina y tableros de control | - Mandos eléctricos en buen estado. - Tablero de control en buen estado. | | | | | | |
| - Hidráulica y neumática | - El sistema hidráulico se encuentra en buen estado. | | | | | | |
| - Conjunto del bastidor | - Bastidor en buen estado | | | | | | |
| - Refrigeración | - El sistema de refrigeración funciona correctamente. | | | | | | |
| - Mandos mecánicos | - Los mandos funcionan correctamente, y se observa buen estado de los posicionadores, seguros y reglas. | | | | | | |
| - Documentación | - Documentación existente en área de mantenimiento. | | | | | | |
| - Notas y Comentarios | - Se necesita prestar atención en los trabajos realizados en la maquina, para evitar accidentes en la operación de la misma - El cumplimiento de un cronograma estricto de mantenimiento permitirá alargar la vida útil de la maquina. | | | | | | |
| Trabajos a realizar: | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> - Lubricación de bancada y de mecanismos. - Mantenimiento preventivo de sistema eléctrico. | |


Cuadro 3.12 Fresadora Fritz Werner 1400

| No. 3.1.2.3 | Tipo de máquina: Fresadora | Nombre de la máquina: Fritz Werner | | Número de máquinas: 1 de 1 | | | |
|---|---|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--|------------------|-------|
| Características Técnicas de la Máquina | | | | | | | |
| Velocidad del husillo [RPM] | Peso admisible en la bancada [Kg] | Movimiento transversal [mm] | Tamaño de la mesa L x A [mm] | Nro. De Velocidades [mm] | Tamaño: L x An x H [mm] | Peso [kg] | Otros |
| 90-1400 | 250 | 250 | 1000 x 250 | 12 (F = 1.4) | 2785 x 2375 x 1553 | 1800 | |
| Descripción de estado en cual se encuentra la máquina: | | | | | Fotografía: | | |
| - Observación general | - La fresadora se encuentra en buenas condiciones y en funcionamiento. | | | |  | | |
| - Bancada y carros | - La bancada se encuentra en buen estado. - Los carros se encuentran en buen estado. | | | | | | |
| - Comando eléctrico en la maquina y tableros de control | - Mandos eléctricos en buen estado. - Tablero de control en buen estado. | | | | | | |
| - Hidráulica y neumática | - El sistema hidráulico se encuentra en buen estado. | | | | | | |
| - Conjunto del bastidor | - Bastidor en buen estado | | | | | | |
| - Refrigeración | - El sistema de refrigeración funciona correctamente. | | | | | | |
| - Mandos mecánicos | - Los mandos funcionan correctamente, y se observa buen estado de los posicionadores, seguros y reglas. | | | | | | |
| - Documentación | - Documentación existente en área de mantenimiento. | | | | | | |
| - Notas y Comentarios | - Se necesita prestar atención en los trabajos realizados en la maquina, para evitar accidentes en la operación de la misma - El cumplimiento de un cronograma estricto de mantenimiento permitirá alargar la vida útil de la maquina. | | | | | | |
| Trabajos a realizar: | | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Lubricación de bancada y de mecanismos. - Mantenimiento preventivo de sistema eléctrico. | | | | | | | |

Cuadro 3.13 Torno Gema LZ 170

| | | | | | | | |
|---|---|---|------------------------|-----------------|---|--------------|--|
| No. 3.1.2.4 | Tipo de máquina: Torno paralelo | Nombre de la máquina: Gema LZ 170 | | | | | Numero de máquinas: 1 de 1 |
| Características Técnicas de la Máquina | | | | | | | |
| Volteo [mm] | Bancada [mm] | Velocidad [RPM] | Potencia motor [kW] | No pasos [u] | Tamaño: L x An x H [mm] | Peso [kg] | Otros: |
| 170 | 750 | 25-2000 | 3 | 20 | 1940 x 810 x 1184 | 1000 | |
| Descripción de estado en cual se encuentra la máquina: | | | | | Fotografía: | | |
| - Observación general | | - El torno paralelo se encuentra en buenas condiciones y en funcionamiento. | | | | |  |
| - Bancada y carros | | - La bancada se encuentra en buen estado. - Los carros se encuentran en buen estado. | | | | | |
| - Comando eléctrico en la maquina y tableros de control | | - Mandos eléctricos en buen estado. - Tablero de control en buen estado. | | | | | |
| - Hidráulica y neumática | | - N/A | | | | | |
| - Conjunto del bastidor | | - Bastidor en buen estado | | | | | |
| - Refrigeración | | - El sistema de refrigeración funciona correctamente. | | | | | |
| - Mandos mecánicos | | - Los mandos funcionan correctamente, y se observa buen estado de los posicionadores, seguros y reglas. | | | | | |
| - Documentación | | - Documentación existente en área de mantenimiento. | | | | | |
| - Notas y Comentarios | | - Se necesita prestar atención en los trabajos realizados en la maquina, para evitar accidentes en la operación de la misma - El cumplimiento de un cronograma estricto de mantenimiento permitirá alargar la vida útil de la maquina. | | | | | |
| Trabajos a realizar: | | | | | <ul style="list-style-type: none"> - Lubricación de bancada y de mecanismos. - Mantenimiento preventivo de sistema eléctrico. | | |

Cuadro 3.14 Torno Weipert WG 325

| | | | | | |
|--|---|---------------------------|--|------------------------|--------------------------------------|
| No. 3.1.2.5 | Tipo de máquina: Torno paralelo | | Nombre de la máquina: Weipert WG 325 | | Numero de máquinas: 1 de 1 |
| Características Técnicas de la Máquina | | | | | |
| Volteo [mm] | Bancada [mm] | Velocidad [RPM] | Potencia motor [kW] | No pasos [u] | Tamaño: L x An x H [mm] |
| 315 | 1500 | 14-180/112-1400 | 5 | 32 | 2640 x 1050 x 1384 |
| Peso [kg] | | | | | |
| 3200 | | | | | |
| Otros: | | | | | |
| <p>Descripción de estado en cual se encuentra la máquina:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Observación general <ul style="list-style-type: none"> - El torno paralelo se encuentra en buenas condiciones y en funcionamiento. - Bancada y carros <ul style="list-style-type: none"> - La bancada se encuentra en buen estado. - Los carros se encuentran en buen estado. - Comando eléctrico en la máquina y tableros de control <ul style="list-style-type: none"> - Mandos eléctricos en buen estado. - Tablero de control en buen estado. - Hidráulica y neumática <ul style="list-style-type: none"> - N/A - Conjunto del bastidor <ul style="list-style-type: none"> - Bastidor en buen estado - Refrigeración <ul style="list-style-type: none"> - El sistema de refrigeración funciona correctamente. - Mandos mecánicos <ul style="list-style-type: none"> - Los mandos funcionan correctamente, y se observa buen estado de los posicionadores, seguros y reglas. - Documentación <ul style="list-style-type: none"> - Documentación existente en área de mantenimiento. - Notas y Comentarios <ul style="list-style-type: none"> - Se necesita prestar atención en los trabajos realizados en la máquina, para evitar accidentes en la operación de la misma - El cumplimiento de un cronograma estricto de mantenimiento permitirá alargar la vida útil de la máquina. | | | | | |
| <p>Fotografía:</p>  | | | | | |
| <p>Trabajos a realizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lubricación de bancada y de mecanismos. - Mantenimiento preventivo de sistema eléctrico. | | | | | |

Cuadro 3.15 Rectificadora cilíndrica con copiador Fritz Werner

| No. 3.1.2.6 | Tipo de máquina: Rectificadora cilíndrica con copiador | Nombre de la máquina: Fritz Werner | | | | | Numero de máquinas: 1 de 1 |
|---|--|---|------------|------------|--------------------------|--|--------------------------------------|
| Características Técnicas de la Máquina | | | | | | | |
| Tipo | Frecuencia | Velocidad del husillo | Voltaje | Tensión | Tamaño: L x An x H | Peso | Otros |
| [-] | [Hz] | [RPM] | [V] | [A] | [mm] | [kg] | |
| B30 | 60 | 1680 | 220 | 9.8 | 2700 x 2350 x 760 | 3000 | |
| Descripción de estado en cual se encuentra la máquina: | | | | | | Fotografía: | |
| - Observación general | | - La rectificadora se encuentra en buenas condiciones y en funcionamiento. | | | |  | |
| - Bancada y husillo | | - Se encuentran en buenas condiciones. | | | | | |
| - Comando eléctrico en la maquina y tableros de control | | - Mandos eléctricos en buen estado. - Tablero de control en buen estado. | | | | | |
| - Hidráulica y neumática | | - N/A | | | | | |
| - Conjunto del bastidor | | - Bastidor en buen estado | | | | | |
| - Refrigeración | | - El sistema de refrigeración se encuentra en buen estado. | | | | | |
| - Mandos mecánicos | | - Los mandos funcionan correctamente, y se observa buen estado de los posicionadores, seguros y reglas. | | | | | |
| - Documentación | | - Documentación existente en área de mantenimiento. | | | | | |
| - Notas y Comentarios | | - Se necesita prestar atención en los trabajos realizados en la maquina, para evitar accidentes en la operación de la misma - El cumplimiento de un cronograma estricto de mantenimiento permitirá alargar la vida útil de la maquina. | | | | | |
| Trabajos a realizar: | | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Lubricación de bancada y elementos móviles de la rectificadora. - Mantenimiento preventivo de sistema eléctrico. | | | | | | | |

Cuadro 3.16 Rectificadora plana Fritz Werner

| | | | | | | | |
|---|---|--|------------|-----------|---|--------------------------------------|-------|
| No. 3.1.2.7 | Tipo de máquina: Rectificadora plana | Nombre de la máquina: Fritz Werner | | | | Numero de máquinas: 1 de 1 | |
| Características Técnicas de la Máquina | | | | | | | |
| Tipo | Frecuencia | Velocidad del husillo | Voltaje | Tensión | Tamaño: L x An x H | Peso | Otros |
| [-] | [Hz] | [RPM] | [V] | [A] | [mm] | [kg] | |
| ALASE | 60 | 1600 - 2000 | 220 | 17 | 2760 x 2350 x 760 | 3200 | |
| Descripción de estado en cual se encuentra la máquina: | | | | | Fotografía: | | |
| - Observación general | - La rectificadora se encuentra en buenas condiciones y en funcionamiento. | | | | | | |
| - Bancada y mesa magnética | - Se encuentran en buenas condiciones. | | | | | | |
| - Comando eléctrico en la maquina y tableros de control | - Mandos eléctricos en buen estado. - Tablero de control en buen estado. | | | | | | |
| - Hidráulica y neumática | - N/A | | | | | | |
| - Conjunto del bastidor | - Bastidor en buen estado | | | | | | |
| - Refrigeración | - El sistema de refrigeración se encuentra en buen estado. | | | | | | |
| - Mandos mecánicos | - Los mandos funcionan correctamente, y se observa buen estado de los posicionadores, seguros y reglas. | | | | | | |
| - Documentación | - Documentación existente en área de mantenimiento. | | | | | | |
| - Notas y Comentarios | <ul style="list-style-type: none"> - Se necesita prestar atención en los trabajos realizados en la maquina, para evitar accidentes en la operación de la misma - El cumplimiento de un cronograma estricto de mantenimiento permitirá alargar la vida útil de la maquina. | | | | | | |
| | | | | |  | | |
| | | | | | Trabajos a realizar: <ul style="list-style-type: none"> - Lubricación de bancada y elementos móviles de la rectificadora. - Mantenimiento preventivo de sistema eléctrico. | | |

Cuadro 3.17 Taladro de pedestal Fritz Werner

| | | | | | | | |
|---|---|--|---------------------------|--|--|------------------|--------------------------------------|
| No. 3.1.2.8 | Tipo de máquina: Taladro de pedestal | Nombre de la máquina: Fritz Werner | | | | | Número de máquinas: 1 de 1 |
| Características Técnicas de la Máquina | | | | | | | |
| Distancia entre columna y husillo [mm] | Tamaño mesa L x An [mm] | Velocidad del husillo [RPM] | Potencia motor [W] | Distancia entre husillo y base [mm] | Tamaño: L x An x H [mm] | Peso [kg] | Otros |
| 362 | 400 x 500 | 100-2250 | 40 | 1220 | 730 x 380 x 1930 | 250 | |
| Descripción de estado en cual se encuentra la máquina: | | | | | Fotografía: | | |
| - Observación general | - El taladro de pedestal se encuentra en buenas condiciones y en funcionamiento. | | | | | | |
| - Mesa | - La mesa se encuentra en buen estado, pero la entenalla puede ser reemplazada | | | | | | |
| - Comando eléctrico en la maquina y tableros de control | - Mandos eléctricos en buen estado. | | | | | | |
| - Hidráulica y neumática | - N/A | | | | | | |
| - Conjunto del bastidor | - Bastidor en buen estado | | | | | | |
| - Refrigeración | N/A | | | | | | |
| - Mandos mecánicos | - Los mandos funcionan correctamente, y se observa buen estado de los posicionadores, seguros y reglas. | | | | | | |
| - Documentación | - Documentación existente en área de mantenimiento. | | | | | | |
| - Notas y Comentarios | <ul style="list-style-type: none"> - Se necesita prestar atención en los trabajos realizados en la maquina, para evitar accidentes en la operación de la misma - El cumplimiento de un cronograma estricto de mantenimiento permitirá alargar la vida útil de la maquina. | | | | | | |
| | | | | |  | | |
| | | | | | Trabajos a realizar: <ul style="list-style-type: none"> - Lubricación de engranaje y cremallera del taladro. - Mantenimiento preventivo de sistema eléctrico. - De ser posible reemplazar entenalla. | | |

Cuadro 3.18 Cepilladora mecánica Atlas

| No. 3.1.2.9 | Tipo de máquina: Cepilladora mecánica | Nombre de la máquina: Atlas | | | | | Numero de máquinas: 1 de 1 |
|---|---|---------------------------------------|------------|-------------|--|-------------|--------------------------------------|
| Características Técnicas de la Máquina | | | | | | | |
| Tipo | Frecuencia | Velocidad longitudinal | Voltaje | Intensidad | Tamaño: L x An x H | Peso | Otros |
| [-] | [Hz] | [m/min.] | [V] | [A] | [mm] | [kg] | |
| W5 | 60 | 9-70 | 220 | 11.8 | 2195 x 1295 x 1700 | 3500 | |
| Descripción de estado en cual se encuentra la máquina: | | | | | Fotografía: | | |
| - Observación general | - La cepilladora mecánica se encuentra en buenas condiciones y en funcionamiento. | | | | | | |
| - Mesa | - La mesa y la entenalla se encuentran en buen estado. | | | | | | |
| - Comando eléctrico en la maquina y tableros de control | - Mandos eléctricos en buen estado. | | | | | | |
| - Hidráulica y neumática | - N/A | | | | | | |
| - Conjunto del bastidor | - Bastidor en buen estado | | | | | | |
| - Porta cuchillas | - El porta cuchillas necesita mantenimiento correctivo. | | | | | | |
| - Mandos mecánicos | - Los mandos funcionan correctamente, y se observa buen estado de los posicionadores, seguros y reglas. | | | | | | |
| - Documentación | - Documentación existente en área de mantenimiento. | | | | | | |
| - Notas y Comentarios | - Se necesita prestar atención en los trabajos realizados en la maquina, para evitar accidentes en la operación de la misma - El cumplimiento de un cronograma estricto de mantenimiento permitirá alargar la vida útil de la maquina. | | | | | | |
| | | | | | Trabajos a realizar: <ul style="list-style-type: none"> - Lubricación de carro y guías de la cepilladora mecánica. - Mantenimiento preventivo de sistema eléctrico. - Mantenimiento correctivo de porta cuchillas. | | |



Cuadro 3.19 Esmeril Fritz Werner

| No. 3.1.2.10 | Tipo de máquina: Esmeril | Nombre de la máquina: Fritz Werner | | | | | Numero de máquinas: 1 de 1 |
|---|---|--|----------------|------------|--------------------------|--|--------------------------------------|
| Características Técnicas de la Máquina | | | | | | | |
| Potencia | Frecuencia | Velocidad | Voltaje | Tensión | Tamaño: L x An x H | Peso | Otros |
| [Kw] | [Hz] | [RPM] | [V] | [A] | [mm] | [kg] | |
| 0.6 | 60 | 3160 | 110-220 | 2.7 | 1200 x 500 x 1300 | 70 | |
| Descripción de estado en cual se encuentra la máquina: | | | | | | Fotografía: | |
| - Observación general | - El esmeril se encuentra en buenas condiciones y en funcionamiento. | | | | | | |
| - Muelas abrasivas | - Se encuentran en buenas condiciones. | | | | | | |
| - Comando eléctrico en la maquina y tableros de control | - Mandos eléctricos en buen estado. | | | | | | |
| - Hidráulica y neumática | - N/A | | | | | | |
| - Conjunto del bastidor | - Bastidor en buen estado | | | | | | |
| - Refrigeración | - No hay tina de refrigerante | | | | | | |
| - Protectores de seguridad industrial | - Se encuentran en buen estado | | | | | | |
| - Documentación | - Documentación existente en área de mantenimiento. | | | | | | |
| - Notas y Comentarios | - Se necesita prestar atención en los trabajos realizados en la maquina, para evitar accidentes en la operación de la misma - El cumplimiento de un cronograma estricto de mantenimiento permitirá alargar la vida útil de la maquina. | | | | | | |
| | | | | | | Trabajos a realizar: <ul style="list-style-type: none"> - Revisar fijación de muelas abrasivas. - Mantenimiento preventivo de sistema eléctrico. - Colocar tina de refrigerante. | |



Cuadro 3.20 Cabina de pintura electrostática Devilbiss Dynaclean

| | | | | | | | |
|---|---|--|-------------------|--------------------|---|--------|-------------------------------------|
| No. 3.1.3.1 | Tipo: Cabina de pintura electrostática | Nombre: N/A | | | | | Numero de cabinas: 1 de 1 |
| Características Técnicas de la Cabina | | | | | | | |
| Nro. De Fases | Voltaje | Tamaño de la estructura: L x An x H | Número de Filtros | Potencia del motor | Tamaño de la cabina: L x An x H | Peso | Otros: |
| [u] | [v] | [mm] | [u] | [Hp] | [mm] | [kg] | |
| 3 | 220 | 3010 x 1630 x 3050 | 2 | 5 | 1510 x 1340 x 1700 | 5200 | |
| Descripción de estado en el cual se encuentra la cabina: | | | | | Fotografía: | | |
| - Observación general | - La cabina de pintura se encuentra en buenas condiciones y en funcionamiento. | | | | | | |
| - Filtros con soportes | - Se encuentran en buenas condiciones. | | | | | | |
| - Comando eléctrico en la maquina y tableros de control | - Mandos eléctricos en buen estado. - Tableros de control en buen estado | | | | | | |
| - Hidráulica y neumática | - Las tomas neumáticas se encuentran en buen estado | | | | | | |
| - Conjunto del bastidor | - Bastidor en buen estado | | | | | | |
| - Colectores de pintura | - Se encuentran en buen estado | | | | | | |
| - Sistema de absorción | - Se encuentra en buen estado | | | | | | |
| - Documentación | - Documentación existente en área de mantenimiento. | | | | | | |
| - Notas y Comentarios | - Se necesita prestar atención en los trabajos realizados en la maquina, para evitar accidentes en la operación de la misma - El cumplimiento de un cronograma estricto de mantenimiento permitirá alargar la vida útil de la maquina. | | | | | | |
| | | | | | Trabajos a realizar: <ul style="list-style-type: none"> - Revisar fijación de filtros. - Mantenimiento preventivo de sistema eléctrico. - Colocar lámpara posicional. | | |



Cuadro 3.21 Tinas de lavado S/N

| | | | | | | | |
|--|---|-----------------------|----------------|--|---|-------------------|---|
| No. 3.1.3.2 | Tipo: Tinas de lavado | Nombre: N/A | | | | | Numero de conjunto de tinas: 1 de 1 |
| Características Técnicas de las Tinas | | | | | | | |
| Temperatura de fosfatación [°C] | Temperatura de enjuague caliente [°C] | Capacidad [m³] | Voltaje [V] | Temperatura de rellenado químico [°C] | Tamaño: L x An x H [mm] | Nro. tinas [u] | Otros: |
| 0 - 100 | 0 - 100 | 0.72 | 220 | 0 - 100 | 800 x 800 x 1120 | 7 | |
| Descripción de estado en el cual se encuentran las tinas: | | | | | Fotografía: | | |
| - Observación general | - Las tinas de lavado se encuentra en buenas condiciones y en funcionamiento. | | | | | | |
| - Tuberías y válvulas | - Se encuentran en buenas condiciones. | | | | | | |
| - Comando eléctrico en la maquina y tableros de control | - Mandos eléctricos en buen estado. - Tableros de control en buen estado | | | | | | |
| - Tina de secado | - Se encuentra en buen estado | | | | | | |
| - Conjunto del bastidor | - Bastidor en buen estado | | | | | | |
| - Riel y polipasto | - Se encuentran en buen estado | | | | | | |
| - Sistema de drenado | - Se encuentra en buen estado | | | | | | |
| - Documentación | - Documentación existente en área de mantenimiento. | | | | | | |
| - Notas y Comentarios | - Se necesita prestar atención en los trabajos realizados en la maquina, para evitar accidentes en la operación de la misma - El cumplimiento de un cronograma estricto de mantenimiento permitirá alargar la vida útil de la maquina. | | | | | | |
| | | | | | Trabajos a realizar: <ul style="list-style-type: none"> - Realizar mantenimiento de tinas para eliminar residuos de químicos existentes. - Mantenimiento preventivo de sistema eléctrico. - Revisar resistencias de tinas de agua caliente. | | |



Cuadro 3.22 Horno de secado Masser

| | | | | | | | |
|--|---|-------------------------------------|----------------|--------------------------------|--|--------------|--------------------------------------|
| No. 3.1.3.3 | Tipo de máquina: Horno de secado | Nombre de máquina: Masser | | | | | Numero de máquinas: 1 de 1 |
| Características Técnicas de la Máquina | | | | | | | |
| Temperatura [°C] | Número de Fases | Capacidad [m ³] | Voltaje [V] | Intensidad de corriente [A] | Tamaño: L x An x H [mm] | Peso [kg] | Otros: |
| 0-200 | 3 | 1.9 | 220 | 100 | 1800 x 900 x 1180 | 4500 | |
| Descripción de estado en el cual se encuentra la máquina: | | | | | Fotografía: | | |
| - Observación general | - El horno se encuentra en buenas condiciones y en funcionamiento. | | | | | | |
| - Compuerta y hermeticidad | - Se encuentra en buenas condiciones. | | | | | | |
| - Comando eléctrico en la maquina y tableros de control | - Mandos eléctricos en buen estado. - Tableros de control en buen estado | | | | | | |
| - Convección forzada | - Se encuentra en buen estado | | | | | | |
| - Conjunto del bastidor | - Bastidor en buen estado | | | | | | |
| - Resistencias | - Se encuentran en buen estado | | | | | | |
| - Paredes interiores y piso | - Se encuentran en buen estado | | | | | | |
| - Documentación | - Documentación existente en área de mantenimiento. | | | | | | |
| - Notas y Comentarios | - Se necesita prestar atención en los trabajos realizados en la maquina, para evitar accidentes en la operación de la misma - El cumplimiento de un cronograma estricto de mantenimiento permitirá alargar la vida útil de la maquina. | | | | | | |
| | | | | | Trabajos a realizar: <ul style="list-style-type: none"> - Realizar mantenimiento de paredes y piso para eliminar residuos existentes. - Mantenimiento preventivo de sistema eléctrico. - Revisar resistencias del horno. | | |



CAPÍTULO 4

EQUIPOS POR ADQUIRIR

4.1 TECNOLOGÍAS NUEVAS

4.1.1 PINTURA ELECTROFORÉTICA

4.1.1.1. Introducción

Es un proceso en el cual las piezas metálicas son pintadas por inmersión en una pintura epóxico-catódica en base a la ionización de las partículas viajando las mismas al polo opuesto.

Durante el proceso de electroforesis, las partículas de pintura, que se hallan en suspensión en su disolvente (agua), se mueven bajo la acción de un campo eléctrico generado por una corriente continua. El revestimiento comienza por el exterior en las partes salientes, donde la carga eléctrica es mayor, y se extiende progresivamente a las demás superficies, obteniéndose así una película homogénea, compacta e insoluble en agua. La electroforesis se detiene en un determinado punto cuando dicha película alcanza el grosor prefijado (función de la densidad de corriente), pero continúa su acción allí donde el espesor todavía es inferior hasta que éste alcanza un grado uniforme. Una vez finalizado el depósito por electroforesis, se somete al elemento pintado a un lavado con agua desmineralizada, para eliminar los excesos de pintura no depositada, y luego se pasa al horno de secado. La única desventaja de esta técnica de pintado, es la limitación del proceso a una sola capa, ya que una película de más de 40 μ aísla la pieza y, por tanto, no permite la electro deposición. Por ello, la electroforesis no constituye un acabado, sino una capa de fondo.

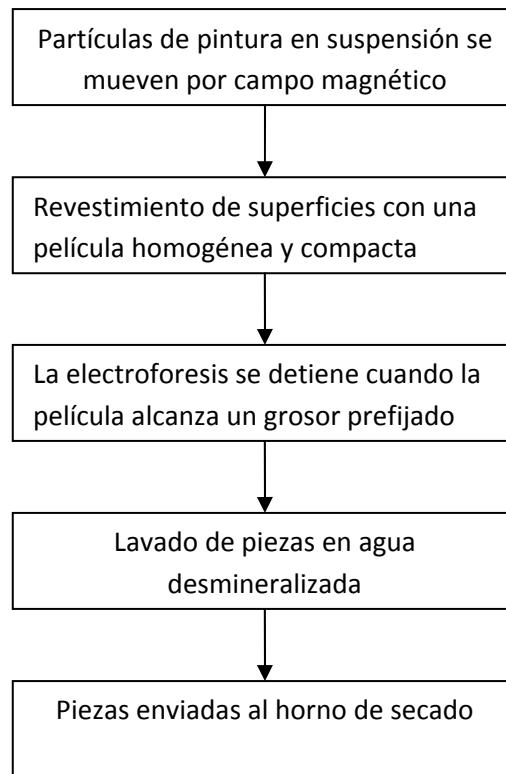


Figura 4.1 Proceso de pintado electroforético

La calidad de estos acabados está regulada por la norma española UNE 48-265-92 'Capas combinadas de oxidación anódica y recubrimientos orgánicos sobre el aluminio y sus aleaciones'

La Instalación de lacado electroforético funciona en circuito cerrado recuperando la pintura en los enjuagues a través de equipos de ultrafiltración (UF) y/o de osmosis inversa (RO), que devuelven el concentrado de pintura al baño y el permeado a los enjuagues. La pintura es periódicamente regenerada a partir de un equipo de intercambio iónico IR con resinas especiales para estas pinturas.

4.1.1.2 Pretratamiento

Para proteger el aluminio por el sistema de capas combinadas debe realizarse primero una buena preparación de la superficie del aluminio.

Recientemente la FAECF (Federación de Asociaciones Europeas de Fabricantes de Ventanas) ha propuesto el anodizado como pretratamiento antes del lacado con pintura en polvo para evitar la corrosión filiforme y GSB INTERNACIONAL una asociación de 129 lacadores en 14 países propone a sus miembros utilizar el anodizado como pretratamiento por los mismos motivos.

Además se pueden utilizar los mismos desengrases, matizados y neutralizados como los utilizados en el pretratamiento del aluminio anodizado.

ALSAN dispone una amplia gama de productos para realizar este proceso, entre los cuales se describen a continuación los siguientes:

Tabla 4.1 Descripción productos de ALSAN

| PRODUCTO | DESCRIPCION |
|------------------------------------|--|
| ALCID - 92 | Desengrase y Matizado ácido especial para el tratamiento por inmersión de perfiles de aluminio. Producto liquido confeccionado utilizado a baja temperatura. |
| ALCID - 90 | Matizado ácido para eliminar la película natural de oxido de aluminio. Producto liquido confeccionado utilizado por inmersión o aspersion a baja temperatura. |
| ALUPROP- SPRAY | Aditivo neutro para reforzar el poder desengrasante del ALCID - 90 en instalaciones por aspersion. |
| ALUPROP - LD / ACTIVADOR- LD | Desengrase y matizado alcalino especial para el tratamiento por inmersión de perfiles de aluminio. Producto liquido confeccionado para su uso a baja temperatura. Aplicación especial para la eliminación de grafito y virutas sobre los perfiles de aluminio. |

4.1.1.3 Clases de pintura electroforética

ALSAN fabrica pinturas electroforéticas de alta calidad, específicas para su aplicación sobre aluminio, consiguiendo recubrimientos orgánicos con diferentes aspectos decorativos. A continuación se describe las clases de pintura electroforética:

Tabla 4.2 Clases de pintura electroforética de ALSAN

| PRODUCTO | DESCRIPCION |
|----------------|---|
| ALUCOAT-AM | Pintura electroforética a base de resinas acril melamínicas de alta resistencia a la luz y aspecto transparente, pudiendo aplicarse sobre cualquiera de los acabados anodizados, en natural o con coloración electrolítica. Se consigue un aspecto superficial de alto brillo, elevada dureza y alta resistencia a la corrosión. |
| ALUCOAT-BLANCO | Pintura electroforética de características similares a la anterior, formulado con pigmentos blanco a base de óxido de titanio junto a las resinas acril melamínicas, de alta resistencia a la intemperie, haciéndolas aptas para su aplicación al aluminio destinado a la construcción. |

Las Pinturas ALUCOAT-AM y ALUCOAT-BLANCO cumplen las siguientes especificaciones:

Tabla 4.3 Tabla de especificaciones de las pinturas ALUCOAT- AM Y ALUCOAT-BLANCO

| ESPECIFICACION | ALUCOAT-AM | ALUCOAT-BLANCO |
|----------------------|--------------|------------------|
| Color | Transparente | Similar RAL 9003 |
| Brillo (60°) | >80 | >85 |
| ISO 2815 | >100 | >100 |
| Grueso | >15 mic | >25 mic |
| ISO 1519 | 20 mm | 20 mm |
| ISO 2409 | GT = 0 | GT = 0 |
| ISO 1520 | 20 mm | 20 mm |
| ISO 2809 | 1000 horas | 1000 horas |
| ISO 1456 | 1000 horas | 1000 horas |
| Condensación de agua | 1000 horas | 1000 horas |
| Dureza | 3 H | 3 H |

4.1.1.4 Ventajas de la pintura electroforética

Este recubrimiento ofrece grandes ventajas contra cualquier otro recubrimiento en piezas metálicas, algunas de estas son:

- Capa de pintura uniforme incluso en interiores y partes difíciles de pintar
- Máxima protección anticorrosiva
- Resistencia a deformaciones mecánicas
- Bajo costo
- Proceso 100% ecológico

4.1.1.5 Mercados que cubre la pintura electroforética

Este proceso de aplicación cubre perfectamente las necesidades de la industria metal-mecánica en general, entre los cuales podemos encontrar:

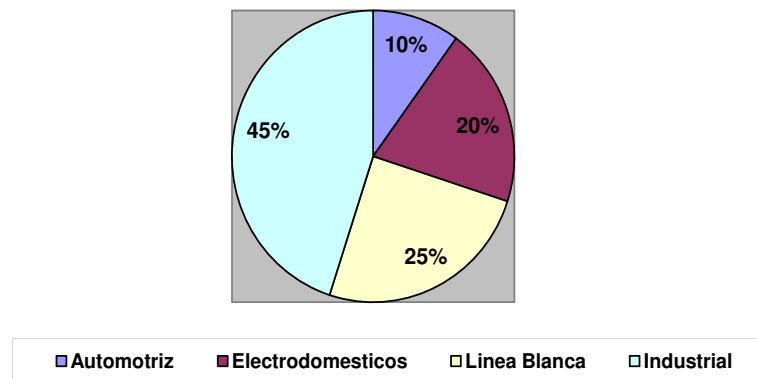


Figura 4.2 Aplicaciones de pintura electroforética

4.1.1.6 Maquinaria

a) Maquinaria para el anodizado

- Contactos eléctricos autotensor

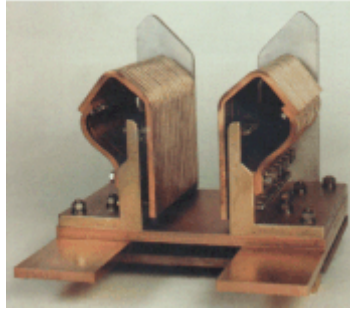


Figura 4.3 Contacto eléctrico autotensor

- Dosificadores automáticos



Figura 4.4 Dosificadores automáticos

- Equipos de filtración
- Rectificadores para el anodizado



Figura 4.5 Rectificadores para el anodizado

- Rectificadores para el anodizado duro



Figura 4.6 Rectificador para el anodizado duro

- Equipos de coloración electrolítica DC/AC

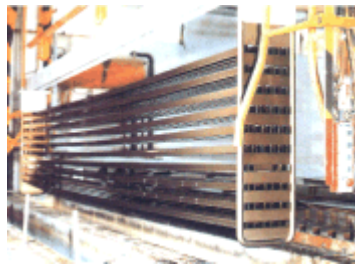


Figura 4.7 Equipo de coloración electrolítica

- Equipos de coloración por Interferencia
- Secuestrador de aluminio

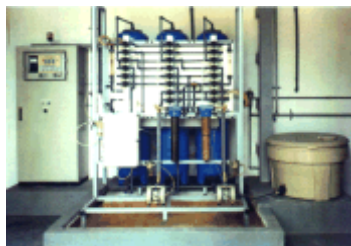


Figura 4.8 Secuestrador de aluminio

- Equipos desionizadores
- Intercambiadores de placas
- Colorímetros

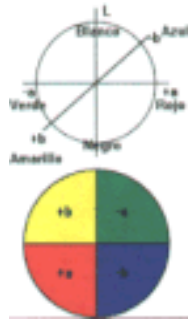


Figura 4.9 Colorímetro

b) Maquinaria para el lacado

- Equipos de ultrafiltración
- Equipos de osmosis inversa
- Equipos de resinas de intercambio iónico
- Dosificadores automáticos



Figura 4.10 Dosificador automático

- Colorímetros

c) Accesorios

- Bolas de plástico
- Pinzas



Figura 4.11 Pinzas

- Bi-metal
- Grasa de contacto

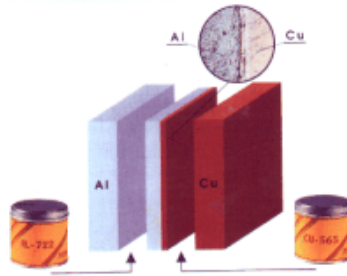


Figura 4.12 Grasa de contacto eléctrico

- Aluprop



Figura 4.13 Limpiador Aluprop

- Aluspray



Figura 4.14 Aluspray

- Sellador
- Software de control de planta

4.1.2 PINTURA ELECTROSTÁTICA

4.1.2.1 Introducción

Proceso electrostático en el cual las piezas metálicas son pintadas con una máxima protección a la intemperie con gran variedad de colores y texturas.

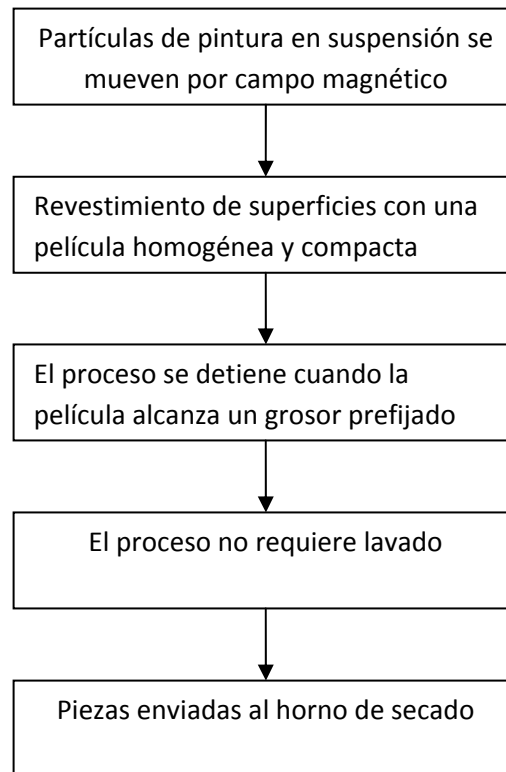


Figura 4.15 Proceso de pintado electrostático

4.1.2.2 Ventajas de la pintura en polvo

- Máxima protección a la intemperie
- Gran variedad de colores y texturas
- Excelente resistencia a la corrosión
- Fácil adherencia en galvanizados viejos
- Excelentes propiedades mecánicas
- Excelente acabado

- Reduce costos
- Proceso 100% ecológico

4.1.2.3 CLASES DE LA PINTURA EN POLVO

a) Pintura en polvo epóxica

- Descripción

La pintura epóxica en polvo está diseñada para brindar una alta protección contra la corrosión y agentes químicos. No se recomienda las pinturas epóxicas para usos donde se expone a los rayos ultravioletas del sol, ya que se produce entizamiento de la superficie y pérdida del color sin que esto reste la protección anticorrosiva.



Figura 4.16 Serie 5000

- Superficies donde se puede aplicar:
 - Acero laminado en frío.
 - Acero galvanizado.
 - Aluminio.
 - Magnesio.



Figura 4.17 Ejemplos aplicativos de la pintura en polvo epóxica

- Preparación de superficie

Es importante entender que la adherencia de la pintura dependerá en alto grado de la preparación de la superficie. Como mínimo para aplicaciones no muy críticas se debe efectuar un desengrase con solvente o con vapor y limpieza química. Sobre acero laminado en frío es recomendado un fosfatizado de zinc o hierro.

- Espesor de película

Para uso normal 2 a 4 mils (50 –100 micrones) Para exposición a condiciones severas son factibles espesores de película de 5-6 mils (125-150 micrones)

- Temperatura de curado

Tabla 4.4 Tabla de temperatura de curado para lámina de bajo calibre de la pintura en polvo epóxica (hasta 1.2mm)

| TEMPERATURA DEL SUSTRATO | TIEMPO DE CURADO |
|--------------------------|------------------|
| 180°C | 20 minutos |
| 200°C | 15 minutos |

Para calibres gruesas o altas cargas en el horno se requieren tiempos de curado superiores o precalentamiento.

- Almacenamiento

12 meses a 25 °C y de 50% humedad relativa.

- Propiedades de la película

Para obtener una película de buenas características mecánicas es importante tener un curado adecuado, por lo que la temperatura y el tiempo en el horno deben ajustarse según las características del producto a pintar. Recalamos también la importancia de la preparación de la superficie.

- Pruebas físicas típicas

- Brillo 60°: 80-90, Se puede obtener brillos menores sobre pedido.
- Dureza Lápiz: H a 2H
- Flexibilidad: Pasa 1/8" mandril cónico (ASTM D522-60)
- Impacto directo e indirecto: Hasta 160 lb*pulgada.
- Adherencia: Excelente, sin desprendimiento con cinta adhesiva sobre cuadrícula de 1mm.
- Cubrimiento teórico (aplicación 100%): 12,5 m²/kg a 50 micrones de espesor con gravedad específica de 1,6
- Granulometría: 98% menor de 90 micrones.
- Gravedad específica: Dependiendo del color, de 1,3 en transparente hasta 1,8

- Pruebas aceleradas

- Humedad (ASTM D2247-68): 1000 horas sin ampollamiento ni otra falla.
- Cámara salina 5%(ASTM B117-73):1000horas sobre acero laminado en frío con tratamiento químico adecuado (fosfato de hierro).
- Inmersión en agua 49°C (ASTM D870-54): 500 horas, Sin ampollamiento ni otro cambio.

- Polimerización

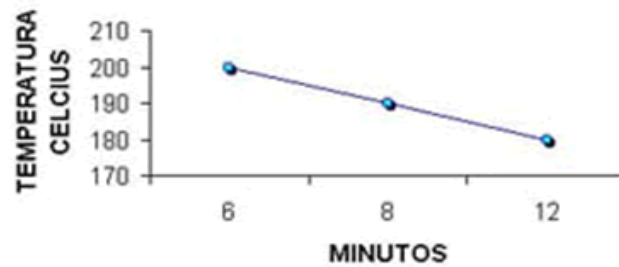


Figura 4.18 Curva de polimerización de la pintura en polvo epóxica

b) Pintura en polvo poliéster

- Descripción

Las pinturas de poliéster en polvo son una familia de recubrimientos termocurables que combina las excelentes propiedades mecánicas con una muy buena resistencia a la intemperie y los rayos ultravioletas.

La resistencia al cambio de color por el sobrehorneo también es excelente.



Figura 4.19 Serie 6000

- Usos típicos
 - Muebles de jardín.
 - Bicicletas y Equipos de camping
 - Cubiertas exteriores.
 - Marcos de ventanas y puertas.

- Perfilería de aluminio para exteriores.
- Accesorios para iluminado
- Rines de autos
- Equipos de transporte
- Equipos para laboratorios y hospitales
- Equipos eléctricos
- Equipo agrícola.
- Tuberías
- Juguetes



Figura 4.20 Ejemplos aplicativos de la pintura en polvo poliéster

- Superficies donde se puede aplicar y tratamiento de superficie

La pintura en polvo poliéster se desempeñan muy bien sobre aluminio, acero laminado en frío y lamina de acero electrogalvanizado. Requieren prácticas que incluyen pre-limpieza, desengrasado y posiblemente tratamiento químico como fosfatizado en el acero galvanizado o cromado sobre aluminio.

Este tipo de pintura también se puede aplicar sobre vidrio o cerámica.

- Espesor de película

Para uso normal 2 a 4 mils (50 –100 micrones) Para exposición a condiciones severas son factibles espesores de película de 5-6 mils (125-150 micrones)

- Temperatura de curado

Tabla 4.5 Tabla de temperatura de curado para lámina de bajo calibre de la pintura en polvo poliéster (hasta 1.2mm)

| TEMPERATURA DEL SUSTRATO | TIEMPO DE CURADO |
|--------------------------|------------------|
| 180 °C | 20 minutos |
| 200 °C | 15 minutos |

Para calibres gruesas o altas cargas en el horno se requieren tiempos de curado superiores o precalentamiento.

- Almacenamiento

12 meses a 25 °C y de 50% humedad relativa.

- Propiedades de la película

Para obtener una película de buenas características mecánicas es importante tener un curado adecuado, por lo que la temperatura y el tiempo en el horno deben ajustarse según las características del producto a pintar. Recalamos también la importancia de la preparación de la superficie.

- Pruebas físicas típicas

- Brillo 60°: 80-90, Se puede obtener brillos menores sobre pedido.
- Dureza Lápiz: H a 2H
- Flexibilidad: Pasa 1/8" mandril cónico (ASTM D522-60)
- Impacto directo e indirecto: Hasta 160 lb*pulgada.
- Adherencia: Excelente, sin desprendimiento con cinta adhesiva sobre cuadrícula de 1mm.
- Cubrimiento teórico (aplicación 100%): 12,5 m²/kg a 50 micrones de espesor con gravedad específica de 1,6
- Granulometría: 98% menor de 90 micrones.
- Gravedad específica: De 1,3 en transparente hasta 1,8

- Pruebas aceleradas
 - Humedad (ASTM D2247-68): 2000 horas sin ampollamiento ni otra falla.
 - Cámara salina 5%(ASTM B117-73): 500horas sobre acero laminado en frío con tratamiento químico adecuado (fosfato de hierro).
 - Inmersión en agua 33°C: 1000 horas en agua destilada, Sin ampollamiento ni otro cambio.
 - Prueba a la mancha (16 horas): No muestra mancha con la exposición de: alcohol, amoniaco 1'0%, blanqueador detergente 1%, detergente 5%, mayonesa, mostaza, salsa de tomate, lápiz de labios, vinagre, jugo de limón.
- Polimerización

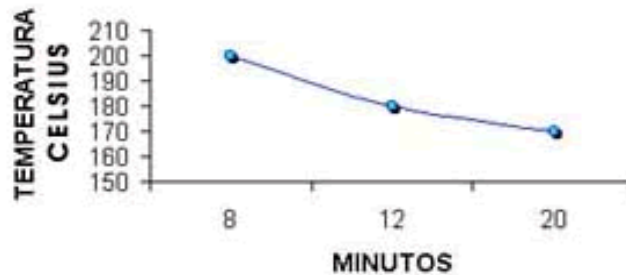


Figura 4.21 Curva de polimerización de la pintura en polvo poliéster

c) Pintura en polvo híbrido

- Descripción

Las pinturas híbridos epoxy-poliéster combina las propiedades de las pinturas epóxicas y de poliéster según la composición del híbrido. Se emplean diferentes proporciones entre resinas poliéster y epóxicas, siendo las más comunes e 50/50 60/40 y 70/30.

Por el contenido de resinas epóxicas la resistencia a los rayos ultravioletas es reducida por lo cual no se recomienda este tipo de pintura para aplicaciones sobre objetos que permanecen mucho tiempo al exterior ya que se puede esperar cambio de color y entizamiento.



Figura 4.22 Serie 7000

- Superficies donde se puede aplicar
 - Acero laminado en frío.
 - Acero galvanizado.
 - Aluminio.
 - Magnesio.

- Usos

Muebles metálicos, electrodomésticos, juguetes, equipo eléctrico y electrónico, botellas



Figura 4.23 Ejemplos aplicativos de la pintura en polvo híbridos

- Preparación de superficie

Es importante entender que la adherencia de la pintura dependerá en alto grado de la preparación de la superficie. Como mínimo para aplicaciones no muy críticas se debe efectuar un desengrase con solvente o con vapor y limpieza química. Sobre acero laminado en frío es recomendado un fosfatizado de zinc o hierro.

- Espesor de película

Para uso normal 2 a 4 mils (50 –100 micrones) Para exposición a condiciones severas son factibles espesores de película de 5-6 mils (125-150 micrones)

- Temperatura de curado

Tabla 4.6 Tabla de temperatura de curado para lámina de bajo calibre de la pintura en polvo híbrido (hasta 1.2mm)

| TEMPERATURA DEL SUSTRATO | TIEMPO DE CURADO |
|--------------------------|------------------|
| 180°C | 20 minutos |
| 200°C | 15 minutos |

Para calibres gruesas o altas cargas en el horno se requieren tiempos de curado superiores o precalentamiento.

- Almacenamiento

12 meses a 25 °C y de 50% humedad relativa.

- Propiedades de la película

Para obtener una película de buenas características mecánicas es importante tener un curado adecuado, por lo que la temperatura y el tiempo en el horno deben ajustarse según las características del producto a pintar. Recalamos también la importancia de la preparación de la superficie.

- Pruebas físicas típicas

- Brillo 60°: 80-90, Se puede obtener brillos menores sobre pedido.
- Dureza Lápiz: H a 2H
- Flexibilidad: Pasa 1/8" mandril cónico (ASTM D522-60)
- Impacto directo e indirecto: Hasta 160 lb*pulgada.
- Adherencia: Excelente, sin desprendimiento con cinta adhesiva sobre cuadrícula de 1mm.
- Cubrimiento teórico (aplicación 100%): 12,5 m²/kg a 50 micrones de espesor con gravedad específica de 1,6
- Granulometría: 98% menor de 90 micrones.
- Gravedad específica: Dependiendo del color, de 1,3 en transparente hasta 1,8

- Pruebas aceleradas

- Humedad (ASTM D2247-68): 1000 horas sin ampollamiento ni otra falla.
- Cámara salina 5%(ASTM B117-73):1000horas sobre acero laminado en frío con tratamiento químico adecuado (fosfato de hierro)
- Prueba a la mancha (16 horas): No muestra mancha con la exposición de: alcohol, amoniaco 1'0%, blanqueador detergente 1%, detergente 5%, mayonesa, mostaza, salsa de tomate, lápiz de labios, vinagre, jugo de limón.

- Polimerización

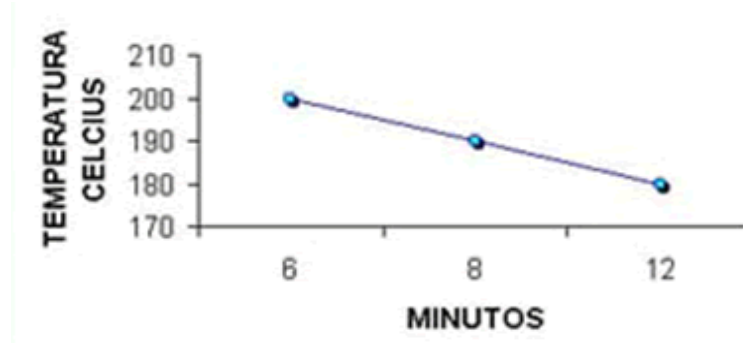


Figura 4.24 Curva de polimerización de la pintura en polvo híbrido

Conclusión

Para cumplir con los requerimientos de los arneses ofertados por FMSB SANTA BARBARA S.A. se ha decidido utilizar la pintura en polvo poliéster, ya que presenta características como:

- a. Excelentes propiedades mecánicas:
 - Brillo 60°: 80-90
 - Dureza Lápiz H a 2H
 - Flexibilidad: Pasa 1/8" mandril cónico (ASTM D522-60)
 - Impacto directo e indirecto: Hasta 160 lb*pulgada.
 - Adherencia: Excelente, sin desprendimiento con cinta adhesiva sobre cuadrícula de 1mm.
 - Cubrimiento teórico (aplicación 100%): 12,5 m²/kg a 50 micrones de espesor con gravedad específica de 1,6
 - Granulometría: 98% menor de 90 micrones.
- b. Gravedad específica: Dependiendo del color, de 1,3 en transparente hasta 1,8.
- c. Muy buena resistencia a la intemperie y los rayos ultravioletas.
- d. La resistencia al cambio de color por el sobrehorneo también es excelente.
- e. Para exposición a condiciones severas son factibles espesores de película de 5-6 mils (125-150 micrones).

Este tipo de pintura requiere que sobre la superficie a pintar se realice pre limpieza, desengrasado y posiblemente tratamiento químico (fosfatado en aluminio) para asegurar las características sobre las superficies.

4.2 PROVEEDORES

4.2.1 PINTURA

Cuadro 4.1 Posibles proveedores de pintura

| No. | PROVEEDOR | PRODUCTO | CANTIDAD (Kg.) | COTIZACION (USD/Kg) | ORD |
|-----|---|---------------------------------------|----------------|---------------------|-----|
| 1 |  | Poliéster fachada corro-coat PE-F | 330 | 5.50 | III |
| 2 |  | Pintura electrostática en polvo | 330 | 5.45 | II |
| 3 |  | Pintura en polvo poliéster SERIE 6000 | 330 | 5.35 | I |

4.2.2. EQUIPO

Cuadro 4.2 Posibles proveedores de equipos

| No. | PROVEEDOR | PRODUCTO | CANTIDAD (u) | COTIZACION (USD) | ORD |
|-----|---|------------------------------|--------------|------------------|-----|
| 1 |  | Equipo de pintura Optiflex F | 1 | 6650 | I |
| 2 |  | Equipo e-series ES400 | 1 | 7200 | III |
| 3 |  | Spray, modulo econostatic | 1 | 3900 | II |

4.3 PROPUESTA

FMSB SANTA BÁRBARA S.A.

INFORME SOBRE ANÁLISIS COMPARATIVO DE EQUIPOS DE PINTURA ELECTROSTATICA

1.- ANÁLISIS

| CARACTERÍSTICAS | REQUERIMIENTO FMSB | SURMAQ CIA LTDA | | GALVANO | |
|---|--|--|---|---|--|
| | | GEMA, REF. OPTIFLEX F-M | DeVILBISS, REF. BFX 970 | SPRAY, MODULO TX3 | SPRAY, MODULO ECONOSTATIC |
| Control | Disponga control del flujo | Dispone de un sistema inyector para el transporte uniforme del polvo | Control neumático para el control del flujo | Control para aplicación uniforme de la pintura | Control para aplicación uniforme de la pintura |
| | Garantice la deposición de pintura en polvo con alta precisión | Dispone de válvula de control digital, que garantiza salida de polvo de alta precisión | Generación de alto voltaje dentro de pistola, para trabajo en condiciones controladas | | |
| | Recubrir perfectamente piezas con formas complicadas e irregulares | SI | no indica | no indica | no indica |
| Limpieza | Fácil | Programa de limpieza automático | Manual | Manual | Manual |
| Pistola | Permita pintar distintos metales | SI | SI | NO INDICA | NO INDICA |
| Capacidad del tanque de almacenamiento de pintura | Mínimo 20 Kg | 50 lbs | 20 Kg | Se observa en el catálogo un tanque con capacidad de 20 Kg. | No indica |
| Modulo de control | Indicar | Digital | Manual | Manual | Manual |
| | | Almacenamiento de hasta 20 programas | | | |
| Estructura | Fácil de transportar | Con llantas, fácil de transportar | Marco sólido | Cochete Transportador | --- |
| Presión de trabajo | 86 - 145 psi | 87 - 145 psi | NO INDICA | 37 psi | 37 psi |
| Tensión de entrada | Indicar | 100 - 260 VAC | 220 VAC | 220 VOLTIOS | 220 VOLTIOS |
| Garantía | 1 año mínimo | 1 año contra defecto de fábrica | 1 año contra defecto de fábrica | 1 año contra defecto de fábrica | 1 año contra defecto de fábrica |
| Entrenamiento | Para dos operadores | SI | SI | SI | SI |
| Servicio técnico | En las instalaciones de la FMSB, lo más pronto posible | SI | SI | SI | SI |
| Procedencia | Indicar | Suiza | Brazil | España | España |
| Tiempo de entrega | Menor a 30 días | 3 - 4 semanas | 3 - 4 semanas | A convenir | A convenir |
| Precio | sin IVA USD \$ | 8.650 | 4.400 | 5600 | 3900 |

2.- CONCLUSIONES

2.1 LA FMSB SANTA BÁRBARA, REQUIERE LA APLICACIÓN DE EL PROCESO DE PINTURA ELECTROSTÁTICA PARA CUMPLIR CON REQUERIMIENTO DE FAME DE 6.000 ARNESES PARA MOCHILAS.

2.2 DEL ANÁLISIS COMPARATIVO REALIZADO, SE PUEDE CONCLUIR QUE EL EQUIPO DE PINTURA ELECTROSTÁTICA MARCA GEMA TIENE MEJORES CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS CON RESPECTO A LOS OTROS EQUIPOS ANALIZADOS.

2.3 LOS EQUIPOS GEMA REF. OPTIFLEX F-M Y DeVILBISS, REF. BFX 970, EL 26 DE AGOSTO DEL 2008 FUERON OBSERVADOS EN OPERACIÓN EN LA 2ª BAL. DE LO CUAL LOS OPERADORES CONSTATARON UN MEJOR FUNCIONAMIENTO Y RENDIMIENTO DEL EQUIPO GEMA CON RESPECTO AL DeVILBISS.

2.4 BUEN ACABADO AL PRODUCTO, POR LO EXPUERTO ANTERIORMENTE, LA PRIORIDAD DE COMPRA DE LOS EQUIPOS ANALIZADOS ES LA SIGUIENTE:

- 1º GEMA
- 2º DeVILBISS
- 3º SPRAY MODULO TX3 o SPRAY MODULO ECONOSTATIC

ING. PABLO FIGUEROA
INSABE y DIV. ARMAS Y MUNICIONES

[Firma manuscrita]

SANTA BARBARA S.A.
FE DE RECEPCION
Recibido por: *[Firma]*
Fecha: 26/08/08
Firma: *[Firma]*

Figura 4.25 Propuesta

a) Propuesta aceptada para pintura poliéster

Una vez estudiadas las cotizaciones enviadas por las empresas participantes, FMSB SANTA BARBARA S.A. ha decidido aceptar la propuesta de DURACOAT S.A. para la adquisición de 330 Kg. de pintura en polvo poliéster SERIE 6000 color verde militar, la misma que será entregada por dicha empresa en las instalaciones de FMSB SANTA BARBARA S.A. a partir de la entrega de esta aceptación en quince (15) días laborables.

b) Propuesta aceptada para equipo de pintura electrostática

Una vez estudiadas las cotizaciones enviadas por las empresas participantes, se acepta la propuesta de SURMAQ S.A. para la adquisición de un equipo de pintura electrostática ITW Gema Optiflex F, el mismo que será entregado por dicha empresa en las instalaciones de FMSB SANTA BARBARA S.A. a partir de la entrega de esta aceptación en quince (15) días laborables.

CAPÍTULO 5

DISEÑO

5.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

5.1.1 DISEÑO DE MATRICES

5.1.1.1 Pasos a seguir en el diseño de una matriz

- 1) Diseño de la pieza
- 2) Establecer la tira de material exactamente tal como aparecerá en la parte inferior de la carrera
 - a) Cómo se proyecta la tira de corte
 - Disposición normal
 - Disposición oblicua
 - Disposición invertida
 - b) Separación entre piezas
 - Cuando la pieza tiene puntos aislados

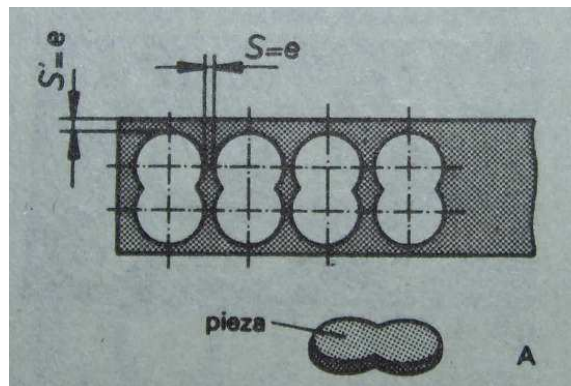


Figura 5.1 Separación entre piezas con puntos aislados

$$S = \frac{(5 * e + 9)}{12}$$

Ecuación 5.1

Donde

S = Separación mínima en mm

e = Espesor de la chapa en mm

- Cuando la pieza tiene lados continuos y rectos

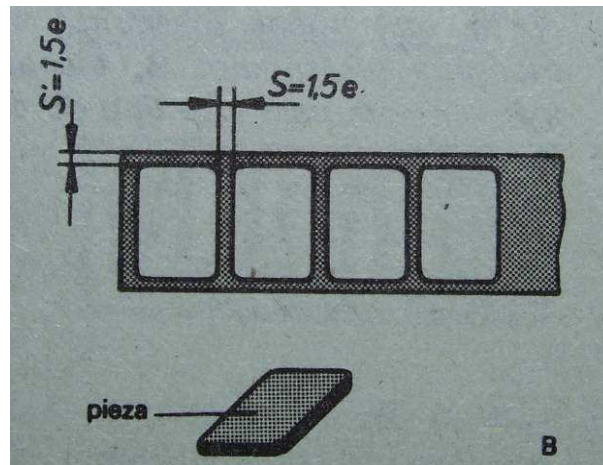


Figura 5.2 Separación entre piezas con lados continuos y rectos

$$S = 1.5 * e$$

Ecuación 5.2

Donde

S = Separación mínima en mm

e = Espesor de la chapa en mm

c) Determinación del paso

El paso es la separación entre las dos caras iniciales de dos piezas recortadas, es un punto importante a tomar en cuenta para la ubicación de los topes en la matriz.

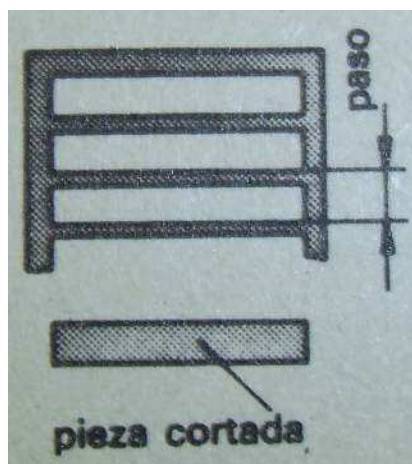


Figura 5.3 Paso entre piezas recortadas

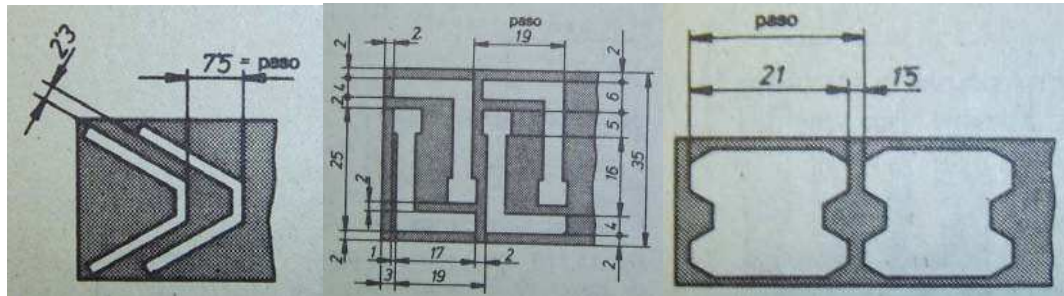


Figura 5.4 Ejemplos de paso

3) Diseño de la placa matriz

Consideraciones de diseño:

- La distancia mínima “A” desde el agujero de la matriz al borde de la cara exterior de la placa matriz es normalmente igual a 1 ,2 veces el espesor de la placa matriz B.

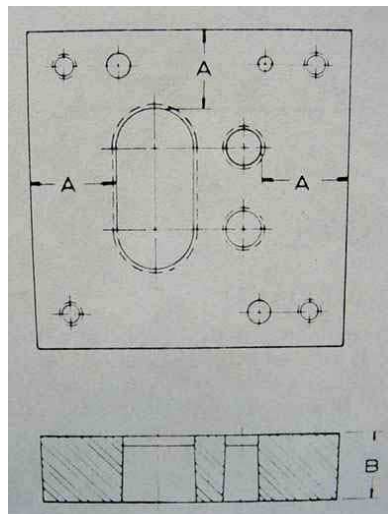


Figura 5.5 Distancia mínima “A”

Pero “A” puede ser aumentado hasta 1,5 veces el espesor de la placa matriz para matrices más grandes, o cuando haya ángulos o aristas en la abertura de la matriz con matrices muy grandes y tira del material gruesa, la dimensión “a” puede ser igual al doble del espesor de la placa.

- Espesor de la placa matriz "B"

Tabla 5.1 Espesor de la placa "B"

| Espesor de la tira (mm) | Espesor de la placa matriz "B" (mm) |
|----------------------------|--|
| 0 a 1.6 | 24 |
| 1.6 a 3.2 | 29 |
| 3.2 a 4.8 | 35 |
| 4.8 a 6.4 | 42 |
| Más de 6.4 | 48 |

- Vida útil "M"

La vida útil es usualmente 3 veces el espesor de la chapa (hasta 6 mm.)

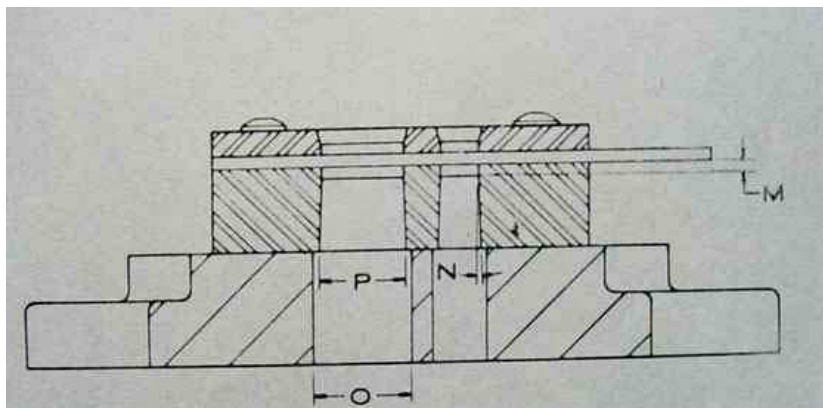


Figura 5.6 Vida útil y ángulo de salida

- Ángulo de salida "N"

Tabla 5.2 Ángulo de salida "N"

| Espesor de la tira (mm) | Angulo "N" (grados) |
|----------------------------|------------------------|
| 0 a 1.6 | 1/2 |
| 1.6 a 5.0 | 3/4 |
| 5.0 a 8.0 | 1 |

4) Diseño del punzón recortador

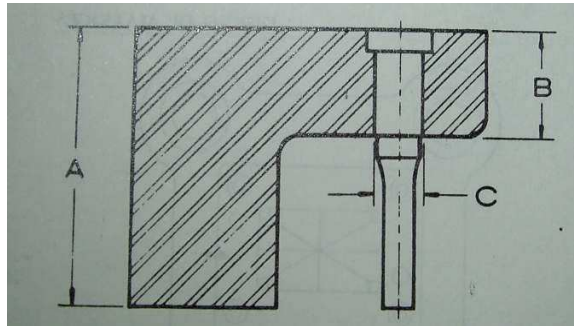


Figura 5.7 Punzón recortador

Consideraciones de diseño:

- Las proporciones que se suelen adoptar para los punzones de medio tamaño son:

$$A = 42 \text{ mm}$$

$$B = 16 \text{ mm}$$

- Cuando se emplea el reborde para retener un perforador pequeño, "B" no será menor de 1,5 veces el diámetro del perforador "C".

5) Diseño de punzones perforadores

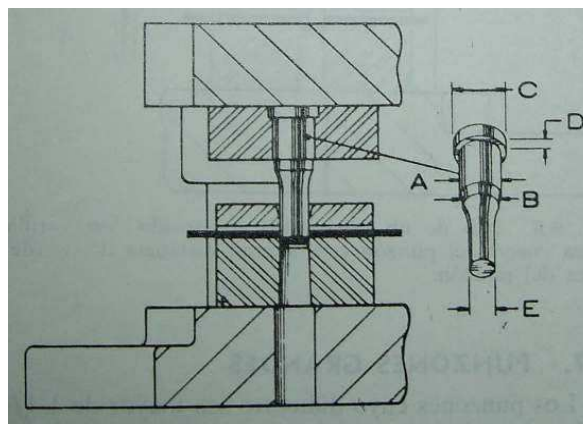


Figura 5.8 Punzón perforador

Consideraciones de diseño:

- El diámetro “A” ajusta forzado en la base porta punzón.
- El diámetro “B” que se prolonga por lo menos 3,2 mm, entra en ajuste deslizante a fin de que la alineación sea buena en las operaciones de montaje en la prensa.
- El diámetro del resalto “C” suele ser 3,2 mm mayor que el diámetro “A”.
- La altura del resalto “D” es de 3,2 a 5 mm.
- El diámetro “E” corresponde siempre a la tolerancia superior y la superficie debe ser completamente pulida.

6) Diseño de la placa porta punzones que retiene los punzones perforadores

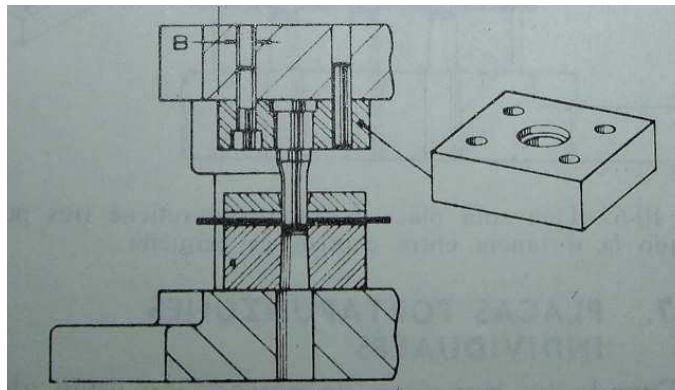


Figura 5.9 Placa porta punzones

Las placas porta punzones retienen y soportan los punzones de perforación.

Consideraciones de diseño:

- Espesor adecuado para soportar correctamente el punzón.
- Buena práctica de unión con clavijas para asegurar la posición exacta.

- Suficiente introducción de los tornillos para soportar el esfuerzo de separación.
- La distancia mínima a desde los bordes de la placa a los centros de los tornillos es 1,5 veces el diámetro del tornillo b .

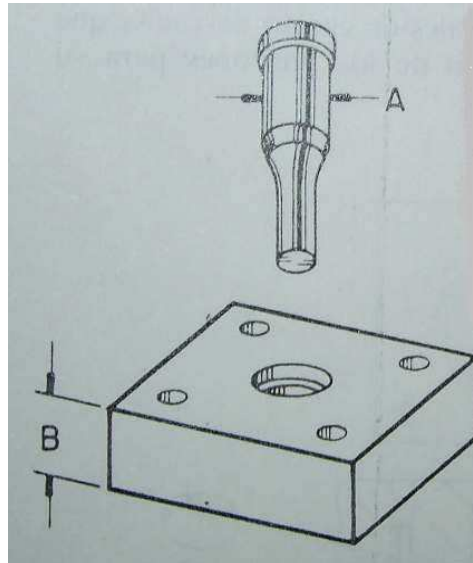


Figura 5.10 Detalle de placa porta punzones

Tabla 5.3 Espesores de las placas porta punzones

| A | B |
|---------|----|
| 0 a 8 | 13 |
| 8 a 11 | 16 |
| 11 a 13 | 19 |
| 13 a 16 | 22 |
| 16 a 17 | 25 |
| 17 a 19 | 29 |
| 19 a 22 | 32 |
| 22 a 24 | 35 |
| 24 a 25 | 38 |

7) Pilotos

Los pilotos juegan un papel fundamental en el funcionamiento de las matrices múltiples.

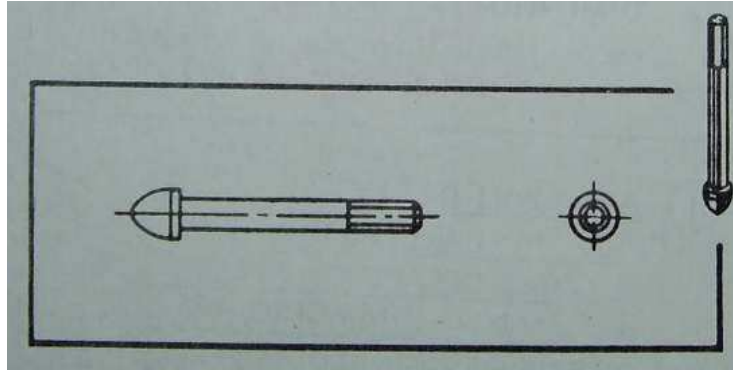


Figura 5.11 Piloto

8) Diseño de guías

La placa guía posiciona la tira longitudinalmente en su desplazamiento a través de la matriz. Las consideraciones de diseño incluyen:

- Elección del material.
- Espesor adecuado.
- Buena fijación con clavijas
- Exactitud de posición.
- Planitud de las superficies de contacto con la tira.

En la figura se representa el posicionamiento de la tira B con la placa guía A. La guía se diseña para acoger el material de acuerdo a su espesor D.

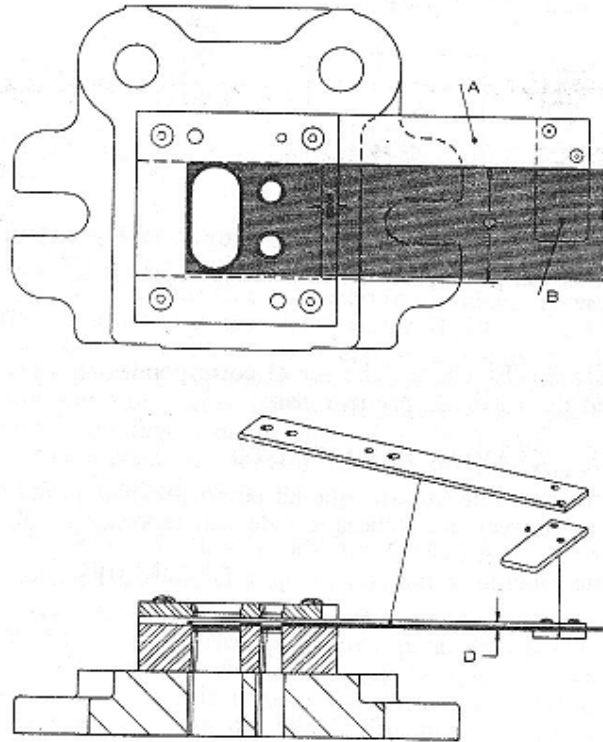


Figura 5.12 Posicionamiento de la tira de recorte mediante placa guía

9) Diseño de tope manual

Los topes manuales, o topes primarios como también se les denomina, se utilizan en las matrices de dos o más estaciones. Sitúan la tira para la realización de las operaciones antes del enganche de la tira por el tope automático o por el alimentador de carrete.

El número de topes utilizado depende del número de estaciones de la matriz.

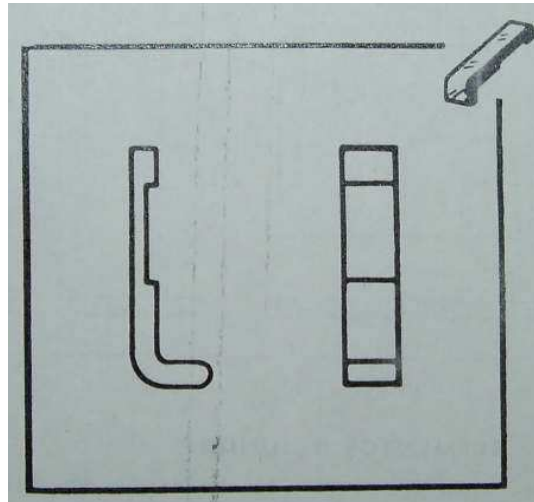


Figura 5.13 Tope manual

10) Diseño del tope automático

El tope automático sitúa la tira en cada carrera o golpe del punzón.

Para el diseño del tope automático “B” se debe considerar la separación entre piezas o retal “A”.

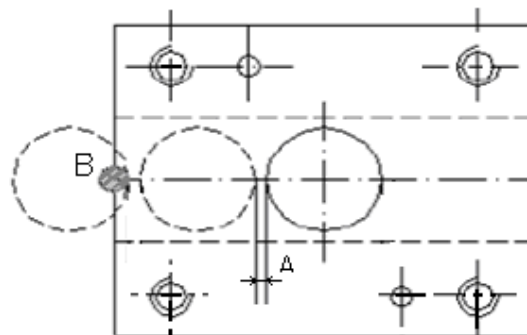


Figura 5.14 Tope automático

11) Diseño de la placa expulsora

Las placas expulsoras sacan la tira del material de alrededor de los punzones de perforar y recortar. La adhesión fuerte de la tira a los punzones es una característica del proceso de las matrices de corte.

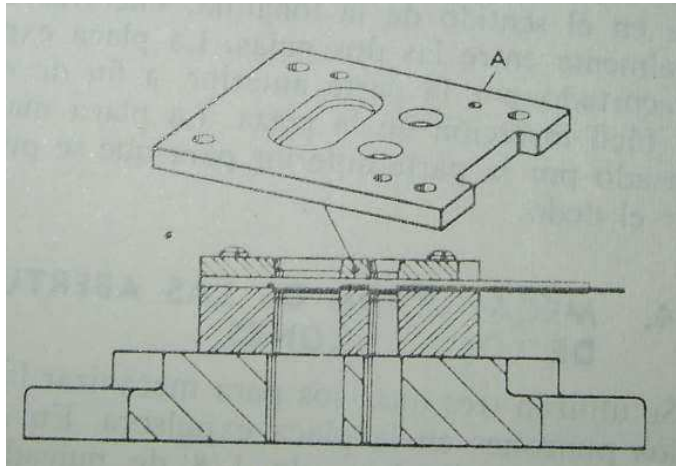


Figura 5.15 Placa expulsora

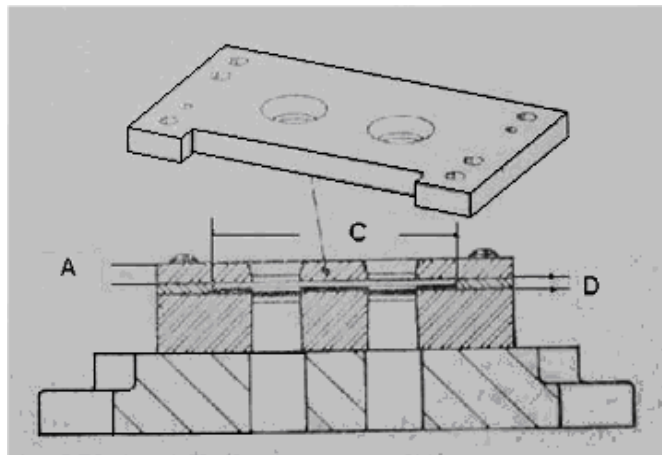


Figura 5.16 Detalle de placa expulsora

Consideraciones de diseño:

- El espesor de la placa expulsora se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$A = \frac{W}{30} + 2 * T$$

Ecuación 5.3

Donde:

A= Espesor de la placa expulsora

W= Ancho de la tira

T = Espesor de la tira

- Alimentación automática, $C = \text{ancho de la tira} + 0,8 \text{ mm}$.
- Alimentación manual, $C = \text{ancho de la tira} + 1,6 \text{ mm}$.
- Hasta espesor de tira 1,6 mm, $D = 3,2 \text{ mm}$.
- Para espesor de tira $> 1,6 \text{ mm}$. hasta 3,2 mm. $D = 4,8 \text{ mm}$.
- Para espesor de tira $> 3,2 \text{ mm}$. hasta 4,8 mm. $D = 6,4 \text{ mm}$.
- Para espesor de tira $> 4,8 \text{ mm}$. hasta 6,4 mm. $D = 8,0 \text{ mm}$.
- Para espesor de tira $> 6,4 \text{ mm}$. hasta 8,0 mm. $D = 9,5 \text{ mm}$.

Los expulsores de muelle, aunque más complicados, se deben utilizar cuando existan las siguientes condiciones:

- Cuando se requiera la producción de piezas exactas y perfectamente planas.
- Cuando debe recortarse o perforar material muy delgado, con el fin de evitar el corte desigual y los bordes de piezas redondeados
- Cuando las piezas se obtienen de la tira de recorte que ha quedado en otras operaciones.

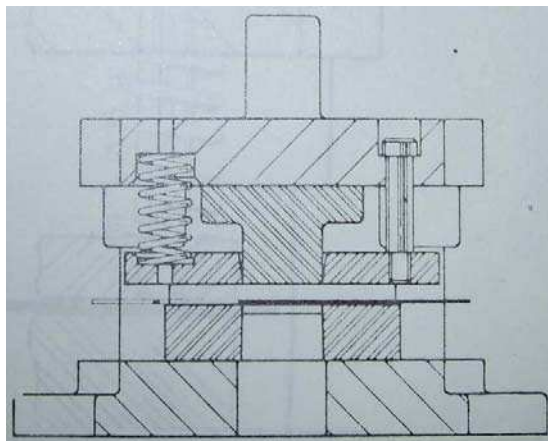


Figura 5.17 Muelle en matriz abierta

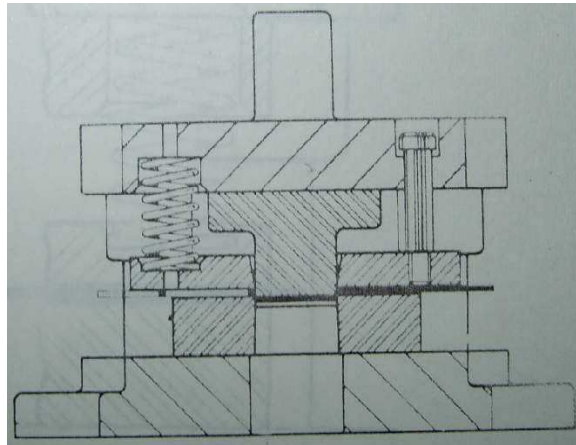


Figura 5.18 Muelle en matriz cerrada

La figura 5.18 representa tal como aparecería en la parte inferior de la carrera de la prensa, los muelles han sido comprimidos para separar el material que rodea cuando este asciende.

12) Determinar los elementos de unión

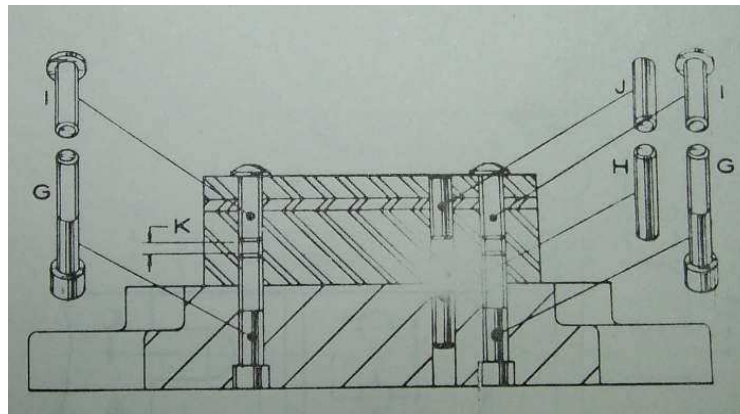


Figura 5.19 Elementos de unión

13) Diseñar las placas portapunzón y portamatriz

La placa portapunzón y portamatriz se diseña de acuerdo a las dimensiones de los punzones (recortador o perforador) y la matriz que se acoplen respectivamente.

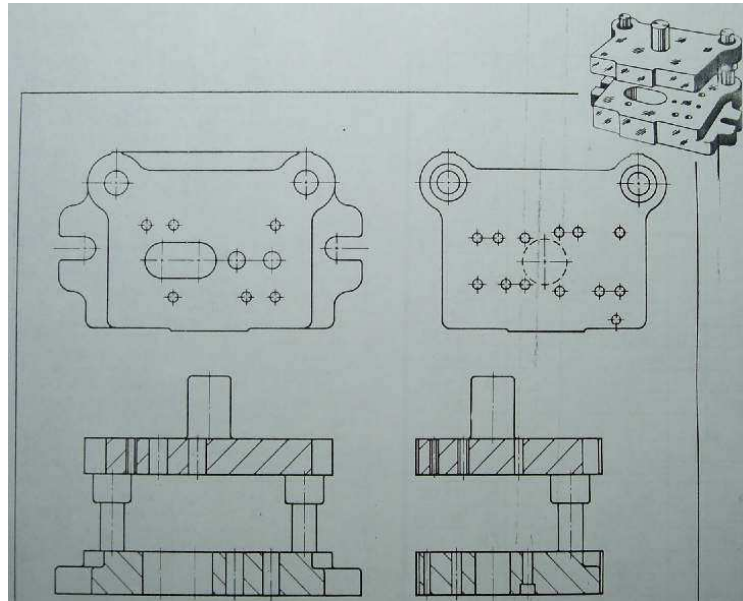


Figura 5.20 Placa portapunzón y portamatriz

- 14) Determinar todas las dimensiones y notas
- 15) Realizar la lista de material

5.2 DISEÑO DEL PRODUCTO

5.2.1 LEVANTAMIENTO DE PLANOS

Revisar el anexo B, el mismo que contiene los planos de construcción

6.1.2.2 Esfuerzos en cada matriz

6.1.2.2.1 Soporte inferior

a) Matriz de corte 1

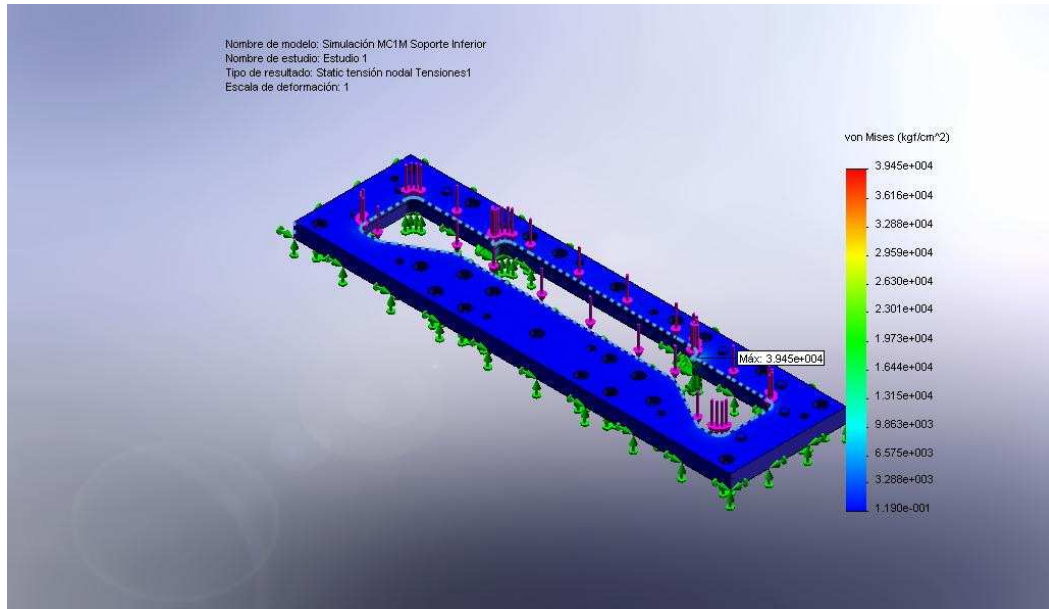


Figura 6.249 Estado de esfuerzos matriz de corte 1 soporte inferior

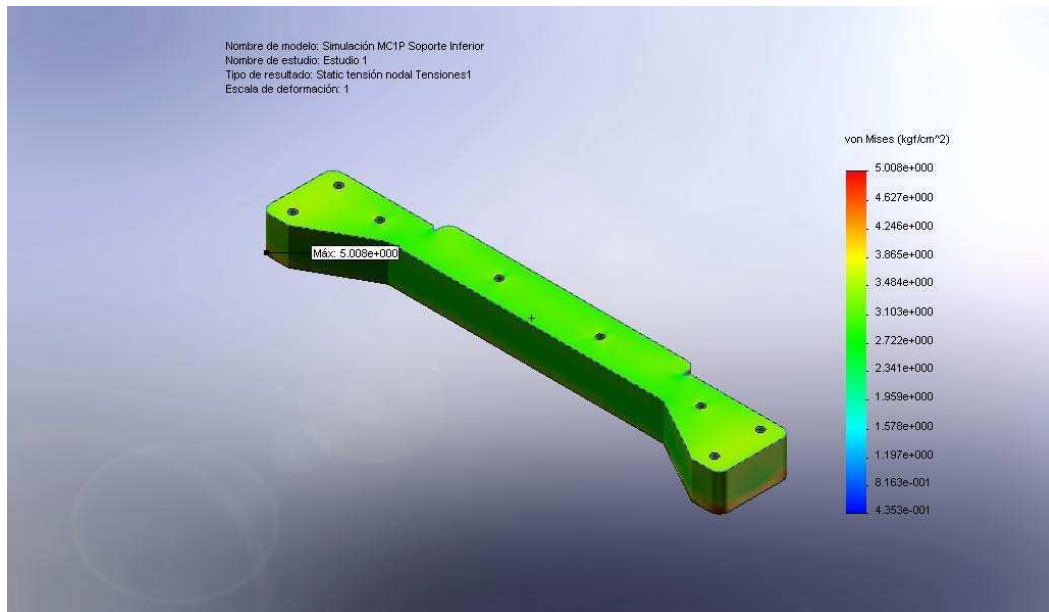


Figura 6.250 Estado de esfuerzos punzón de corte 1 soporte inferior

b) Matriz de corte 2

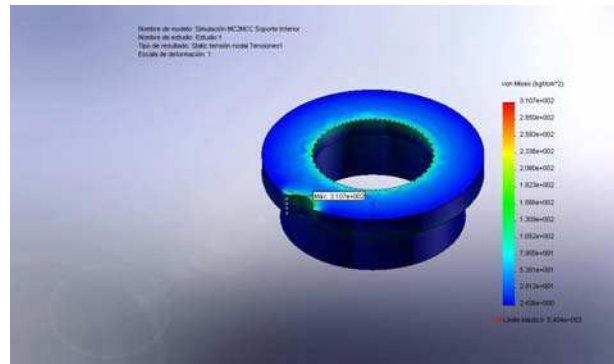


Figura 6.251 Estado de esfuerzos matriz de corte 2 matriz de corte circular soporte inferior

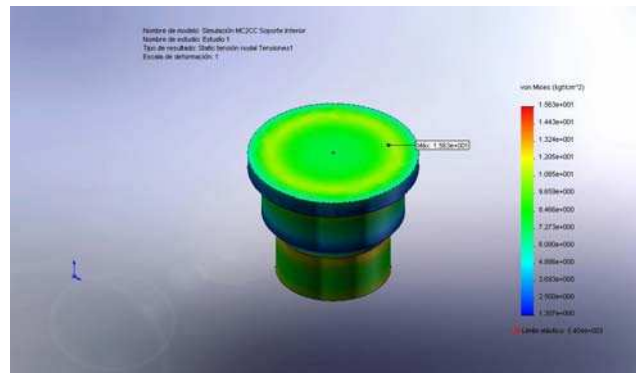


Figura 6.252 Estado de esfuerzos matriz de corte 2 punzón de corte circular soporte inferior

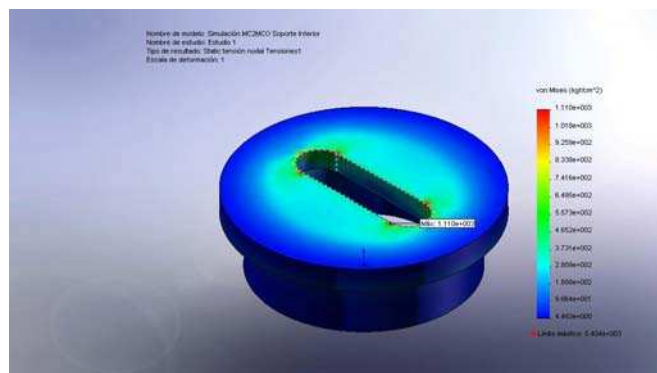


Figura 6.253 Estado de esfuerzos matriz de corte 2 matriz de corte ovalado soporte inferior

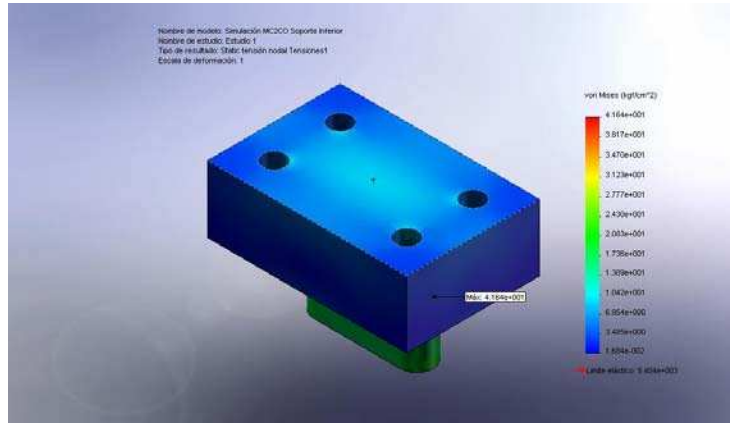


Figura 6.254 Estado de esfuerzos matriz de corte 2 punzón de corte ovalado soporte inferior

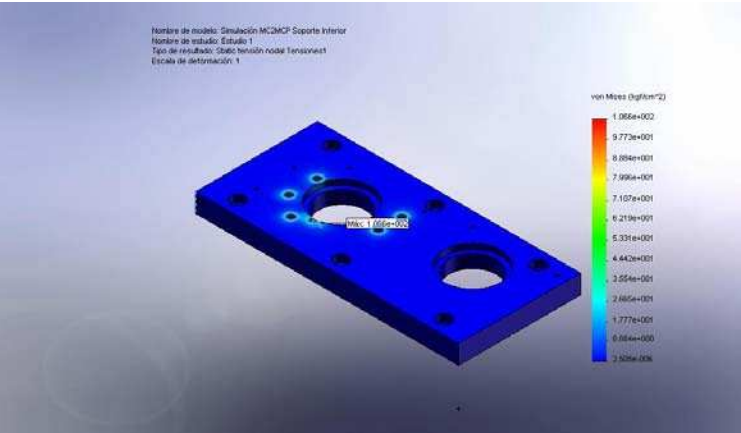


Figura 6.255 Estado de esfuerzos matriz de corte 2 matriz de perforación soporte inferior

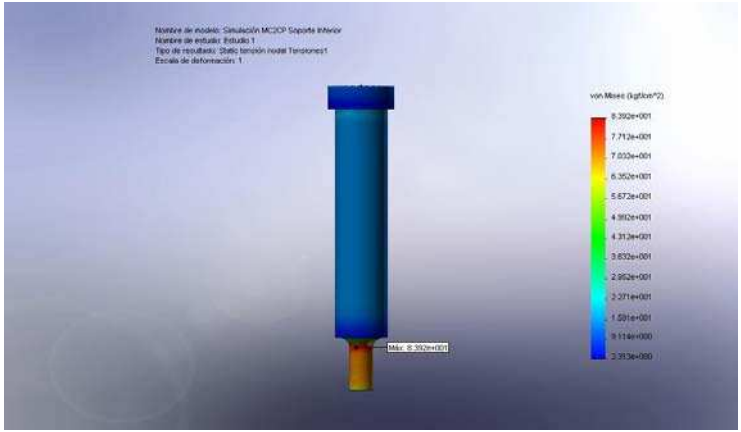


Figura 6.256 Estado de esfuerzos matriz de corte 2 punzón de perforación soporte inferior

c) Matriz de doblado

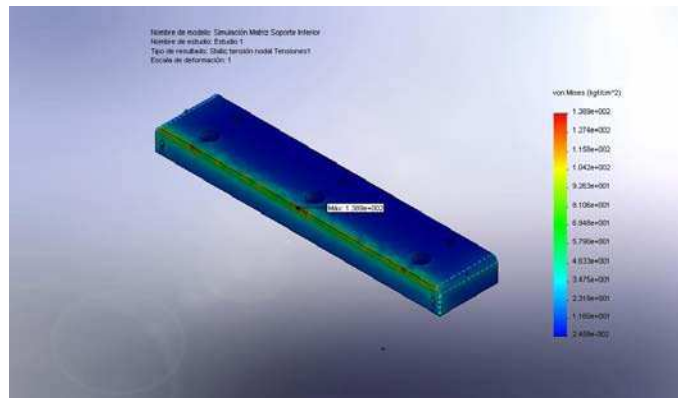


Figura 6.257 Estado de esfuerzos matriz de doblado soporte inferior

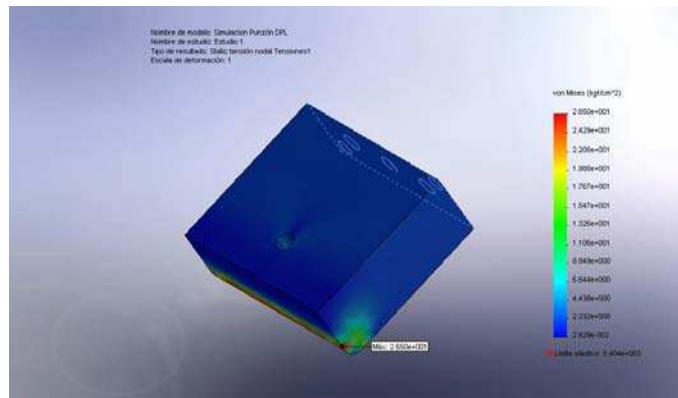


Figura 6.258 Estado de esfuerzos punzón de doblado parte lateral soporte inferior

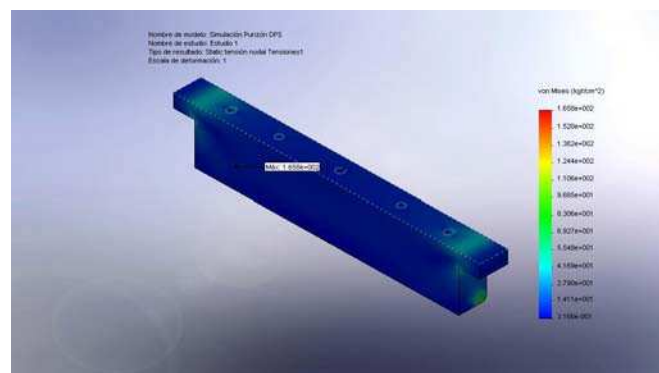


Figura 6.259 Estado de esfuerzos punzón de doblado pestaña superior soporte inferior

6.1.2.2.2 Acople L

a) Matriz de corte perfil

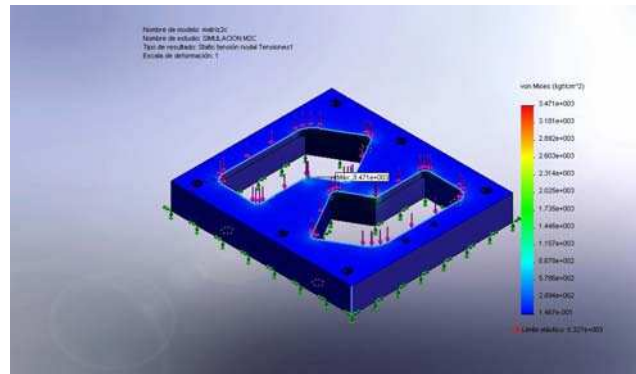


Figura 6.260 Estado de esfuerzos matriz de corte perfil acople L

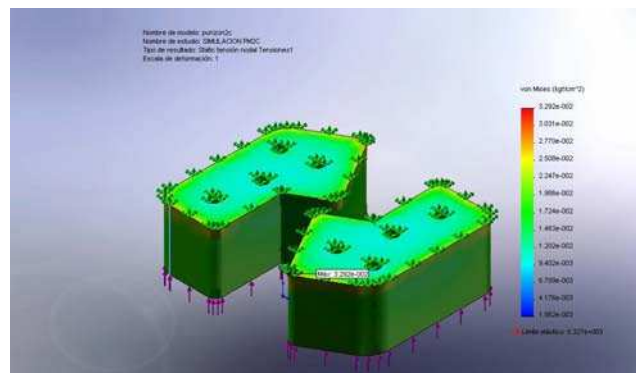


Figura 6.261 Estado de esfuerzos punzón de corte perfil acople L

b) Matriz de perforado 1

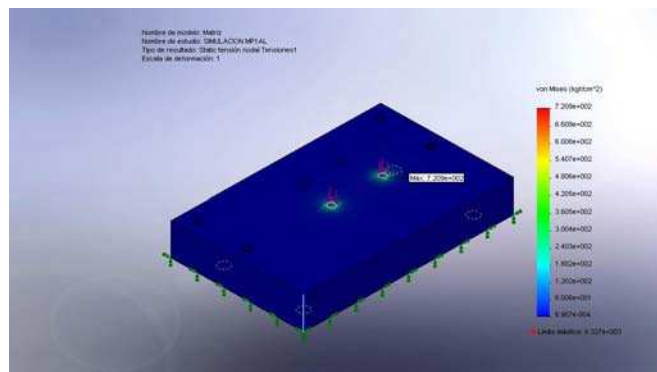


Figura 6.262 Estado de esfuerzos matriz de perforado 1 acople L

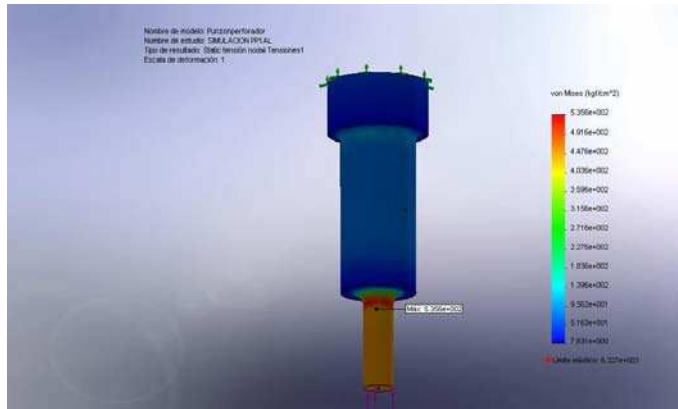


Figura 6.263 Estado de esfuerzos punzón de perforado 1 acople L

c) Matriz de perforado 2

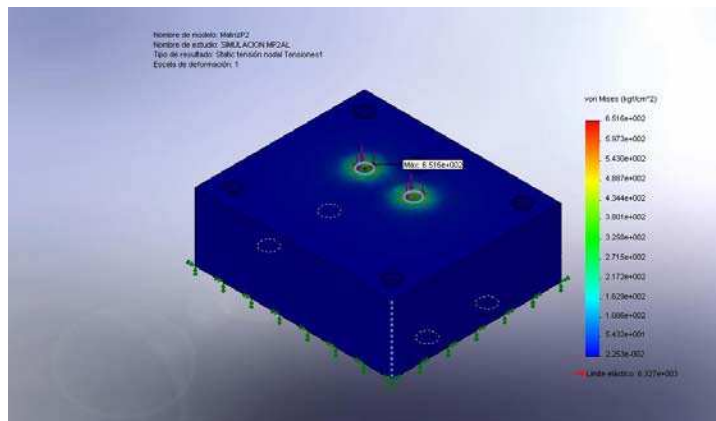


Figura 6.264 Estado de esfuerzos matriz de perforado 2 acople L



Figura 6.265 Estado de esfuerzos punzón de perforado 2 acople L

d) Matriz de doblado

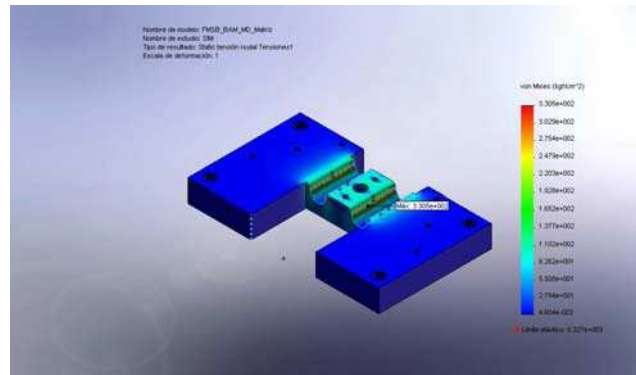


Figura 6.266 Estado de esfuerzos matriz de doblado acople L

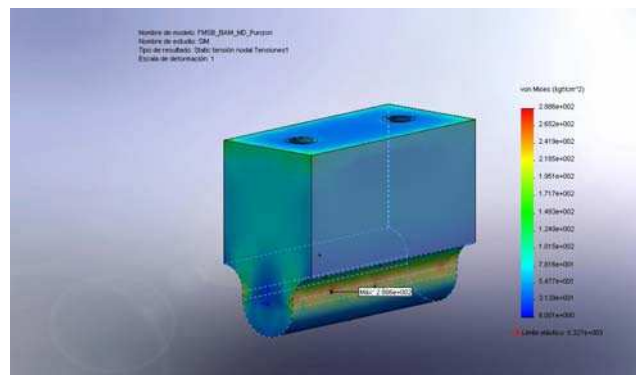


Figura 6.267 Estado de esfuerzos punzón de doblado acople L

6.1.2.2.3 Bisagra

a) Matriz corte perfil

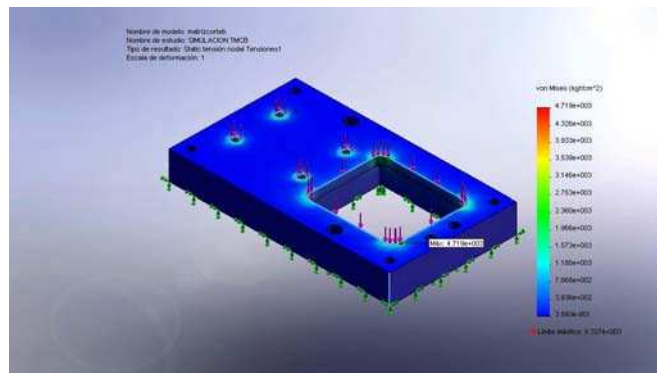


Figura 6.268 Estado de esfuerzos matriz de corte perfil bisagra

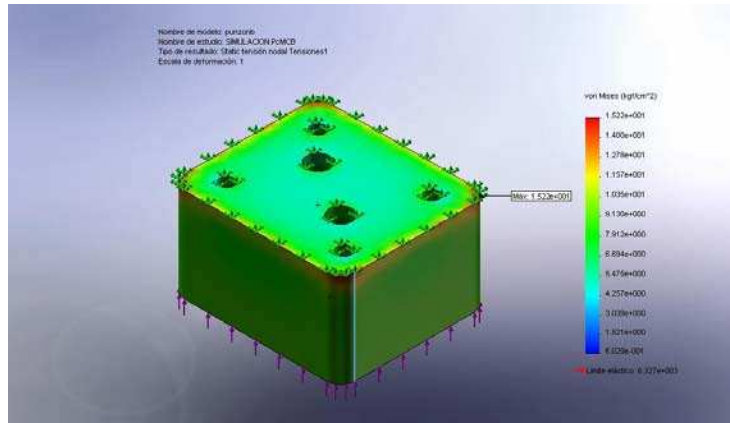


Figura 6.269 Estado de esfuerzos punzón de corte perfil bisagra

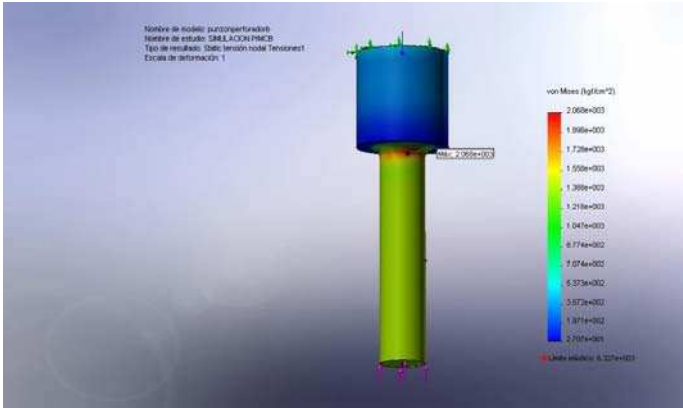


Figura 6.270 Estado de esfuerzos punzón de perforación bisagra

b) Matriz doblado 1

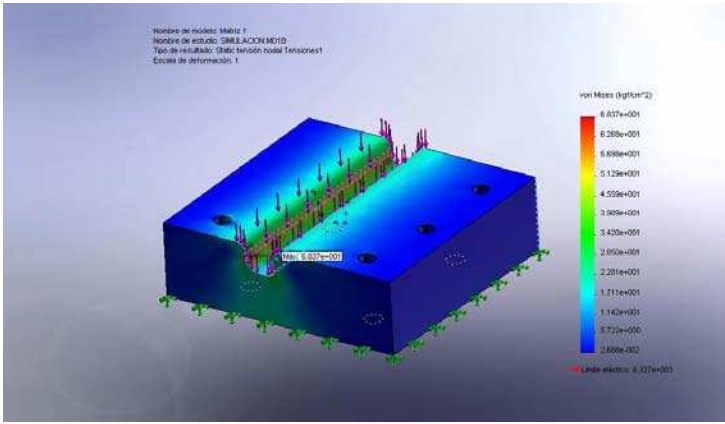


Figura 6.271 Estado de esfuerzos matriz doblado 1 bisagra

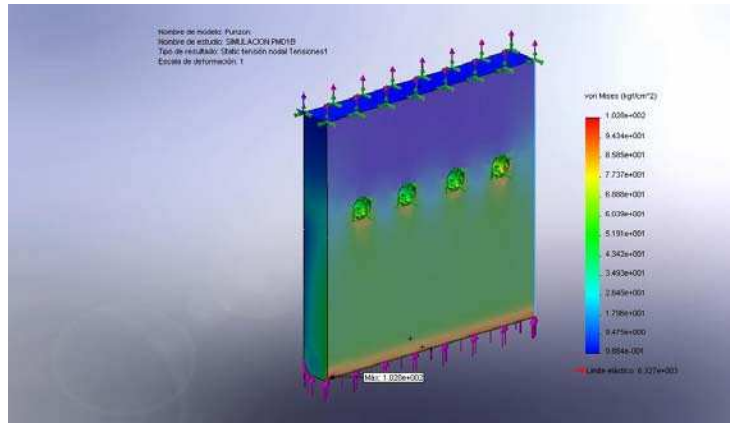


Figura 6.272 Estado de esfuerzos punzón doblado 1 bisagra

c) Matriz doblado 2

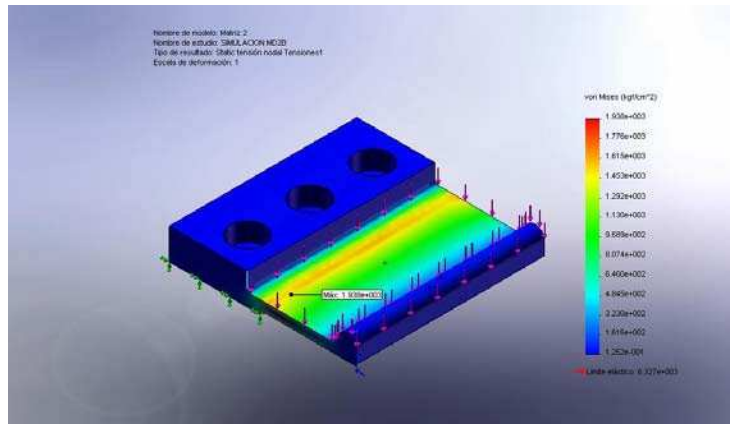


Figura 6.273 Estado de esfuerzos matriz doblado 2 bisagra

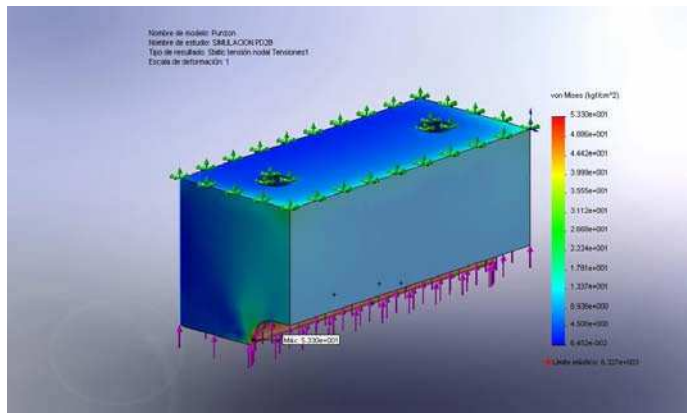


Figura 6.274 Estado de esfuerzos punzón doblado 2 bisagra

6.1.2.2.4 Ojal

a) Matriz corte

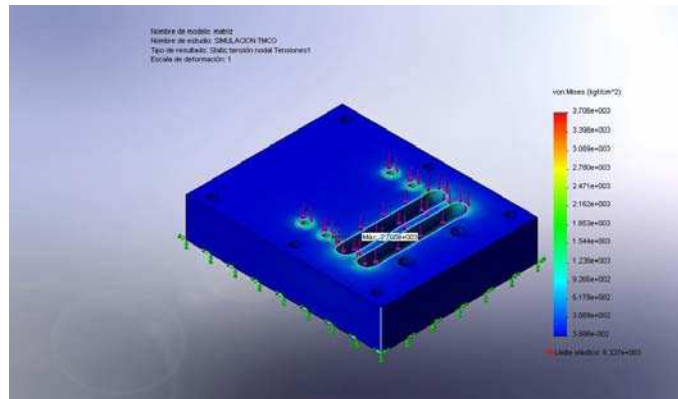


Figura 6.275 Estado de esfuerzos matriz corte ojal

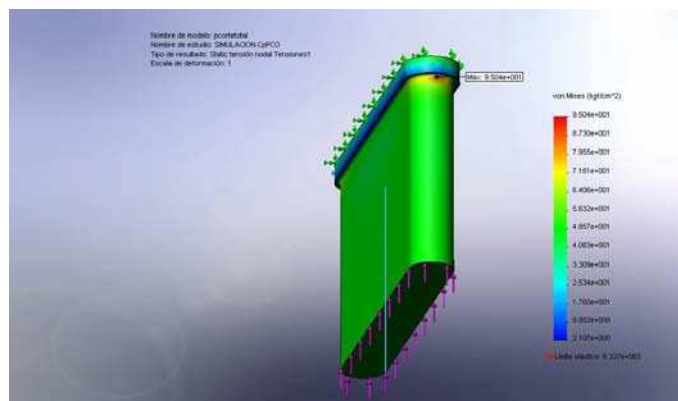


Figura 6.276 Estado de esfuerzos punzón corte ojal

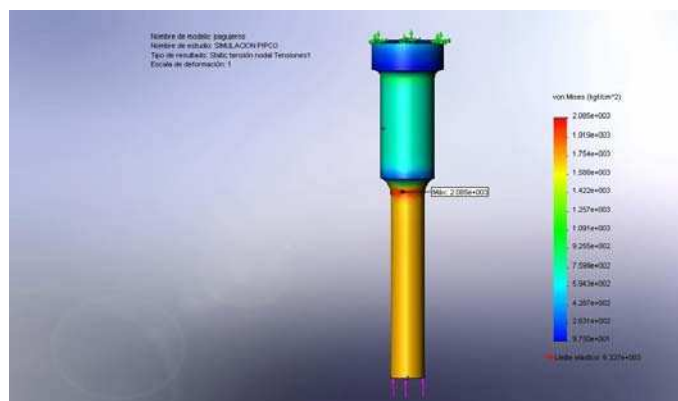


Figura 6.277 Estado de esfuerzos punzón de perforación ojal

b) Matriz doblado

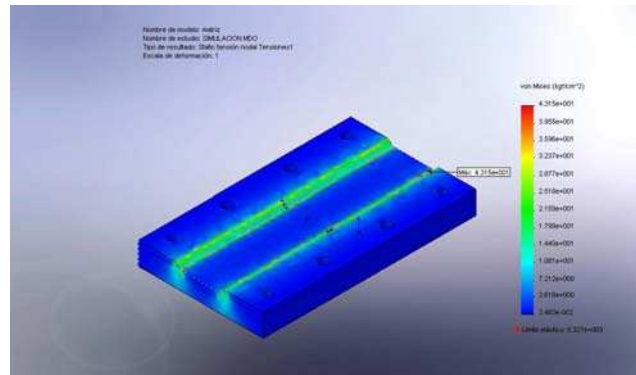


Figura 6.278 Estado de esfuerzos matriz doblado ojal

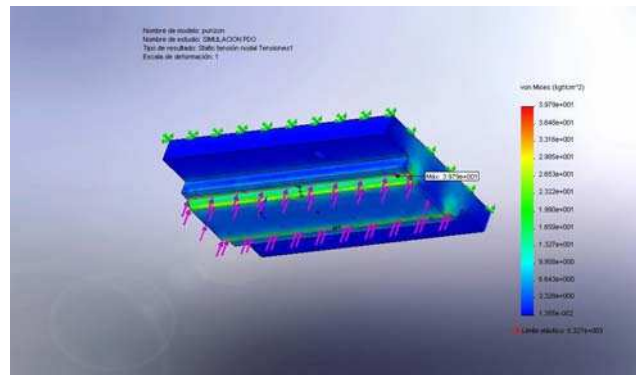


Figura 6.279 Estado de esfuerzos punzón doblado ojal

6.1.2.2.5 Soporte v

a) Matriz de doblado 1

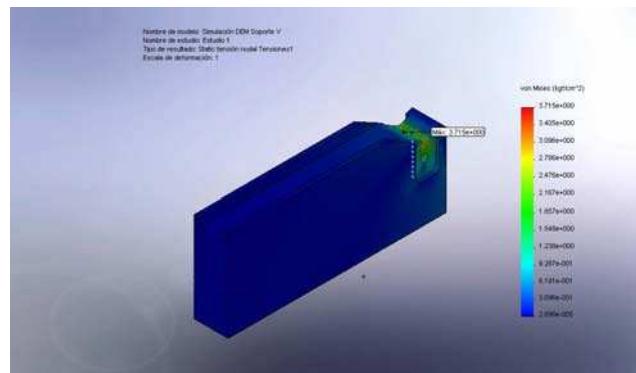


Figura 6.280 Estado de esfuerzos matriz de doblado 1 soporte V

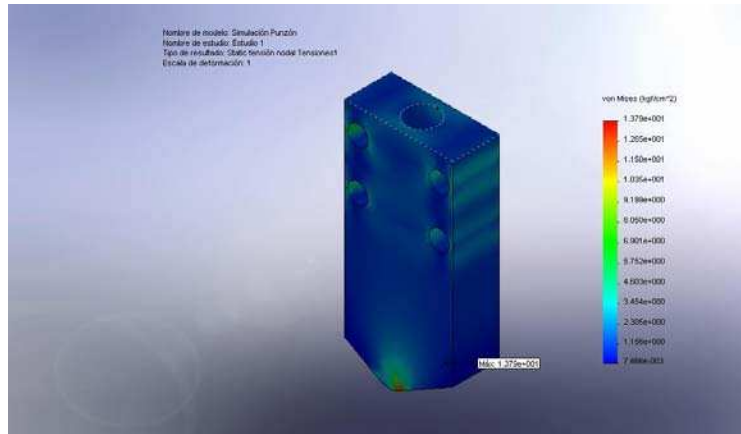


Figura 6.281 Estado de esfuerzos punzón de doblado 1 soporte V

b) Matriz de doblado 2

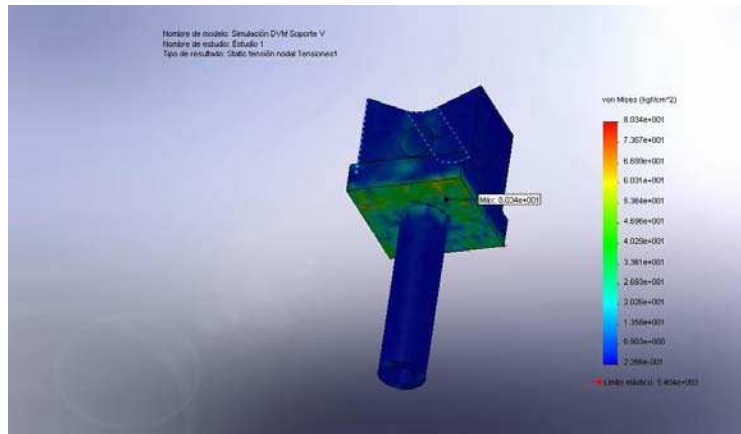


Figura 6.282 Estado de esfuerzos matriz de doblado 2 soporte V

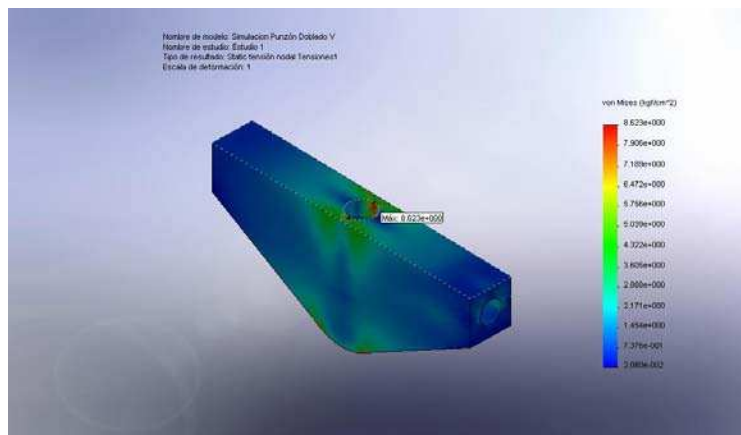


Figura 6.283 Estado de esfuerzos punzón de doblado 2 soporte V

6.1.2.2.6 Soporte vertical

a) Matriz de doblado 1

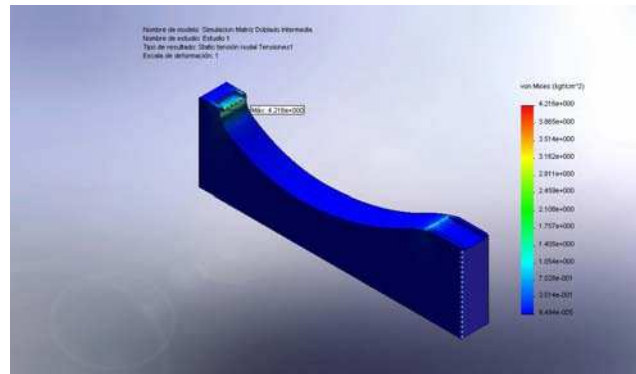


Figura 6.284 Estado de esfuerzos matriz de doblado 1 soporte vertical

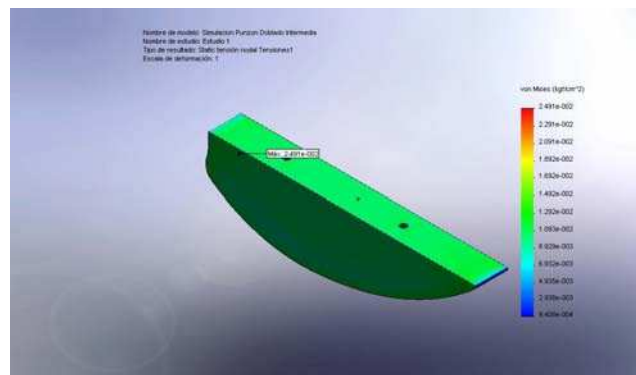


Figura 6.285 Estado de esfuerzos punzón de doblado 1 soporte vertical

b) Matriz de doblado 2

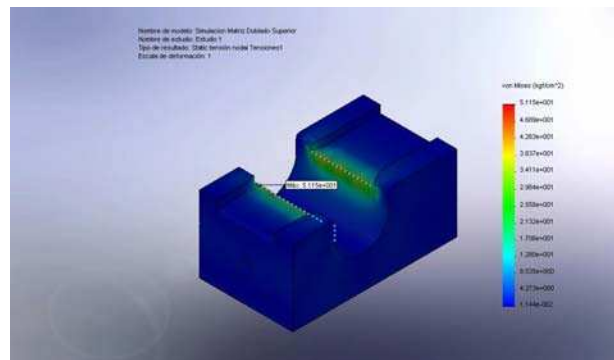


Figura 6.286 Estado de esfuerzos matriz de doblado 2 soporte vertical

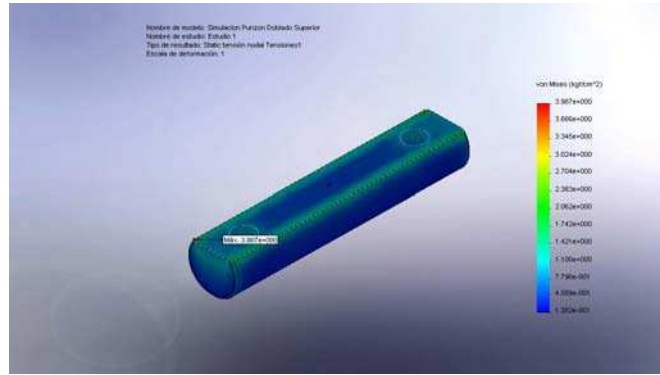


Figura 6.287 Estado de esfuerzos puzón de doblado 2 soporte vertical

6.1.2.2.7 Soporte horizontal

a) Matriz de doblado

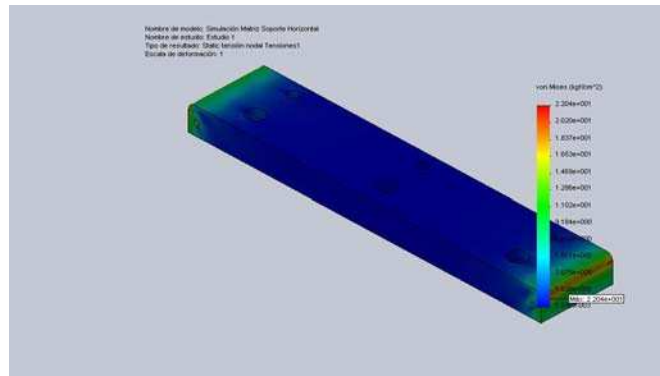


Figura 6.288 Estado de esfuerzos matriz de doblado soporte horizontal

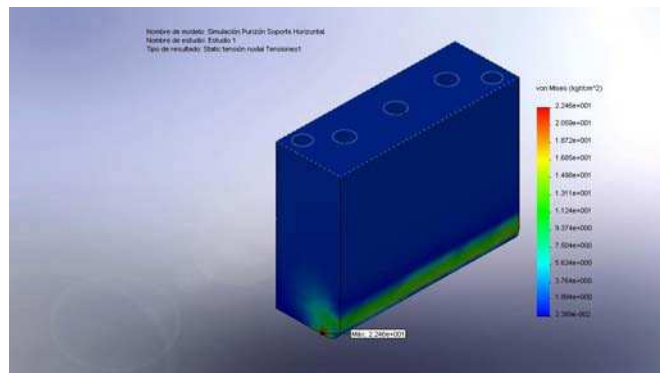


Figura 6.289 Estado de esfuerzos puzón de doblado soporte horizontal

6.1.2.2.8 Tubo bastidor

a) Matriz de doblado recto

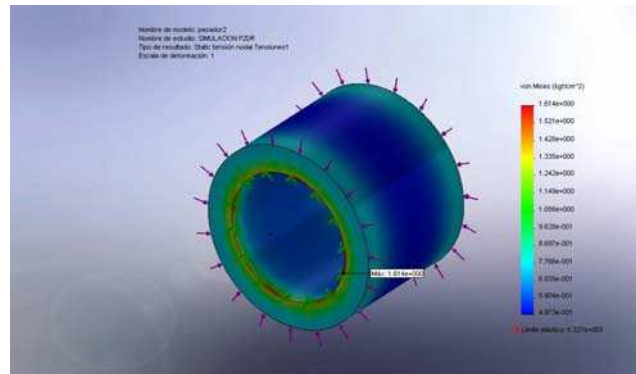


Figura 6.290 Estado de esfuerzos pasador doblado recto tubo bastidor

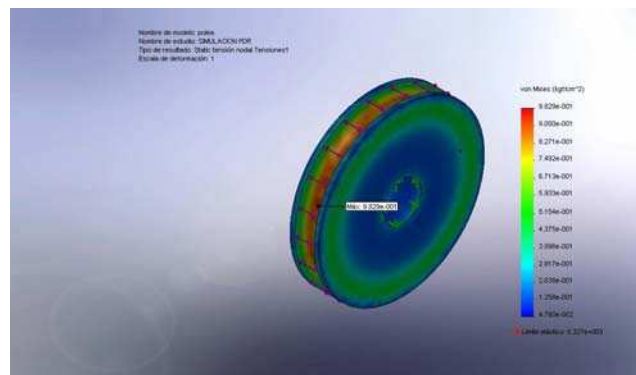


Figura 6.291 Estado de esfuerzos polea doblado recto tubo bastidor

b) Matriz de doblado ángulo

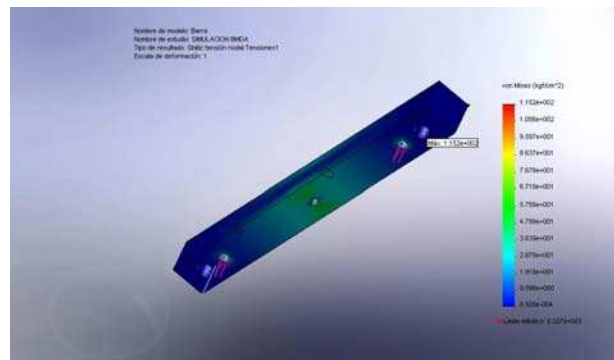


Figura 6.292 Estado de esfuerzos barra doblado ángulo tubo bastidor

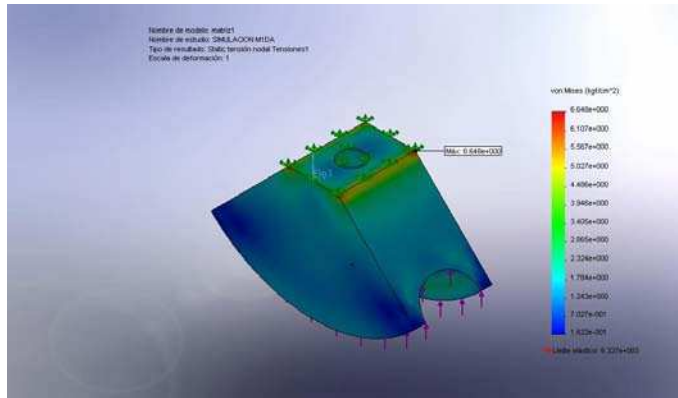


Figura 6.293 Estado de esfuerzos acople 1 doblado ángulo tubo bastidor

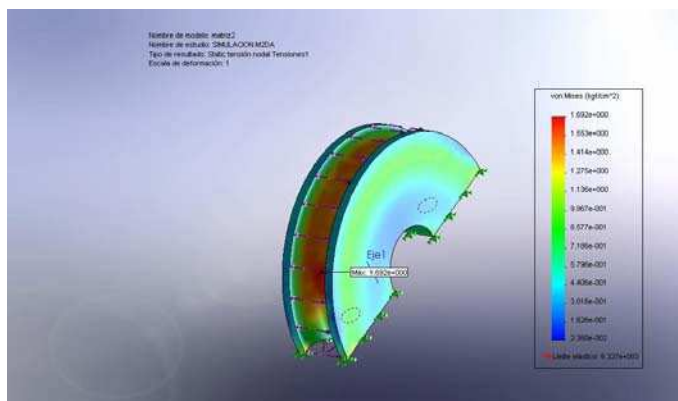


Figura 6.294 Estado de esfuerzos acople 2 doblado ángulo tubo bastidor

6.1.2.2.9 Varilla oval

a) Matriz de doblado 1

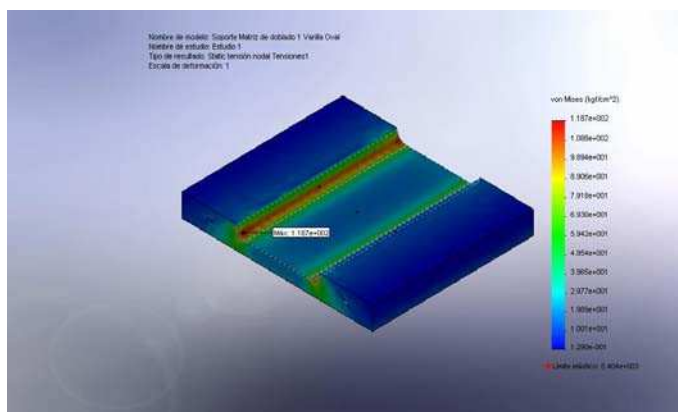


Figura 6.295 Estado de esfuerzos matriz de doblado 1 varilla oval

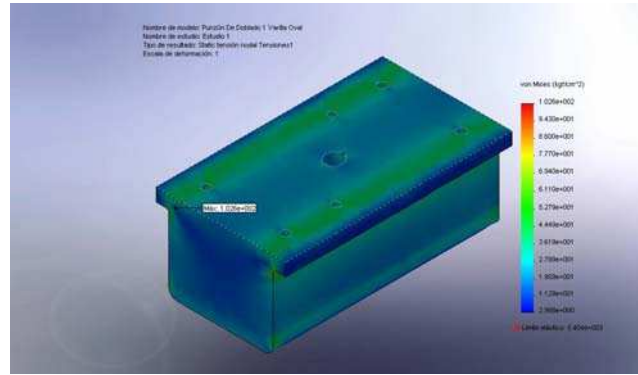


Figura 6.296 Estado de esfuerzos punzón de doblado 1 varilla oval

b) Matriz de doblado 2

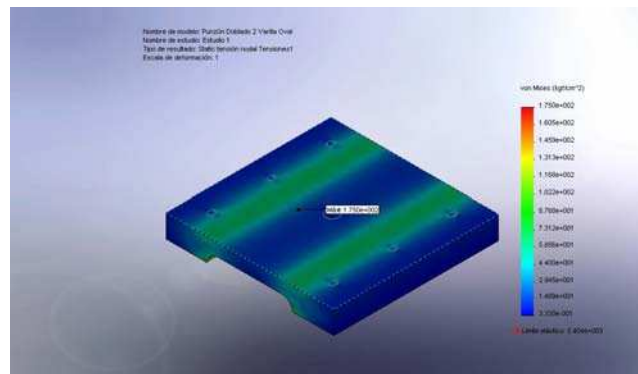


Figura 6.297 Estado de esfuerzos punzón de doblado 2 varilla oval

6.1.2.2.10 Tubo refuerzo

a) Modificador de diámetro

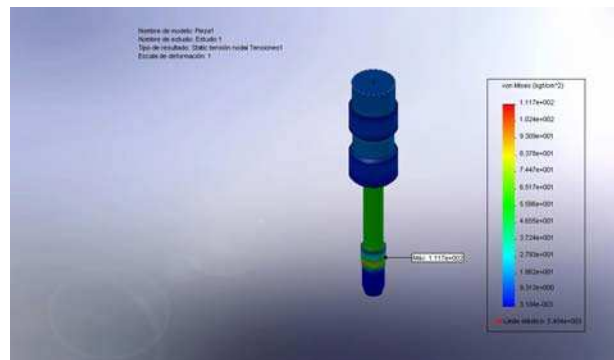


Figura 6.298 Estado de esfuerzos punzón modificador de diámetro

6.2 VERIFICACIÓN DE DISEÑO

6.2.1 ESTADO DE CARGA Y ESFUERZOS

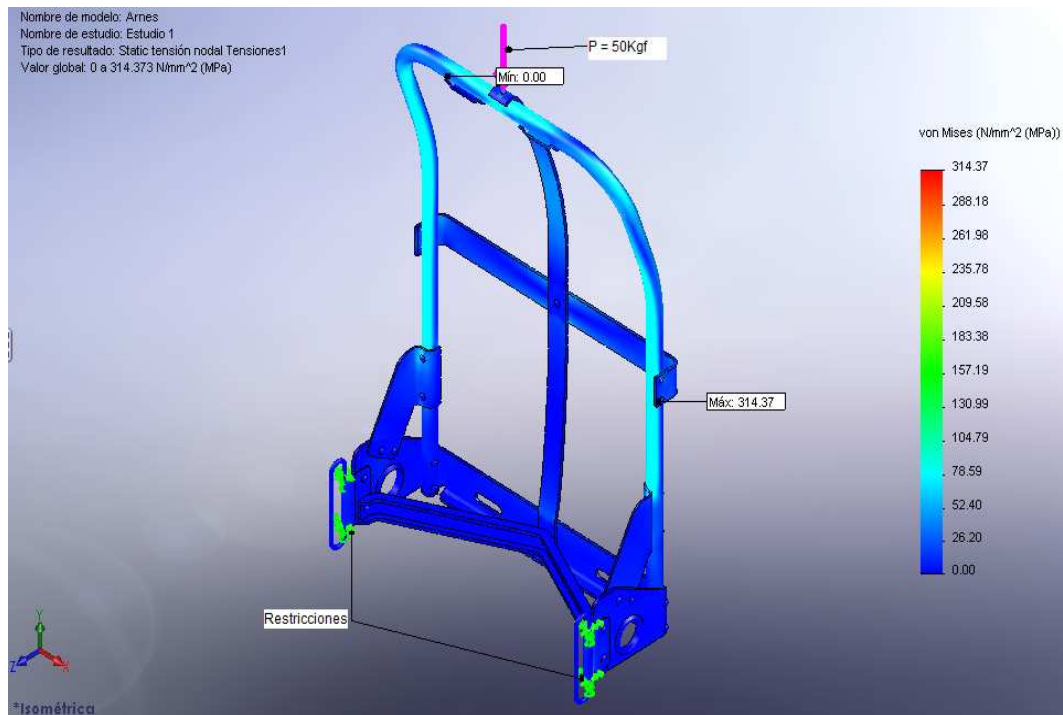


Figura 6.299 Estudio de Von Mises

6.2.2 FACTORES DE SEGURIDAD DEL ARNÉS

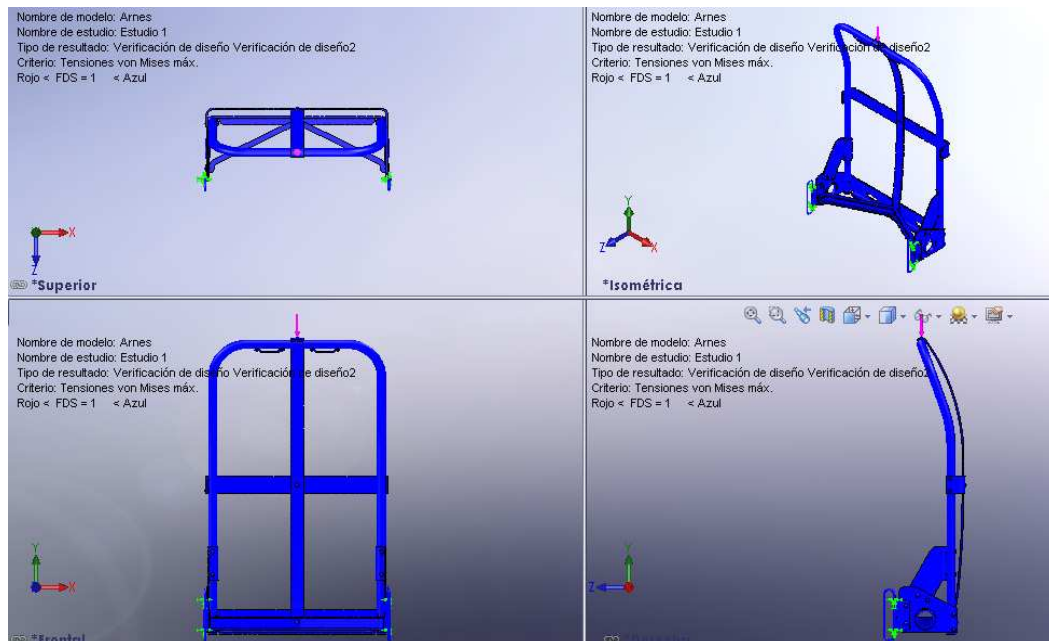


Figura 6.300 Estudio del factor de seguridad del arnés

6.2.3 FACTORES DE SEGURIDAD DE LAS MATRICES

6.2.3.1 Soporte inferior

a) Matriz de corte 1

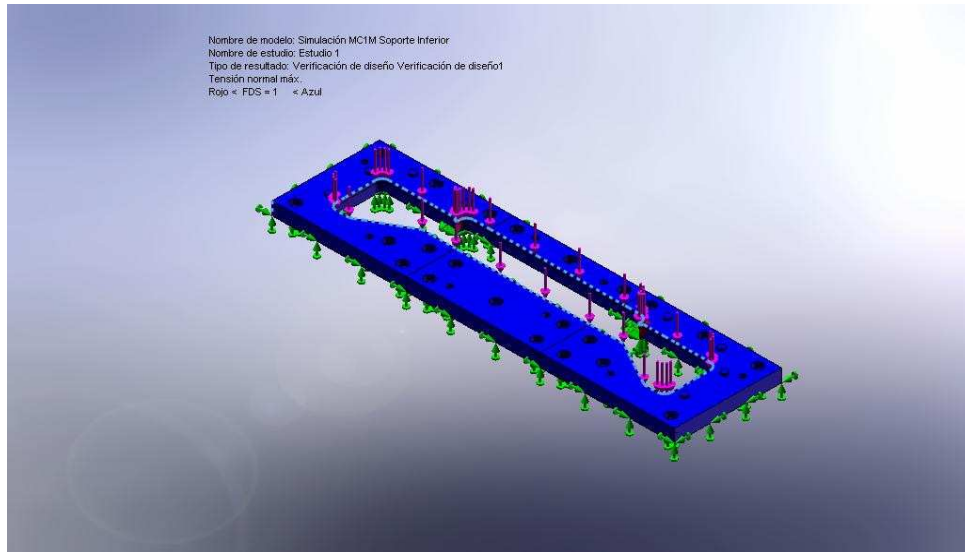


Figura 6.301 Estado de factor de seguridad matriz de corte 1 soporte inferior

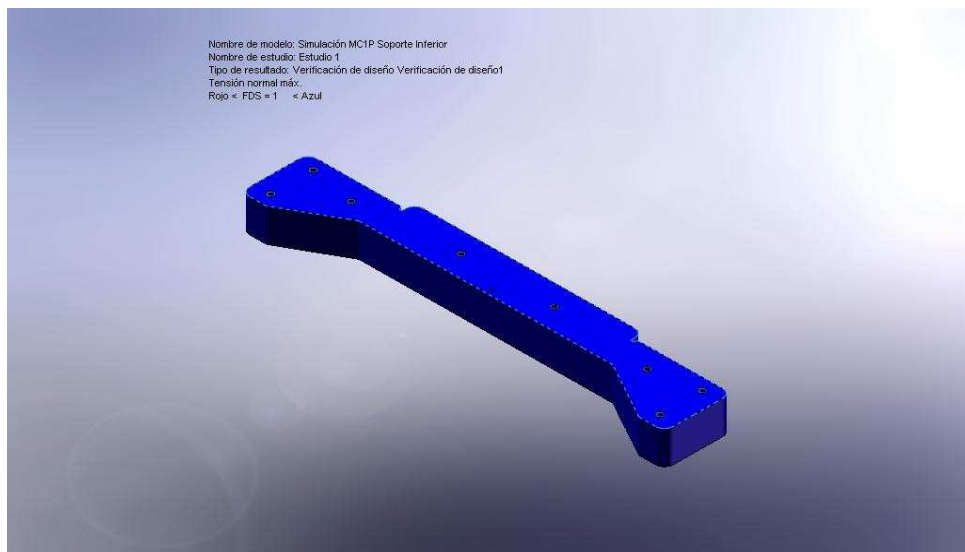


Figura 6.302 Estado de factor de seguridad punzón matriz de corte 1 soporte inferior

b) Matriz de corte 2



Figura 6.303 Estado de factor de seguridad matriz de corte 2 matriz de corte circular soporte inferior

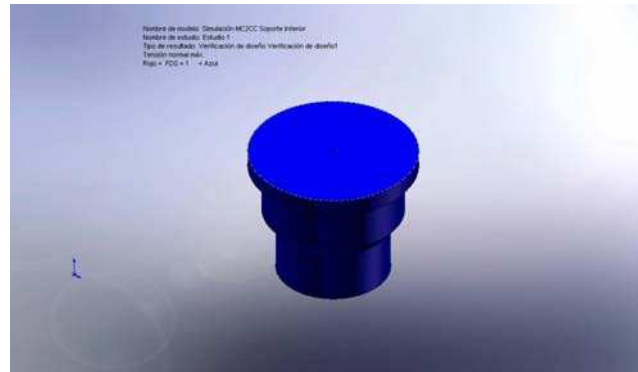


Figura 6.304 Estado de factor de seguridad matriz de corte 2 punzón de corte circular soporte inferior

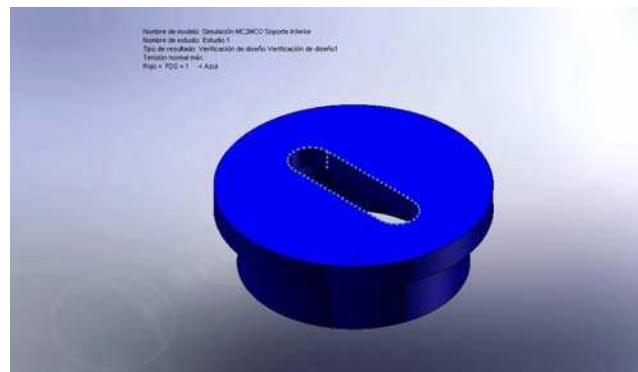


Figura 6.305 Estado de factor de seguridad matriz de corte 2 matriz de corte ovalado soporte inferior

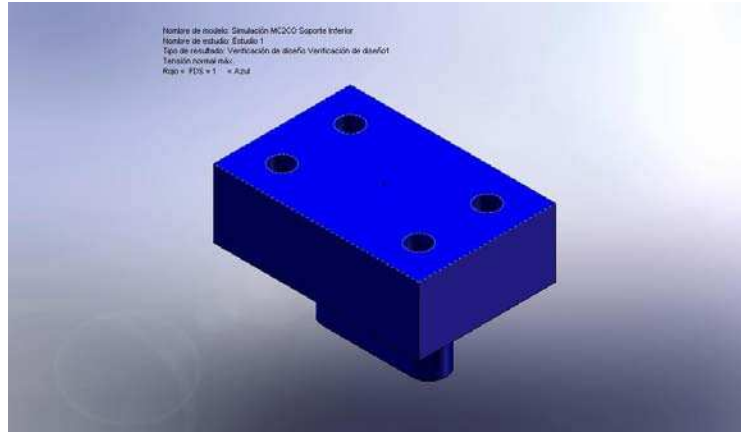


Figura 6.306 Estado de factor de seguridad matriz de corte 2 punzón de corte ovalado soporte inferior

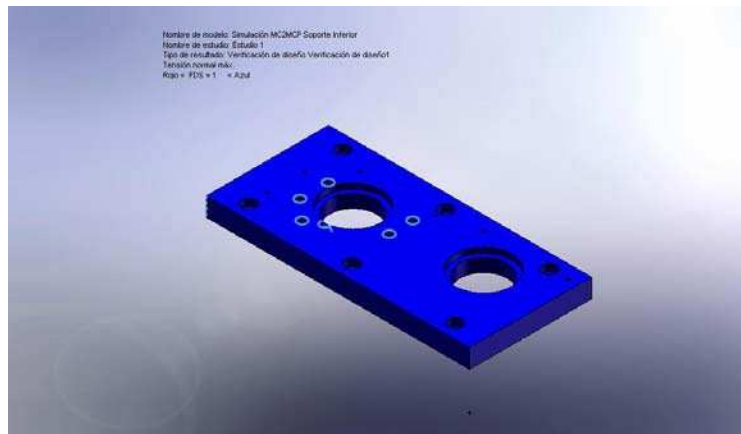


Figura 6.307 Estado de factor de seguridad matriz de corte 2 matriz de perforación soporte inferior



Figura 6.308 Estado de factor de seguridad matriz de corte 2 punzón de perforación soporte inferior

c) Matriz de doblado

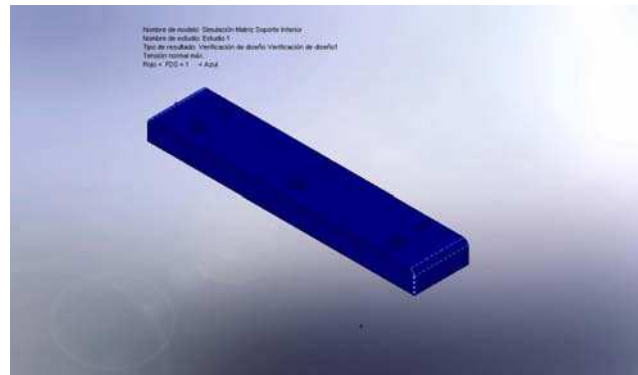


Figura 6.309 Estado de factor de seguridad matriz de doblado soporte inferior

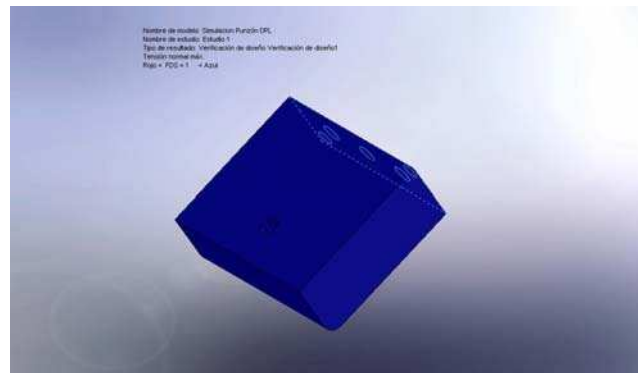


Figura 6.310 Estado de factor de seguridad punzón de doblado parte lateral soporte inferior

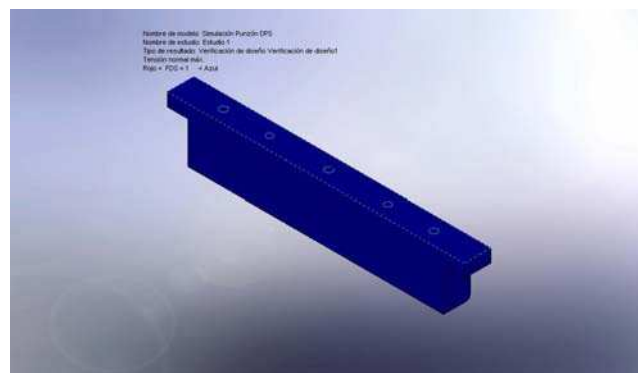


Figura 6.311 Estado de factor de seguridad punzón de doblado pestaña superior soporte inferior

6.2.3.2 Acople L

a) Matriz de corte perfil

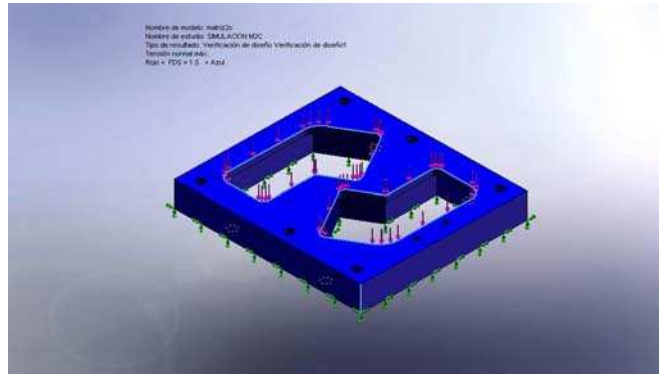


Figura 6.312 Estado de factor de seguridad matriz de corte perfil acople L

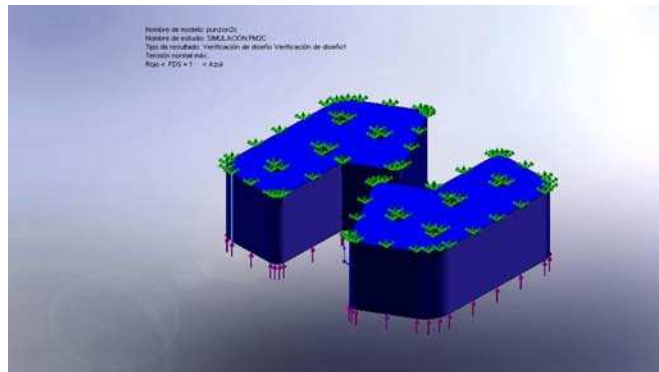


Figura 6.313 Estado de factor de seguridad punzón de corte perfil acople L

b) Matriz perforado 1

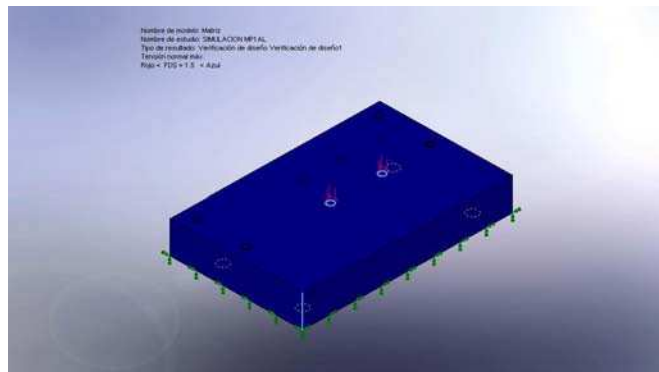


Figura 6.314 Estado de factor de seguridad matriz de perforado 1 acople L

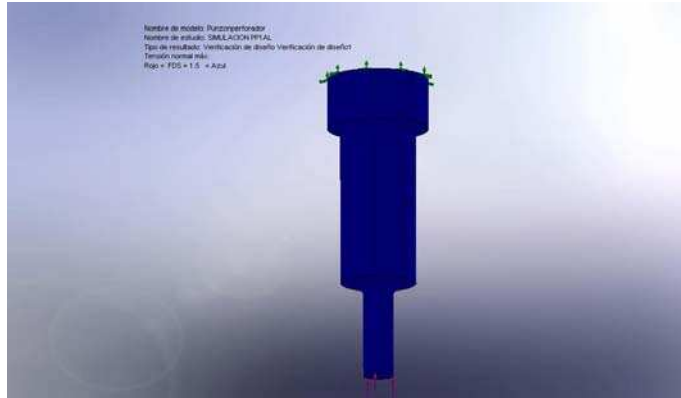


Figura 6.315 Estado de factor de seguridad punzón de perforado 1 acople L

c) Matriz perforado 2

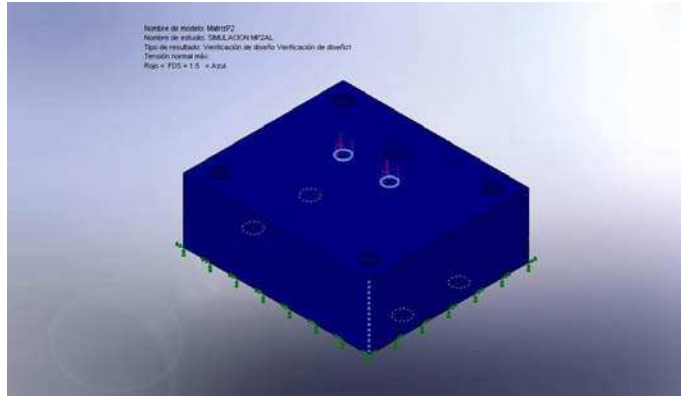


Figura 6.316 Estado de factor de seguridad matriz de perforado 2 acople L

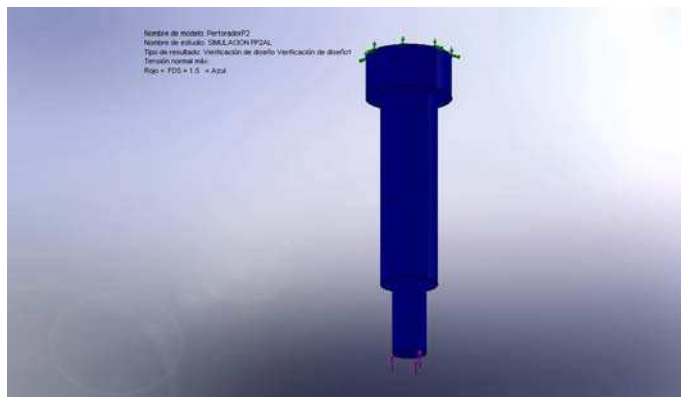


Figura 6.317 Estado de factor de seguridad punzón de perforado 2 acople L

d) Matriz de doblado

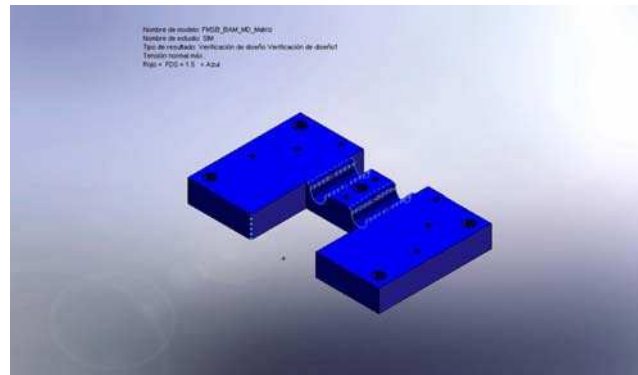


Figura 6.318 Estado de factor de seguridad matriz de doblado acople L

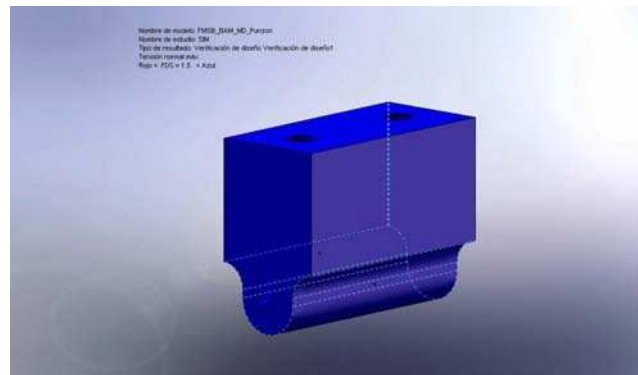


Figura 6.319 Estado de factor de seguridad punzón de doblado acople L

6.2.3.3 Bisagra

a) Matriz corte perfil

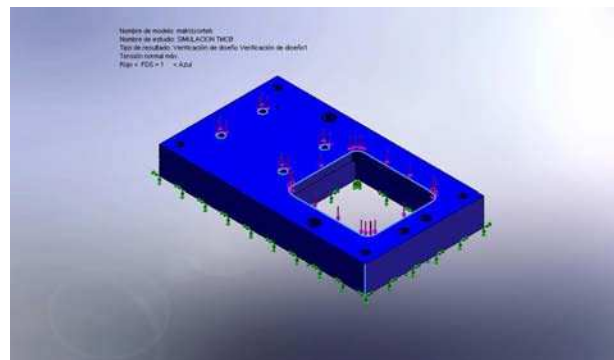


Figura 6.320 Estado de factor de seguridad matriz corte perfil bisagra

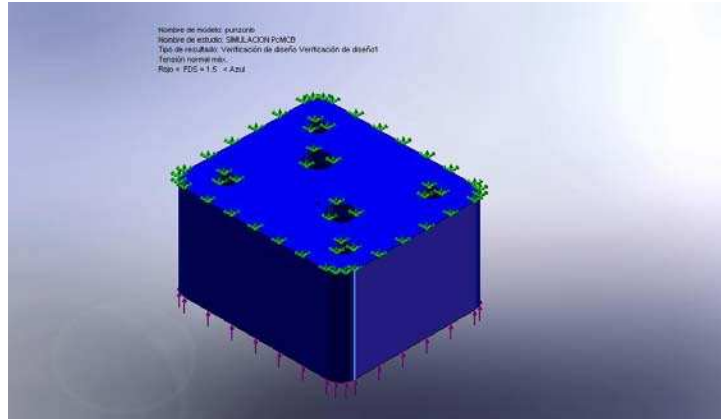


Figura 6.321 Estado de factor de seguridad punzón corte perfil bisagra

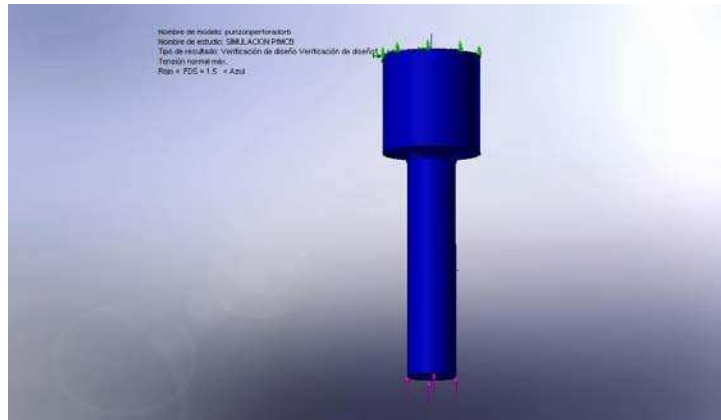


Figura 6.322 Estado de factor de seguridad punzón de perforación bisagra

b) Matriz doblado 1

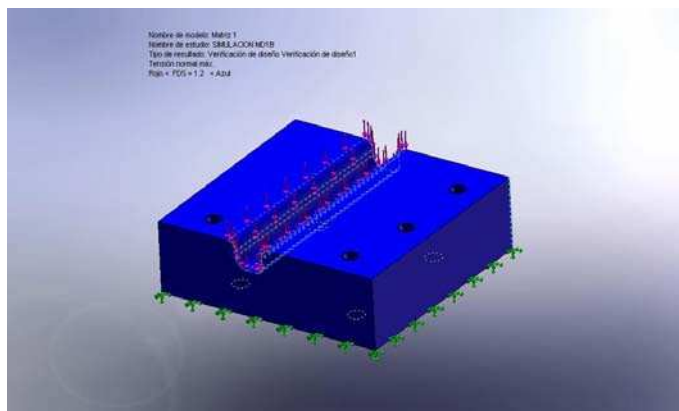


Figura 6.323 Estado de factor de seguridad matriz doblado 1 bisagra

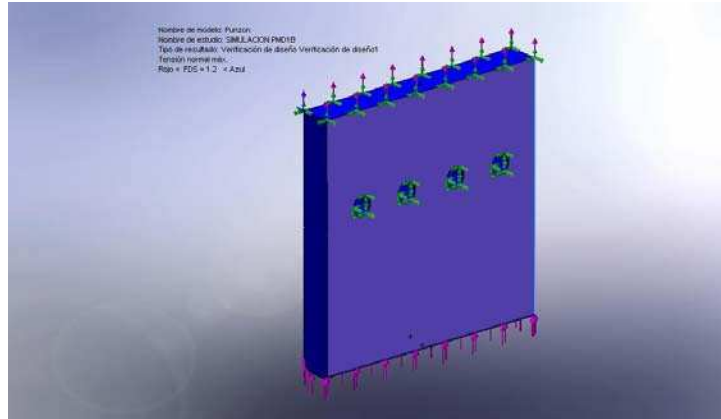


Figura 6.324 Estado de factor de seguridad punzón doblado 1 bisagra

c) Matriz doblado 2

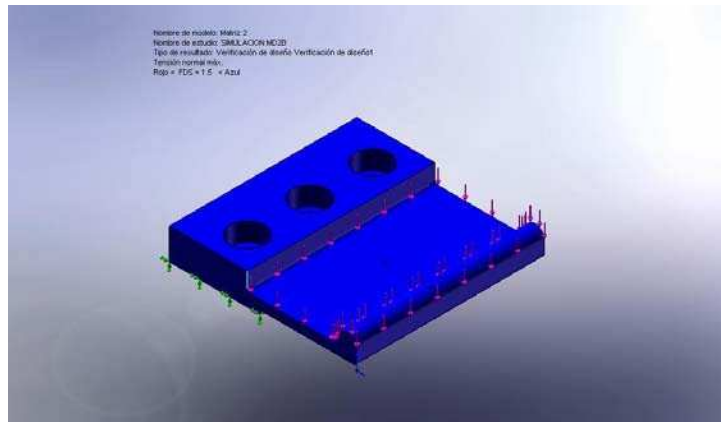


Figura 6.325 Estado de factor de seguridad matriz doblado 2 bisagra

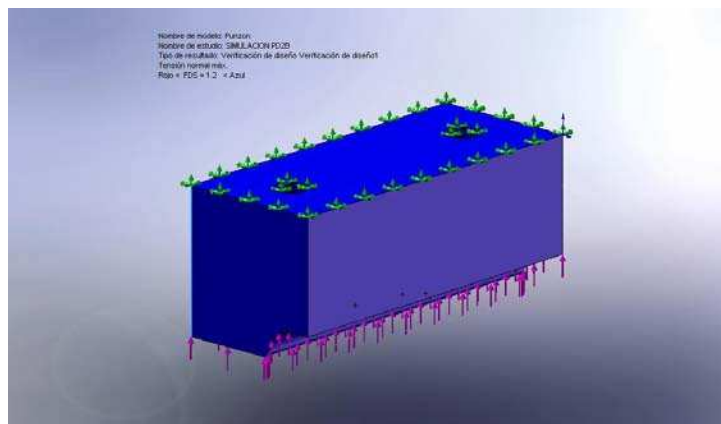


Figura 6.326 Estado de factor de seguridad punzón doblado 2 bisagra

6.2.3.4 Ojal

a) Matriz corte

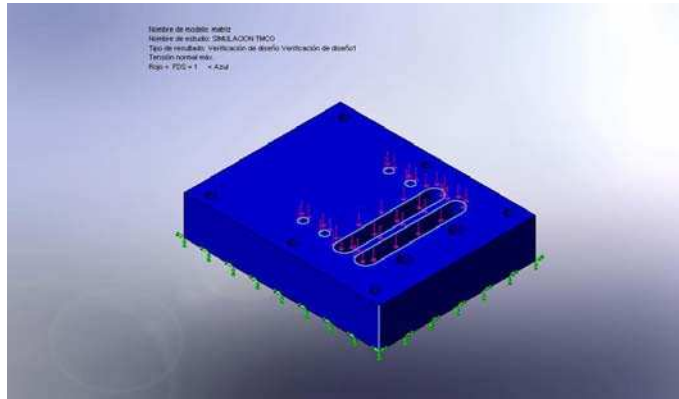


Figura 6.327 Estado de factor de seguridad matriz corte ojal

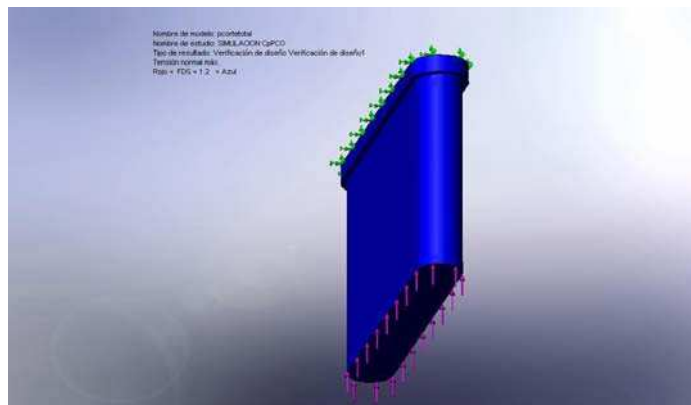


Figura 6.328 Estado de factor de seguridad punzón corte ojal

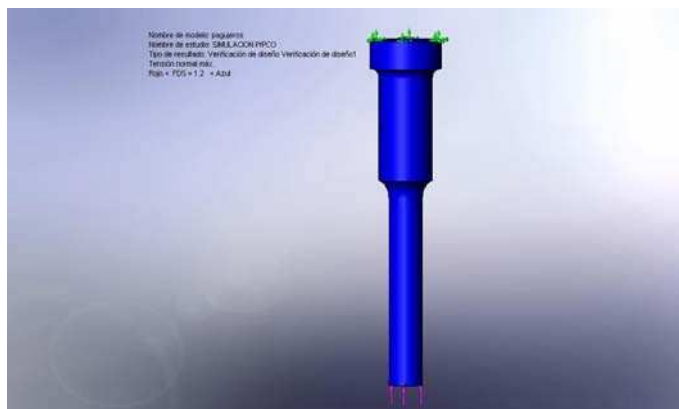


Figura 6.329 Estado de factor de seguridad punzón de perforación ojal

b) Matriz doblado

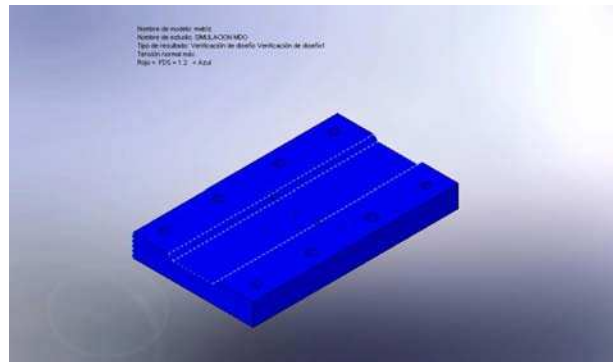


Figura 6.330 Estado de factor de seguridad matriz doblado ojal

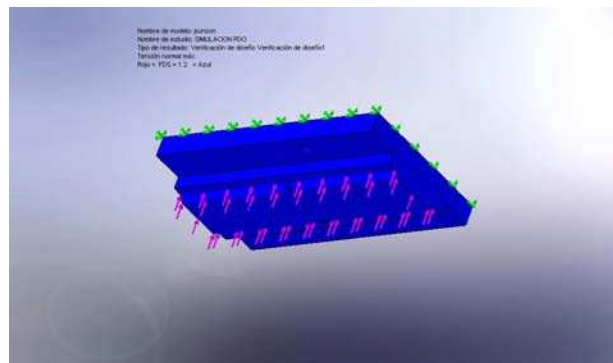


Figura 6.331 Estado de factor de seguridad punzón doblado ojal

6.2.3.5 Soporte v

a) Matriz de doblado 1

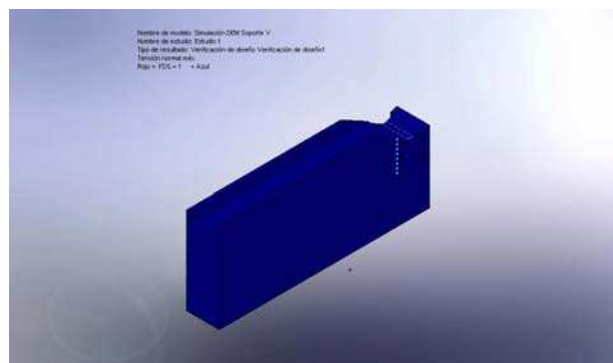


Figura 6.332 Estado de factor de seguridad matriz de doblado 1 soporte V

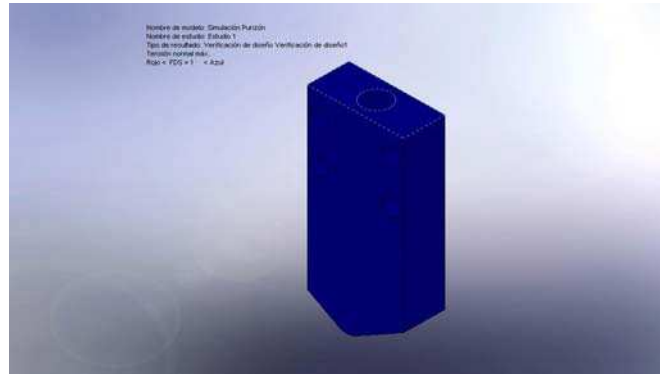


Figura 6.333 Estado de factor de seguridad punzón de doblado 1 soporte V

b) Matriz de doblado 2

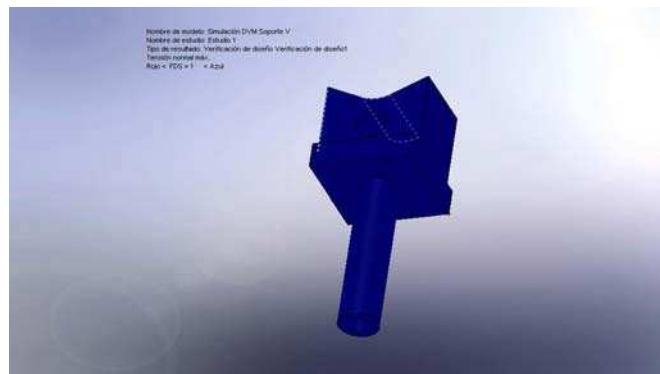


Figura 6.334 Estado de factor de seguridad matriz de doblado 2 soporte V

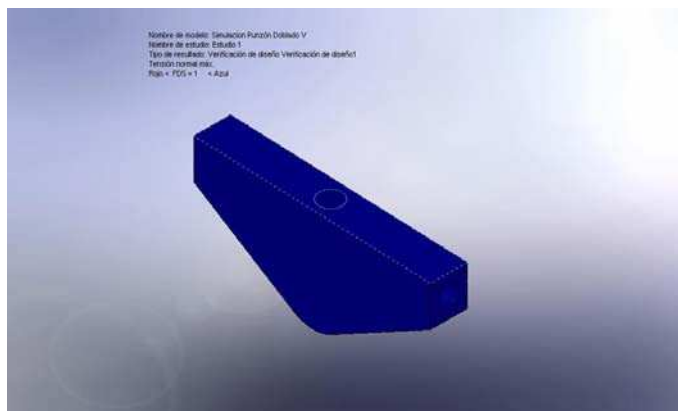


Figura 6.335 Estado de factor de seguridad punzón de doblado 2 soporte V

6.2.3.6 Soporte vertical

a) Matriz de doblado 1

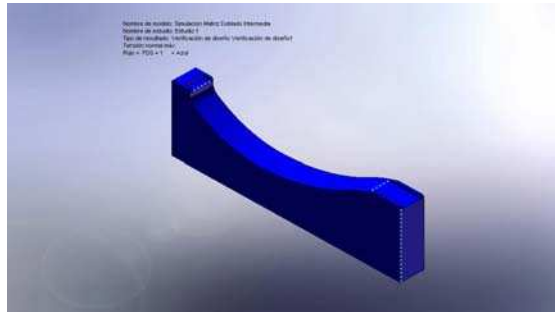


Figura 6.336 Estado de factor de seguridad matriz de doblado 1 soporte vertical

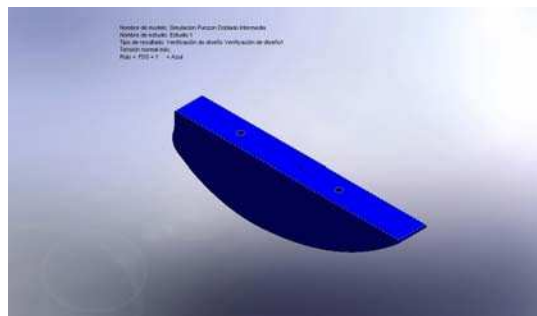


Figura 6.337 Estado de factor de seguridad punzón de doblado 1 soporte vertical

b) Matriz de doblado 2

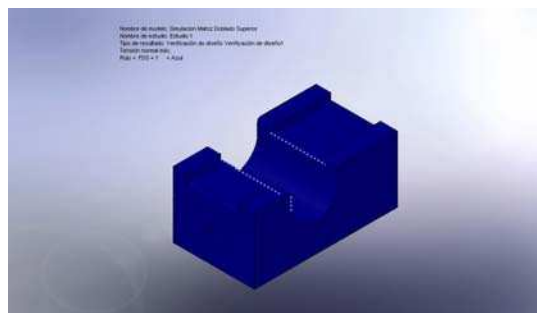


Figura 6.338 Estado de factor de seguridad matriz de doblado 2 soporte vertical

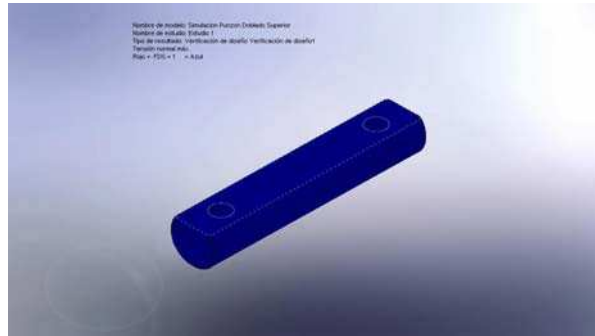


Figura 6.339 Estado de factor de seguridad puzón de doblado 2 soporte vertical

6.2.3.7 Soporte horizontal

a) Matriz de doblado 1

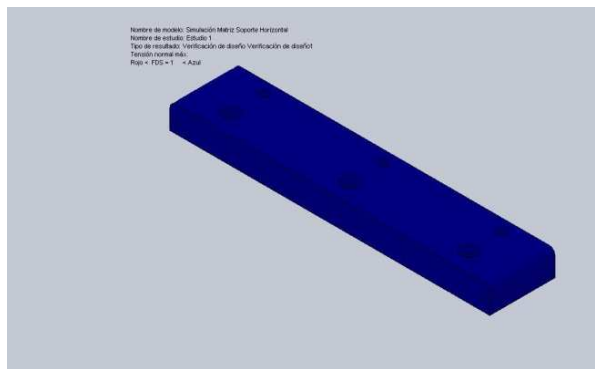


Figura 6.340 Estado de factor de seguridad matriz de doblado soporte horizontal

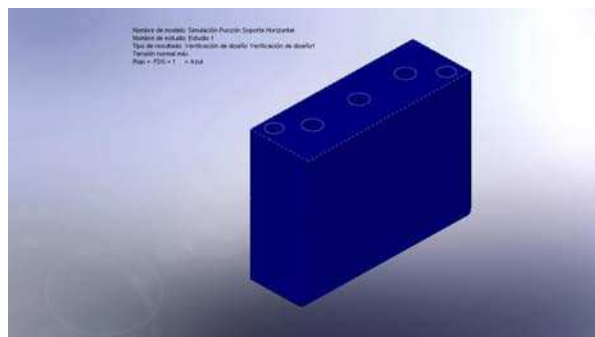


Figura 6.341 Estado de factor de seguridad puzón de doblado soporte horizontal

6.2.3.8 Tubo bastidor

a) Matriz de doblado recto

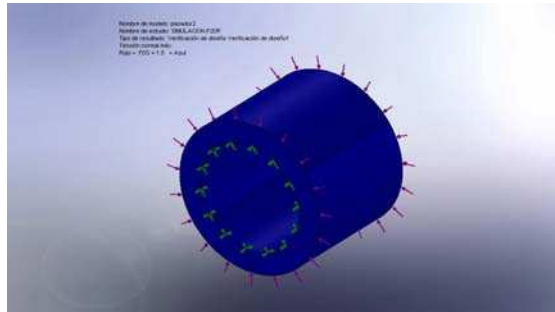


Figura 6.342 Estado de factor de seguridad pasador doblado recto tubo bastidor

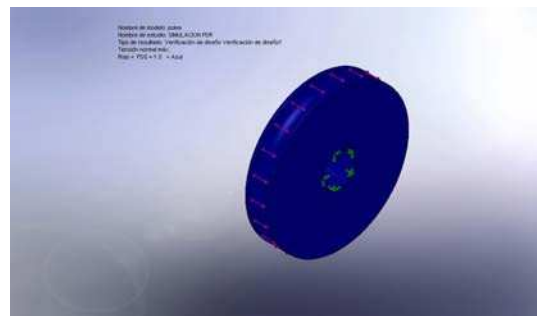


Figura 6.343 Estado de factor de seguridad polea doblado recto tubo bastidor

b) Matriz de doblado ángulo

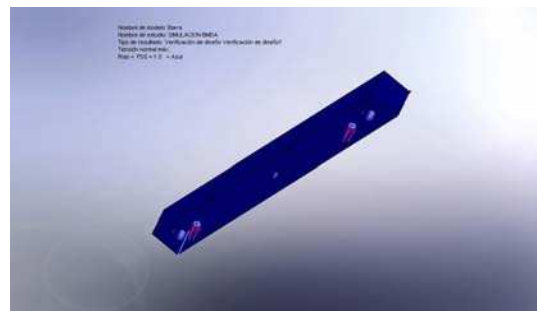


Figura 6.344 Estado de factor de seguridad barra doblado ángulo tubo bastidor

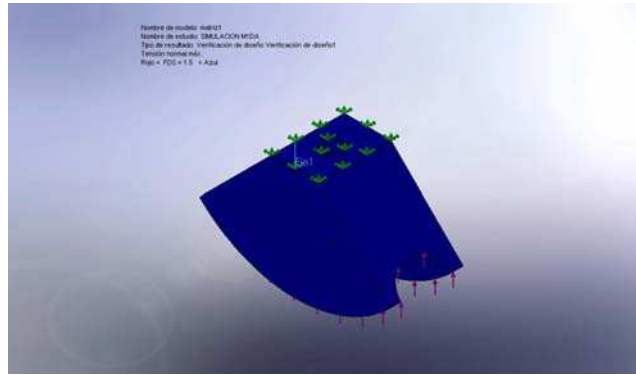


Figura 6.345 Estado de factor de seguridad acople 1 doblado ángulo tubo bastidor

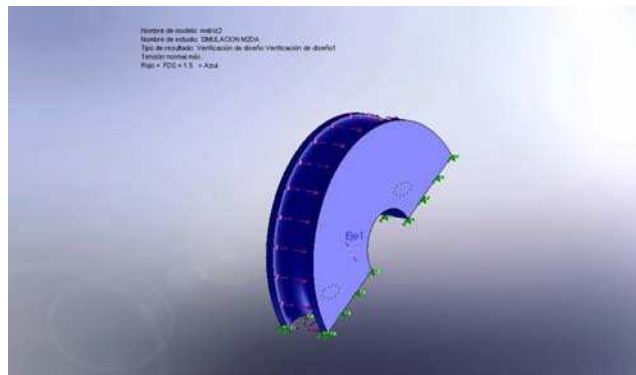


Figura 6.346 Estado de factor de seguridad acople 2 doblado ángulo tubo bastidor

6.2.3.9 Varilla oval

a) Matriz de doblado 1

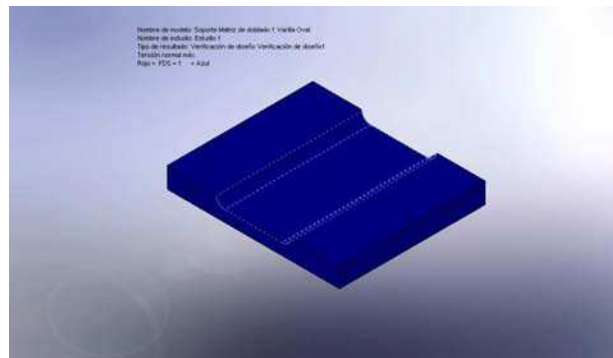


Figura 6.347 Estado de factor de seguridad matriz de doblado varilla oval

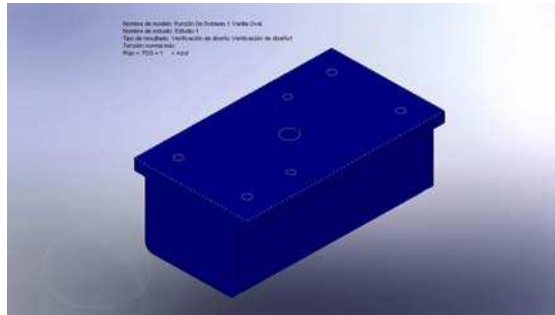


Figura 6.348 Estado de factor de seguridad punzón de doblado 1 varilla oval

b) Matriz de doblado 2

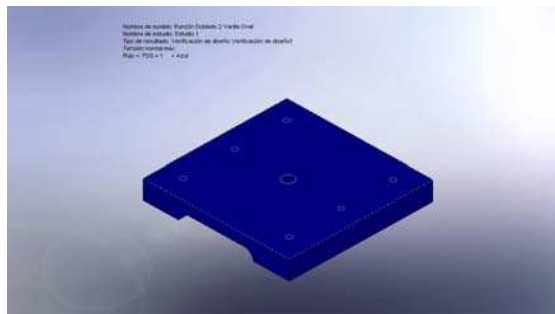


Figura 6.349 Estado de factor de seguridad punzón de doblado 2 varilla oval

6.2.3.10 Tubo refuerzo

a) Modificador de diámetro



Figura 6.350 Estado de factor de seguridad punzón modificador de diámetro

6.2.4 FACTIBILIDAD

Tabla 6.7 Resumen de resultados: esfuerzos y fuerzas en cada nodo del arnés

| Resultados Nodos | σ_{zn} [N/mm ²] | σ_{bn} [N/mm ²] | τ_n [N/mm ²] | τ_{rn} [N/mm ²] | σ_{brn} [N/mm ²] | Pzn [Kg] | Pbn [Kg] | P τ_n [Kg] | P τ_{rn} [Kg] | P σ_{brn} [Kg] |
|---------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--|----------|----------|-----------------|--------------------|-----------------------|
| 1 | 3,210 | 0,390 | 2,260 | 0,240 | 0,720 | 126,990 | 1,500 | 274,980 | 0,420 | 2,760 |
| 2 | 3,210 | 0,950 | 3,270 | 0,280 | 1,430 | 126,990 | 2,280 | 172,280 | 0,500 | 3,430 |
| 3 | 1,840 | 0,950 | 0,440 | 0,240 | 0,430 | 185,520 | 8,660 | 26,730 | 0,420 | 3,920 |
| 4 | 1,840 | 0,840 | 1,830 | 0,630 | 1,340 | 185,520 | 7,650 | 374,740 | 18,230 | 49,300 |
| 5 | 5,200 | 0,030 | 1,900 | 0,020 | 0,260 | 122,470 | 0,070 | 32,960 | 0,040 | 0,620 |
| 6 | 3,090 | 0,220 | 4,010 | 0,100 | 0,460 | 62,900 | 0,530 | 104,300 | 0,180 | 1,100 |
| 7 | 4,010 | 3,690 | 1,670 | 1,040 | 1,290 | 430,380 | 31,850 | 22,820 | 1,840 | 11,140 |
| 8 | 4,010 | 9,670 | 25,780 | 0,130 | 1,540 | 430,380 | 83,480 | 352,240 | 0,230 | 13,290 |
| 9 | 3,280 | 11,170 | 3,540 | 10,300 | 8,720 | 275,920 | 22,500 | 401,280 | 18,230 | 17,560 |
| 10 | 3,280 | 45,100 | 2,020 | 15,040 | 3,650 | 275,920 | 90,840 | 457,960 | 26,630 | 7,350 |
| 11 | 13,060 | 1,780 | 10,340 | 12,310 | 2,440 | 613,550 | 3,410 | 71,110 | 21,790 | 4,680 |
| 12 | 13,060 | 6,260 | 12,170 | 12,970 | 2,800 | 613,550 | 12,010 | 84,690 | 22,960 | 5,370 |
| 13 | 12,040 | 43,160 | 2,280 | 14,490 | 25,560 | 658,880 | 84,870 | 559,180 | 25,650 | 50,260 |
| 14 | 2,010 | 0,060 | 0,940 | 0,130 | 0,100 | 321,250 | 0,170 | 111,630 | 0,230 | 0,290 |
| 15 | 5,250 | 0,700 | 0,650 | 0,980 | 10,760 | 513,270 | 3,020 | 125,070 | 1,730 | 46,440 |
| Valor Mínimo | 1,840 | 0,030 | 0,440 | 0,020 | 0,100 | 62,900 | 0,070 | 22,820 | 0,040 | 0,290 |
| Valor Máximo | 13,060 | 45,100 | 25,780 | 15,040 | 25,560 | 658,880 | 90,840 | 559,180 | 26,630 | 50,260 |

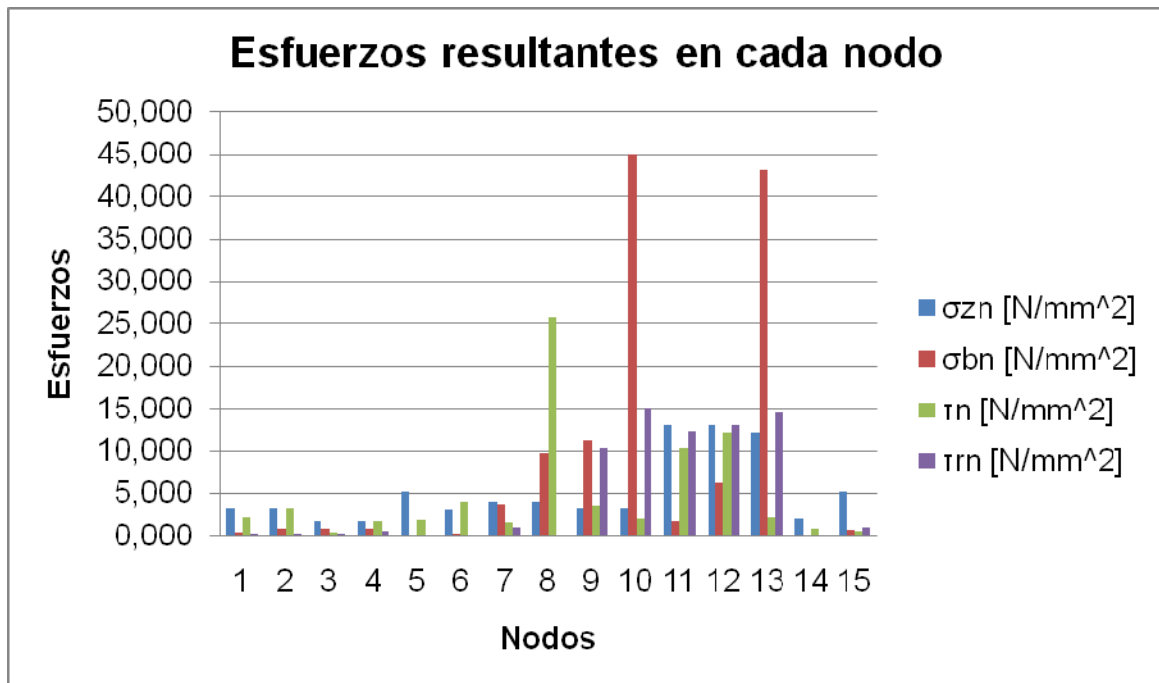


Figura 6.351 Esfuerzos resultantes en cada nodo

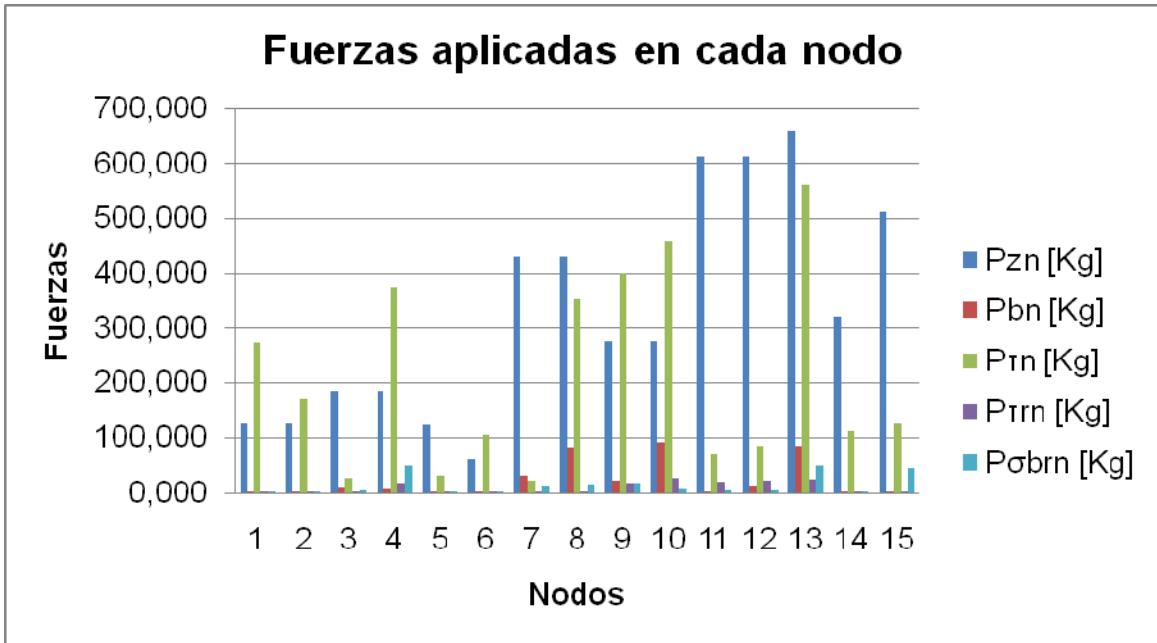


Figura 6.352 Fuerzas aplicadas en cada nodo

Tabla 6.8 Resumen de resultados de fuerzas en cada matriz

| Fuerza | | Fuerza de corte materia prima [Kg.] | Fuerza de extracción materia prima [Kg.] | Fuerza de 2do. Corte (Corte circular + Corte ovalado + corte de perforación) [Kg.] | Fuerza extracción de 2do. Corte (Corte circular + Corte ovalado + corte de perforación) [Kg.] | Fuerza de doblado completo (parte lateral + pestaña superior) [Kg.] | | |
|--------|--------------------|---|--|--|---|---|--|--|
| Pieza | Soporte Inferior | 46092,150 | 4609,210 | 10674,690 | 1067,470 | 5600,000 | | |
| Fuerza | | Fuerza de corte materia prima [Kg.] | Fuerza de extracción materia prima [Kg.] | Fuerza de corte perforación 1 [Kg.] | Fuerza de extracción corte perforación 1 [Kg.] | Fuerza de corte perforación 2 [Kg.] | Fuerza de extracción corte perforación 2 [Kg.] | Fuerza de doblado completo (L + U) [Kg.] |
| Pieza | Acople L | 16335,800 | 816,790 | 816,920 | 81,690 | 816,920 | 81,690 | 2517,330 |
| Fuerza | | Fuerza de corte total (Corte materia prima + corte perforación) [Kg.] | Fuerza de extracción corte total (Corte materia prima + corte perforación) [Kg.] | Fuerza de doblado completo (doblez u + doblado final) [Kg.] | | | | |
| Pieza | Bisagra | 3617,380 | 361,740 | 832,000 | | | | |
| Fuerza | | Fuerza de corte total (Corte materia prima + corte perforación) [Kg.] | Fuerza de extracción corte total (Corte materia prima + corte perforación) [Kg.] | Fuerza de doblado V [Kg.] | | | | |
| Pieza | Ojal | 11097,060 | 1109,710 | 648,100 | | | | |
| Fuerza | | Fuerza de doblado esquina [Kg.] | Fuerza de doblado V [Kg.] | | | | | |
| Pieza | Soporte V | 50,260 | 87,120 | | | | | |
| Fuerza | | Fuerza de doblado superior [Kg.] | Fuerza de doblado intermedia [Kg.] | | | | | |
| Pieza | Soporte Vertical | 90,640 | 8,840 | | | | | |
| Fuerza | | Fuerza de doblado [Kg.] | | | | | | |
| Pieza | Soporte Horizontal | 480,000 | | | | | | |
| Fuerza | | Fuerza de doblado (doblez L) [Kg.] | Fuerza de doblado (doblez ángulo) [Kg.] | | | | | |
| Pieza | Tubo Bastidor | 21,330 | 6,020 | | | | | |
| Fuerza | | Fuerza de doblado parte inferior y superior [Kg.] | | | | | | |
| Pieza | Varilla Oval | 27000,000 | | | | | | |
| Fuerza | | Fuerza de embutido [Kg.] | | | | | | |
| Pieza | Tubo Refuerzo | 471,200 | | | | | | |

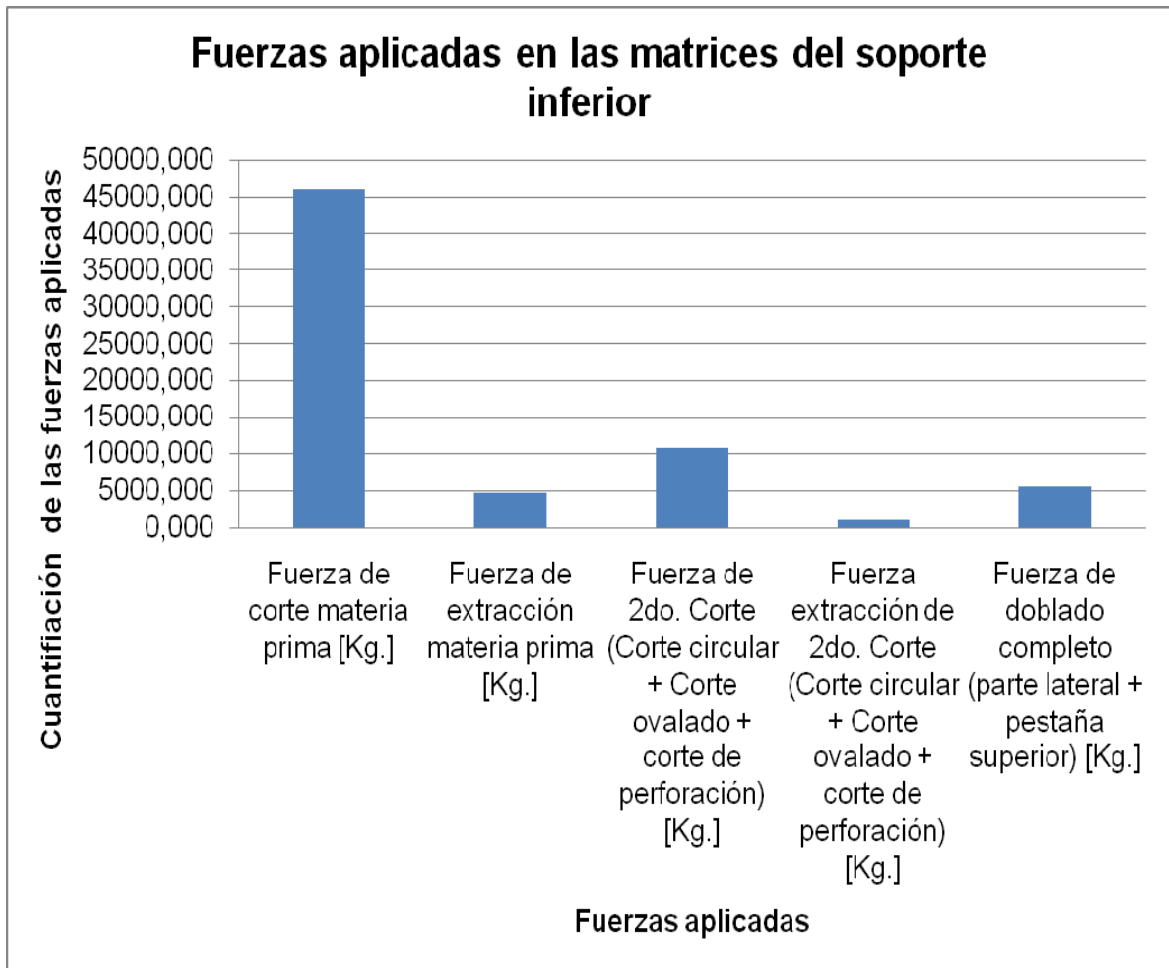


Figura 6.353 Fuerzas aplicadas en las matrices del soporte inferior

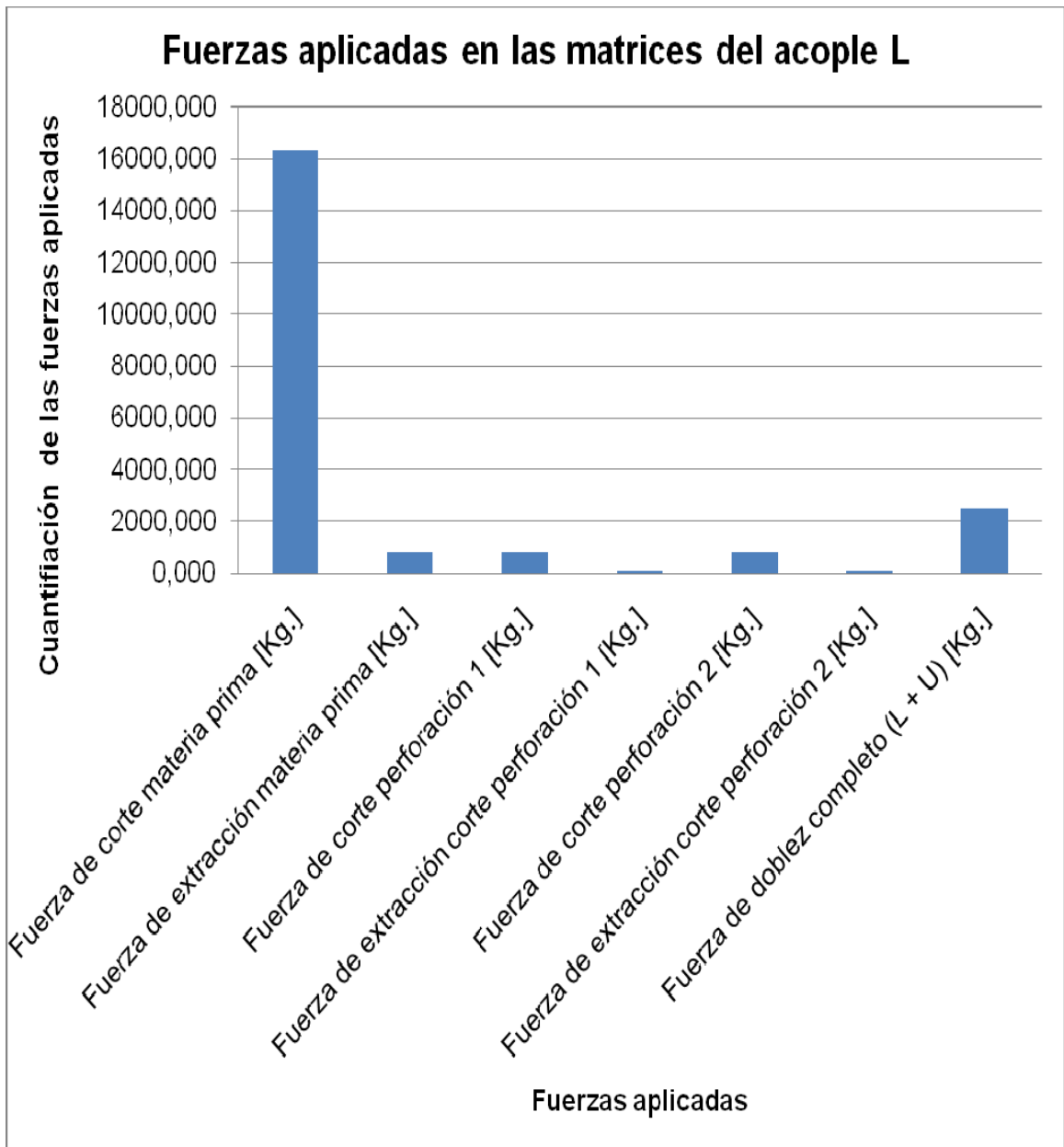


Figura 6.354 Fuerzas aplicadas en las matrices del acople L

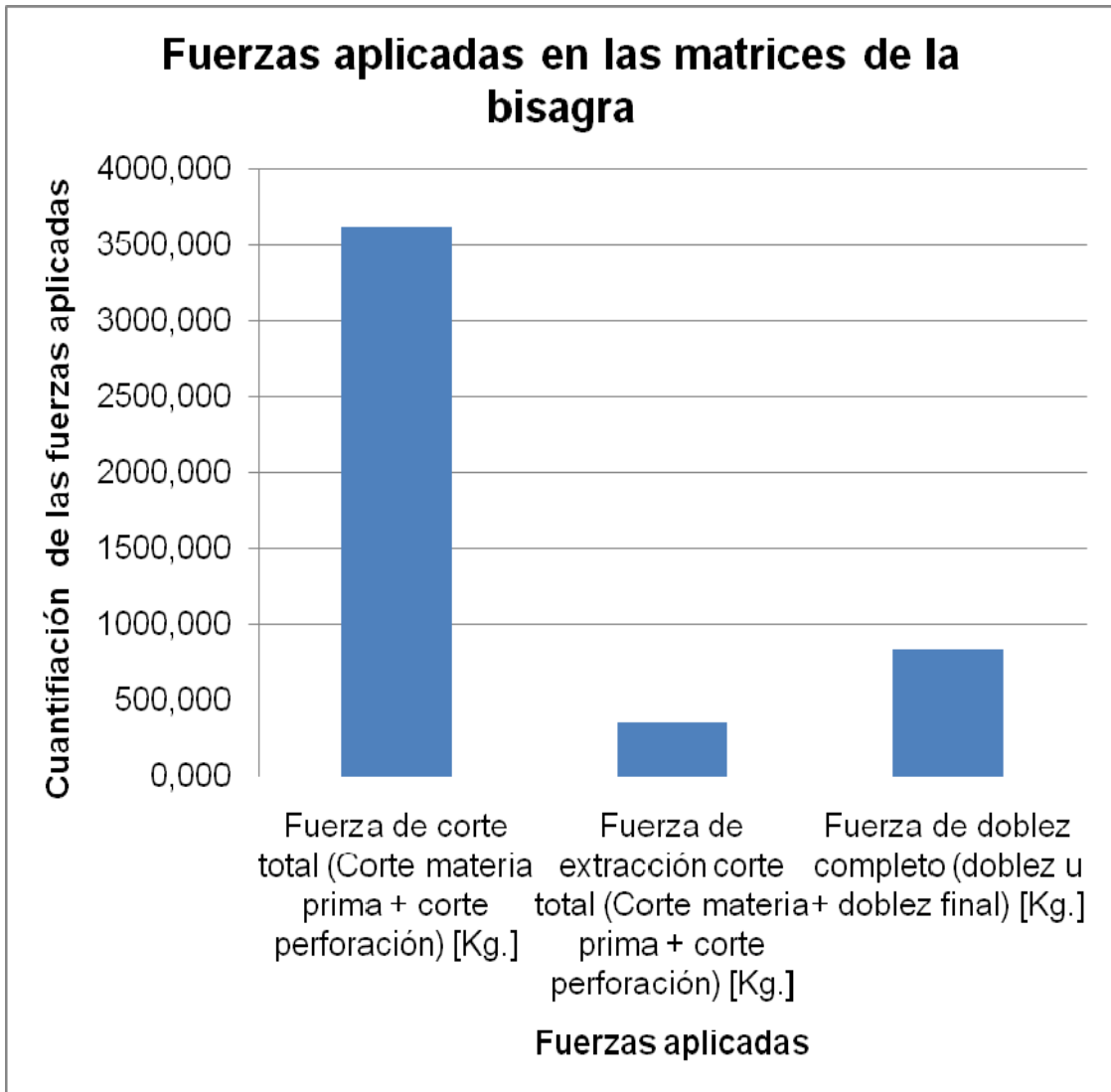


Figura 6.355 Fuerzas aplicadas en las matrices de la bisagra

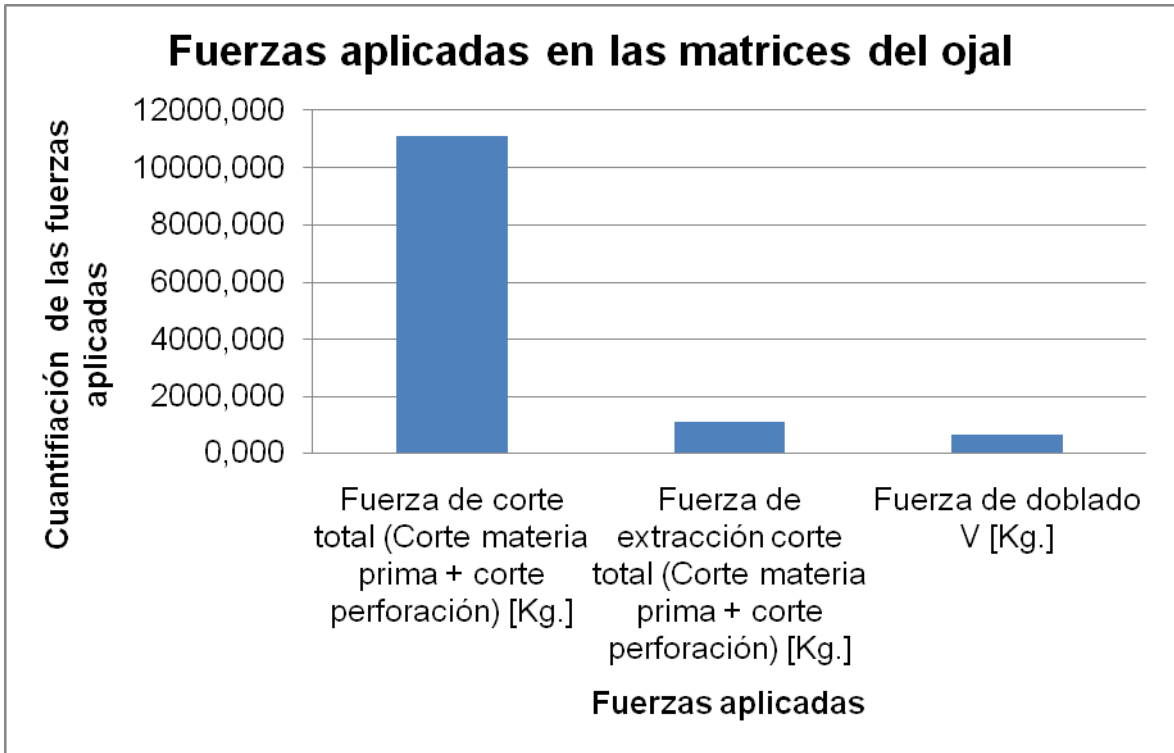


Figura 6.356 Fuerzas aplicadas en las matrices del ojal

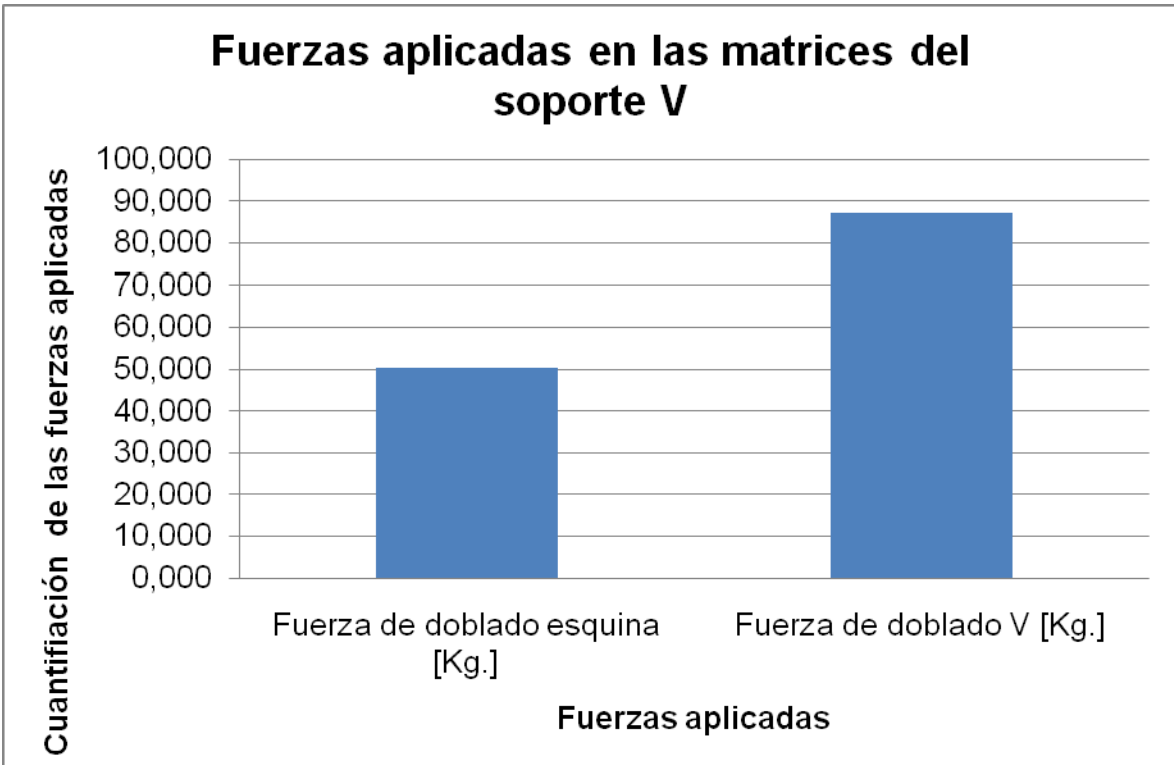


Figura 6.357 Fuerzas aplicadas en las matrices del soporte V

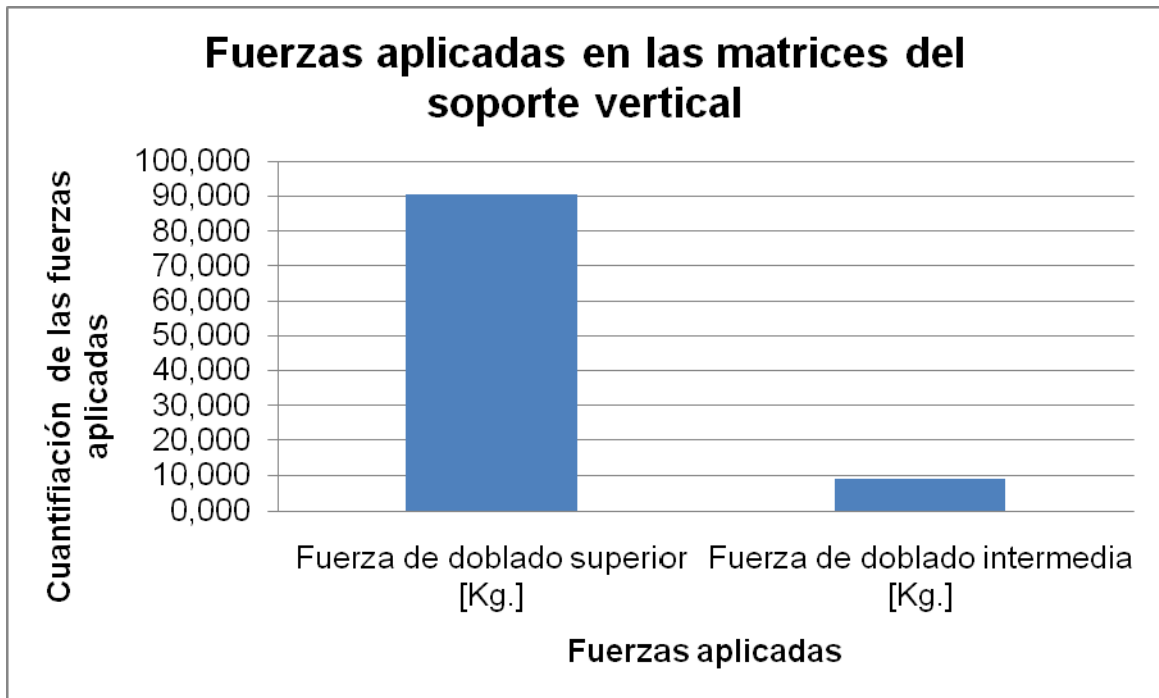


Figura 6.358 Fuerzas aplicadas en las matrices del soporte vertical

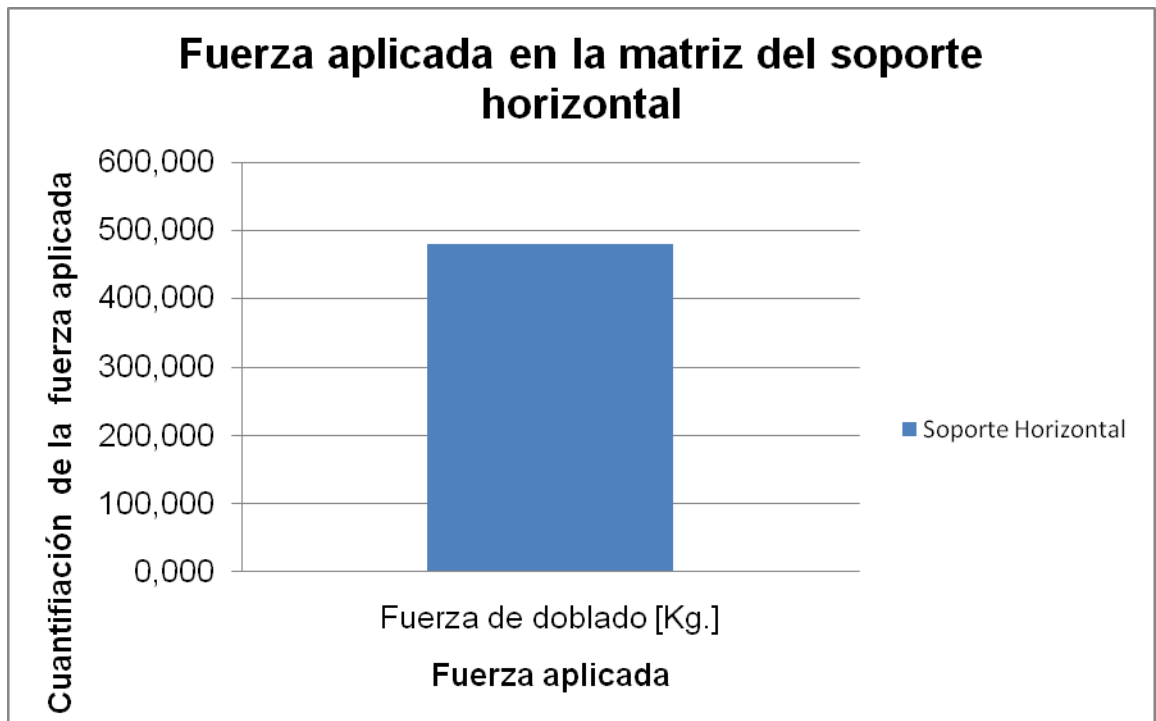


Figura 6.359 Fuerza aplicada en la matriz del soporte horizontal

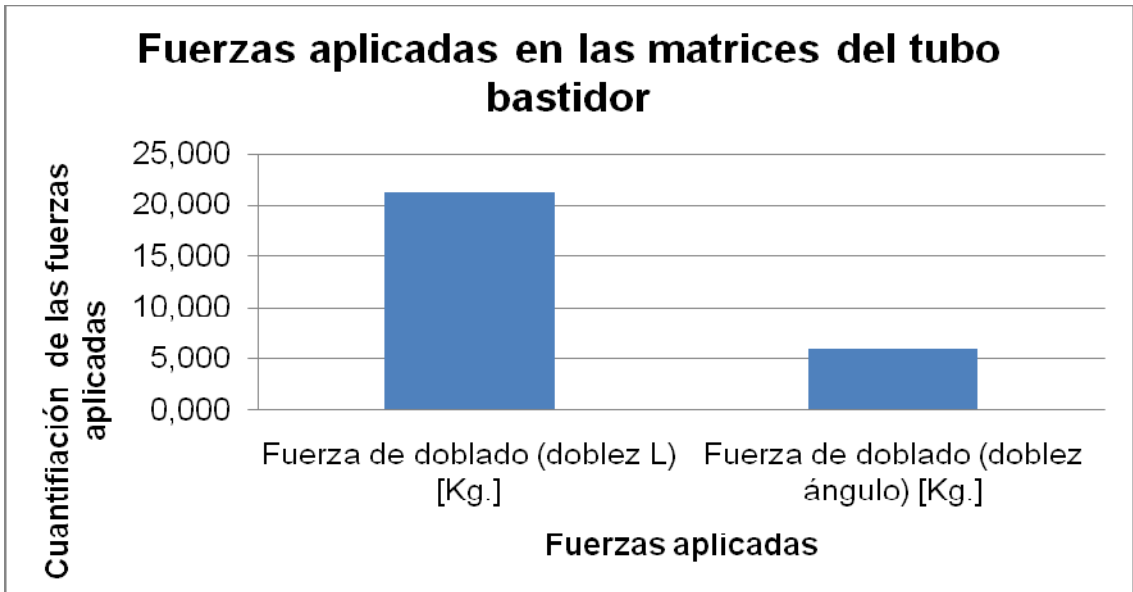


Figura 6.360 Fuerzas aplicadas en las matrices del tubo bastidor

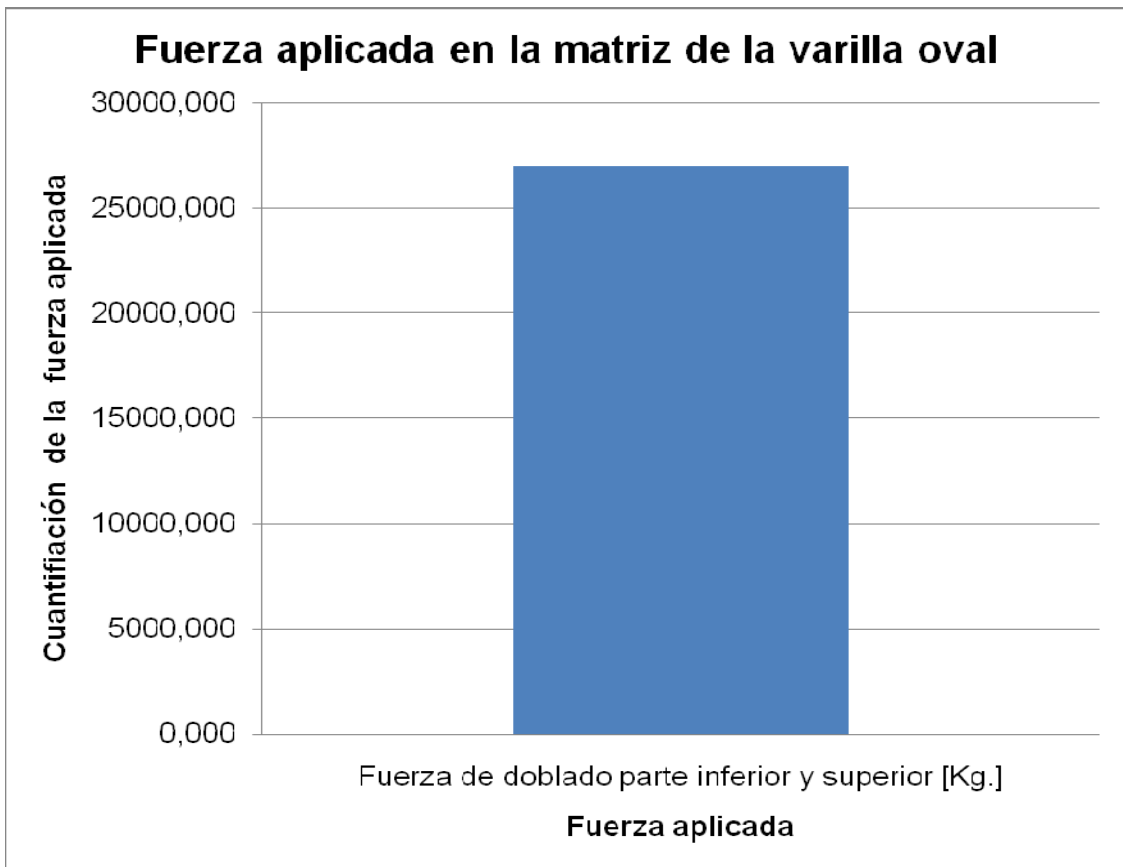


Figura 6.361 Fuerza aplicada en la matriz de la varilla oval

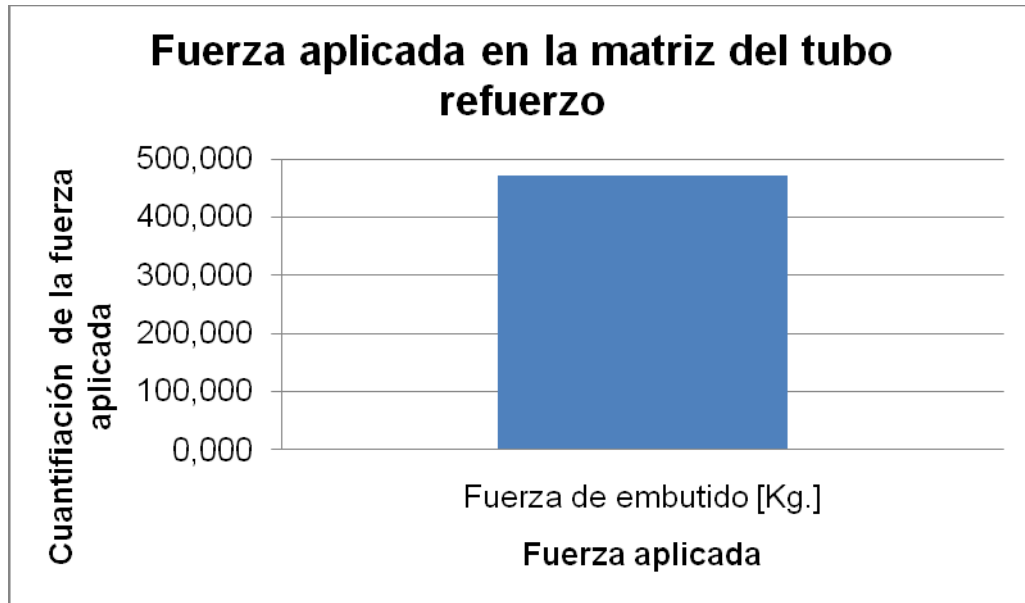


Figura 6.362 Fuerza aplicada en la matriz del tubo refuerzo

Tabla 6.9 Resumen de resultados de esfuerzos en cada matriz

| Esfuerzo | | Esfuerzo matriz de corte 1 [N/mm ²] | Esfuerzo punzón de corte 1 [N/mm ²] | Esfuerzo matriz de corte 2 matriz de corte circular [N/mm ²] | Esfuerzo matriz de corte 2 punzón de corte circular [N/mm ²] | Esfuerzo matriz de corte 2 matriz de corte ovalado [N/mm ²] | Esfuerzo matriz de corte 2 punzón de corte ovalado [N/mm ²] | Esfuerzo matriz de corte 2 matriz de perforación [N/mm ²] | Esfuerzo matriz de doblado [N/mm ²] | Esfuerzo punzón de doblado parte lateral [N/mm ²] | Esfuerzo Punzón de doblado pestaña superior [N/mm ²] |
|----------|--------------------|--|--|--|--|---|---|---|---|---|--|
| Pieza | Soporte Inferior | 3866,100 | 0,491 | 30,449 | 1,532 | 108,780 | 4,081 | 10,447 | 13,612 | 2,597 | 16,248 |
| Esfuerzo | | Esfuerzo matriz de corte perfil [N/mm ²] | Esfuerzo punzón de corte perfil [N/mm ²] | Esfuerzo matriz de perforado 1 [N/mm ²] | Esfuerzo punzón de perforado 1 [N/mm ²] | Esfuerzo matriz de perforado 2 [N/mm ²] | Esfuerzo punzón de perforado 2 [N/mm ²] | Esfuerzo matriz de doblado [N/mm ²] | Esfuerzo punzón de doblado [N/mm ²] | | |
| Pieza | Acople L | 340,158 | 0,003 | 70,648 | 52,489 | 63,857 | 61,407 | 32,389 | 28,283 | | |
| Esfuerzo | | Esfuerzo matriz de corte perfil [N/mm ²] | Esfuerzo punzón de corte perfil [N/mm ²] | Esfuerzo punzón de perforación [N/mm ²] | Esfuerzo matriz doblado 1 [N/mm ²] | Esfuerzo punzón doblado 1 [N/mm ²] | Esfuerzo matriz doblado 2 [N/mm ²] | Esfuerzo punzón doblado 2 [N/mm ²] | | | |
| Pieza | Bisagra | 462,462 | 1,492 | 202,664 | 6,700 | 10,074 | 189,924 | 5,223 | | | |
| Esfuerzo | | Esfuerzo matriz corte [N/mm ²] | Esfuerzo punzón corte [N/mm ²] | Esfuerzo punzón de perforación [N/mm ²] | Esfuerzo matriz doblado [N/mm ²] | Esfuerzo punzón doblado [N/mm ²] | | | | | |
| Pieza | Ojal | 363,188 | 9,314 | 204,330 | 4,229 | 3,899 | | | | | |
| Esfuerzo | | Esfuerzo matriz de doblado 1 [N/mm ²] | Esfuerzo punzón de doblado 1 [N/mm ²] | Esfuerzo matriz de doblado 2 [N/mm ²] | Esfuerzo punzón de doblado 2 [N/mm ²] | | | | | | |
| Pieza | Soporte V | 0,364 | 1,351 | 7,873 | 0,845 | | | | | | |
| Esfuerzo | | Esfuerzo matriz de doblado 1 [N/mm ²] | Esfuerzo punzón de doblado 1 [N/mm ²] | Esfuerzo matriz de doblado 2 [N/mm ²] | Esfuerzo punzón de doblado 2 [N/mm ²] | | | | | | |
| Pieza | Soporte Vertical | 0,413 | 0,002 | 5,013 | 0,391 | | | | | | |
| Esfuerzo | | Esfuerzo matriz de doblado [N/mm ²] | Esfuerzo punzón de doblado [N/mm ²] | | | | | | | | |
| Pieza | Soporte Horizontal | 2,160 | 2,201 | | | | | | | | |
| Esfuerzo | | Esfuerzo pasador doblado recto tubo [N/mm ²] | Esfuerzo polea doblado recto tubo [N/mm ²] | Esfuerzo barra doblado ángulo [N/mm ²] | Esfuerzo acople 1 doblado ángulo [N/mm ²] | Esfuerzo acople 2 doblado ángulo [N/mm ²] | | | | | |
| Pieza | Tubo Bastidor | 0,158 | 0,098 | 11,290 | 0,652 | 0,168 | | | | | |
| Esfuerzo | | Esfuerzo matriz de doblado 1 [N/mm ²] | Esfuerzo punzón de doblado 1 [N/mm ²] | Esfuerzo punzón de doblado 2 [N/mm ²] | | | | | | | |
| Pieza | Varilla Oval | 11,633 | 10,055 | 17,150 | | | | | | | |
| Esfuerzo | | Esfuerzo punzón modificador de diámetro [N/mm ²] | | | | | | | | | |
| Pieza | Tubo Refuerzo | 10,947 | | | | | | | | | |

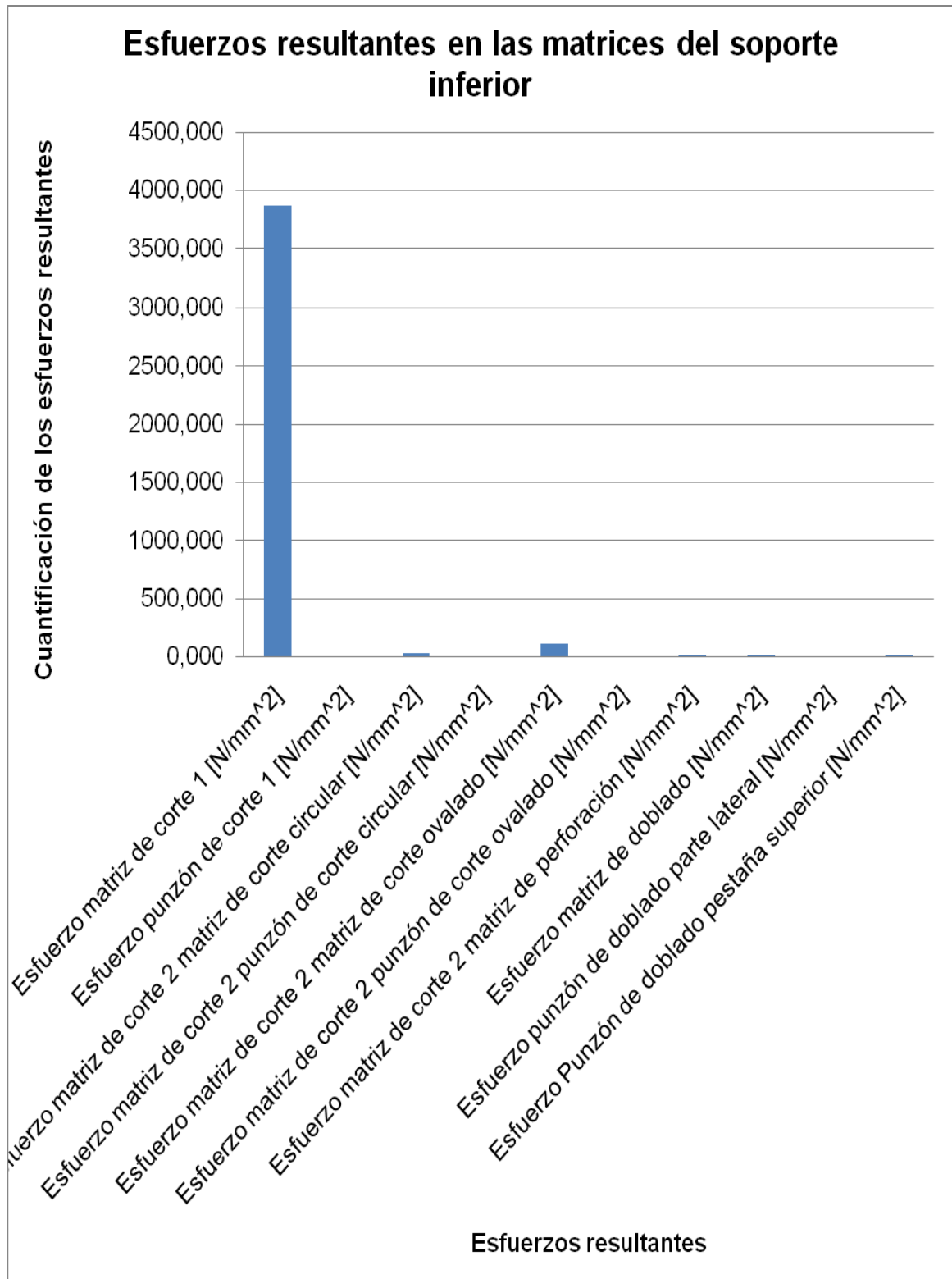


Figura 6.363 Esfuerzos resultantes en las matrices del soporte inferior



Figura 6.364 Esfuerzos resultantes en las matrices del acople L

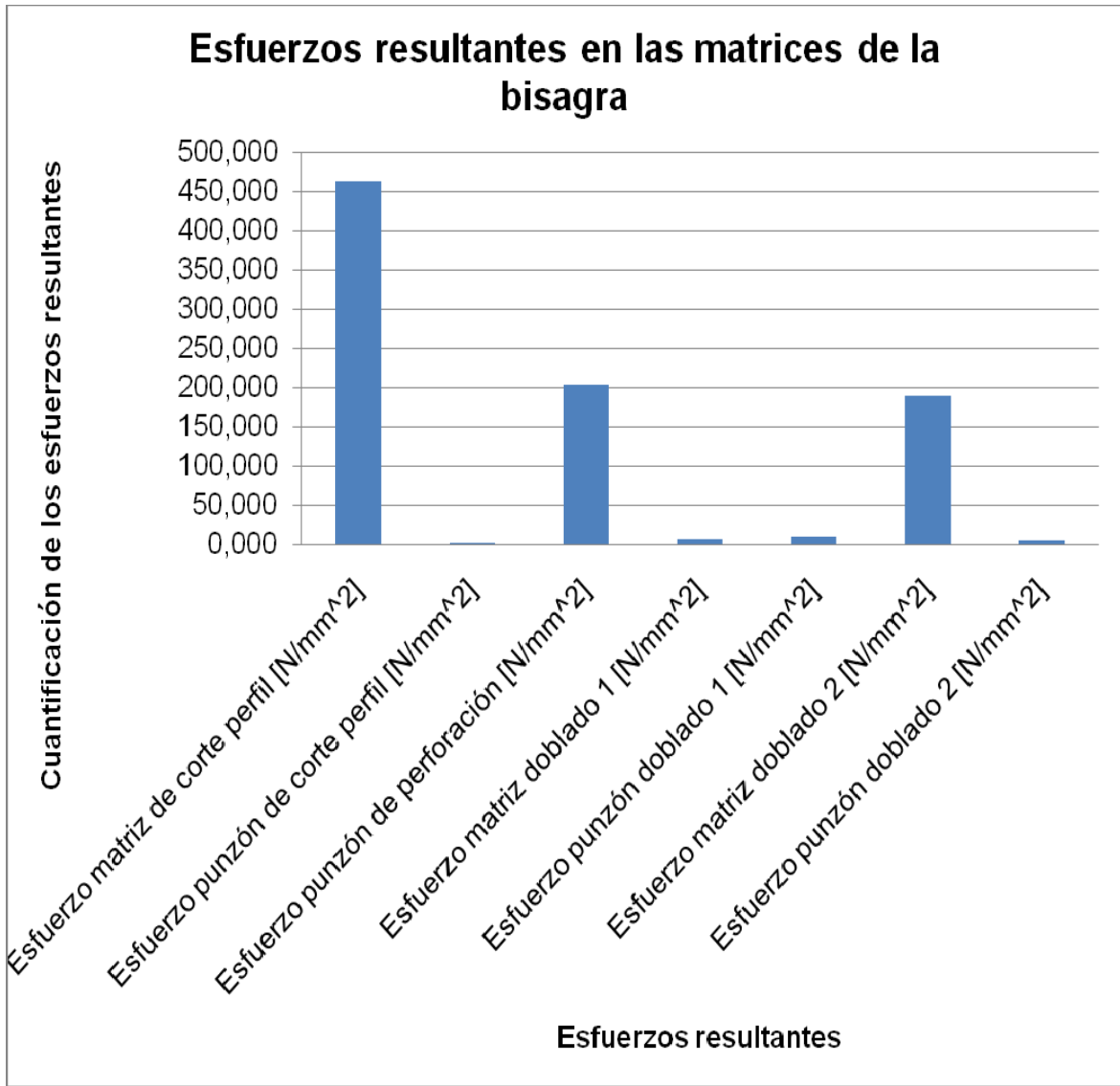


Figura 6.365 Esfuerzos resultantes en las matrices de la bisagra

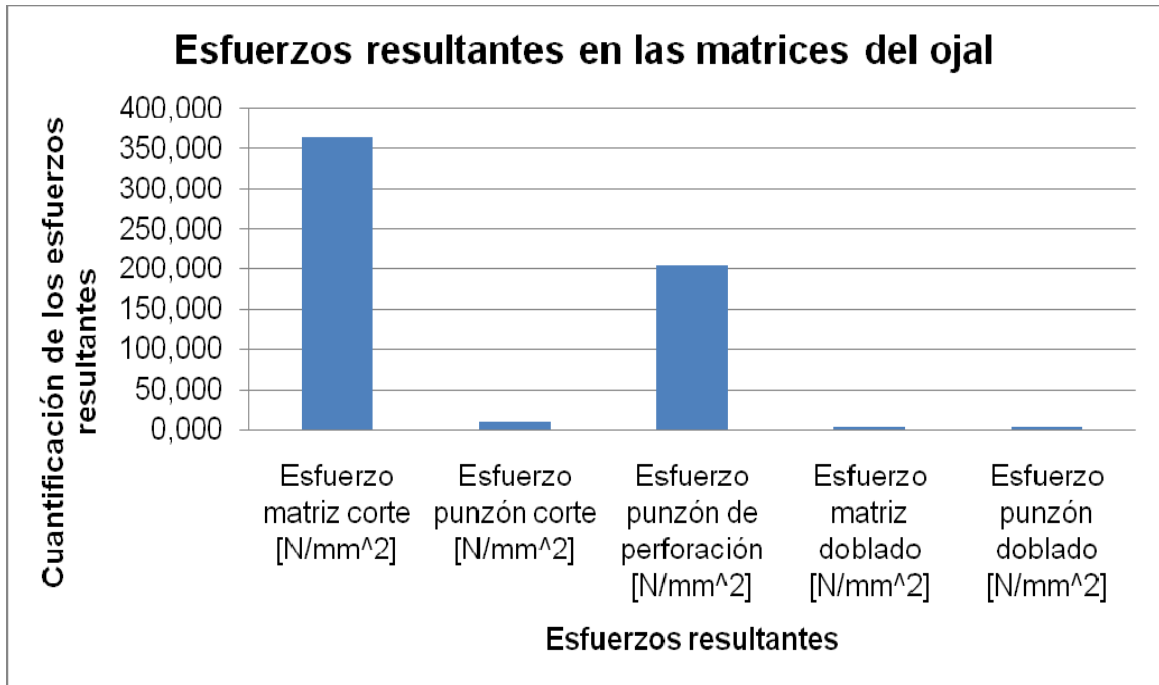


Figura 6.366 Esfuerzos resultantes en las matrices del ojal

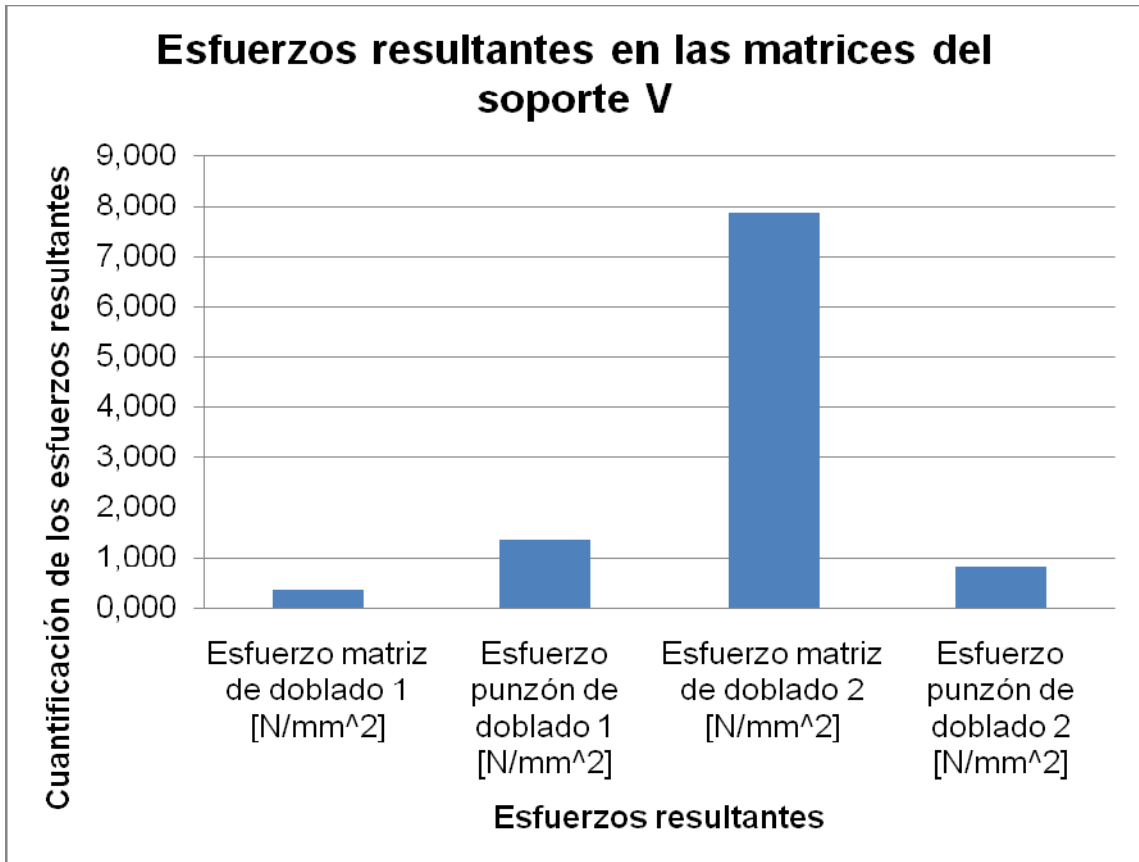


Figura 6.367 Esfuerzos resultantes en las matrices del soporte V

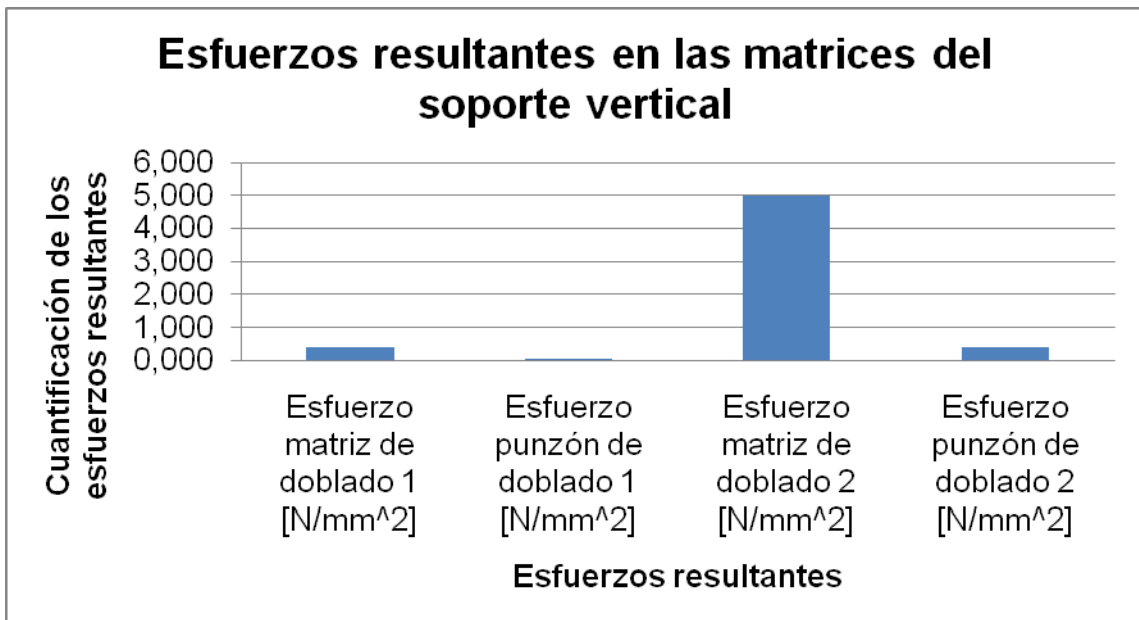


Figura 6.368 Esfuerzos resultantes en las matrices del soporte vertical

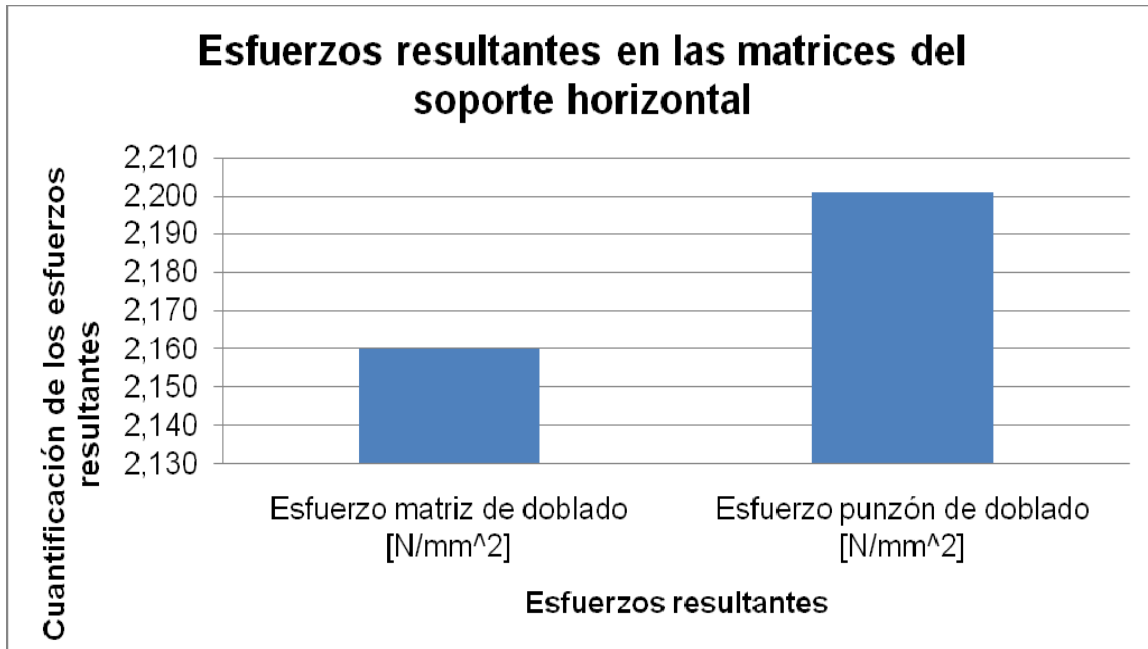


Figura 6.369 Esfuerzos resultantes en las matrices del soporte horizontal

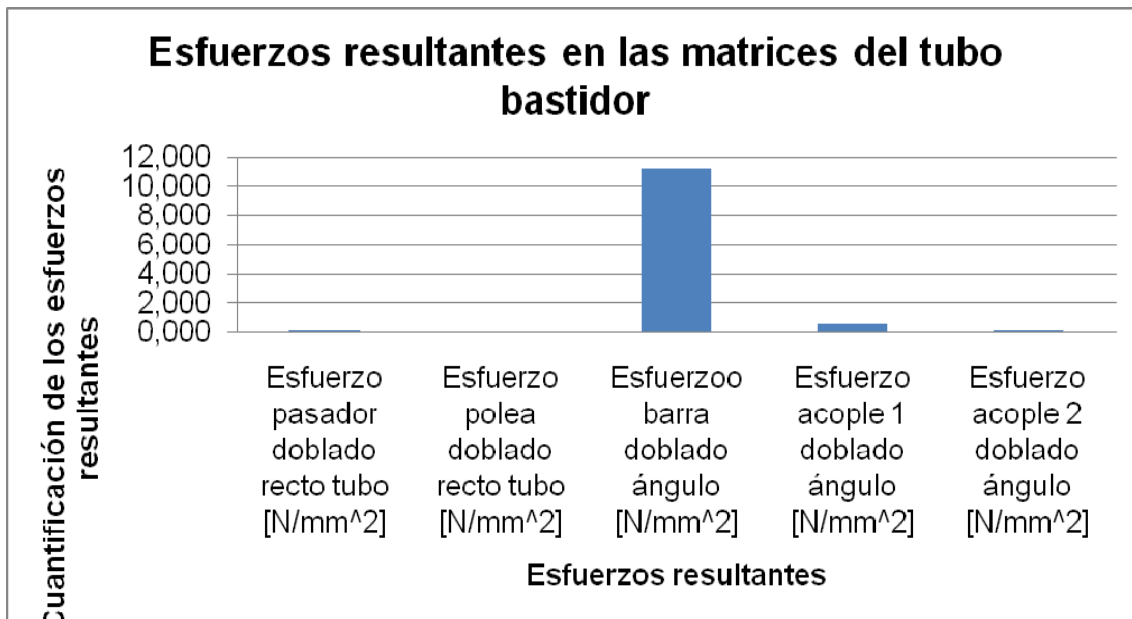


Figura 6.370 Esfuerzos resultantes en las matrices del tubo bastidor

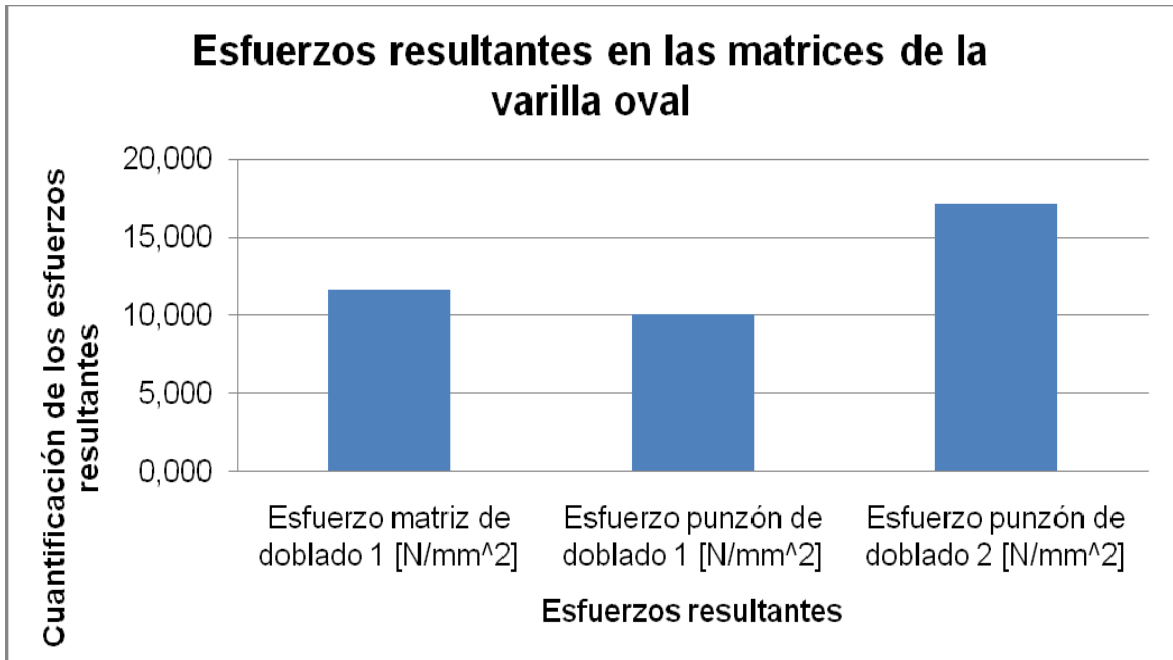


Figura 6.371 Esfuerzos resultantes en las matrices de la varilla oval

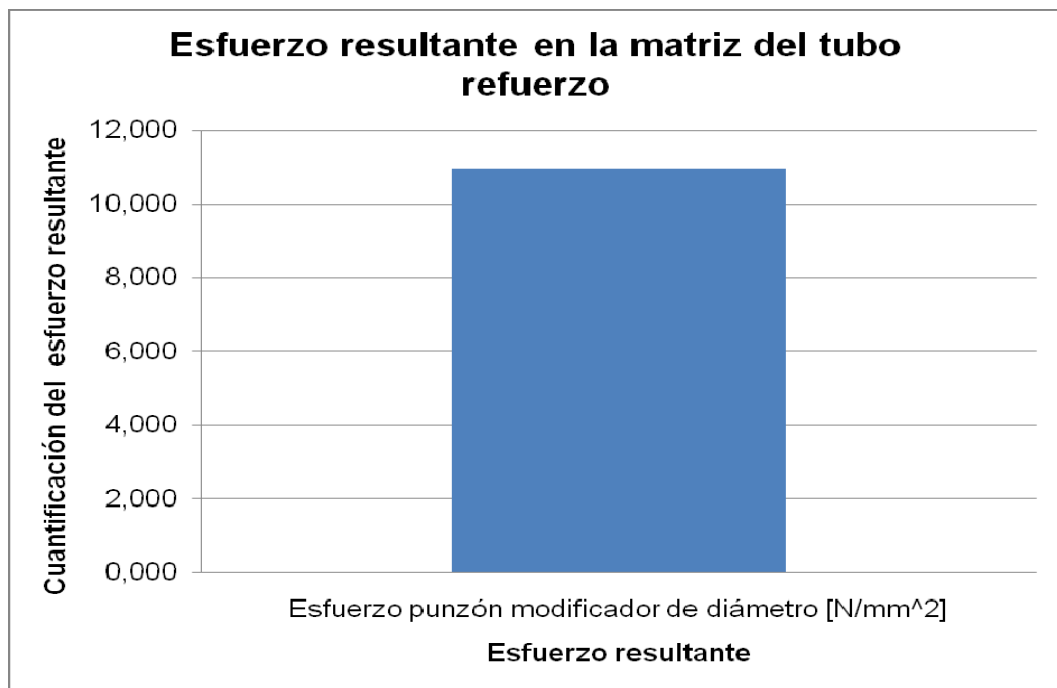


Figura 6.372 Esfuerzos resultantes en las matrices de la varilla oval

Resumen de cálculos

- Arnés

a) Fuerzas:

Tabla 6.10 Fuerza máxima y mínima aplicada al arnés

| | Nodo | Cuantificación |
|---------------------------|------|---------------------|
| Fuerza máxima [Kg] | 13 | $P_{zn} = 658,88$ |
| Fuerza mínima [Kg] | 5 | $P_{\tau n} = 0,04$ |

b) Esfuerzos:

Tabla 6.11 Esfuerzo máximo y mínimo aplicado al arnés

| | Nodo | Cuantificación |
|---|------|----------------------|
| Esfuerzo máximo [N/mm²] | 10 | $\sigma_{bn} = 45,1$ |
| Esfuerzo mínimo [N/mm²] | 5 | $\tau_{rn} = 0,02$ |

- Matrices

a) Fuerzas:

Tabla 6.12 Fuerza máxima y mínima aplicada en las matrices

| | Nombre de la pieza | Cuantificación |
|----------------------------|--------------------|--|
| Fuerza máxima [Kg.] | Soporte Inferior | Fuerza de corte materia prima = 46092,15 |
| Fuerza mínima [Kg.] | Tubo bastidor | Fuerza de doblado dobléz ángulo = 6,020 |

b) Esfuerzos

Tabla 6.13 Esfuerzo máximo y mínimo aplicado en las matrices

| | Nombre de la pieza | Cuantificación |
|---|---------------------------|---|
| Esfuerzo máximo [N/mm²] | Soporte Inferior | Esfuerzo matriz de corte 1 = 3866,1 |
| Esfuerzo mínimo [N/mm²] | Acople L | Esfuerzo punzón de corte perfil = 0,003 |

Tomando en cuenta las fuerzas, esfuerzos y factores de seguridad del arnés como de las matrices diseñadas para la fabricación del mismo, se puede establecer que se tiene la convicción para iniciar la manufactura de las matrices, como también la producción en serie de los arneses

CAPÍTULO 7


CONSTRUCCIÓN

7.1 CONSTRUCCIÓN DE MATRICES

7.1.1 HOJA DE DETALLE DE CONSTRUCCIÓN

7.1.1.1 Matriz de corte perfil (Acople L – Soporte Inferior)

Cuadro 7.1 Hoja de detalle de construcción matriz de corte perfil [Acople L – Soporte inferior]

| FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" | | | | |
|--|--|---------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| DETALLE DE CONSTRUCCIÓN  | PRODUCTO: ARNÉS METÁLICO MOCHILA MILITAR | | MATERIAL: VER PLANOS | |
| | ACOPLE L-SOPORTE INFERIOR | | DIMENSIONES: VER PLANOS | |
| | NOMBRE: MATRIZ DE CORTE PERFIL | | ÁREA: MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS | |
| No. | DESCRIPCION | MAQUINA/EQUIPO | HERRAMIENTA | TIEMPO ESTIMADO (min) |
| Porta matriz | | | | |
| 1 | Cortar materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 2 | Corte de lados y de desahogos | Maquina de corte por hilo | Hilo de Tugsteno | 240 |
| 3 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 4 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 60 |
| 5 | Roscado | - | Machuelos | 60 |
| 6 | Rectificado caras | Rectificadora plana Fritz | Muela abrasiva | 60 |
| 7 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 8 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 635 |
| Guía Matriz | | | | |
| 9 | Corte de materia prima | | Arco de sierra | 10 |
| 10 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 15 |
| 11 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 25 |

Cuadro 7.1 Hoja de detalle de construcción matriz de corte perfil [Acople L – Soporte inferior] (Continuación)


| Matriz | | | | |
|-----------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------|-----|
| 12 | Cortar materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 13 | Corte de lados y de desahogos | Maquina de corte por hilo | Hilo de Tugsteno | 240 |
| 14 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 15 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 60 |
| 16 | Roscado | - | Machuelos | 60 |
| 17 | Rectificado caras | Rectificadora plana Fritz | Muela abrasiva | 60 |
| 18 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 19 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 635 |
| Guía | | | | |
| 20 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 20 |
| 21 | Corte de lados y de ranuras | Maquina de corte por hilo | Hilo de Tugsteno | 240 |
| 22 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 23 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 80 |
| 24 | Fresado de caras | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 90 |
| 25 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 26 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 630 |
| Topes | | | | |
| 27 | Corte de materia prima | - | Arco de sierra | 5 |
| 28 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 15 |
| 29 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 20 |
| Columnas | | | | |
| 30 | Corte de materia prima | Sierra Alternativa AEG | Hoja de sierra | 10 |
| 31 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 30 |
| 32 | Rectificado | Rectificadora cilíndrica | Muela abrasiva | 60 |
| 33 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 34 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 280 |

Cuadro 7.1 Hoja de detalle de construcción matriz de corte perfil [Acople L – Soporte inferior] (Continuación)

| | | | | |
|--|--------------------------------|---|---------------------|-----------------------------------|
| 35 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 20 |
| 36 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 37 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 80 |
| 38 | Roscado | - | Machuelos | 15 |
| 39 | Rectificado caras | Rectificadora plana Fritz | Muela abrasiva | 60 |
| 40 | Tratamiento termico: TEMPLADO | Horno | - | 180 |
| 41 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 375 |
| Guía Punzón | | | | |
| 42 | Corte de materia prima | | Arco de sierra | 10 |
| 43 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 15 |
| 44 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 25 |
| Punzón | | | | |
| 45 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 46 | Corte de forma | Maquina de corte por hilo | Hilo de Tugsteno | 240 |
| 47 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 48 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 80 |
| 49 | Roscado | - | Machuelos | 15 |
| 50 | Rectificado de caras | Rectificadora plana Fritz | Muela abrasiva | 60 |
| 51 | Tratamiento termico: TEMPLADO | Horno | - | 180 |
| 52 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 610 |
| Bujes | | | | |
| 53 | Corte de materia prima | | Arco de sierra | 10 |
| 54 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 20 |
| 55 | Rectificado | Rectificadora cilíndrica | Muela abrasiva | 20 |
| 56 | Tratamiento termico: CEMENTADO | Horno | - | 180 |
| 57 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 230 |
| Toma | | | | |
| 58 | Corte de materia prima | Sierra Alternativa AEG | Hoja de sierra | 10 |
| 59 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 30 |
| 60 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 40 |
| ELABORADO POR: Sr. Francisco Montero | | REVISADO Y APROBADO POR: Ing. Pablo Figueroa | | TIEMPO TOTAL ESTIMADO: 3880 |

7.1.1.2 Matriz perforado y corte (Bisagra – Ojal)

Cuadro 7.2 Hoja de detalle de construcción matriz perforado y corte [Bisagra – Ojal]

| FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" | | | | |
|--|--|-------------------------------|---------------------|-----------------------|
| DETALLE DE CONSTRUCCIÓN  | PRODUCTO: ARNÉS METÁLICO MOCHILA MILITAR | MATERIAL: VER PLANOS | | |
| | BISAGRA-OJAL | DIMENSIONES: VER PLANOS | | |
| | NOMBRE: MATRIZ PERFORADO Y | ÁREA: MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS | | |
| No. | DESCRIPCION | MAQUINA/EQUIPO | HERRAMIENTA | TIEMPO ESTIMADO (min) |
| Matriz | | | | |
| 1 | Cortar materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 2 | Corte de lados y de agujero | Maquina de corte por hilo | Hilo de Tugsteno | 240 |
| 3 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 4 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 60 |
| 5 | Roscado | - | Machuelos | 60 |
| 6 | Rectificado caras | Rectificadora plana Fritz | Muela abrasiva | 60 |
| 7 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 8 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 635 |
| Guía | | | | |
| 9 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 10 | Corte de lados y de ranuras | Maquina de corte por hilo | Hilo de Tugsteno | 240 |
| 11 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 12 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 40 |
| 13 | Roscado | - | Machuelos | 40 |
| 14 | Rectificado de caras | Rectificadora plana Fritz | Muela abrasiva | 60 |
| 15 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 16 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 595 |
| Tope | | | | |
| 17 | Corte de materia prima | - | Arco de sierra | 5 |
| 18 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 15 |
| 19 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 20 |

Cuadro 7.2 Hoja de detalle de construcción matriz perforado y corte [Bisagra – Ojal] (Continuación)

| Porta matriz | | | | |
|---------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------|-----|
| 20 | Cortar materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 21 | Corte de lados y de desahogos | Maquina de corte por hilo | Hilo de Tugsteno | 240 |
| 22 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 23 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 60 |
| 24 | Roscado | - | Machuelos | 60 |
| 25 | Rectificado caras | Rectificadora plana Fritz | Muela abrasiva | 60 |
| 26 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 27 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 635 |
| Columna | | | | |
| 28 | Corte de materia prima | Sierra Alternativa AEG | Hoja de sierra | 10 |
| 29 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 30 |
| 30 | Rectificado | Rectificadora cilíndrica | Muela abrasiva | 60 |
| 31 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 32 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 280 |
| Guía Matriz | | | | |
| 33 | Corte de materia prima | | Arco de sierra | 10 |
| 34 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 15 |
| 35 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 25 |
| Porta Punzón | | | | |
| 36 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 20 |
| 37 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 38 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 80 |
| 39 | Roscado | - | Machuelos | 15 |
| 40 | Rectificado caras | Rectificadora plana Fritz | Muela abrasiva | 60 |
| 41 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 42 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 375 |

Cuadro 7.2 Hoja de detalle de construcción matriz perforado y corte [Bisagra – Ojal] (Continuación)

| Punzón | | | | |
|--------------------|------------------------|---------------------------|---------------------|-----|
| 43 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 44 | Corte de forma | Maquina de corte por hilo | Hilo de Tugsteno | 240 |
| 45 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 46 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 80 |
| 47 | Roscado | - | Machuelos | 15 |
| 48 | Rectificado de caras | Rectificadora plana Fritz | Muela abrasiva | 60 |
| 49 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 50 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 610 |
| Buje | | | | |
| 51 | Corte de materia prima | | | 10 |
| 52 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 20 |
| 53 | Rectificado | Rectificadora cilíndrica | Muela abrasiva | 20 |
| 54 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 55 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 230 |
| Guía Punzón | | | | |
| 56 | Corte de materia prima | | Arco de sierra | 10 |
| 57 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 15 |
| 58 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 25 |
| Toma | | | | |
| 59 | Corte de materia prima | | Arco de sierra | 10 |
| 60 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 30 |
| 61 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 40 |

Cuadro 7.2 Hoja de detalle de construcción matriz perforado y corte [Bisagra – Ojal] (Continuación)

| | | | | |
|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------|-------------------|
| | Placa retención | | | |
| 62 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 20 |
| 63 | Fresado de lados | Fresadora Fritz Werner | Fresas de vastago | 120 |
| 64 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 65 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 80 |
| 66 | Roscado | - | Machuelos | 15 |
| 67 | Tratamiento termico: TEMPLADO | Horno | - | 180 |
| 68 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 435 |
| | Punzón perforador | | | |
| 69 | Corte de materia prima | | Arco de sierra | 10 |
| 70 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 30 |
| 71 | Tratamiento termico: TEMPLADO | Horno | - | 180 |
| 72 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 220 |
| ELABORADO POR: | | REVISADO Y APROBADO POR: | | TIEMPO TOTAL |
| Sr. Francisco Montero | | Ing. Pablo Figueroa | | ESTIMADO: 3905 |

7.1.1.3 Matriz de doblado (Soporte horizontal – Varilla oval – Soporte vertical – Acople L – Bisagra – Ojal – Soporte inferior)

Cuadro 7.3 Hoja de detalle de construcción matriz de doblado [Soporte horizontal – Varilla oval – Soporte vertical – Acople L – Bisagra – Ojal – Soporte inferior]

| FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" | | | | |
|--|--|-------------------------------|---------------------|-----------------------|
| DETALLE DE CONSTRUCCIÓN  | PRODUCTO: ARNÉS METÁLICO MOCHILA MILITAR | MATERIAL: VER PLANOS | | |
| | SOPORTE HORIZONTAL- VARILLA OVAL- SOPORTE VERTICAL- ACOPLA L-BISAGRA- OJAL-SOPORTE | DIMENSIONES: VER PLANOS | | |
| | NOMBRE: MATRIZ DE DOBLADO | ÁREA: MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS | | |
| No. | DESCRIPCION | MAQUINA/EQUIPO | HERRAMIENTA | TIEMPO ESTIMADO (min) |
| | Base Matriz Soporte Horizontal | | | |
| 1 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 2 | Corte de lados y de ranuras | Maquina de corte por hilo | Hilo de Tugsteno | 240 |
| 3 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 4 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 60 |
| 5 | Roscado | - | Machuelos | 60 |
| 6 | Escariado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Escariador | 60 |
| 7 | Tratamiento termico: TEMPLADO | Horno | - | 180 |
| 8 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 635 |
| | Columna Matriz Soporte Horizontal | | | |
| 9 | Corte de materia prima | Sierra Alternativa AEG | Hoja de sierra | 10 |
| 10 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 30 |
| 11 | Rectificado | Rectificadora cilíndrica | Muela abrasiva | 60 |
| 12 | Tratamiento termico: TEMPLADO | Horno | - | 180 |
| 13 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 280 |

Cuadro 7.3 Hoja de detalle de construcción matriz de doblado [Soporte horizontal – Varilla oval – Soporte vertical – Acople L – Bisagra – Ojal – Soporte inferior] (Continuación)

| | | | | |
|----|---|------------------------|---------------------|-----|
| | Tope 1 Soporte Horizontal | | | |
| 14 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 15 | Fresado de caras | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 30 |
| 16 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 10 |
| 17 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 30 |
| 18 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 85 |
| | Tope 2 Soporte Horizontal | | | |
| 19 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 20 | Fresado de caras | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 60 |
| 21 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 10 |
| 22 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 30 |
| 23 | Roscado | - | Machuelos | 60 |
| 24 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 175 |
| | Tope 3 Soporte Horizontal | | | |
| 25 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 10 |
| 26 | Fresado de caras | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 20 |
| 27 | Trazado de referencia | - | Punto y martillo | 5 |
| 28 | Taladrado de agujero | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 10 |
| 29 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 45 |
| | Base Porta Punzón Soporte Horizontal | | | |
| 30 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 40 |
| 31 | Fresado de caras | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 30 |
| 32 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 30 |
| 33 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 90 |
| 34 | Roscado | - | Machuelos | 45 |
| 35 | Tratamiento termico: TEMPLADO | Horno | - | 180 |
| 36 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 415 |

Cuadro 7.3 Hoja de detalle de construcción matriz de doblado [Soporte horizontal – Varilla oval – Soporte vertical – Acople L – Bisagra – Ojal – Soporte inferior] (Continuación)

| | | | | |
|----|--|------------------------|---------------------|-----|
| | Base Punzón Soporte Horizontal | | | |
| 37 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 40 |
| 38 | Fresado de caras | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 30 |
| 39 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 30 |
| 40 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 90 |
| 41 | Roscado | - | Machuelos | 20 |
| 42 | Escariado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Escariador | 60 |
| 43 | Tratamiento termico: TEMPLADO | Horno | - | 180 |
| 44 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 450 |
| | Bushing Soporte Horizontal | | | |
| 45 | Corte de materia prima | - | Arco de sierra | 10 |
| 46 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 20 |
| 47 | Escariado de agujero | Fresadora Fritz Werner | Escariador | 40 |
| 48 | Tratamiento termico: CEMENTADO | Horno | - | 180 |
| 49 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 250 |
| | Punzón Doble Soporte Horizontal | | | |
| 50 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 51 | Fresado de caras | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 20 |
| 52 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 53 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 60 |
| 54 | Roscado | - | Machuelos | 15 |
| 55 | Tratamiento termico: TEMPLADO | Horno | - | 180 |
| 56 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 310 |


Cuadro 7.3 Hoja de detalle de construcción matriz de doblado [Soporte horizontal – Varilla oval – Soporte vertical – Acople L – Bisagra – Ojal – Soporte inferior] (Continuación)

| | | | | |
|-----------------------------------|---|---|---------------------|--------------------------------|
| | Soporte Punzòn Doble Soporte Horizontal | | | |
| 57 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 20 |
| 58 | Fresado de caras | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vástago de | 30 |
| 59 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 60 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vástago de | 80 |
| 61 | Roscado | - | Machuelos | 15 |
| 62 | Tratamiento termico: TEMPLADO | Horno | - | 180 |
| 63 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 345 |
| | Soporte Punzòn Resortes Soporte Horizontal | | | |
| 64 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 65 | Fresado de caras | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vástago de | 20 |
| 66 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 15 |
| 67 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vástago de | 60 |
| 68 | Roscado | - | Machuelos | 10 |
| 69 | Tratamiento termico: TEMPLADO | Horno | - | 180 |
| 70 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 300 |
| | Toma Punzòn Soporte Horizontal | | | |
| 71 | Corte de materia prima | Sierra Alternativa AEG | Hoja de sierra | 10 |
| 72 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 30 |
| 73 | Fresado de ranura | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vástago de | 20 |
| 74 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 60 |
| | Tope Soporte Horizontal | | | |
| 75 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 10 |
| 76 | Fresado de caras | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vástago de | 15 |
| 77 | Trazado de referencia | - | Punto y martillo | 10 |
| 78 | Taladrado de agujero | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vástago de | 15 |
| 79 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 50 |
| ELABORADO POR: Sr. José Chávez | | REVISADO Y APROBADO POR: Ing. Pablo Figueroa | | TIEMPO TOTAL ESTIMADO: 3400 |

7.1.1.4 Soporte V

7.1.1.4.1 Matriz doblado esquina

Cuadro 7.4 Hoja de detalle de construcción matriz doblado esquina

| FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" | | | | |
|--|--|-------------------------------|---------------------|-----------------------|
| DETALLE DE CONSTRUCCIÓN  | PRODUCTO: ARNÉS METÁLICO MOCHILA MILITAR | MATERIAL: VER PLANOS | | |
| | SOPORTE V | DIMENSIONES: VER PLANOS | | |
| | NOMBRE: Doblado Esquina | ÁREA: MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS | | |
| No. | DESCRIPCION | MAQUINA/EQUIPO | HERRAMIENTA | TIEMPO ESTIMADO (min) |
| Base Soporte V | | | | |
| 1 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 30 |
| 2 | Fresado de caras | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 90 |
| 3 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 10 |
| 4 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 60 |
| 5 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 6 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 370 |
| Porta Matriz Soporte V | | | | |
| 7 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 60 |
| 8 | Fresado de caras | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 90 |
| 9 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 30 |
| 10 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 90 |
| 11 | Roscado | - | Machuelos | 45 |
| 12 | Escariado de caras internas | Fresadora Fritz Werner | Escariador | 45 |
| 13 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 14 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 540 |

**Cuadro 7.4 Hoja de detalle de construcción matriz doblado esquina
(Continuación)**

| | | | | |
|----|--------------------------------|------------------------|---------------------|-----|
| | Tope 1 Soporte V | | | |
| 15 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 16 | Fresado de caras | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 30 |
| 17 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 10 |
| 18 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 30 |
| 19 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 85 |
| | Tope 2 Soporte V | | | |
| 20 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 21 | Fresado de caras | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 60 |
| 22 | Trazado de referencia | - | Punto y martillo | 10 |
| 23 | Taladrado de agujero | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 30 |
| 24 | Roscado | - | Machuelos | 15 |
| 25 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 130 |
| | Porta Punzón Soporte V | | | |
| 26 | Corte de materia prima | Sierra Alternativa AEG | Hoja de sierra | 20 |
| 27 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 40 |
| 28 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 29 | Almacenamiento | - | - | - |
| 30 | | | SUBTOTAL | 240 |
| | Acople Punzón Soporte V | | | |
| 31 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 45 |
| 32 | Fresado de caras | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 60 |
| 33 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 15 |
| 34 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 60 |
| 35 | Roscado | - | Machuelos | 40 |
| 36 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 37 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 400 |

**Cuadro 7.4 Hoja de detalle de construcción matriz doblado esquina
(Continuación)**

| Tope 3 Soporte V | | | | |
|-----------------------------------|------------------------|---|---------------------|-----------------------------------|
| 38 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 39 | Fresado de caras | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 30 |
| 40 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 10 |
| 41 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 45 |
| 42 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 100 |
| Tope 4 Soporte V | | | | |
| 43 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 44 | Fresado de caras | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 30 |
| 45 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 10 |
| 46 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 45 |
| 47 | Roscado | - | Machuelos | 40 |
| 48 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 140 |
| ELABORADO POR: Sr. José Chávez | | REVISADO Y APROBADO POR: Ing. Pablo Figueroa | | TIEMPO TOTAL ESTIMADO: 2005 |

7.1.1.4.2 Matriz doblado v

Cuadro 7.5 Hoja de detalle de construcción matriz doblado v

| FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" | | | | |
|--|--|-------------------------------|---------------------|-----------------------|
| DETALLE DE CONSTRUCCIÓN  | PRODUCTO: ARNÉS METÁLICO MOCHILA MILITAR | MATERIAL: VER PLANOS | | |
| | SOPORTE V | DIMENSIONES: VER PLANOS | | |
| | NOMBRE: DOBLADO V | ÁREA: MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS | | |
| No. | DESCRIPCION | MAQUINA/EQUIPO | HERRAMIENTA | TIEMPO ESTIMADO (min) |
| Base Doblado V | | | | |
| 1 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 30 |
| 2 | Fresado de caras | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 90 |
| 3 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 10 |
| 4 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 60 |
| 5 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 6 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 370 |
| Porta Matriz Doblado V | | | | |
| 7 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 60 |
| 8 | Fresado de caras | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 90 |
| 9 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 30 |
| 10 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 60 |
| 11 | Roscado | - | Machuelos | 30 |
| 12 | Escariado de caras internas | Fresadora Fritz Werner | Escariador | 45 |
| 13 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 14 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 495 |

**Cuadro 7.5 Hoja de detalle de construcción matriz doblado v
(Continuación)**

| Ángulo Doblado V | | | | |
|--------------------------------|------------------------|----------------------------|---------------------|-----|
| 15 | Corte de materia prima | Sierra Alternativa AEG | Hoja de sierra | 20 |
| 16 | Fresado de caras | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 30 |
| 17 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 30 |
| 18 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 60 |
| 19 | Soldado de piezas | Soldadura Miller | - | 20 |
| 20 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 21 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 340 |
| Acople Matriz Doblado V | | | | |
| 22 | Corte de materia prima | Sierra Alternativa AEG | Hoja de sierra | 10 |
| 23 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 20 |
| 24 | Fresado de caras | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 45 |
| 25 | Rectificado | Rectificadora cilíndrica y | Muela abrasiva | 40 |
| 26 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 27 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 30 |
| 28 | Roscado | - | Machuelos | 20 |
| 29 | Escariado de agujero | Fresadora Fritz Werner | Escariador | 15 |
| 30 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 31 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 380 |
| Tope Doblado V | | | | |
| 32 | Corte de materia prima | Sierra Alternativa AEG | Hoja de sierra | 10 |
| 33 | Fresado de caras | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 15 |
| 34 | Trazado de referencia | - | Punto y martillo | 10 |
| 35 | Taladrado de agujero | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 20 |
| 36 | Roscado | - | Machuelos | 10 |
| 37 | Rectificado | Rectificadora plana Fritz | Muela abrasiva | 20 |
| 38 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 85 |


**Cuadro 7.5 Hoja de detalle de construcción matriz doblado v
(Continuación)**

| Acople Columna Doblado V | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|---|---------------------|-----------------------------------|
| 39 | Corte de materia prima | Sierra Alternativa AEG | Hoja de sierra | 20 |
| 40 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 45 |
| 41 | Tratamiento termico: TEMPLADO | Horno | - | 180 |
| 42 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 245 |
| Acople Punzón Doblado V | | | | |
| 43 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 20 |
| 44 | Fresado de caras | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 45 |
| 45 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 10 |
| 46 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 60 |
| 47 | Roscado | - | Machuelos | 20 |
| 48 | Tratamiento termico: TEMPLADO | Horno | - | 180 |
| 49 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 335 |
| ELABORADO POR: Sr. José Chávez | | REVISADO Y APROBADO POR: Ing. Pablo Figueroa | | TIEMPO TOTAL ESTIMADO: 2250 |

7.1.1.5 Tubo bastidor

7.1.1.5.1 Matriz doblado recto

Cuadro 7.6 Hoja de detalle de construcción matriz doblado recto

| FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" | | | | |
|--|--|-------------------------------|---------------------|-----------------------|
| DETALLE DE CONSTRUCCIÓN  | PRODUCTO: ARNÉS METÁLICO MOCHILA MILITAR | MATERIAL: VER PLANOS | | |
| | TUBO BASTIDOR | DIMENSIONES: VER PLANOS | | |
| | NOMBRE: MATRIZ DOBLADO RECTO | ÁREA: MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS | | |
| No. | DESCRIPCION | MAQUINA/EQUIPO | HERRAMIENTA | TIEMPO ESTIMADO (min) |
| Placa base | | | | |
| 1 | Cortar materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 2 | Fresado de lados | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 180 |
| 3 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 4 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 60 |
| 5 | Roscado | - | Machuelos | 60 |
| 6 | Rectificado caras | Rectificadora plana Fritz | Muela abrasiva | 60 |
| 7 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 8 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 575 |
| Tope | | | | |
| 9 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 10 | Fresado de lados | Fresadora Fritz Werner | Fresa de corte | 120 |
| 11 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 12 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 15 |
| 13 | Roscado | - | Machuelos | 15 |
| 14 | Rectificado de caras | Rectificadora plana Fritz | Muela abrasiva | 60 |
| 15 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 16 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 425 |

**Cuadro 7.6 Hoja de detalle de construcción matriz doblado recto
(Continuación)**

| | | | | |
|----|-------------------------------|---------------------------|-----------------|-----|
| | Apoyo Base | | | |
| 17 | Cortar materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 18 | Fresado de lados y canal | Fresadora Fritz Werner | Fresas | 180 |
| 19 | Trazado de referencias | - | Punto y | 20 |
| 20 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de | 60 |
| 21 | Roscado | - | Machuelos | 60 |
| 22 | Rectificado caras | Rectificadora plana Fritz | Muela | 60 |
| 23 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 395 |
| | Apoyo Tapa | | | |
| 24 | Cortar materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 25 | Fresado de lados y canal | Fresadora Fritz Werner | Fresas | 180 |
| 26 | Trazado de referencias | - | Punto y | 20 |
| 27 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de | 60 |
| 28 | Roscado | - | Machuelos | 60 |
| 29 | Rectificado caras | Rectificadora plana Fritz | Muela | 60 |
| 30 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 395 |
| | Topedob | | | |
| 31 | Corte de materia prima | | Arco de | 10 |
| 32 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de | 15 |
| 33 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de | 15 |
| 34 | Roscado | - | Machuelos | 15 |
| 35 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 55 |
| | Topedobeje | | | |
| 36 | Corte de materia prima | | Arco de | 10 |
| 37 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de | 15 |
| 38 | Tratamiento termico: TEMPLADO | Horno | - | 180 |
| 39 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 205 |
| | Eje | | | |
| 40 | Corte de materia prima | | Arco de | 10 |
| 41 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de | 30 |
| 42 | Tratamiento termico: TEMPLADO | Horno | - | 180 |
| 43 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 220 |

**Cuadro 7.6 Hoja de detalle de construcción matriz doblado recto
(Continuación)**

| | | | | |
|----|------------------------|------------------------|---------------------|-----|
| | Placa union | | | |
| 44 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 45 | Fresado de lados | Fresadora Fritz Werner | Fresa de corte | 60 |
| 45 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 46 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 15 |
| 47 | Roscado | - | Machuelos | 15 |
| 48 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 125 |
| | Doblador 1 | | | |
| 49 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 50 | Fresado de lados | Fresadora Fritz Werner | Fresa de corte | 90 |
| 51 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 52 | Fresado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 45 |
| 53 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 170 |
| | Doblador 2 | | | |
| 54 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 55 | Fresado de lados | Fresadora Fritz Werner | Fresa de corte | 90 |
| 56 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 57 | Fresado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 60 |
| 58 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 185 |
| | Toma | | | |
| 59 | Corte de materia prima | | Arco de sierra | 10 |
| 60 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 15 |
| 61 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 25 |
| | Guía | | | |
| 62 | Corte de materia prima | | Arco de sierra | 10 |
| 63 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 15 |
| 64 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 65 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 205 |

**Cuadro 7.6 Hoja de detalle de construcción matriz doblado recto
(Continuación)**

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------|----------------|
| | Buje1 | | | |
| 66 | Corte de materia prima | | Arco de sierra | 10 |
| 67 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 30 |
| 68 | Tratamiento termico: CEMENTADO | Horno | - | 180 |
| 69 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 220 |
| | Polea | | | |
| 70 | Corte de materia prima | | Arco de sierra | 10 |
| 71 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 90 |
| 72 | Tratamiento termico: TEMPLADO | Horno | - | 180 |
| 73 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 280 |
| | Buje2 | | | |
| 74 | Corte de materia prima | | Arco de sierra | 10 |
| 75 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 30 |
| 76 | Tratamiento termico: CEMENTADO | Horno | - | 180 |
| 77 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 220 |
| | Buje3 | | | |
| 78 | Corte de materia prima | | Arco de sierra | 10 |
| 79 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 30 |
| 80 | Tratamiento termico: CEMENTADO | Horno | - | 180 |
| 81 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 220 |
| ELABORADO POR: | | REVISADO Y APROBADO POR: | | TIEMPO TOTAL |
| Sr. Francisco Montero | | Ing. Pablo Figueroa | | ESTIMADO: 3920 |

7.1.1.5.2 Matriz doblado ángulo

Cuadro 7.7 Hoja de detalle de construcción matriz doblado ángulo

| FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" | | | | |
|---|---|--------------------------------------|---------------------|------------------------------|
| DETALLE DE CONSTRUCCIÓN  | PRODUCTO: ARNÉS METÁLICO MOCHILA MILITAR | MATERIAL: VER PLANOS | | |
| | TUBO BASTIDOR | DIMENSIONES: VER PLANOS | | |
| | NOMBRE: MATRIZ DOBLADO ÁNGULO | ÁREA: MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS | | |
| No. | DESCRIPCION | MAQUINA/EQUIPO | HERRAMIENTA | TIEMPO ESTIMADO (min) |
| Placa base | | | | |
| 1 | Cortar materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 2 | Fresado de lados | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 180 |
| 3 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 4 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 60 |
| 5 | Roscado | - | Machuelos | 60 |
| 6 | Rectificado caras | Rectificadora plana Fritz | Muela abrasiva | 60 |
| 7 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 8 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 575 |
| Apoyo | | | | |
| 9 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 10 | Fresado de canal | Fresadora Fritz Werner | Fresa de corte | 180 |
| 11 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 12 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 40 |
| 13 | Roscado | - | Machuelos | 15 |
| 14 | Rectificado de caras | Rectificadora plana Fritz | Muela abrasiva | 60 |
| 15 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 16 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 510 |

**Cuadro 7.7 Hoja de detalle de construcción matriz doblado ángulo
(Continuación)**

| | | | | |
|----|------------------------|---------------------------|---------------------|-----|
| | Matriz 2 | | | |
| 17 | Corte de materia prima | Sierra Alternativa AEG | Hoja de sierra | 10 |
| 18 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 30 |
| 19 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vástago de | 30 |
| 20 | Roscado | - | Machuelos | 15 |
| 21 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 22 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 265 |
| | Barra | | | |
| 23 | Cortar materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 24 | Fresado de lados | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vástago de | 180 |
| 25 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 26 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vástago de | 60 |
| 27 | Roscado | - | Machuelos | 60 |
| 28 | Rectificado caras | Rectificadora plana Fritz | Muela abrasiva | 60 |
| 29 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 30 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 575 |
| | Columna | | | |
| 31 | Corte de materia prima | Sierra Alternativa AEG | Hoja de sierra | 10 |
| 32 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 30 |
| 33 | Rectificado | Rectificadora cilíndrica | Muela abrasiva | 60 |
| 34 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 35 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 280 |
| | Matriz 1 | | | |
| 36 | Corte de materia prima | Sierra Alternativa AEG | Hoja de sierra | 10 |
| 37 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 30 |
| 38 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vástago de | 30 |
| 39 | Roscado | - | Machuelos | 15 |
| 40 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 41 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 265 |

**Cuadro 7.7 Hoja de detalle de construcción matriz doblado ángulo
(Continuación)**

| | | | | |
|--------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------|----------------|
| | Eje | | | |
| 42 | Corte de materia prima | | Arco de sierra | 10 |
| 43 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 15 |
| 44 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 15 |
| 45 | Roscado | - | Machuelos | 15 |
| 46 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 55 |
| | Acople | | | |
| 47 | Corte de materia prima | Sierra Alternativa AEG | Hoja de sierra | 20 |
| 48 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 40 |
| 49 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 15 |
| 50 | Roscado | - | Machuelos | 15 |
| 51 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 90 |
| ELABORADO POR: | | REVISADO Y APROBADO POR: | | TIEMPO TOTAL |
| Sr. Francisco Montero | | Ing. Pablo Figueroa | | ESTIMADO: 2615 |

7.1.1.6 Tubo refuerzo

7.1.1.6.1 Matriz modificador de diámetro

Cuadro 7.8 Hoja de detalle de construcción matriz modificador de ángulo

| FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" | | | | |
|--|--|-------------------------------|---------------------|-----------------------|
| DETALLE DE CONSTRUCCIÓN  | PRODUCTO: ARNÉS METÁLICO MOCHILA MILITAR | MATERIAL: VER PLANOS | | |
| | TUBO REFUERZO | DIMENSIONES: VER PLANOS | | |
| | NOMBRE: MODIFICADOR DE DIÁMETRO | ÁREA: MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS | | |
| No. | DESCRIPCION | MAQUINA/EQUIPO | HERRAMIENTA | TIEMPO ESTIMADO (min) |
| Base Modificador de Diámetro | | | | |
| 1 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 20 |
| 2 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 3 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 30 |
| 4 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 5 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 250 |
| Pasador Modificador de Diámetro | | | | |
| 6 | Corte de materia prima | - | Arco de sierra | 10 |
| 7 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 10 |
| Acople 1 Modificador de Diámetro | | | | |
| 8 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 9 | Fresado de caras | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 30 |
| 10 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 15 |
| 11 | Taladrado de agujeros | Taladro de Pedestal Fritz | Broca | 60 |
| 12 | Roscado | - | Machuelos | 10 |
| 13 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 14 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 310 |

Cuadro 7.8 Hoja de detalle de construcción matriz modificador de ángulo (Continuación)

| Acople 2 Modificador de Diámetro | | | | |
|---|-------------------------------|---|---------------------|-----------------------------------|
| 15 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 16 | Fresado de caras | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vástago de | 30 |
| 17 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 15 |
| 18 | Taladrado de agujeros | Taladro de Pedestal Fritz | Broca | 45 |
| 19 | Tratamiento termico: TEMPLADO | Horno | - | 180 |
| 20 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 285 |
| Tope Modificador de Diámetro | | | | |
| 8 | Corte de materia prima | | Arco de sierra | 15 |
| 9 | Fresado de caras | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vástago de | 30 |
| 10 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 15 |
| 11 | Taladrado de agujeros | Taladro de Pedestal Fritz | Broca | 60 |
| 14 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 120 |
| Punzón Modificador de Diámetro | | | | |
| 21 | Corte de materia prima | - | Arco de sierra | 10 |
| 22 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 90 |
| 23 | Tratamiento termico: TEMPLADO | Horno | - | 180 |
| 24 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 280 |
| ELABORADO POR: Sr. José Chávez | | REVISADO Y APROBADO POR: Ing. Pablo Figueroa | | TIEMPO TOTAL ESTIMADO: 1255 |

7.1.1.7 Ensamblaje

7.1.1.7.1 Matriz ensamblaje

Cuadro 7.9 Hoja de detalle de construcción matriz ensamblaje

| FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" | | | | |
|--|--|-------------------------------|---------------------|-----------------------|
| DETALLE DE CONSTRUCCIÓN  | PRODUCTO: ARNÉS METÁLICO MOCHILA MILITAR | MATERIAL: VER PLANOS | | |
| | PLACA ENSAMBLAJE | DIMENSIONES: VER PLANOS | | |
| | NOMBRE: MATRIZ ENSAMBLAJE | ÁREA: MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS | | |
| No. | DESCRIPCION | MAQUINA/EQUIPO | HERRAMIENTA | TIEMPO ESTIMADO (min) |
| Placa base | | | | |
| 1 | Cortar materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 2 | Fresado de lados | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 180 |
| 3 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 4 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 60 |
| 5 | Roscado | - | Machuelos | 60 |
| 6 | Rectificado caras | Rectificadora plana Fritz | Muela abrasiva | 60 |
| 7 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 8 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 575 |
| P1-0 | | | | |
| 9 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 10 | Fresado de lados Y forma | Fresadora Fritz Werner | Fresas de vastago y | 120 |
| 11 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 12 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 15 |
| 13 | Roscado | - | Machuelos | 15 |
| 14 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 15 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 365 |

**Cuadro 7.9 Hoja de detalle de construcción matriz ensamblaje
(Continuación)**

| P1-10 | | | | |
|----------------|--------------------------|---------------------------|---------------------|------------|
| 16 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 17 | Fresado de lados Y forma | Fresadora Fritz Werner | Fresas de vastago y | 120 |
| 18 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 19 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 15 |
| 20 | Roscado | - | Machuelos | 15 |
| 21 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 22 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 365 |
| P1-30 | | | | |
| 23 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 24 | Fresado de lados Y forma | Fresadora Fritz Werner | Fresas de vastago y | 120 |
| 25 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 26 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 15 |
| 27 | Roscado | - | Machuelos | 15 |
| 28 | Tratamiento termico: | Horno | - | 180 |
| 29 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 365 |
| P2 Base | | | | |
| 30 | Cortar materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 31 | Fresado de lados y canal | Fresadora Fritz Werner | Fresas (radial y de | 180 |
| 32 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 33 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 60 |
| 34 | Roscado | - | Machuelos | 60 |
| 35 | Rectificado caras | Rectificadora plana Fritz | Muela abrasiva | 60 |
| 36 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 395 |

**Cuadro 7.9 Hoja de detalle de construcción matriz ensamblaje
(Continuación)**

| P2 Tapa | | | | |
|--|--------------------------|---|---------------------|-----------------------------------|
| 37 | Cortar materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 38 | Fresado de lados y canal | Fresadora Fritz Werner | Fresas (radial y de | 180 |
| 40 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 41 | Taladrado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 60 |
| 42 | Roscado | - | Machuelos | 60 |
| 43 | Rectificado caras | Rectificadora plana Fritz | Muela abrasiva | 60 |
| 44 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 395 |
| P4 | | | | |
| 45 | Corte de materia prima | | Arco de sierra | 10 |
| 46 | Torneado de forma | Torno Gema LZ 170 | Cuchilla de corte | 15 |
| 47 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 25 |
| P6 | | | | |
| 48 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 49 | Fresado de lados | Fresadora Fritz Werner | Fresa de corte | 150 |
| 50 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 51 | Fresado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 60 |
| 52 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 245 |
| P5 | | | | |
| 53 | Corte de materia prima | Equipo de oxicorte | - | 15 |
| 54 | Fresado de lados | Fresadora Fritz Werner | Fresa de corte | 150 |
| 55 | Trazado de referencias | - | Punto y martillo | 20 |
| 56 | Fresado de agujeros | Fresadora Fritz Werner | Fresa de vastago de | 60 |
| 57 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | SUBTOTAL | 245 |
| ELABORADO POR: Sr. Francisco Montero | | REVISADO Y APROBADO POR: Ing. Pablo Figueroa | | TIEMPO TOTAL ESTIMADO: 2975 |

CAPÍTULO 8

IMPLEMENTACIÓN DE PROCESOS

8.1 PROCESO DE FABRICACIÓN DE MATRICES

8.1.1 PLANIFICACIÓN DE CONSTRUCCIÓN DE MATRICES

Las matrices a construir son las siguientes:

1. Soporte inferior

1.1 Matriz de corte 1

1.2 Matriz de corte 2

1.3 Matriz de doblado

2. Acople L

2.1 Matriz de corte perfil

2.2 Matriz perforado 1

2.3 Matriz perforado 2

2.4 Matriz de doblado

3. Bisagra

3.1 Matriz corte perfil

3.2 Matriz doblado 1

3.3 Matriz doblado 2

4. Ojal

4.1 Matriz corte

4.2 Matriz doblado

5. Soporte V

5.1 Matriz de doblado 1

5.2 Matriz de doblado 2

6. Soporte Vertical

6.1 Matriz de doblado 1

6.2 Matriz de doblado 2

7. Soporte Horizontal

7.1 Matriz de doblado

8. Tubo Bastidor

8.1 Matriz de doblado recto

8.2 Matriz de doblado ángulo

9. Varilla Oval

9.1 Matriz de doblado 1

9.2 Matriz de doblado 2

10. Tubo Refuerzo

10.1 Modificador de diámetro

11. Ensamblaje

11.1 Matriz de ensamblaje

Las matrices antes mencionadas, serán construidas de acuerdo al cronograma planteado a continuación:

8.1.2 DIAGRAMAS DE PROCESO DE ENSAMBLAJE DE MATRICES

8.1.2.1 Diagrama de proceso de ensamblaje de matrices de corte

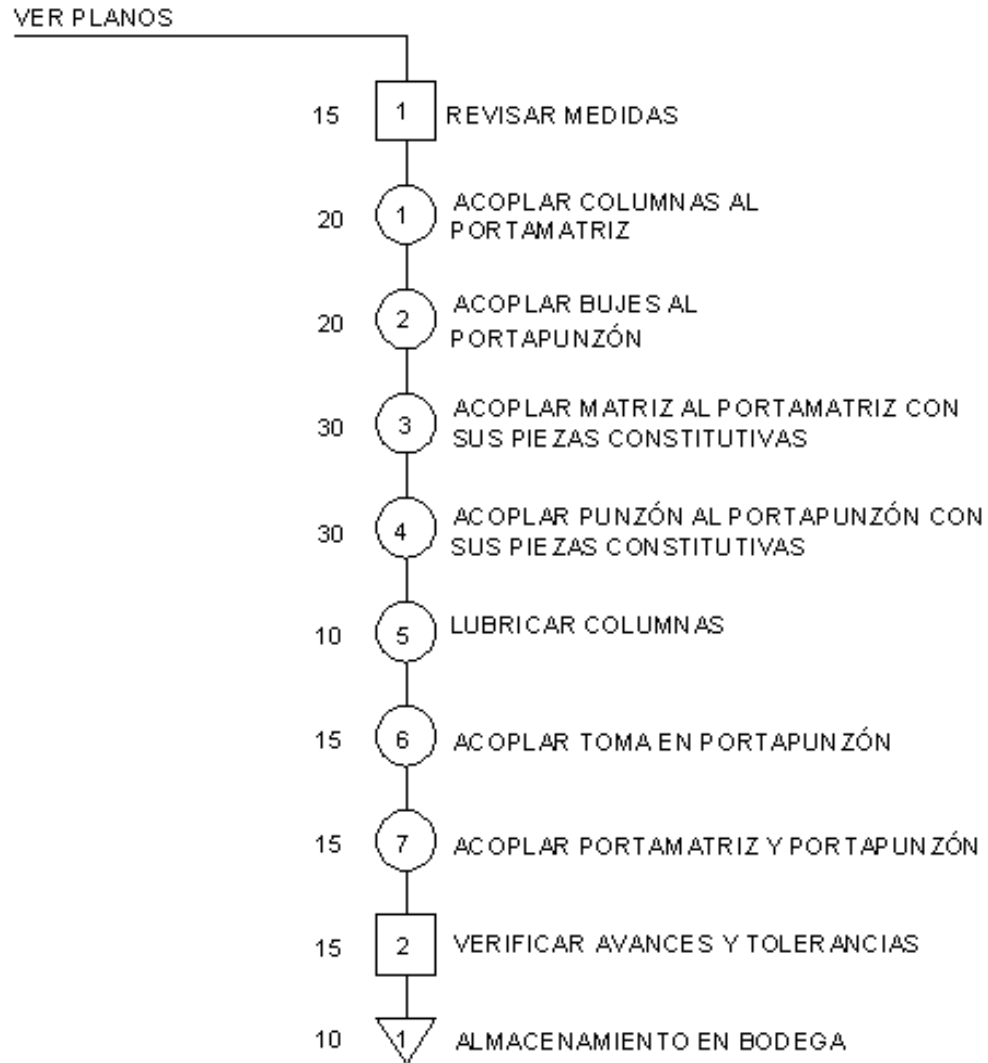


Figura 8.1 Diagrama de proceso de ensamblaje para matrices de corte

8.1.2.1.1 Descripción de las matrices de corte a construir

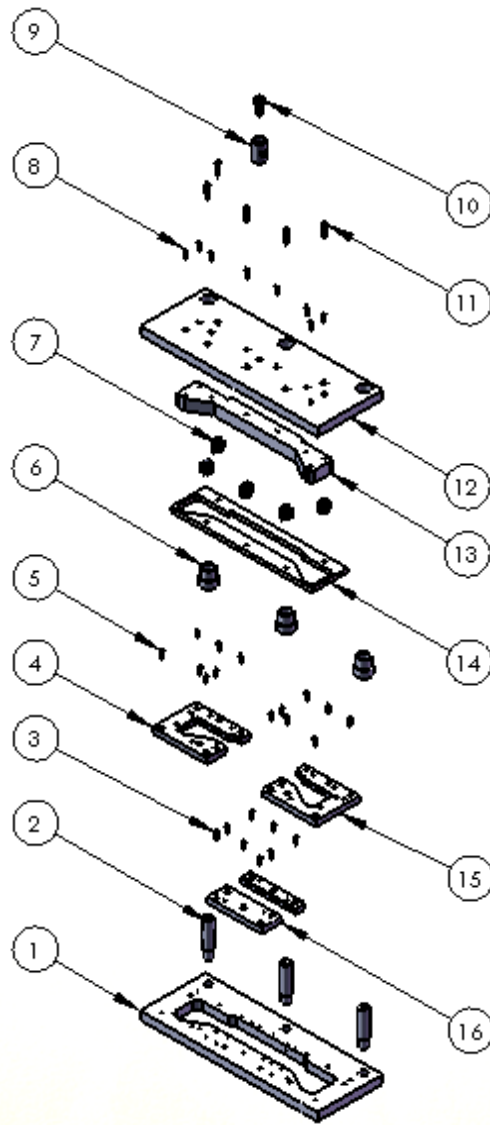
a) Soporte Inferior

Nombre del producto: Matriz de corte 1

Cantidad: 1

Diagramador: José Chávez

Plano: FMSB-MC1DC-17



| Nº DE ELEMENTO | NOMBRE |
|----------------|---------------------------------------|
| 1 | Porta Matriz de Corte 1 |
| 2 | Columna Matriz Corte 1 |
| 3 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M8 x 25 |
| 4 | Matriz de Corte 1-A |
| 5 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M8 x 25 |
| 6 | Bushing Matriz Corte 1 |
| 7 | Resorte Expulsor de Corte 1 |
| 8 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M8 x 40 |
| 9 | Toma Punzón de Corte 1 |
| 10 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M16 x 35 |
| 11 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M10 x 55 |
| 12 | Porta Punzón Matriz Corte 1 |
| 13 | Punzón de Corte 1 |
| 14 | Prensa Chapas Matriz Corte 1 |
| 15 | Matriz de Corte 1-C |
| 16 | Matriz de Corte 1-B |

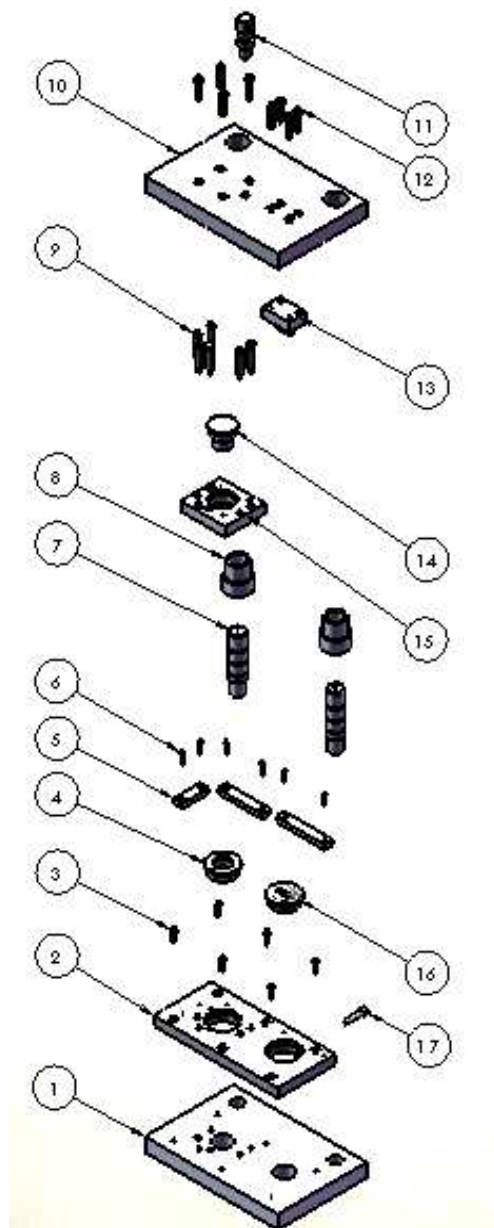
Figura 8.2 Despiece matriz de corte 1 soporte inferior

Nombre del producto: Matriz de corte 2

Cantidad: 1

Diagramador: José Chávez

Plano: FMSB-MC2DC-19



| Nº DE ELEMENTO | Nombre |
|----------------|--------------------------------------|
| 1 | Porta Matriz de Corte 2 |
| 2 | Placa Matriz de Corte 2 |
| 3 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M8 x 25 |
| 4 | Postizo Circular de Corte 2 |
| 5 | Topes de Corte 2 |
| 6 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M4 x 20 |
| 7 | Columna Matriz de Corte 2 |
| 8 | Bushing Matriz Corte 2 |
| 9 | Punzón Recorte de Corte 2 |
| 10 | Porta Punzón de Corte 2 |
| 11 | Toma Punzón de Corte 2 |
| 12 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M8 x 35 |
| 13 | Punzón Ovalado de Corte 2 |
| 14 | Punzón Circular de Corte 2 |
| 15 | Placa Punzón Circular de Corte 2 |
| 16 | Postizo Ovalado de Corte 2 |
| 17 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M4 x 25 |

Figura 8.3 Despiece matriz de corte 2 soporte inferior

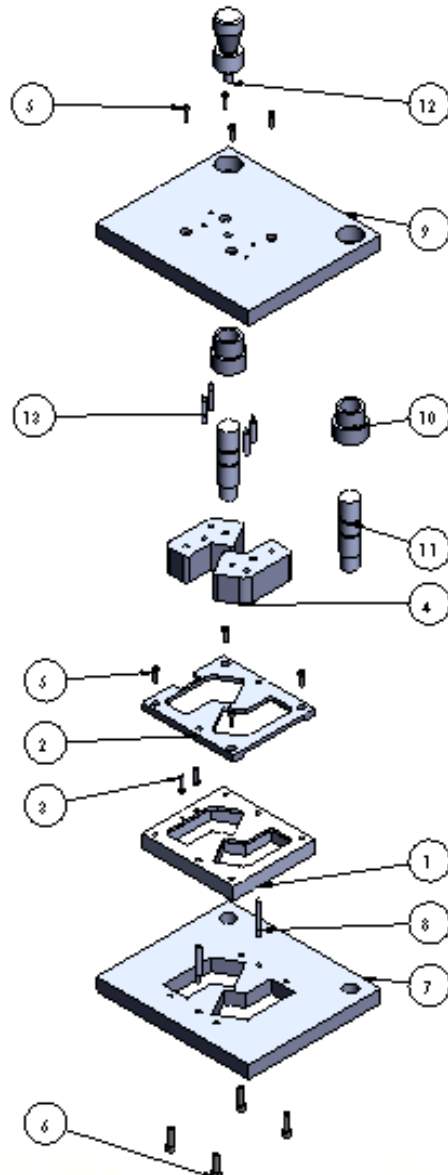
b) Acople L

Nombre del producto: Matriz de corte perfil

Cantidad: 1

Diagramador: Francisco Montero

Plano: FMSB-ECM2C-14



| Nº DE ELEMENTO | NOMBRE DE PIEZA |
|----------------|--------------------------|
| 1 | matriz2c |
| 2 | guia2c |
| 3 | tope2c |
| 4 | punzon2c |
| 5 | ISO 4762 M5 x 20 --- 20N |
| 6 | ISO 4762 M8 x 30 --- 30N |
| 7 | portamatriz2c |
| 8 | guiamatriz2c |
| 9 | portapunzon2c |
| 10 | buje2c |
| 11 | columna2c |
| 12 | toma2c |
| 13 | guiapunzon2c |

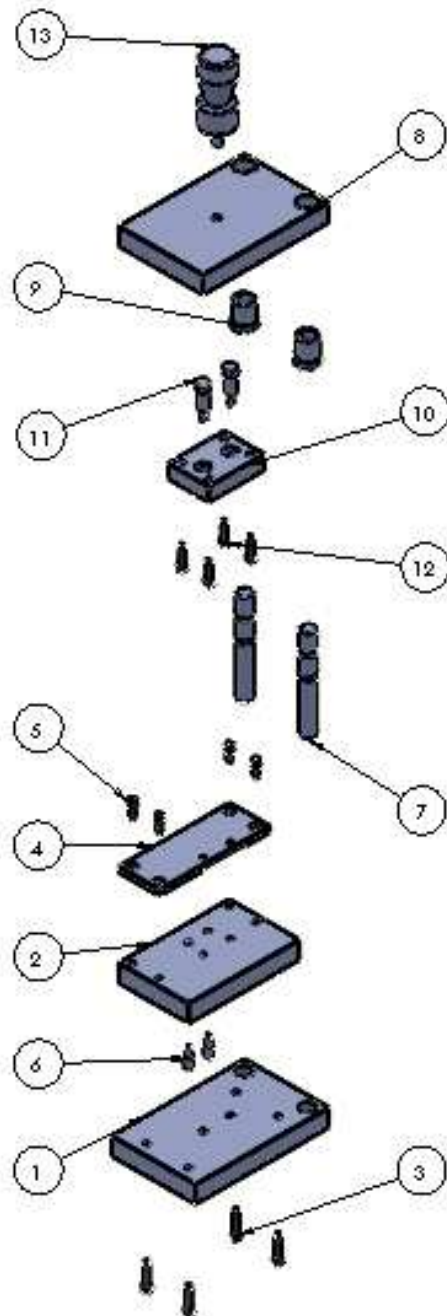
Figura 8.4 Despiece matriz de corte perfil acople L

Nombre del producto: Matriz perforado 1

Cantidad: 1

Diagramador: Francisco Montero

Plano: FMSB-ECMP1-13



| Nº DE ELEMENTO | NOMBRE DE PIEZA |
|----------------|--------------------------|
| 1 | Portamatriz |
| 2 | Matriz |
| 3 | ISO 4762 M6 x 30 --- 30N |
| 4 | Guia |
| 5 | ISO 4762 M6 x 16 --- 16N |
| 6 | tope |
| 7 | columna |
| 8 | Portapunzon |
| 9 | buje |
| 10 | Fijadorpunzones |
| 11 | Punzonperforador |
| 12 | ISO 4762 M6 x 25 --- 25N |
| 13 | tomaP1 |

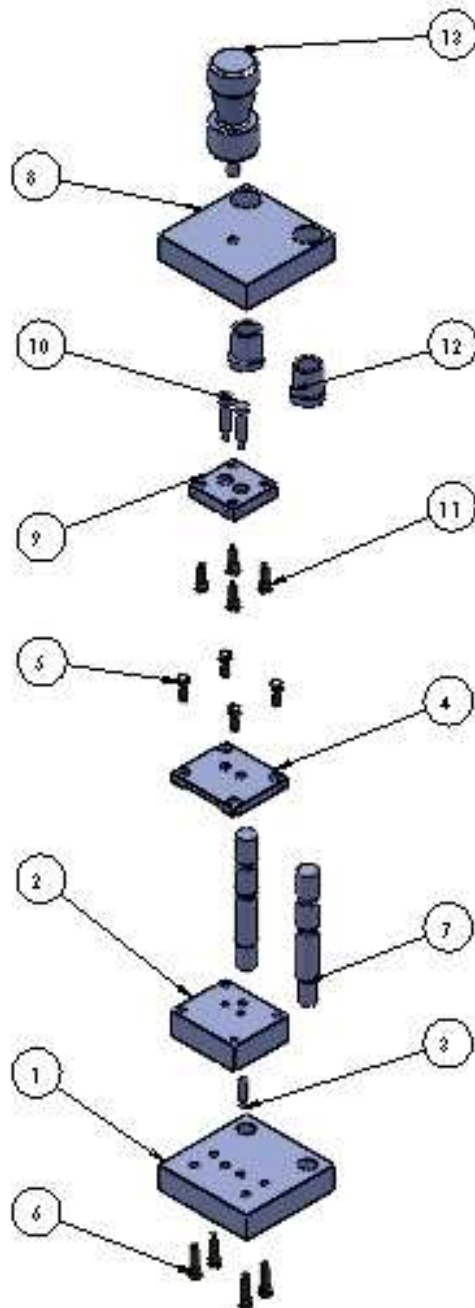
Figura 8.5 Despiece matriz perforado 1 acople L

Nombre del producto: Matriz perforado 2

Cantidad: 1

Diagramador: Francisco Montero

Plano: FMSB-ECMP2-13



| Nº DE ELEMENTO | NOMBRE DE PIEZA |
|----------------|--------------------------|
| 1 | PortamatrizP2 |
| 2 | MatrizP2 |
| 3 | topeP2 |
| 4 | GuiaP2 |
| 5 | ISO 4762 M6 x 16 --- 16N |
| 6 | ISO 4762 M6 x 25 --- 25N |
| 7 | columnaP2 |
| 8 | PortapunzonP2 |
| 9 | FijadorperforadoresP2 |
| 10 | PerforadorP2 |
| 11 | ISO 4762 M6 x 20 --- 20N |
| 12 | bujeP2 |
| 13 | tomaP2 |

Figura 8.6 Despiece matriz perforado 2 acople L

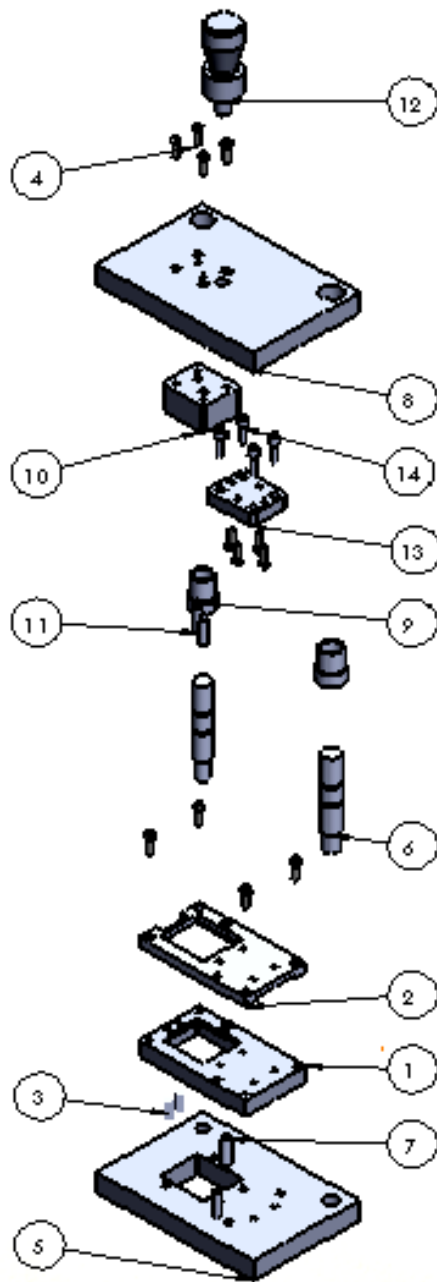
c) Bisagra

Nombre del producto: Matriz corte perfil

Cantidad: 1

Diagramador: Francisco Montero

Plano: FMSB-ECMCB-16



| Nº DE ELEMENTO | NOMBRE DE PIEZA |
|----------------|-------------------------|
| 1 | matrizcorteb |
| 2 | guiab |
| 3 | topeb |
| 4 | ISO 4762 M5 x 20 -- 20N |
| 5 | portamatrizb |
| 6 | columnab |
| 7 | guiamatrizb |
| 8 | portapunzonb |
| 9 | bujeb |
| 10 | punzonb |
| 11 | guiapunzonb |
| 12 | tomab |
| 13 | placaretencion |
| 14 | punzonperforadorb |
| 15 | ISO 4762 M6 x 20 -- 20N |

Figura 8.7 Despiece matriz corte perfil bisagra

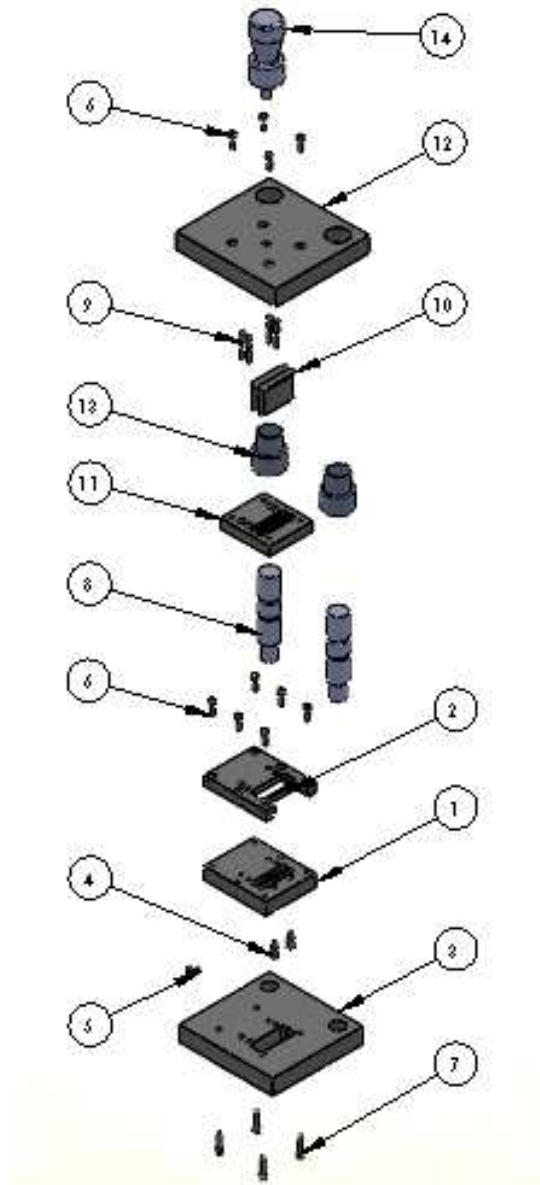
d) Ojal

Nombre del producto: Matriz corte

Cantidad: 1

Diagramador: Francisco Montero

Plano: FMSB-ECMCO-14



| Nº DE ELEMENTO | NOMBRE DE PIEZA |
|----------------|--------------------------|
| 1 | matriz |
| 2 | guia |
| 3 | portamatriz |
| 4 | topefij |
| 5 | topemovil |
| 6 | ISO 4762 M5 x 16 --- 16N |
| 7 | ISO 4762 M5 x 25 --- 25N |
| 8 | columna |
| 9 | pagujeros |
| 10 | pcortetotal |
| 11 | fijadorpunzones |
| 12 | portapunzon |
| 13 | buje |
| 14 | toma1 |

Figura 8.8 Despiece matriz corte ojal

8.1.2.2 Diagrama de proceso de ensamblaje de matrices de doblado

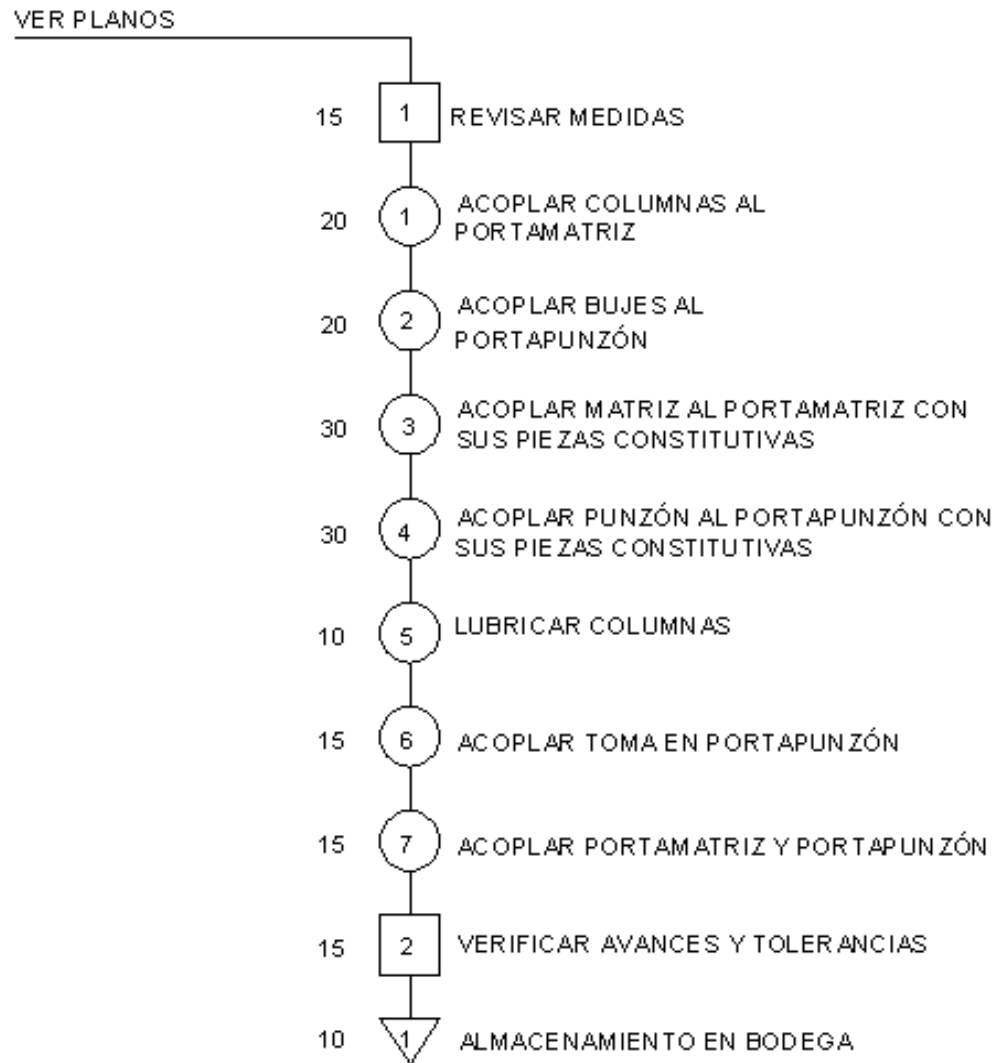


Figura 8.9 Diagrama de proceso de ensamblaje para matrices de doblado

8.1.2.2.1 Descripción de las matrices de doblado a construir

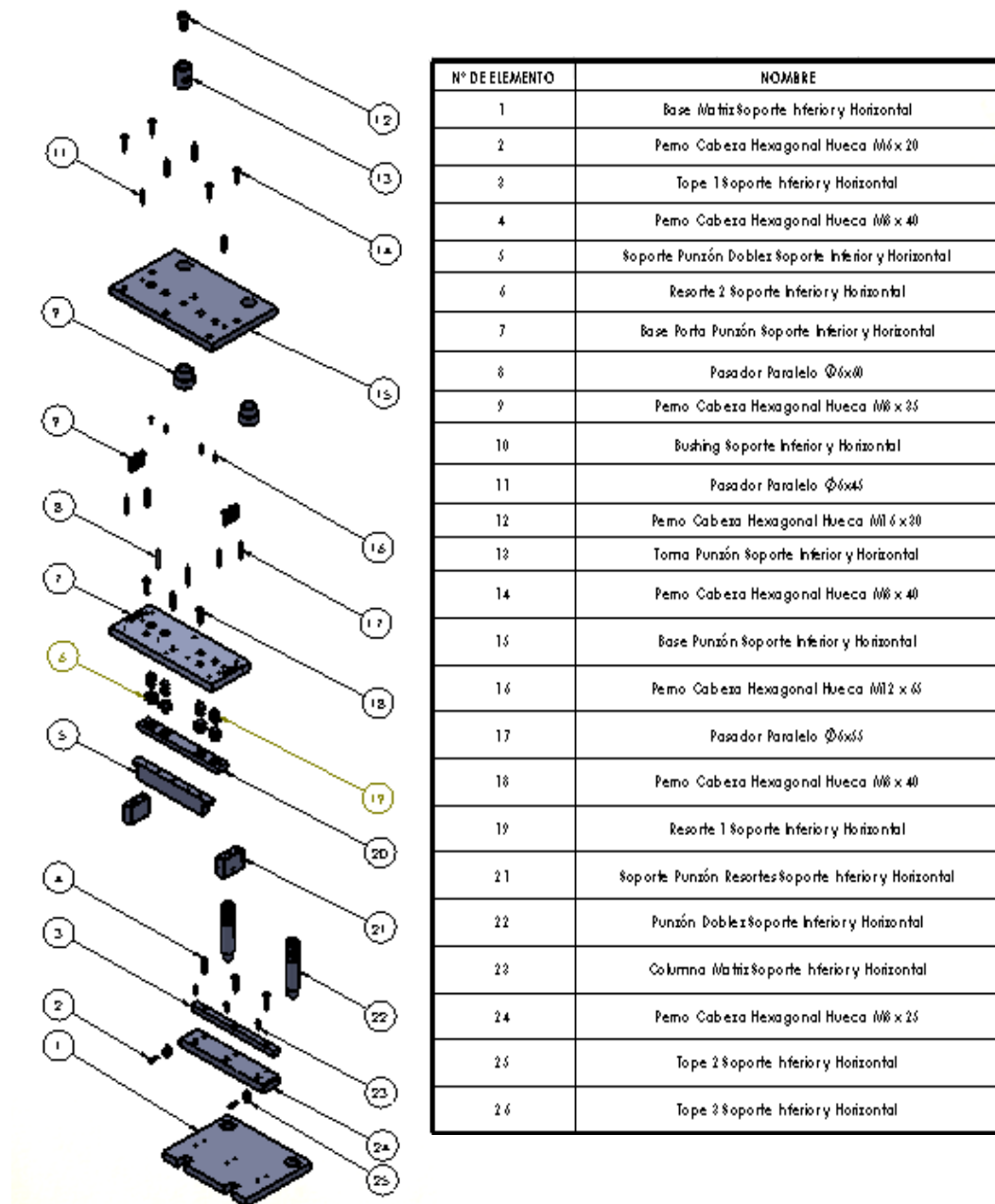
a) Soporte Inferior

Nombre del producto: Matriz de doblado

Cantidad: 1

Diagramador: José Chávez

Plano: FMSB-MDCSI-20



| N° DE ELEMENTO | NOMBRE |
|----------------|---|
| 1 | Base Matriz Soporte Inferior y Horizontal |
| 2 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M6x20 |
| 3 | Tope 1 Soporte Inferior y Horizontal |
| 4 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M8 x 40 |
| 5 | Soporte Punzón Doble Soporte Inferior y Horizontal |
| 6 | Resorte 2 Soporte Inferior y Horizontal |
| 7 | Base Porta Punzón Soporte Inferior y Horizontal |
| 8 | Pasador Paralelo $\Phi 6 \times 40$ |
| 9 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M8 x 35 |
| 10 | Bushing Soporte Inferior y Horizontal |
| 11 | Pasador Paralelo $\Phi 6 \times 45$ |
| 12 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M12 x 30 |
| 13 | Toma Punzón Soporte Inferior y Horizontal |
| 14 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M8 x 40 |
| 15 | Base Punzón Soporte Inferior y Horizontal |
| 16 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M12 x 45 |
| 17 | Pasador Paralelo $\Phi 6 \times 65$ |
| 18 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M8 x 40 |
| 19 | Resorte 1 Soporte Inferior y Horizontal |
| 21 | Soporte Punzón Resortes Soporte Inferior y Horizontal |
| 22 | Punzón Doble Soporte Inferior y Horizontal |
| 23 | Columna Matriz Soporte Inferior y Horizontal |
| 24 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M8 x 25 |
| 25 | Tope 2 Soporte Inferior y Horizontal |
| 26 | Tope 3 Soporte Inferior y Horizontal |

Figura 8.10 Despiece matriz de doblado soporte inferior

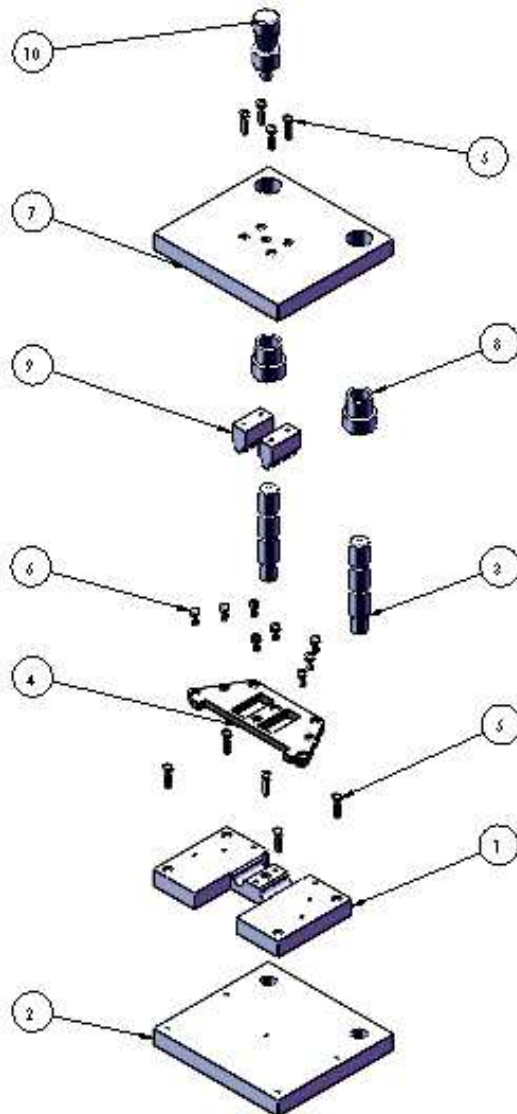
b) Acople L

Nombre del producto: Matriz de doblado

Cantidad: 1

Diagramador: Francisco Montero

Plano: FMSB-ECMDAL-11



| Nº DE ELEMENTO | NOMBRE DE PIEZA |
|----------------|--------------------------|
| 1 | Matriz |
| 2 | Porta Matriz |
| 3 | Columna |
| 4 | Guia |
| 5 | ISO 4762 M8 x 30 --- 30N |
| 6 | ISO 4762 M8 x 16 --- 16N |
| 7 | Porta Punzon |
| 8 | Buje |
| 9 | Punzón |
| 10 | tomaMD |

Figura 8.11 Despiece matriz de doblado acople L

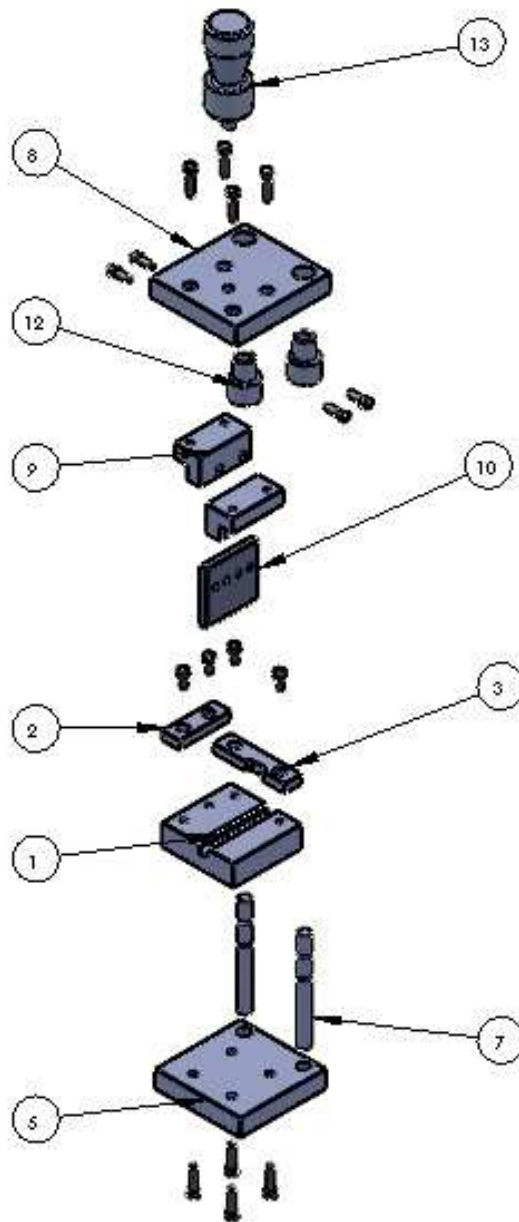
c) Bisagra

Nombre del producto: Matriz doblado 1

Cantidad: 1

Diagramador: Francisco Montero

Plano: FMSB-ECMD1B-13



| Nº DE ELEMENTO | NOMBRE DE PIEZA |
|----------------|--------------------------|
| 1 | Matriz 1 |
| 2 | Tope 1 |
| 3 | Tope 2 |
| 4 | ISO 4762 M6 x 12 --- 12N |
| 5 | Portamatriz |
| 6 | ISO 4762 M6 x 25 --- 25N |
| 7 | columna |
| 8 | Porta Punzon |
| 9 | Soporte Punzon |
| 10 | Punzon |
| 11 | ISO 4762 M6 x 16 --- 16N |
| 12 | buje |
| 13 | toma |

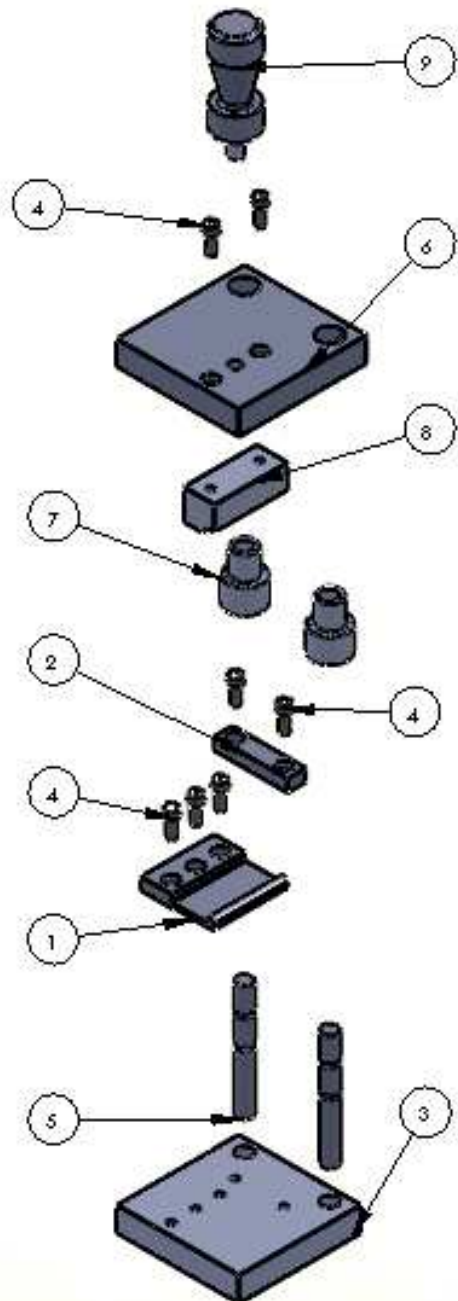
Figura 8.12 Despiece matriz doblado 1 bisagra

Nombre del producto: Matriz doblado 2

Cantidad: 1

Diagramador: Francisco Montero

Plano: FMSB-ECMD2B-11



| Nº DE ELEMENTO | NOMBRE DE PIEZA |
|----------------|--------------------------|
| 1 | Matriz 2 |
| 2 | Tope |
| 3 | Portamatriz2 |
| 4 | ISO 4762 M6 x 16 --- 16N |
| 5 | columna2 |
| 6 | Porta Punzon2 |
| 7 | buje2 |
| 8 | Punzon |
| 9 | toma2 |

Figura 8.13 Despiece matriz doblado 2 bisagra

d) Ojal

Nombre del producto: Matriz doblado

Cantidad: 1

Diagramador: Francisco Montero

Plano: FMSB-ECMDO-13

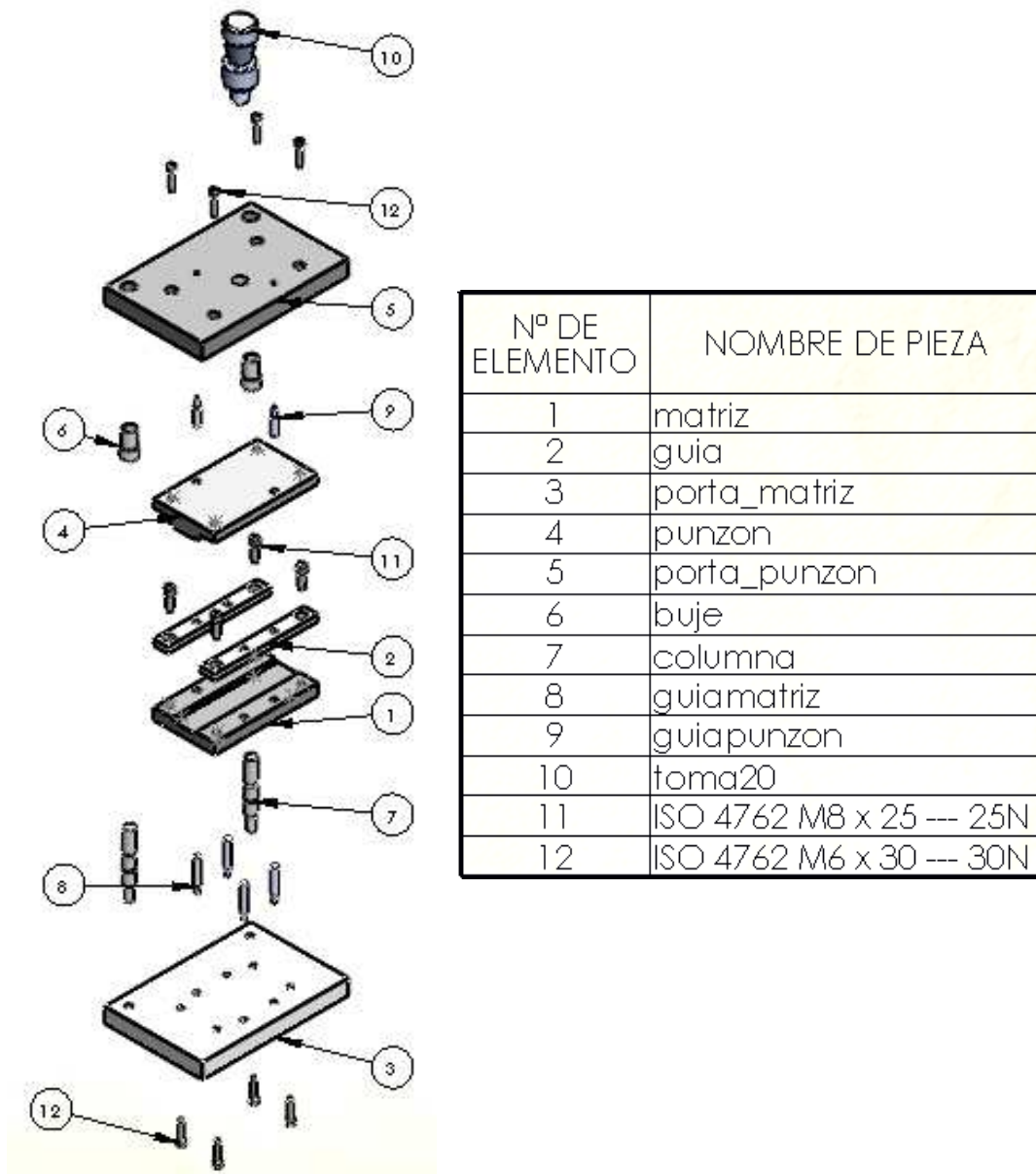


Figura 8.14 Despiece matriz doblado ojal

e) Soporte Vertical

Nombre del producto: Matriz de doblado 1

Cantidad: 1

Diagramador: José Chávez

Plano: FMSB-MSVDC-13

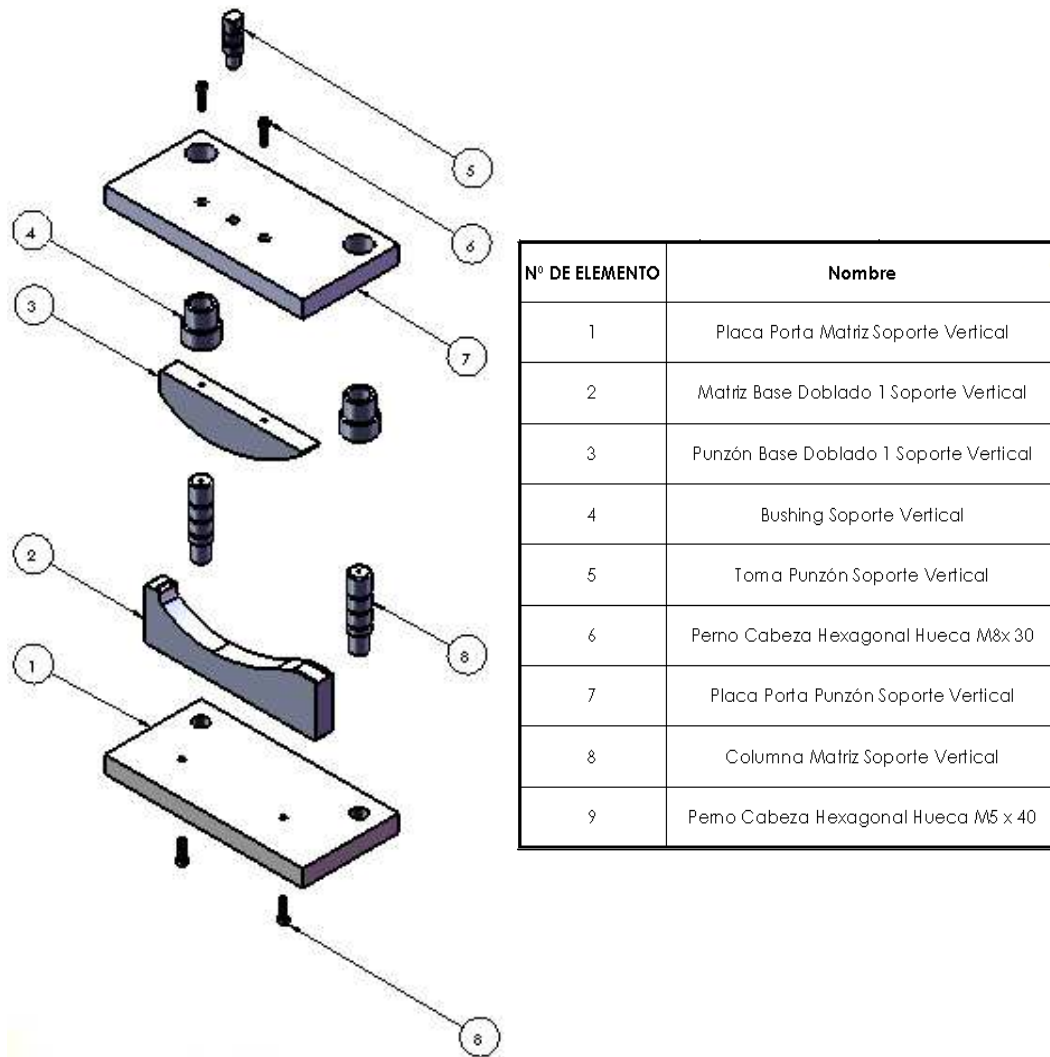


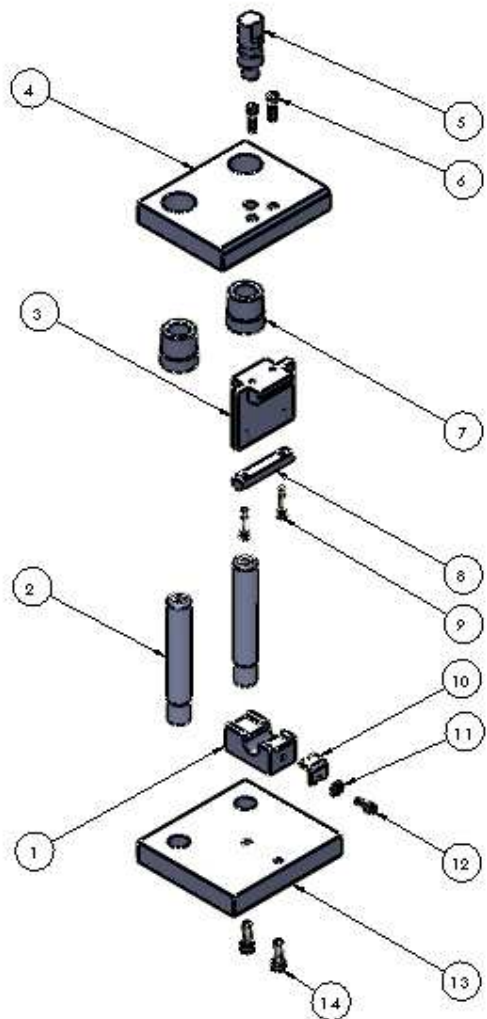
Figura 8.15 Despiece matriz de doblado 1 soporte vertical

Nombre del producto: Matriz de doblado 2

Cantidad: 1

Diagramador: José Chávez

Plano: FMSB-MDCD2SV-15



| Nº DE ELEMENTO | Nombre |
|----------------|---|
| 1 | Acople Base Matriz Doblado 2 Soporte Vertical |
| 2 | Columna Matriz Doblado 2 Soporte Vertical |
| 3 | Porta Punzón Doblado 2 Soporte Vertical |
| 4 | Base Porta Punzón Doblado 2 Soporte Vertical |
| 5 | Toma Punzón Doblado 2 Soporte Vertical |
| 6 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M6 x 25 |
| 7 | Bushing Doblado 2 Soporte Vertical |
| 8 | Varilla Punzón Doblado 2 Soporte Vertical |
| 9 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M5 x 30 |
| 10 | Acople Ángulo Matriz Doblado 2 Soporte Vertical |
| 11 | Arandela M8 |
| 12 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M6 x 16 |
| 13 | Base Porta Matriz Doblado 2 Soporte Vertical |
| 14 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M8 x 25 |

Figura 8.16 Despiece matriz de doblado 2 soporte vertical

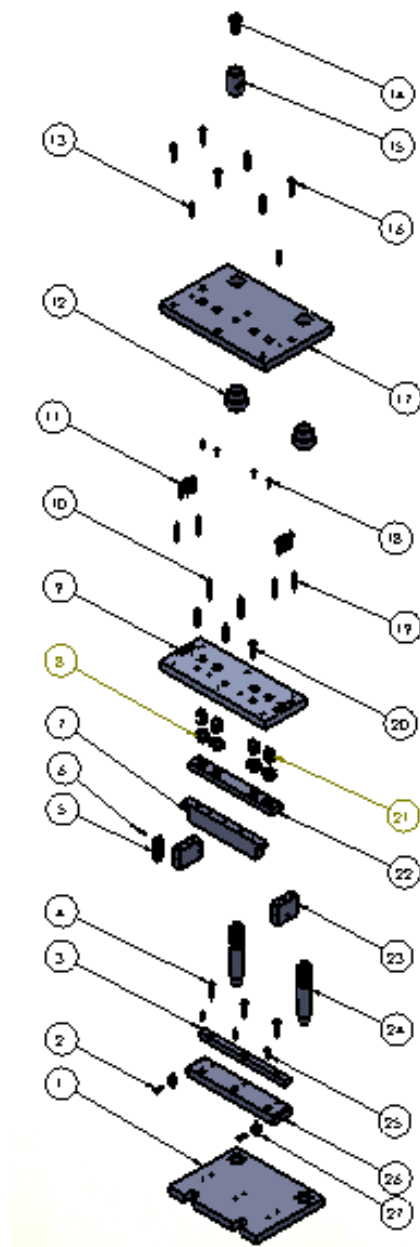
f) Soporte Horizontal

Nombre del producto: Matriz de doblado

Cantidad: 1

Diagramador: José Chávez

Plano: FMSB-MDCSH-21



| N° DE ELEMENTO | NOMBRE |
|----------------|--|
| 1 | Base matriz Soporte Interior y Matriz |
| 2 | Perno Cabeza Hexagonal Mueca M6 x 20 |
| 3 | Laje 1 Soporte Interior y Matriz |
| 4 | Perno Cabeza Hexagonal Mueca M8 x 40 |
| 5 | Laje Soporte Matriz |
| 6 | Perno Cabeza Hexagonal Mueca M8 x 16 |
| 7 | Soporte Puntón Doble Soporte Interior y Matriz |
| 8 | Resina 2 Soporte Interior y Matriz |
| 9 | Base Perno Puntón Soporte Interior y Matriz |
| 10 | Pasador Paralelo Ø6x60 |
| 11 | Perno Cabeza Hexagonal Mueca M8 x 35 |
| 12 | Bushing Soporte Interior y Matriz |
| 13 | Pasador Paralelo Ø6x45 |
| 14 | Perno Cabeza Hexagonal Mueca M6 x 30 |
| 15 | Lama Puntón Soporte Interior y Matriz |
| 16 | Perno Cabeza Hexagonal Mueca M8 x 40 |
| 17 | Base Puntón Soporte Interior y Matriz |
| 18 | Perno Cabeza Hexagonal Mueca M12 x 65 |
| 19 | Pasador Paralelo Ø6x55 |
| 20 | Perno Cabeza Hexagonal Mueca M8 x 40 |
| 21 | Resina 1 Soporte Interior y Matriz |
| 22 | Soporte Puntón Resinas Soporte Interior y Matriz |
| 23 | Puntón Doble Soporte Interior y Matriz |
| 24 | Columna Matriz Soporte Interior y Matriz |
| 25 | Perno Cabeza Hexagonal Mueca M8 x 25 |
| 26 | Laje 2 Soporte Interior y Matriz |
| 27 | Laje 3 Soporte Interior y Matriz |

Figura 8.17 Despiece matriz de doblado soporte horizontal

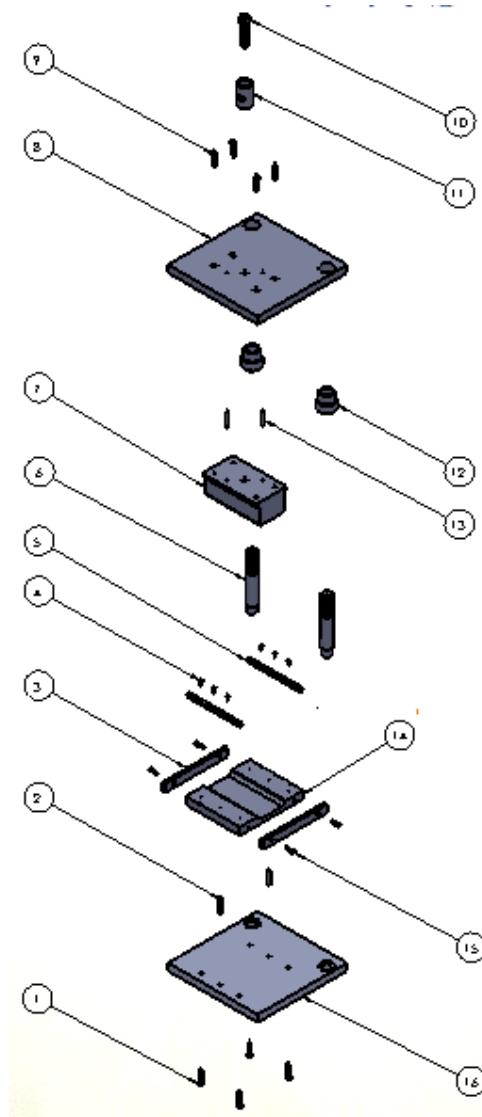
g) Varilla Oval

Nombre del producto: Matriz de doblado 1

Cantidad: 1

Diagramador: José Chávez

Plano: FMSB-MD1DCVO-15



| Nº DE ELEMENTO | NOMBRE |
|----------------|---|
| 1 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M8 x 35 |
| 2 | Pasador Paralelo $\varnothing 6 \times 45$ |
| 3 | Tope 2 Matriz Doblado 1 y Doblado 2 Varilla Oval |
| 4 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M4 x 12 |
| 5 | Tope 1 Matriz Doblado 1 y Doblado 2 Varilla Oval |
| 6 | Columna Matriz Doblado 1 y Doblado 2 Varilla Oval |
| 7 | Punzón Doblado 1 Varilla Oval |
| 8 | Base Porta Punzón Doblado 1 Varilla Oval |
| 9 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M8 x 35 |
| 10 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M 16 x 70 |
| 11 | Toma Punzón Doblado 1 y Doblado 2 Varilla Oval |
| 12 | Bushing Doblado 1 y Doblado 2 Varilla Oval |
| 13 | Pasador Paralelo $\varnothing 6 \times 50$ |
| 14 | Soporte Matriz Doblado 1 y Doblado 2 Varilla Oval |
| 15 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M6 x 20 |
| 16 | Base Matriz Doblado 1 y Doblado 2 Varilla Oval |

Figura 8.18 Despiece matriz de doblado 1 varilla oval

Nombre del producto: Matriz de doblado 2

Cantidad: 1

Diagramador: José Chávez

Plano: FMSB-MD2DCVO-16

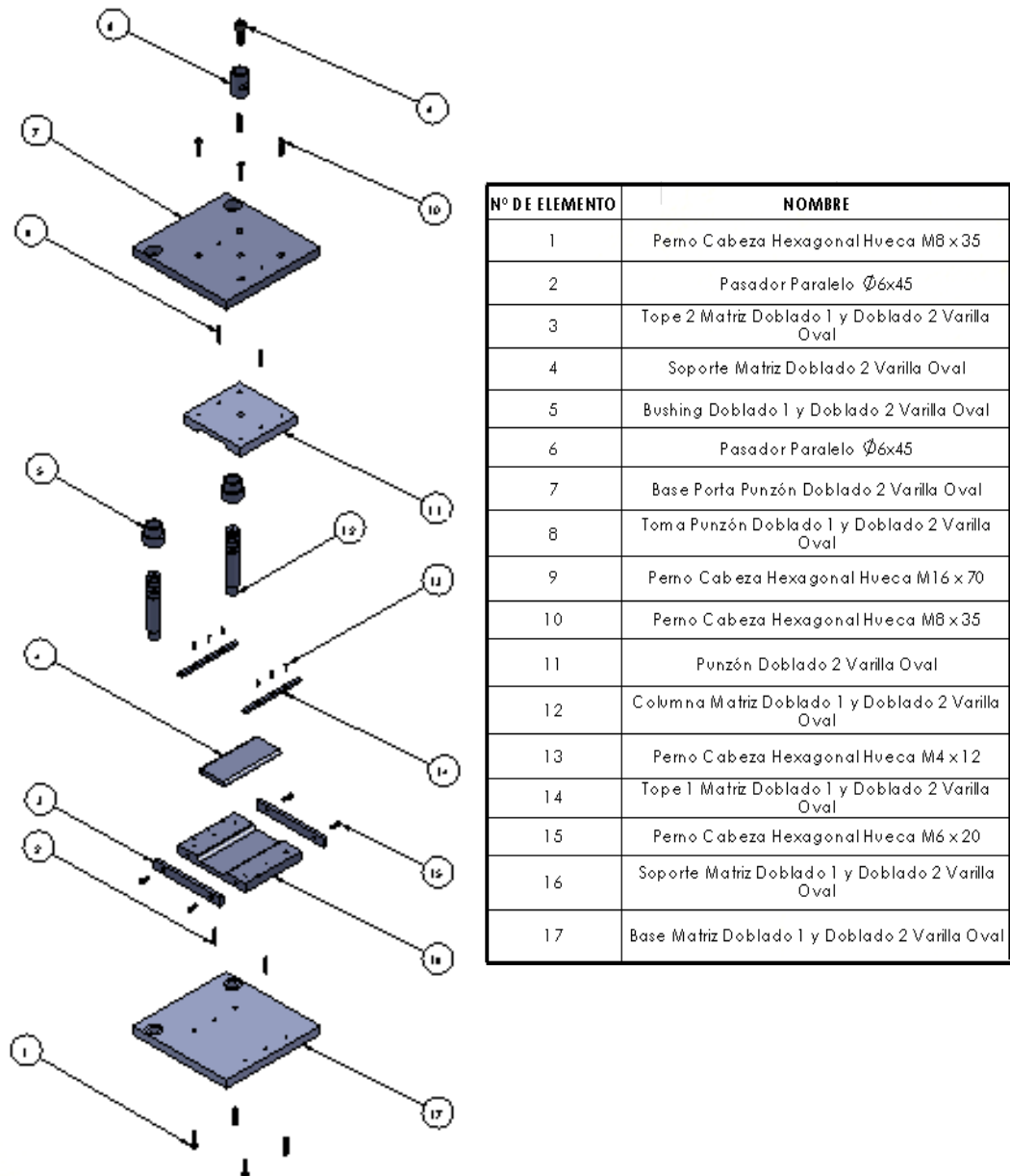


Figura 8.19 Despiece matriz de doblado 2 varilla oval

8.1.2.3 Diagrama de proceso de ensamble de matrices del soporte V

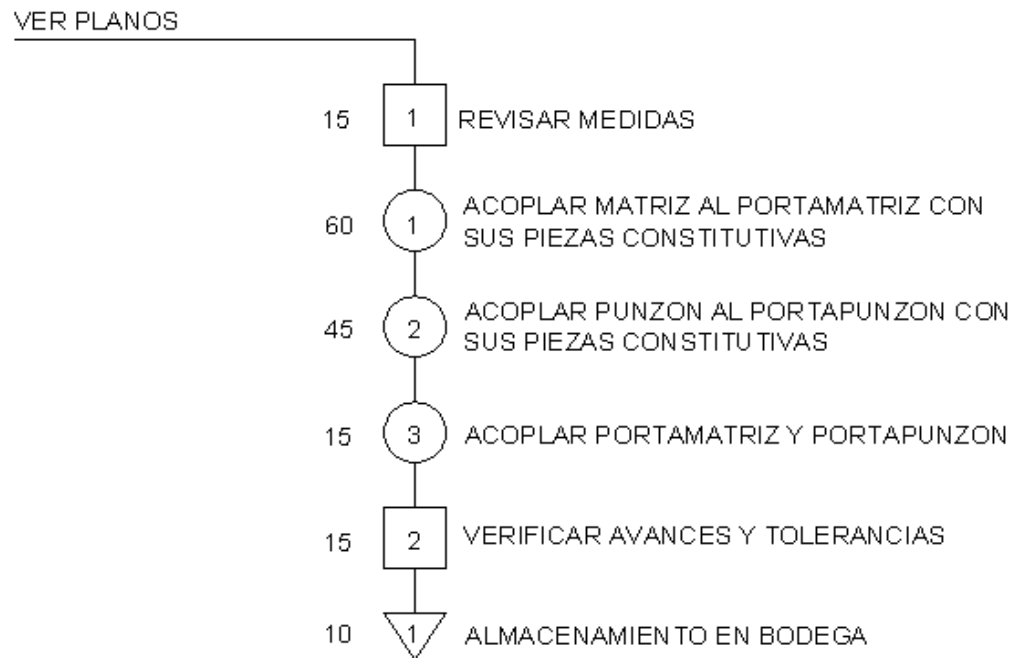


Figura 8.20 Diagrama de proceso ensamble para matriz de doblado soporte v

8.1.2.3.1 Descripción de las matrices de doblado del soporte v a construir

a) Soporte V

Nombre del producto: Matriz de doblado 1

Cantidad: 1

Diagramador: José Chávez

Plano: FMSB-SVDEMDC-14

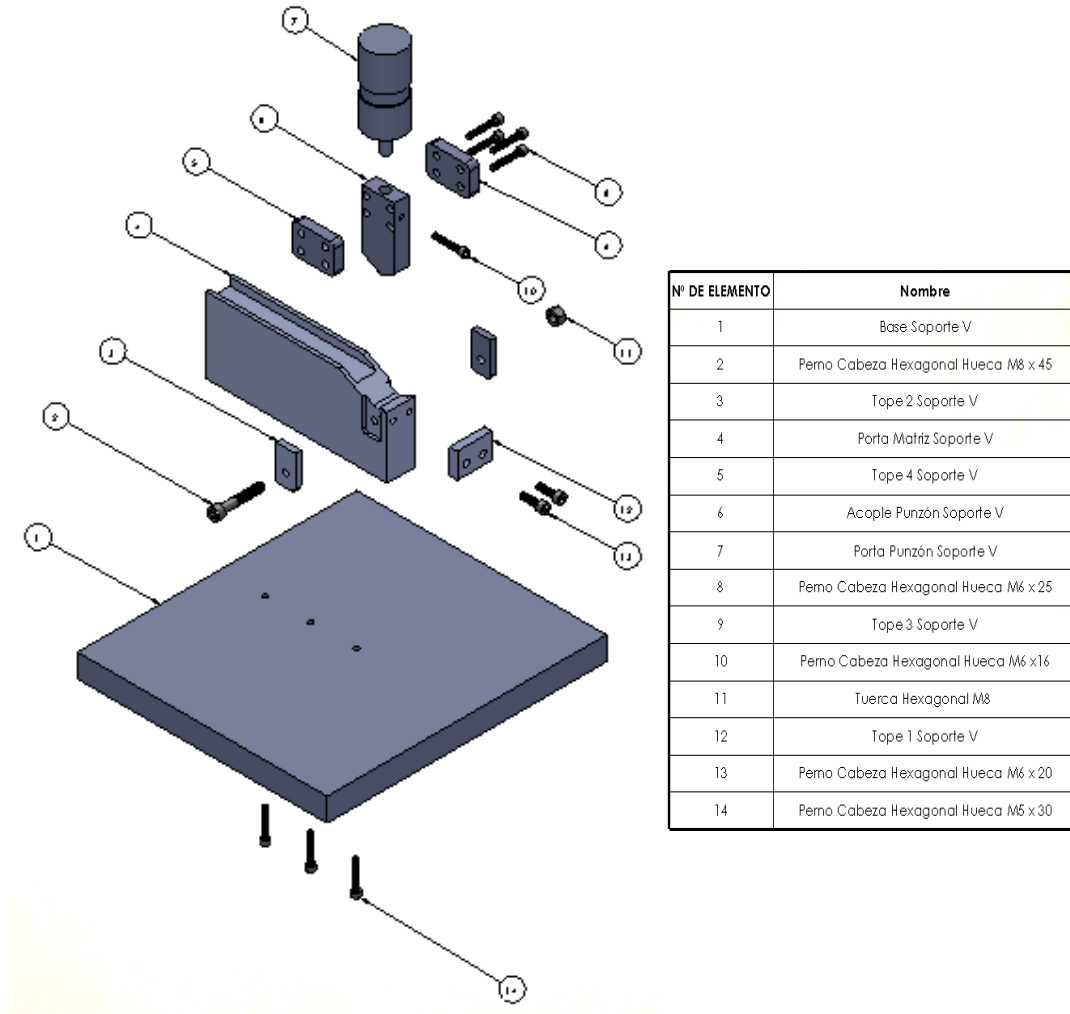


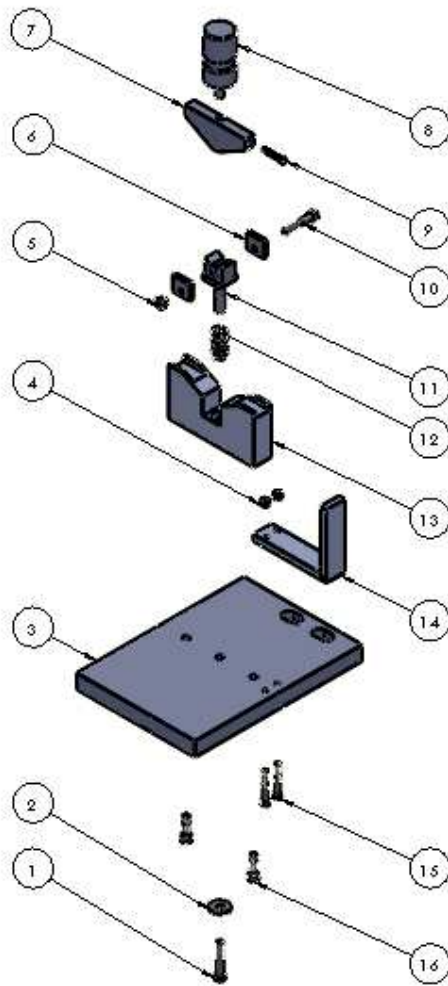
Figura 8.21 Despiece matriz de doblado 1 soporte v

Nombre del producto: Matriz de doblado 2

Cantidad: 1

Diagramador: José Chávez

Plano: FMSB-SVDEMDC-14



| Nº DE ELEMENTO | Nombre |
|----------------|--|
| 1 | Perno Cabeza Hexagonal M8 x50 x22-S |
| 2 | Arandela M8 |
| 3 | Base Doblado V |
| 4 | Tuercia Hexagonal M6 |
| 5 | Tuercia Hexagonal M8 |
| 6 | Tope Doblado V |
| 7 | Acople Punzón Doblado V |
| 8 | Acople Columna Doblado V |
| 9 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M5 x30 |
| 10 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M8 x45 x22-S |
| 11 | Acople Matriz Doblado V |
| 12 | Resorte Doblado V |
| 13 | Porta Matriz Doblado V |
| 14 | Ángulo Doblado V |
| 15 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M6 x 45 x24-S |
| 16 | Perno Cabeza Hexagonal Hueca M8 x30 |

Figura 8.22 Despiece matriz de doblado 2 soporte v

8.1.2.4 Diagrama de proceso de ensamble de matriz de doblado recto del tubo bastidor

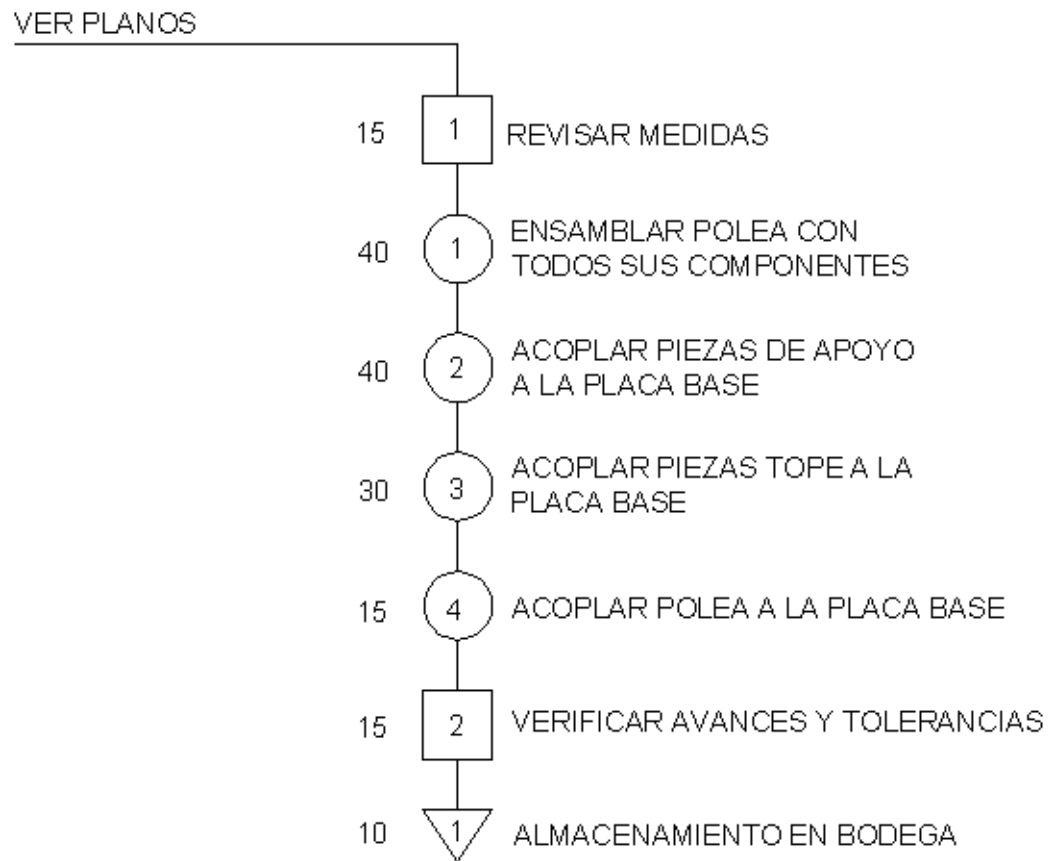


Figura 8.23 Diagrama de proceso ensamble para matriz de doblado recto

8.1.2.4.1 Descripción de la matriz de doblado recto a construir

a) Tubo bastidor

Nombre del producto: Matriz de doblado recto

Cantidad: 2

Diagramador: Francisco Montero

Plano: FMSB-ECMDR-18

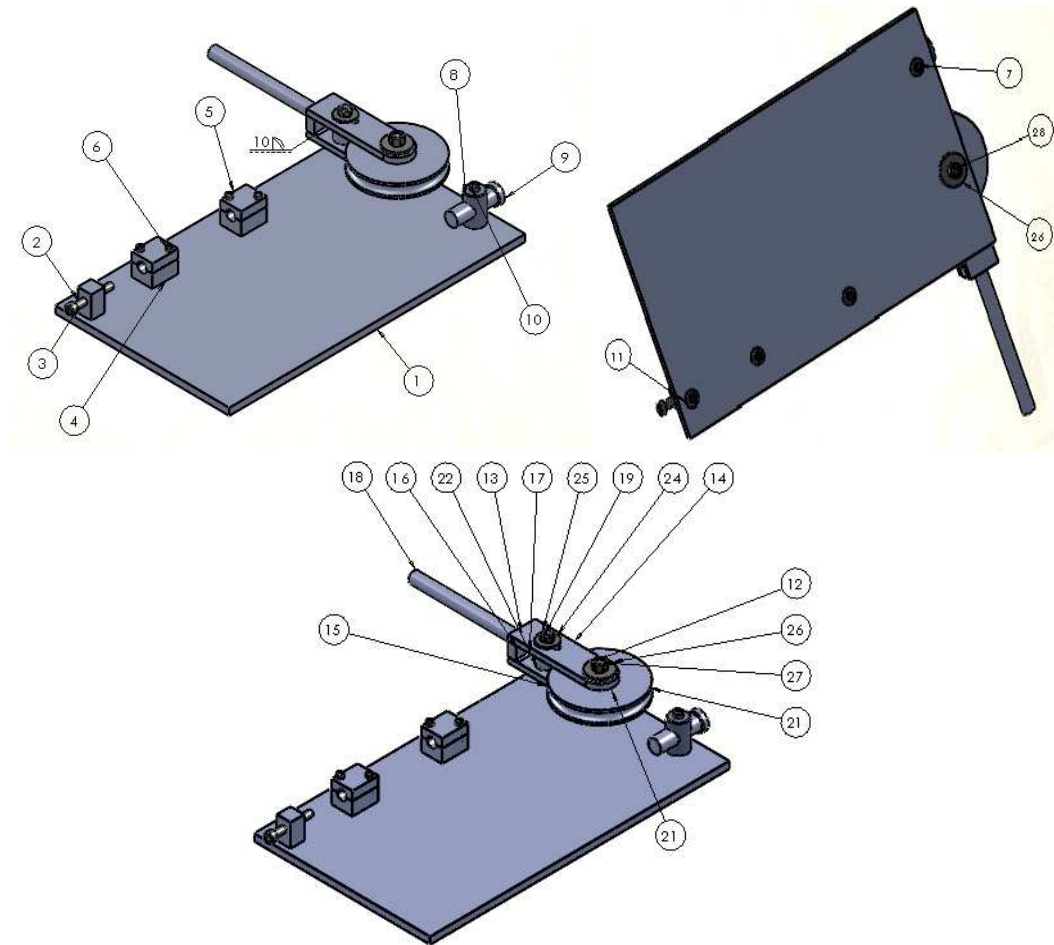


Figura 8.24 Despiece matriz de doblado recto tubo bastidor

| Nº DE ELEMENTO | NÚMERO DE PIEZA |
|----------------|----------------------------------|
| 1 | Placa base |
| 2 | tope |
| 3 | ISO 4762 M10 x 70 --- 70N |
| 4 | apoyo_base |
| 5 | apoyo_tapa |
| 6 | ISO 4762 M6 x 10 --- 10N |
| 7 | ISO 4762 M6 x 30 --- 30N |
| 8 | topedob |
| 9 | topedobeje |
| 10 | ISO 4762 M8 x 30 --- 30N |
| 11 | Washer ISO 7094 - 6 |
| 12 | eje |
| 13 | Placaunion |
| 14 | Doblador1 |
| 15 | Doblador2 |
| 16 | bead1 |
| 17 | bead2 |
| 18 | toma |
| 19 | guia |
| 20 | buje1 |
| 21 | polea |
| 22 | buje2 |
| 23 | buje3 |
| 24 | Washer ISO 7094 - 10 |
| 25 | Hexagon Nut ISO - 4034 - M10 - N |
| 26 | Washer ISO 7094 - 12 |
| 27 | Hexagon Nut ISO - 4034 - M12 - N |
| 28 | ISO 4762 M12 x 20 --- 20N |

Figura 8.24 Despiece matriz de doblado recto tubo bastidor (Continuación)

8.1.2.5 Diagrama de proceso de ensamblaje de matriz de doblado ángulo del tubo bastidor

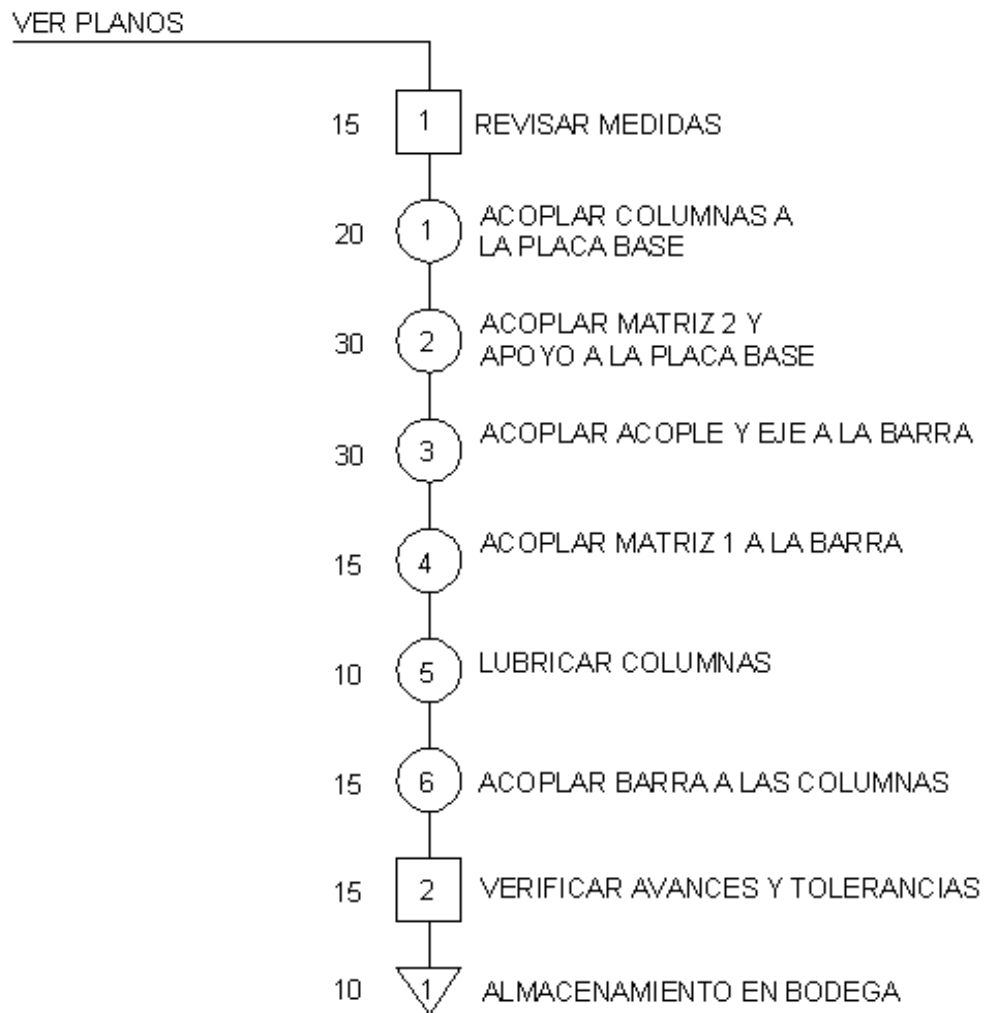


Figura 8.25 Diagrama de proceso ensamblaje para matriz de doblado ángulo

8.1.2.5.1 Descripción de la matriz de doblado ángulo a construir

a) Tubo bastidor

Nombre del producto: Matriz de doblado ángulo

Cantidad: 1

Diagramador: Francisco Montero

Plano: FMSB-ECMDA-09

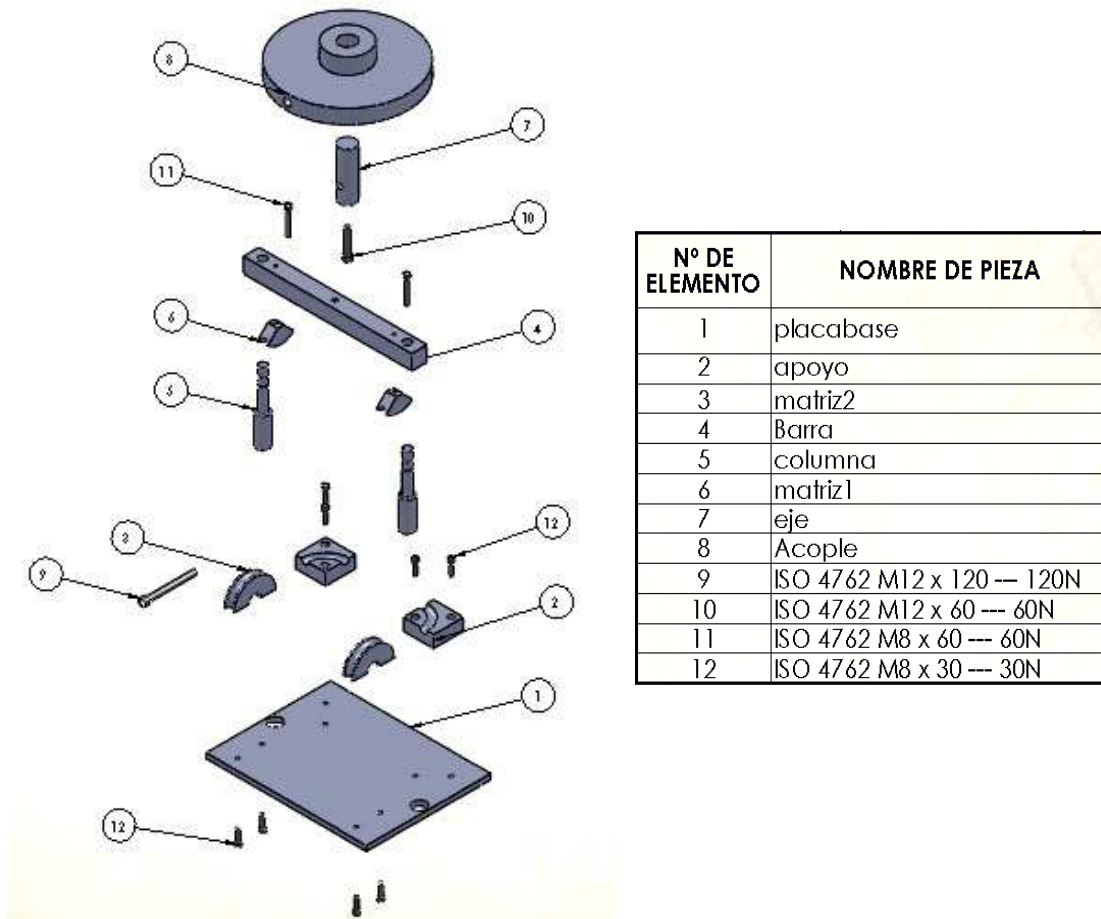


Figura 8.26 Despiece matriz de doblado ángulo

8.1.2.6 Diagrama de proceso de ensamble de matriz modificador de diámetro

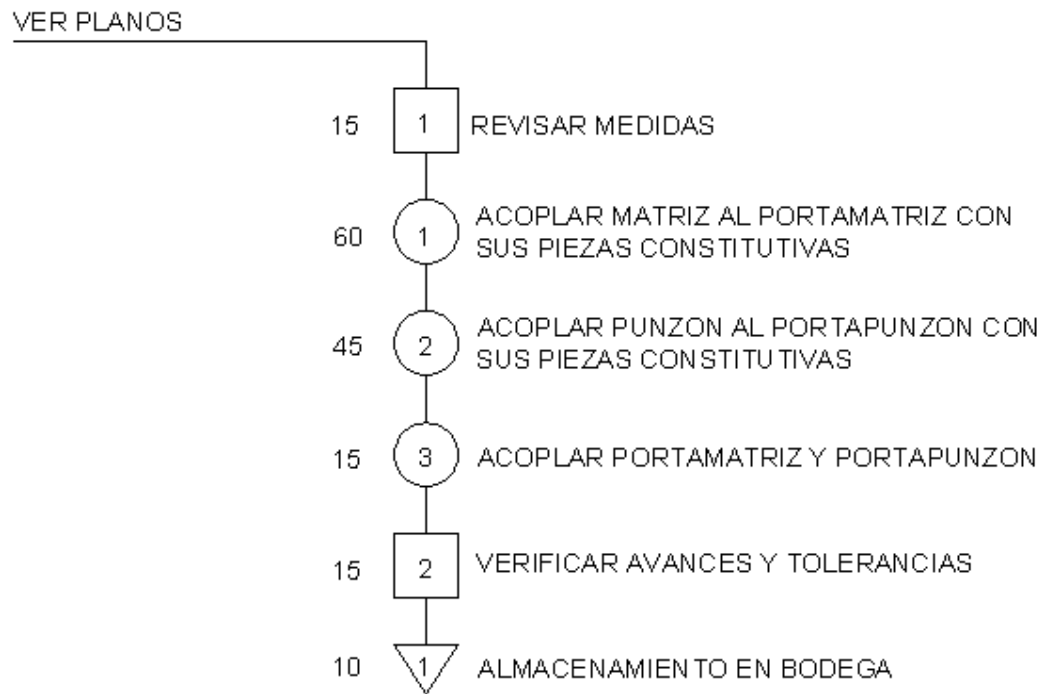


Figura 8.27 Diagrama de proceso ensamble modificador de diámetro

8.1.2.6.1 Descripción de la matriz modificador de diámetro a construir

Nombre del producto: Modificador de diámetro

Cantidad: 1

Diagramador: José Chávez

Plano: FMSB-TRMDMDC-10

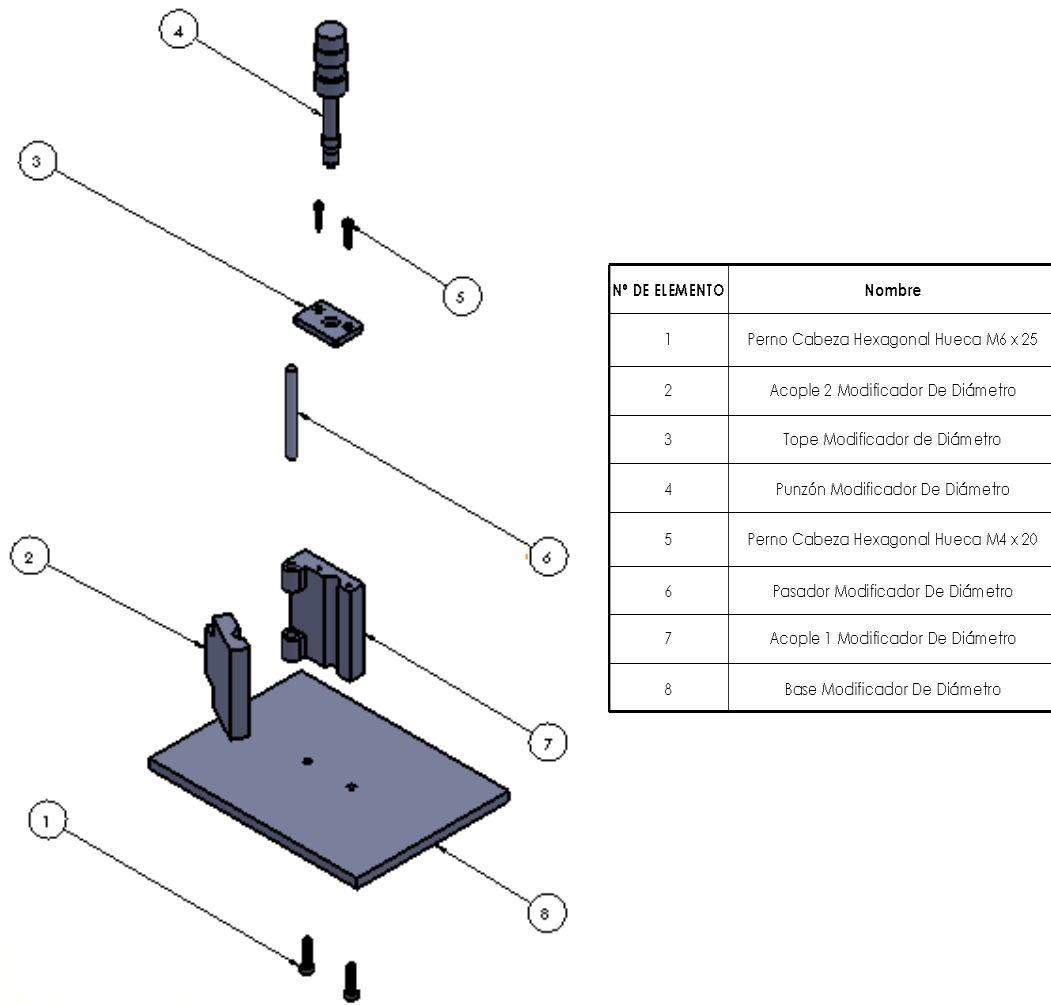


Figura 8.28 Despiece matriz modificador de diámetro

8.1.2.7 Diagrama de proceso de ensamble de matriz de ensamble

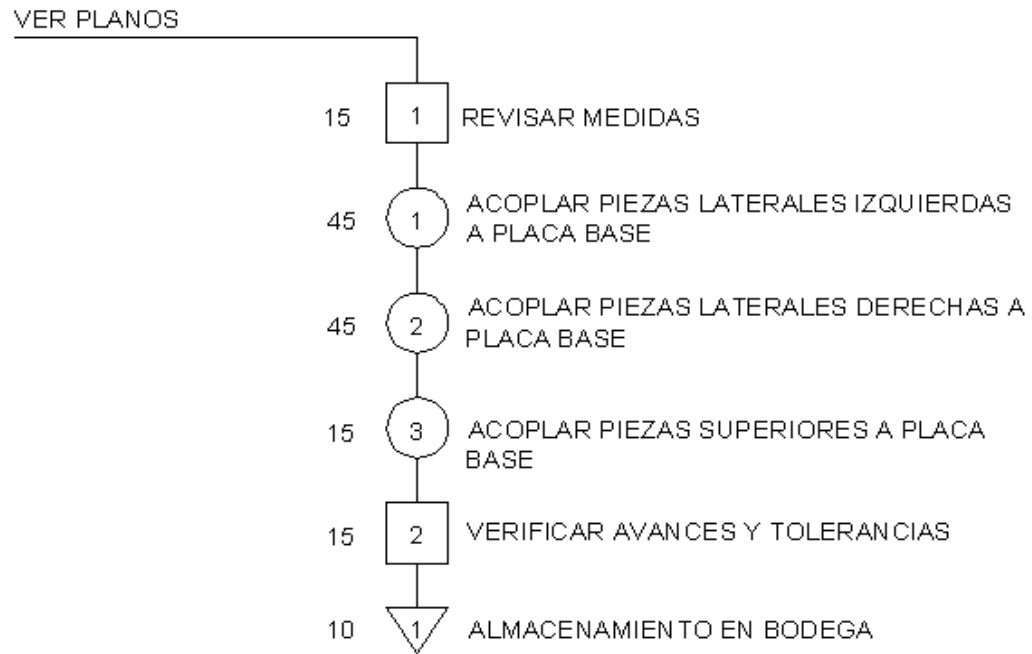


Figura 8.29 Diagrama de proceso ensamble matriz de ensamble

8.1.2.7.1 Descripción de la matriz de ensamblaje a construir

Nombre del producto: Matriz de ensamblaje

Cantidad: 2

Diagramador: Francisco Montero

Plano: FMSB-PEME-10

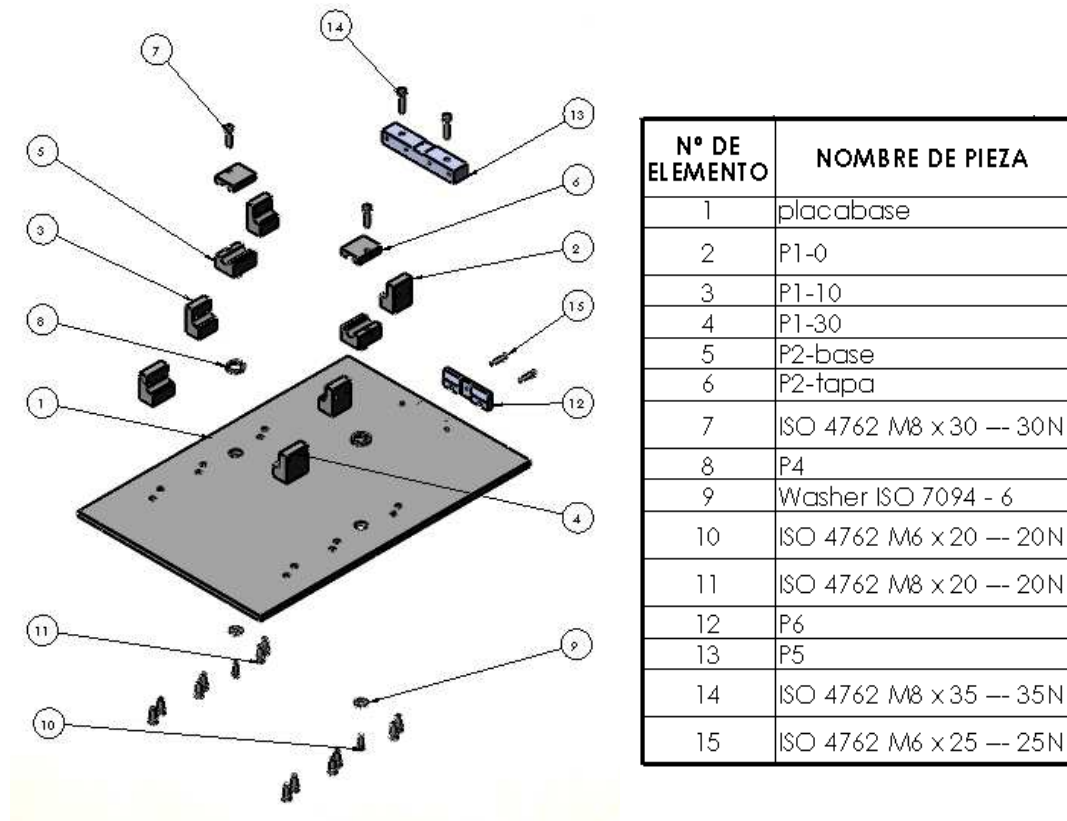


Figura 8.30 Despiece matriz de ensamblaje

8.2 PROCESO DE FABRICACION DEL ARNÉS

8.2.1 FABRICACIÓN DE PIEZAS

8.2.1.1 Hoja de proceso de fabricación

8.2.1.1.1 Soporte inferior

Tabla 8.1 Hoja de proceso de fabricación soporte inferior

| FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" | | | | |
|--|--|---|-------------------------------------|--|
| PROCESO DE FABRICACIÓN | PRODUCTO: ARNÉS METÁLICO MOCHILA MILITAR | | MATERIAL: ALUMINIO AA 6063 TEMPLADO | |
| | PIEZA No. 014 | | DIMENSIONES EN BRUTO: | |
| | NOMBRE: SOPORTE INFERIOR | | PLANCHA: 1560 mm. x 550 mm. x 3 mm. | |
| ACTIVIDAD | DESCRIPCION | MAQUINA No. | HERRAMIENTA-EQUIPO-INSTRUMENTO | TIEMPO ESTIMADO (s) |
| 01 | Cortar en placas de 518 mm. x 110 mm. | Cizalla | - | 8 |
| 02 | Cortar perfil externo | Prensa de 30 ton | Matriz de corte 1 | 5 |
| 03 | Perforar agujeros | Prensa de 15 ton | Matriz de perforado | 5 |
| 04 | Doblar esquinas y solapa | Prensa de 30 ton | Matriz doblado | 5 |
| 05 | Control e inspección | - | Pie de Rey | 5 |
| 06 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| 07t | Ensamblaje | - | Matriz de ensamblaje | 15 |
| 08t | Lavado | - | Tinas de lavado | 15 |
| 09t | Pintado | - | Equipo de pintura electrostática | 60 |
| 10t | Acabado Final | - | Martillo de goma-piezas plásticas | 15 |
| ELABORADO POR: Sr. Francisco Montero Sr. José Chávez | | REVISADO Y APROBADO POR: Ing. Pablo Figueroa | | TIEMPO TOTAL ESTIMADO PIEZA (s): 28 |
| | | | | TIEMPO TOTAL ESTIMADO ARNÉS COMPLETO (s): 240 |

8.2.1.1.2 Acople L

Tabla 8.2 Hoja de proceso de fabricación acople L

| FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" | | | | |
|---|--|------------------|--|---------------------|
| PROCESO DE FABRICACIÓN | PRODUCTO: ARNÉS METÁLICO MOCHILA MILITAR | | MATERIAL: ALUMINIO AA 6063 TEMPLADO | |
| | PIEZA No. 002 Y 015 | | DIMENSIONES EN BRUTO: | |
| | NOMBRE: ACOUPLE L (IZQUIERDO Y DERECHO) | | PLANCHA: 2480 mm. x 595 mm. x 2 mm. | |
| ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | MÁQUINA | HERRAMIENTA- EQUIPO- INSTRUMENTO | TIEMPO ESTIMADO (s) |
| 01 | Cortar en tiras de 612 mm. x 125 mm. | Cizalla | - | 5 |
| 02 | Cortar perfil externo | Prensa de 15 ton | Matriz de corte perfil | 5 |
| 03 | Perforar agujeros | Prensa de 10 ton | Matriz de perforado 1 y 2 | 5 |
| 04 | Doblar esquina en U | Prensa de 15 ton | Matriz doblado | 5 |
| 05 | Control e inspección | - | Pie de Rey | 5 |
| 06 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| 07t | Ensamblaje | - | Matriz de ensamblaje | 15 |
| 08t | Lavado | - | Tinas de lavado | 15 |
| 09t | Pintado | - | Equipo de pintura electrostática | 60 |
| 10t | Acabado Final | - | Martillo de goma- piezas plásticas | 15 |
| ELABORADO POR: Sr. Francisco Montero Sr. José Chávez | REVISADO Y APROBADO POR: Ing. Pablo Figueroa | | TIEMPO TOTAL ESTIMADO PIEZA (s): TIEMPO TOTAL ESTIMADO ARNÉS COMPLETO (s): | 25 240 |

8.2.1.1.3 Bisagra

Tabla 8.3 Hoja de proceso de fabricación bisagra

| FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" | | | | |
|--|---|-------------------|---|---------------------------|
| PROCESO DE FABRICACIÓN | PRODUCTO: ARNÉS METÁLICO MOCHILA MILITAR | | MATERIAL: ALUMINIO AA 6063 TEMPLADO | |
| | PIEZA No. 017 | | DIMENSIONES EN BRUTO: | |
| | NOMBRE: BISAGRA | | PLANCHA: 2240 mm. x 515 mm. x 1 mm. | |
| ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | MÁQUINA | HERRAMIENTA- EQUIPO- INSTRUMENTO | TIEMPO ESTIMADO (s) |
| 01 | Cortar en tiras de 650 mm. x 55 mm. | Cizalla | - | 5 |
| 02 | Cortar perfil y perforar agujeros | Prensa 15 ton | Matriz de corte y perforado | 5 |
| 03 | Primer paso de doblado | Prensa de 15 ton | Matriz doblado 1 | 5 |
| 04 | Segundo paso de doblado | Prensa de 15 ton. | Matriz de doblado 2 | 5 |
| 05 | Control e inspección | - | Pie de Rey | 5 |
| 05 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| 06t | Ensamblaje | - | Matriz de ensamblaje | 15 |
| 07t | Lavado | - | Tinas de lavado | 15 |
| 08t | Pintado | - | Equipo de pintura electrostática | 60 |
| 09t | Acabado Final | - | Martillo de goma-piezas plásticas | 15 |
| ELABORADO POR: Sr. Francisco Montero Sr. José Chávez | REVISADO Y APROBADO POR: Ing. Pablo Figueroa | | TIEMPO TOTAL ESTIMADO PIEZA (s): TIEMPO TOTAL ESTIMADO ARNÉS COMPLETO (s): | 25 240 |

8.2.1.1.4 Ojal

Tabla 8.4 Hoja de proceso de fabricación ojal

| FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" | | | | |
|--|---|---|-----------------------------------|--|
| PROCESO DE FABRICACIÓN | PRODUCTO: ARNÉS METÁLICO MOCHILA MILITAR | MATERIAL: ALUMINIO AA 6063 TEMPLADO | | |
| | PIEZA No. 010 | DIMENSIONES EN BRUTO: | | |
| | NOMBRE: OJAL | PLANCHA: 2285 mm. x 490 mm. x 3 mm. | | |
| ACTIVIDAD | DESCRIPCION | MAQUINA | HERRAMIENTA-EQUIPO-INSTRUMENTO | TIEMPO ESTIMADO (s) |
| 01 | Cortar en tiras de 497 mm. x 58.5 mm. | Cizalla | - | 5 |
| 02 | Cortar perfil y agujeros | Prensa de 10 ton | Matriz corte | 5 |
| 03 | Doblado | Prensa de 15 ton | Matriz doblado | 3 |
| 04 | Control e inspección | - | Pie de Rey | 3 |
| 05 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| 06t | Ensamblaje | - | Matriz de ensamblaje | 15 |
| 07t | Lavado | - | Tinas de lavado | 15 |
| 08t | Pintado | - | Equipo de pintura electrostática | 60 |
| 09t | Acabado Final | - | Martillo de goma-piezas plásticas | 15 |
| ELABORADO POR: Sr. Francisco Montero Sr. José Chávez | | REVISADO Y APROBADO POR: Ing. Pablo Figueroa | | TIEMPO TOTAL ESTIMADO PIEZA(s): TIEMPO TOTAL ESTIMADO ARNÉS COMPLETO (s): |
| | | | | 16 |
| | | | | 240 |

8.2.1.1.5 Soporte v

Tabla 8.5 Hoja de proceso de fabricación soporte v

| FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" | | | | |
|--|---|------------------|--|---------------------|
| PROCESO DE FABRICACIÓN | PRODUCTO: ARNÉS METÁLICO MOCHILA MILITAR | | MATERIAL: ALUMINIO AA 6063 TEMPLADO | |
| | PIEZA No. 016 | | DIMENSIONES EN BRUTO: | |
| | NOMBRE: SOPORTE V | | Canal C: 22.5 mm. x 9 mm. x 3 mm. x 6000 mm. FISA 690 | |
| ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | MAQUINA | HERRAMIENTA-EQUIPO-INSTRUMENTO | TIEMPO ESTIMADO (s) |
| 01 | Cortar en piezas de 22.5 mm. x 358.17 mm. | Sierra rotativa | - | 5 |
| 02 | Esmerilar esquinas de corte | - | Esmeril | 5 |
| 03 | Doblado esquinas | Prensa de 15 ton | Matriz de doblado 1 | 5 |
| 04 | Doblado en V | Prensa de 30 ton | Matriz de doblado 2 | 5 |
| 05 | Taladrado agujeros | - | Taladro de mano | 5 |
| 06 | Control e inspección | - | Pie de Rey | 5 |
| 07 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| 08t | Ensamblaje | - | Matriz de ensamblaje | 15 |
| 09t | Lavado | - | Tinas de lavado | 15 |
| 10t | Pintado | - | Equipo de pintura electrostática | 60 |
| 11t | Acabado Final | - | Martillo de goma-piezas plásticas | 15 |
| ELABORADO POR: Sr. Francisco Montero Sr. José Chávez | REVISADO Y APROBADO POR: Ing. Pablo Figueroa | | TIEMPO TOTAL ESTIMADO PIEZA (s): | 30 |
| | | | TIEMPO TOTAL ESTIMADO ARNÉS COMPLETO (s) : | 240 |

8.2.1.1.7 Soporte horizontal

Tabla 8.7 Hoja de proceso de fabricación soporte horizontal

| FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" | | | | |
|--|--|--|-----------------------------------|--|
| PROCESO DE FABRICACIÓN | PRODUCTO: ARNÉS METÁLICO MOCHILA MILITAR | MATERIAL: ALUMINIO AA 6063 TEMPLADO | | |
| | PIEZA No. 009 | DIMENSIONES EN BRUTO: | | |
| | NOMBRE: SOPORTE HORIZONTAL | PLATINA: 30 mm. x 6000 mm. x 3 mm. FISA 34 | | |
| ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | MÁQUINA | HERRAMIENTA-EQUIPO-INSTRUMENTO | TIEMPO ESTIMADO (s) |
| 01 | Cortar en piezas de 366 mm. x 30 mm. | Sierra rotativa | - | 5 |
| 02 | Esmerilar esquinas de corte | - | Esmeril | 5 |
| 03 | Doblado angular esquinas | Prensa de 10 ton | Matriz de doblado | 5 |
| 04 | Taladrado agujeros | N/A | Taladro de mano | 5 |
| 05 | Control e inspección | - | Pie de Rey | 5 |
| 06 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| 07t | Ensamblaje | - | Matriz de ensamble | 15 |
| 08t | Lavado | - | Tinas de lavado | 15 |
| 09t | Pintado | - | Equipo de pintura electrostática | 60 |
| 10t | Acabado Final | - | Martillo de goma-piezas plásticas | 15 |
| ELABORADO POR: Sr. Francisco Montero Sr. José Chávez | | REVISADO Y APROBADO POR: Ing. Pablo Figueroa | | TIEMPO TOTAL ESTIMADO PIEZA (s): 25 |
| | | | | TIEMPO TOTAL ESTIMADO ARNÉS COMPLETO (s): 240 |

8.2.1.1.8 Tubo bastidor

Tabla 8.8 Hoja de proceso de fabricación tubo bastidor

| FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" | | | | |
|--|---|---|--|--|
| PROCESO DE FABRICACIÓN | PRODUCTO: ARNÉS METÁLICO MOCHILA MILITAR | | MATERIAL: ALUMINIO AA 6063 TEMPLADO | |
| | PIEZA No. 011 | | DIMENSIONES EN BRUTO: | |
| | NOMBRE: TUBO BASTIDOR | | TUBO: Ø16 mm. x 6000 mm. x 1 mm, | |
| ACTIVIDAD | DESCRIPCION | MAQUINA | HERRAMIENTA- EQUIPO- INSTRUMENTO | TIEMPO ESTIMADO (s) |
| 01 | Cortar en piezas de Ø16 mm. x 1249.06 mm. | Sierra rotativa | - | 5 |
| 02 | Doblar tubo en U | - | Matriz doblado recto | 5 |
| 03 | Doblar tubo en segundo plano | Prensa de 30 ton | Matriz doblado ángulo | 5 |
| 04 | Taladrado de agujeros | - | Matriz de ensamblaje | 5 |
| 05 | Esmerilado filos | - | Esmeril | 5 |
| 06 | Control e inspección | - | Pie de Rey | 5 |
| 07 | Almacenamiento | - | - | - |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| 08t | Ensamblaje | - | Matriz de ensamblaje | 15 |
| 09t | Lavado | - | Tinas de lavado | 15 |
| 10t | Pintado | - | Equipo de pintura electrostática | 60 |
| 11t | Acabado Final | - | Martillo de goma-piezas plásticas | 15 |
| ELABORADO POR: Sr. Francisco Montero Sr. José Chávez | | REVISADO Y APROBADO POR: Ing. Pablo Figueroa | | TIEMPOESTIMAD O TOTAL PIEZA (s): 30 |
| | | | | TIEMPO TOTAL ESTIMADO ARNÉS COMPLETO (s): 240 |

8.2.1.1.9 Varilla oval

Tabla 8.9 Hoja de proceso de fabricación varilla oval

| FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" | | | | | |
|--|--|---|-----------------------------------|--|---------------|
| PROCESO DE FABRICACIÓN | PRODUCTO: ARNÉS METÁLICO MOCHILA MILITAR | | MATERIAL: AISI 1045 | | |
| | PIEZA No. 001 | | DIMENSIONES EN BRUTO: | | |
| | NOMBRE: VARILLA OVAL | | EJE: Ø 4.5 mm. x 6000 mm. | | |
| ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | MAQUINA | HERRAMIENTA-EQUIPO-INSTRUMENTO | TIEMPO ESTIMADO (s) | |
| 01 | Cortar piezas de Ø 4.5 mm. x 193 mm. | Sierra continua | Hoja de sierra de ¾ in | 3 | |
| 02 | Primer paso de doblado | Prensa de 10 ton | Matriz doblado 1 | 5 | |
| 03 | Segundo paso de doblado | Prensa de 10 ton | Matriz doblado 2 | 5 | |
| 04 | Control e inspección | N/A | Pie de Rey | 12 | |
| 05 | Almacenamiento | - | - | - | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 06t | Ensamblaje | - | Matriz de ensamblaje | 15 | |
| 07t | Lavado | - | Tinas de lavado | 15 | |
| 08t | Pintado | - | Equipo de pintura electrostática | 60 | |
| 09t | Acabado Final | - | Martillo de goma-piezas plásticas | 15 | |
| ELABORADO POR: Sr. Francisco Montero Sr. José Chávez | | REVISADO Y APROBADO POR: Ing. Pablo Figueroa | | TIEMPO TOTAL ESTIMADO PIEZA (s): TIEMPO TOTAL ESTIMADO ARNÉS COMPLETO (s): | 25 240 |

8.2.1.2 Hoja de inspección

8.2.1.2.1 Soporte inferior

Tabla 8.11 Hoja de inspección soporte inferior

| FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" | | | | |
|---|---|--|---|------------------|
| HOJA DE INSPECCIÓN | | | | |
| NOMBRE DEL PRODUCTO: ARNÉS METÁLICO MOCHILA MILITAR | PIEZA No. 014 | NOMBRE: SOPORTE INFERIOR | | |
| | NORMA: FMSB-SI-01 | ELABORADO POR: Sr. Francisco Montero Sr. José Chávez | REVISADO Y APROBADO POR: Ing. Pablo Figueroa | |
| FUNCIÓN DE LA PIEZA: Apoyo del Arnés sobre el usuario | | | | |
| ORD | CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR | MÉTODO DE INSPECCIÓN | ENSAYADO POR | PLAN DE MUESTREO |
| 01 | Dimensiones de la materia prima: Piezas Espesor: 3 mm. Ancho: 110 mm. Largo: 518 mm. | Verificación con calibrador | Operador/Supervisor | |
| 02 | Dimensiones de la pieza: Largo: 314 mm. Ancho: 81.5 mm. Largo patas: 101.2 mm. Angulo patas: 90 grados | Verificación con calibrador y goniómetro | Operador/Supervisor | |
| 03 | Defectos superficiales y volumétricos | Verificación con calibrador | Operador/Supervisor | |
| 04 | Apariencia Acabado superficial N8 anodizado, pintado Manchas Rebabas | Inspección visual | Supervisor de control de calidad | |
| 01-02 03 04 | Los resultados deben registrarse en las cartas de control por variables Los resultados deben registrarse en la hoja del ensayo correspondiente Los resultados deben registrarse en las cartas de control por atributos | | | |
| 01-02 | ACCIONES CORRECTIVAS En caso de que las dimensiones registradas en las cartas de control por variables no se ajusten a las tolerancias mencionadas, informar inmediatamente al jefe de taller de utillaje y tomar las acciones correspondientes: <ul style="list-style-type: none"> • Rechazo • Corrección • Calibración de la máquina | | | |
| 02 | En caso de lotes rechazados, el lote se lo identificara con la tarjeta R001 | | | |
| 03 | En caso de lotes sujetos a corrección, se identificaran con la tarjeta C001 | | | |
| 04 | Los lotes aceptados tendrán la identificación de la tarjeta A001 | | | |

8.2.1.2.2 Acople L

Tabla 8.12 Hoja de inspección acople L

| FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" HOJA DE INSPECCIÓN | | | | |
|---|---|--|---|------------------|
| NOMBRE DEL PRODUCTO: ARNÉS METÁLICO MOCHILA MILITAR | PIEZA No. 002 Y 015 | NOMBRE: ACOPLER L (IZQUIERDO Y DERECHO) | | |
| | NORMA: FMSB-AL-02 | ELABORADO POR: Sr. Francisco Montero Sr. José Chávez | REVISADO Y APROBADO POR: Ing. Pablo Figueroa | |
| FUNCIÓN DE LA PIEZA: Unión y apoyo entre soporte inferior-tubo bastidor | | | | |
| ORD | CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR | MÉTODO DE INSPECCIÓN | ENSAYADO POR | PLAN DE MUESTREO |
| 01 | Dimensiones de la materia prima: Tiras Espesor: 2 mm. Ancho: 125 mm. Largo: 612 mm. | Verificación con calibrador | Operador/Supervisor | |
| 02 | Dimensiones de la pieza: Largo: 100.2 mm. Ancho: 81.6 mm. Radio interno: 8 mm. | Verificación con calibrador | Operador/Supervisor | |
| 03 | Defectos superficiales y volumétricos | Verificación con calibrador | Operador/Supervisor | |
| 04 | Apariencia Acabado superficial N8 anodizado, pintado Manchas Rebabas | Inspección visual | Supervisor de control de calidad | |
| 01-02 03 04 | Los resultados deben registrarse en las cartas de control por variables Los resultados deben registrarse en la hoja del ensayo correspondiente Los resultados deben registrarse en las cartas de control por atributos | | | |
| 01-02 | ACCIONES CORRECTIVAS En caso de que las dimensiones registradas en las cartas de control por variables no se ajusten a las tolerancias mencionadas, informar inmediatamente al jefe de taller de utillaje y tomar las acciones correspondientes: <ul style="list-style-type: none"> • Rechazo • Corrección • Calibración de la máquina | | | |
| 02 | En caso de lotes rechazados, el lote se lo identificara con la tarjeta R001 | | | |
| 03 | En caso de lotes sujetos a corrección, se identificaran con la tarjeta C001 | | | |
| 04 | Los lotes aceptados tendrán la identificación de la tarjeta A001 | | | |

8.2.1.2.3 Bisagra

Tabla 8.13 Hoja de inspección bisagra

| FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" | | | | |
|---|---|--|---|------------------|
| HOJA DE INSPECCIÓN | | | | |
| NOMBRE DEL PRODUCTO: ARNÉS METÁLICO MOCHILA MILITAR | PIEZA No. 017 | NOMBRE: BISAGRA | | |
| | NORMA: FMSB-BI-03 | ELABORADO POR: Sr. Francisco Montero Sr. José Chávez | REVISADO Y APROBADO POR: Ing. Pablo Figueroa | |
| FUNCIÓN DE LA PIEZA: Unión y apoyo para varilla oval-soporte inferior | | | | |
| ORD | CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR | MÉTODO DE INSPECCIÓN | ENSAYADO POR | PLAN DE MUESTREO |
| 01 | Dimensiones de la materia prima: Tiras Espesor: 1 mm. Ancho: 55 mm. Largo: 650 mm. | Verificación con calibrador | Operador/Supervisor | |
| 02 | Dimensiones de la pieza: Largo: 52 mm. Ancho: 30.5 mm. Radio interno: 2.3 mm. | Verificación con calibrador | Operador/Supervisor | |
| 03 | Defectos superficiales y volumétricos | Verificación con calibrador | Operador/Supervisor | |
| 04 | Apariencia Acabado superficial N8 anodizado, pintado Manchas Rebabas | Inspección visual | Supervisor de control de calidad | |
| 01-02 03 04 | Los resultados deben registrarse en las cartas de control por variables Los resultados deben registrarse en la hoja del ensayo correspondiente Los resultados deben registrarse en las cartas de control por atributos | | | |
| 01-02 | ACCIONES CORRECTIVAS En caso de que las dimensiones registradas en las cartas de control por variables no se ajusten a las tolerancias mencionadas, informar inmediatamente al jefe de taller de utillaje y tomar las acciones correspondientes: <ul style="list-style-type: none"> • Rechazo • Corrección • Calibración de la máquina | | | |
| 02 | En caso de lotes rechazados, el lote se lo identificara con la tarjeta R001 | | | |
| 03 | En caso de lotes sujetos a corrección, se identificaran con la tarjeta C001 | | | |
| 04 | Los lotes aceptados tendrán la identificación de la tarjeta A001 | | | |

8.2.1.2.4 Ojal

Tabla 8.14 Hoja de inspección ojal

| FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" | | | | |
|--|---|--|---|------------------|
| HOJA DE INSPECCIÓN | | | | |
| NOMBRE DEL PRODUCTO: ARNÉS METÁLICO MOCHILA MILITAR | PIEZA No. 010 | NOMBRE: OJAL | | |
| | NORMA: FMSB-OJ-04 | ELABORADO POR: Sr. Francisco Montero Sr. José Chávez | REVISADO Y APROBADO POR: Ing. Pablo Figueroa | |
| FUNCIÓN DE LA PIEZA: Apoyo para paso de correa superior de mochila | | | | |
| ORD | CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR | MÉTODO DE INSPECCIÓN | ENSAYADO POR | PLAN DE MUESTREO |
| 01 | Dimensiones de la materia prima: Tiras Espesor: 3 mm. Ancho: 58.5 mm. Largo: 497 mm. | Verificación con calibrador | Operador/Supervisor | |
| 02 | Dimensiones de la pieza: Largo: 52 mm. Ancho: 8 mm. Angulo de los extremos: 135 grados | Verificación con calibrador y goniómetro | Operador/Supervisor | |
| 03 | Defectos superficiales y volumétricos | Verificación con calibrador | Operador/Supervisor | |
| 04 | Apariencia Acabado superficial N8 anodizado, pintado Manchas Rebabas | Inspección visual | Supervisor de control de calidad | |
| 01-02 03 04 | Los resultados deben registrarse en las cartas de control por variables Los resultados deben registrarse en la hoja del ensayo correspondiente Los resultados deben registrarse en las cartas de control por atributos | | | |
| 01-02 | ACCIONES CORRECTIVAS En caso de que las dimensiones registradas en las cartas de control por variables no se ajusten a las tolerancias mencionadas, informar inmediatamente al jefe de taller de utillaje y tomar las acciones correspondientes: <ul style="list-style-type: none"> • Rechazo • Corrección • Calibración de la máquina | | | |
| 02 | En caso de lotes rechazados, el lote se lo identificara con la tarjeta R001 | | | |
| 03 | En caso de lotes sujetos a corrección, se identificaran con la tarjeta C001 | | | |
| 04 | Los lotes aceptados tendrán la identificación de la tarjeta A001 | | | |

8.2.1.2.5 Soporte v

Tabla 8.15 Hoja de inspección soporte v

| FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" | | | | |
|--|---|--|---|------------------|
| HOJA DE INSPECCIÓN | | | | |
| NOMBRE DEL PRODUCTO: ARNÉS METÁLICO MOCHILA MILITAR | PIEZA No. 016 | NOMBRE: SOPORTE V | | |
| | NORMA: FMSB-SV-05 | ELABORADO POR: Sr. Francisco Montero Sr. José Chávez | REVISADO Y APROBADO POR: Ing. Pablo Figueroa | |
| FUNCIÓN DE LA PIEZA: Rigidizador del Soporte Inferior | | | | |
| ORD | CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR | MÉTODO DE INSPECCIÓN | ENSAYADO POR | PLAN DE MUESTREO |
| 01 | Dimensiones de la materia prima: Piezas Espesor: 3 mm. Ancho: 22.5 mm. Largo: 358.17 mm. | Verificación con calibrador | Operador/Supervisor | |
| 02 | Dimensiones de la pieza: Largo: 306 mm. Ancho: 91.2 mm. Angulo interno: 128 grados | Verificación con calibrador y goniómetro | Operador/Supervisor | |
| 03 | Defectos superficiales y volumétricos | Verificación con calibrador | Operador/Supervisor | |
| 04 | Apariencia Acabado superficial N8 anodizado, pintado Manchas Rebabas | Inspección visual | Supervisor de control de calidad | |
| 01-02 03 04 | Los resultados deben registrarse en las cartas de control por variables Los resultados deben registrarse en la hoja del ensayo correspondiente Los resultados deben registrarse en las cartas de control por atributos | | | |
| 01-02 | <p>ACCIONES CORRECTIVAS</p> <p>En caso de que las dimensiones registradas en las cartas de control por variables no se ajusten a las tolerancias mencionadas, informar inmediatamente al jefe de taller de utillaje y tomar las acciones correspondientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rechazo • Corrección • Calibración de la máquina | | | |
| 02 | En caso de lotes rechazados, el lote se lo identificara con la tarjeta R001 | | | |
| 03 | En caso de lotes sujetos a corrección, se identificaran con la tarjeta C001 | | | |
| 04 | Los lotes aceptados tendrán la identificación de la tarjeta A001 | | | |

8.2.1.2.6 Soporte vertical

Tabla 8.16 Hoja de inspección soporte vertical

| FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" | | | | |
|---|---|--|---|------------------|
| HOJA DE INSPECCIÓN | | | | |
| NOMBRE DEL PRODUCTO: ARNÉS METÁLICO MOCHILA MILITAR | PIEZA No. 008 | NOMBRE: SOPORTE VERTICAL | | |
| | NORMA: FMSB-SVT-06 | ELABORADO POR: Sr. Francisco Montero Sr. José Chávez | REVISADO Y APROBADO POR: Ing. Pablo Figueroa | |
| FUNCIÓN DE LA PIEZA: Rigidizador vertical del Arnés | | | | |
| ORD | CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR | MÉTODO DE INSPECCIÓN | ENSAYADO POR | PLAN DE MUESTREO |
| 01 | Dimensiones de la materia prima: Piezas Espesor: 3 mm. Ancho: 22 mm. Largo: 523 mm. | Verificación con calibrador | Operador/Supervisor | |
| 02 | Dimensiones de la pieza: Largo: 500 mm. Ancho: 22 mm. Radio interno: 345 mm. | Verificación con calibrador | Operador/Supervisor | |
| 03 | Defectos superficiales y volumétricos | Verificación con calibrador | Operador/Supervisor | |
| 04 | Apariencia Acabado superficial N8 anodizado, pintado Manchas Rebabas | Inspección visual | Supervisor de control de calidad | |
| 01-02 03 04 | Los resultados deben registrarse en las cartas de control por variables Los resultados deben registrarse en la hoja del ensayo correspondiente Los resultados deben registrarse en las cartas de control por atributos | | | |
| 01-02 | <p>ACCIONES CORRECTIVAS</p> <p>En caso de que las dimensiones registradas en las cartas de control por variables no se ajusten a las tolerancias mencionadas, informar inmediatamente al jefe de taller de utillaje y tomar las acciones correspondientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rechazo • Corrección • Calibración de la máquina | | | |
| 02 | En caso de lotes rechazados, el lote se lo identificara con la tarjeta R001 | | | |
| 03 | En caso de lotes sujetos a corrección, se identificaran con la tarjeta C001 | | | |
| 04 | Los lotes aceptados tendrán la identificación de la tarjeta A001 | | | |

8.2.1.2.7 Soporte horizontal

Tabla 8.17 Hoja de inspección soporte horizontal

| FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" | | | | |
|---|---|---|---|------------------|
| HOJA DE INSPECCIÓN | | | | |
| NOMBRE DEL PRODUCTO: ARNÉS METÁLICO MOCHILA MILITAR | PIEZA No. 009 | NOMBRE: SOPORTE HORIZONTAL | | |
| | NORMA: FMSB-SH-07 | ELABORADO POR: Sr. Francisco Montero Sr. José Chávez | REVISADO Y APROBADO POR: Ing. Pablo Figueroa | |
| FUNCIÓN DE LA PIEZA: Rigidez horizontal de Arnés | | | | |
| ORD | CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR | MÉTODO DE INSPECCIÓN | ENSAYADO POR | PLAN DE MUESTREO |
| 01 | Dimensiones de la materia prima: Piezas Espesor: 3 mm. Ancho: 30 mm. Largo: 366 mm. | Verificación con calibrador | Operador/Supervisor | |
| 02 | Dimensiones de la pieza: Largo: 314 mm. Ancho: 30 mm. Altura de extremos: 33 mm. | Verificación con calibrador | Operador/Supervisor | |
| 03 | Defectos superficiales y volumétricos | Verificación con calibrador | Operador/Supervisor | |
| 04 | Apariencia Acabado superficial N8 anodizado, pintado Manchas Rebabas | Inspección visual | Supervisor de control de calidad | |
| 01-02 03 04 | Los resultados deben registrarse en las cartas de control por variables Los resultados deben registrarse en la hoja del ensayo correspondiente Los resultados deben registrarse en las cartas de control por atributos | | | |
| 01-02 | ACCIONES CORRECTIVAS En caso de que las dimensiones registradas en las cartas de control por variables no se ajusten a las tolerancias mencionadas, informar inmediatamente al jefe de taller de utillaje y tomar las acciones correspondientes: <ul style="list-style-type: none"> • Rechazo • Corrección • Calibración de la máquina | | | |
| 02 | En caso de lotes rechazados, el lote se lo identificara con la tarjeta R001 | | | |
| 03 | En caso de lotes sujetos a corrección, se identificaran con la tarjeta C001 | | | |
| 04 | Los lotes aceptados tendrán la identificación de la tarjeta A001 | | | |

8.2.1.2.8 Tubo bastidor

Tabla 8.18 Hoja de inspección tubo bastidor

| FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" | | | | |
|---|---|---|---|------------------|
| HOJA DE INSPECCIÓN | | | | |
| NOMBRE DEL PRODUCTO: ARNÉS METÁLICO MOCHILA MILITAR | PIEZA No. 011 | NOMBRE: TUBO BASTIDOR | | |
| | NORMA: FMSB-TB-08 | ELABORADO POR: Sr. Francisco Montero Sr. José Chávez | REVISADO Y APROBADO POR: Ing. Pablo Figueroa | |
| FUNCIÓN DE LA PIEZA: Bastidor del Arnés | | | | |
| ORD | CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR | MÉTODO DE INSPECCIÓN | ENSAYADO POR | PLAN DE MUESTREO |
| 01 | Dimensiones de la materia prima: tubo Espesor pared: 1 mm. Diámetro: 16 mm. Largo: 1249.06 mm. | Verificación con calibrador | Operador/Supervisor | |
| 02 | Dimensiones de la pieza: Altura: 504 mm Ancho: 308 mm Angulo dobléz: 90 grados Angulo segundo plano: 20 grados | Verificación con calibrador y goniómetro | Operador/Supervisor | |
| 03 | Defectos superficiales y volumétricos | Verificación con calibrador | Operador/Supervisor | |
| 04 | Apariencia Acabado superficial N8 anodizado, pintado Manchas Rebabas | Inspección visual | Supervisor de control de calidad | |
| 01-02 03 04 | Los resultados deben registrarse en las cartas de control por variables Los resultados deben registrarse en la hoja del ensayo correspondiente Los resultados deben registrarse en las cartas de control por atributos | | | |
| 01-02 | ACCIONES CORRECTIVAS En caso de que las dimensiones registradas en las cartas de control por variables no se ajusten a las tolerancias mencionadas, informar inmediatamente al jefe de taller de utillaje y tomar las acciones correspondientes: <ul style="list-style-type: none"> • Rechazo • Corrección • Calibración de la máquina | | | |
| 02 | En caso de lotes rechazados, el lote se lo identificara con la tarjeta R001 | | | |
| 03 | En caso de lotes sujetos a corrección, se identificaran con la tarjeta C001 | | | |
| 04 | Los lotes aceptados tendrán la identificación de la tarjeta A001 | | | |

8.2.1.2.9 Varilla oval

Tabla 8.19 Hoja de inspección varilla oval

| FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" | | | | |
|--|---|--|---|------------------|
| HOJA DE INSPECCIÓN | | | | |
| NOMBRE DEL PRODUCTO: ARNÉS METÁLICO MOCHILA MILITAR | PIEZA No. 001 | NOMBRE: VARILLA OVAL | | |
| | NORMA: FMSB-VO-09 | ELABORADO POR: Sr. Francisco Montero Sr. José Chávez | REVISADO Y APROBADO POR: Ing. Pablo Figueroa | |
| FUNCIÓN DE LA PIEZA: Alojamiento de la correa de unión Arnés-Mochila Militar | | | | |
| ORD | CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR | MÉTODO DE INSPECCIÓN | ENSAYADO POR | PLAN DE MUESTREO |
| 01 | Dimensiones de la materia prima: Eje Diámetro: 4.5 mm. Largo: 193 mm. | Verificación con calibrador | Operador/Supervisor | |
| 02 | Dimensiones de la pieza: Longitud: 92 mm. Ancho: 22 mm. | Verificación con calibrador | Operador/Supervisor | |
| 03 | Defectos superficiales y volumétricos | Verificación con calibrador | Operador/Supervisor | |
| 04 | Apariencia Acabado superficial N8 anodizado, pintado Manchas Rebabas | Inspección visual | Supervisor de control de calidad | |
| 01-02 03 04 | Los resultados deben registrarse en las cartas de control por variables Los resultados deben registrarse en la hoja del ensayo correspondiente Los resultados deben registrarse en las cartas de control por atributos | | | |
| 01-02 | ACCIONES CORRECTIVAS En caso de que las dimensiones registradas en las cartas de control por variables no se ajusten a las tolerancias mencionadas, informar inmediatamente al jefe de taller de utillaje y tomar las acciones correspondientes: <ul style="list-style-type: none"> • Rechazo • Corrección • Calibración de la máquina | | | |
| 02 | En caso de lotes rechazados, el lote se lo identificara con la tarjeta R001 | | | |
| 03 | En caso de lotes sujetados a corrección, se identificaran con la tarjeta C001 | | | |
| 04 | Los lotes aceptados tendrán la identificación de la tarjeta A001 | | | |

8.2.1.2.10 Tubo refuerzo

Tabla 8.20 Hoja de inspección tubo refuerzo

| FÁBRICA DE MUNICIONES "SANTA BÁRBARA" | | | | |
|--|---|--|---|------------------|
| HOJA DE INSPECCIÓN | | | | |
| NOMBRE DEL PRODUCTO: ARNÉS METÁLICO MOCHILA MILITAR | PIEZA No. 006 | NOMBRE: TUBO REFUERZO | | |
| | NORMA: FMSB-TR-010 | ELABORADO POR: Sr. Francisco Montero Sr. José Chávez | REVISADO Y APROBADO POR: Ing. Pablo Figueroa | |
| FUNCIÓN DE LA PIEZA: Reforzar unión Tubo Bastidor-Soporte Inferior | | | | |
| ORD | CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR | MÉTODO DE INSPECCIÓN | ENSAYADO POR | PLAN DE MUESTREO |
| 01 | Dimensiones de la materia prima: Espesor pared: 0.8 mm. Diámetro: 12.7 mm. Largo: 81.54 mm. | Verificación con calibrador | Operador/Supervisor | |
| 02 | Dimensiones de la pieza: Longitud: 81.5 mm. Diámetro cuerpo: 12.7 mm. Diámetro cabeza: 14 mm. | Verificación con calibrador | Operador/Supervisor | |
| 03 | Defectos superficiales y volumétricos | Verificación con calibrador | Operador/Supervisor | |
| 04 | Apariencia Acabado superficial N8 anodizado, pintado Manchas Rebabas | Inspección visual | Supervisor de control de calidad | |
| 01-02 03 04 | Los resultados deben registrarse en las cartas de control por variables Los resultados deben registrarse en la hoja del ensayo correspondiente Los resultados deben registrarse en las cartas de control por atributos | | | |
| 01-02 | ACCIONES CORRECTIVAS En caso de que las dimensiones registradas en las cartas de control por variables no se ajusten a las tolerancias mencionadas, informar inmediatamente al jefe de taller de utillaje y tomar las acciones correspondientes: <ul style="list-style-type: none"> • Rechazo • Corrección • Calibración de la máquina | | | |
| 02 | En caso de lotes rechazados, el lote se lo identificara con la tarjeta R001 | | | |
| 03 | En caso de lotes sujetos a corrección, se identificaran con la tarjeta C001 | | | |
| 04 | Los lotes aceptados tendrán la identificación de la tarjeta A001 | | | |

8.2.2 ENSAMBLAJE DE PIEZAS

8.2.2.1 Paso de ensamblaje 1

8.2.2.1.1 Diagrama de proceso de ensamblaje 1

Productos involucrados: Varilla Oval, Bisagra

Diagramadores: Chávez J - Montero F



Figura 8.31 Detalle ensamblaje varilla oval-bisagra

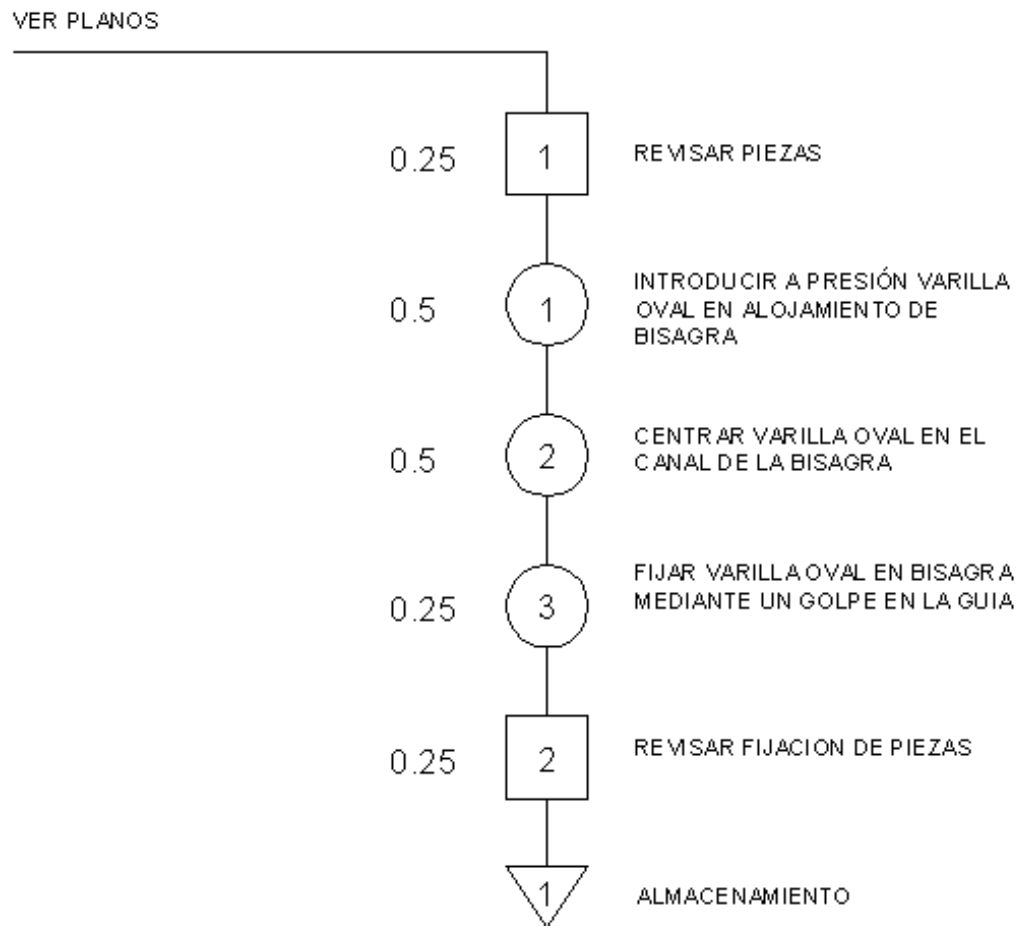


Figura 8.32 Diagrama de proceso ensamble varilla oval-bisagra

8.2.2.2 Paso de ensamblaje 2

8.2.2.2.1 Diagrama de proceso de ensamblaje 2

Productos involucrados: Bisagra, Soporte Inferior

Diagramadores: Chávez J - Montero F



Figura 8.33 Detalle ensamblaje varilla bisagra-soporte inferior

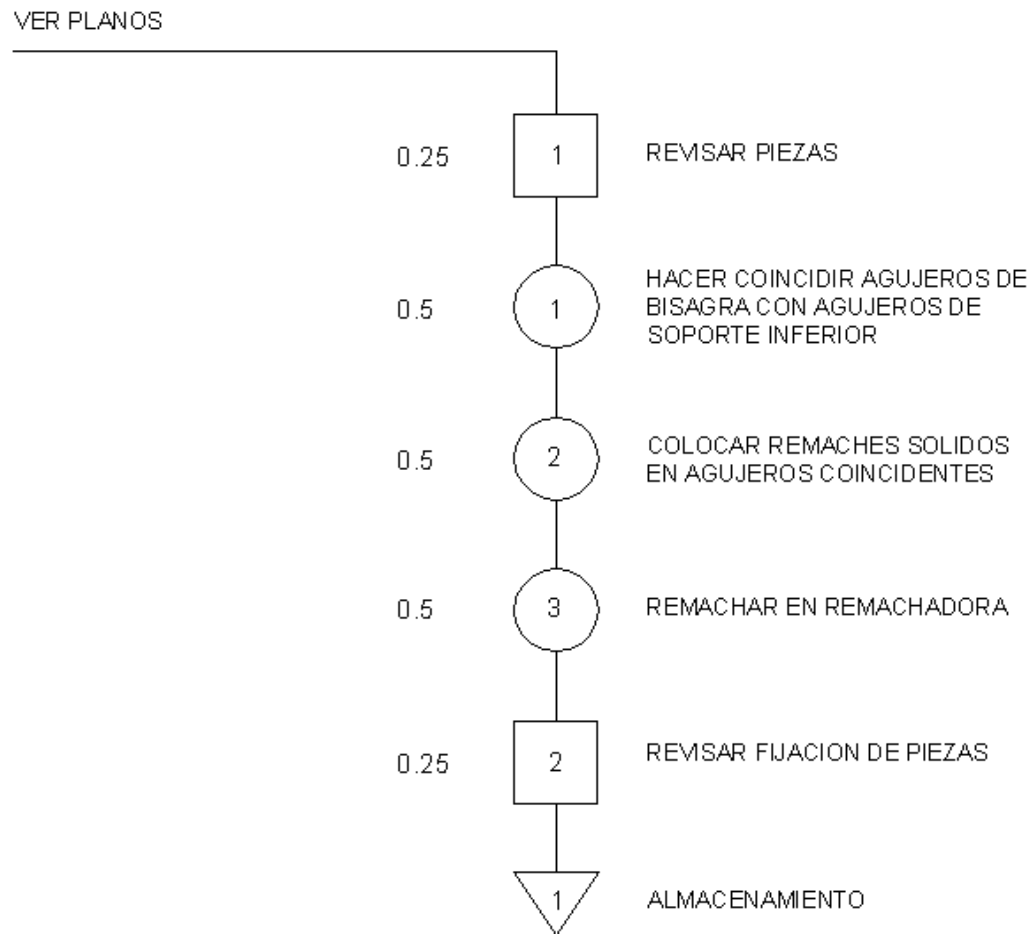


Figura 8.34 Diagrama de proceso ensamble bisagra-soporte inferior

8.2.2.3 Paso de ensamblaje 3

8.2.2.3.1 Diagrama de proceso de ensamblaje 3

Productos involucrados: Soporte Inferior, Acople L

Diagramadores: Chávez J - Montero F

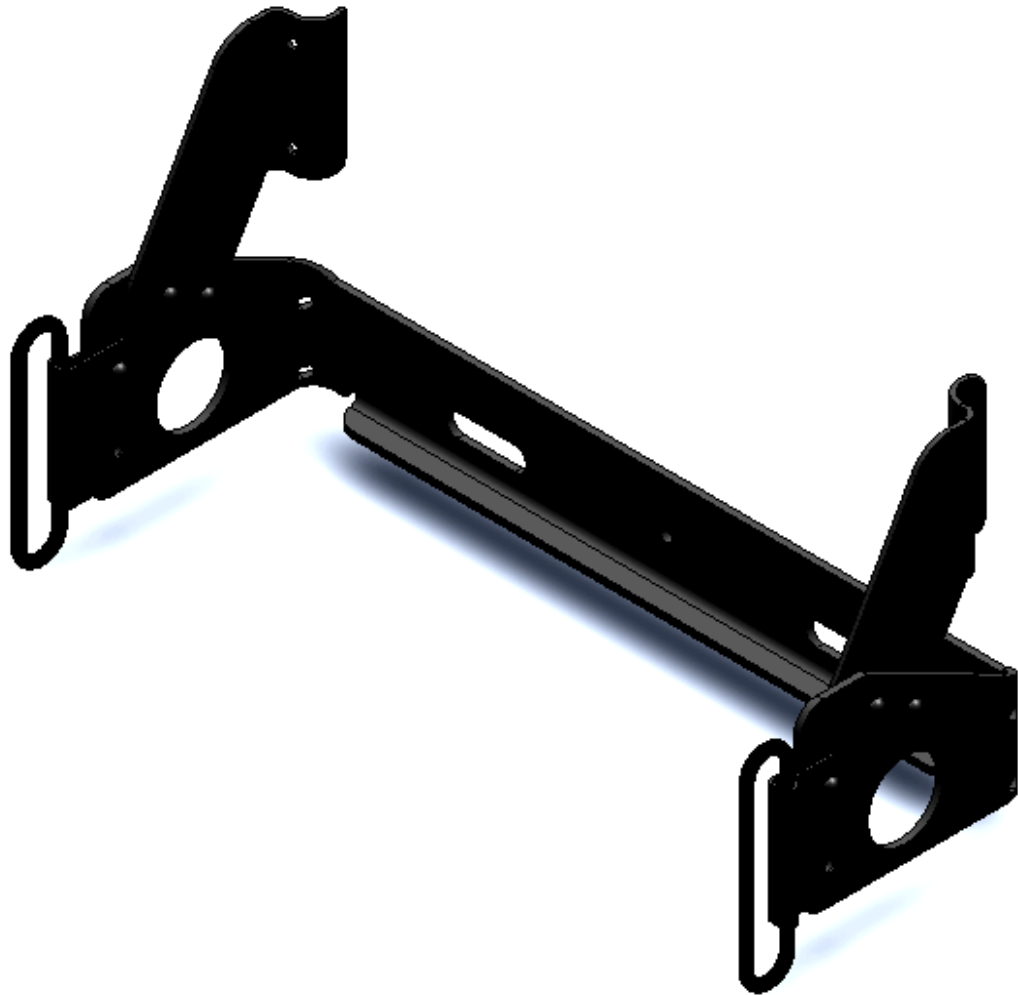


Figura 8.35 Detalle ensamblaje soporte inferior-acople L

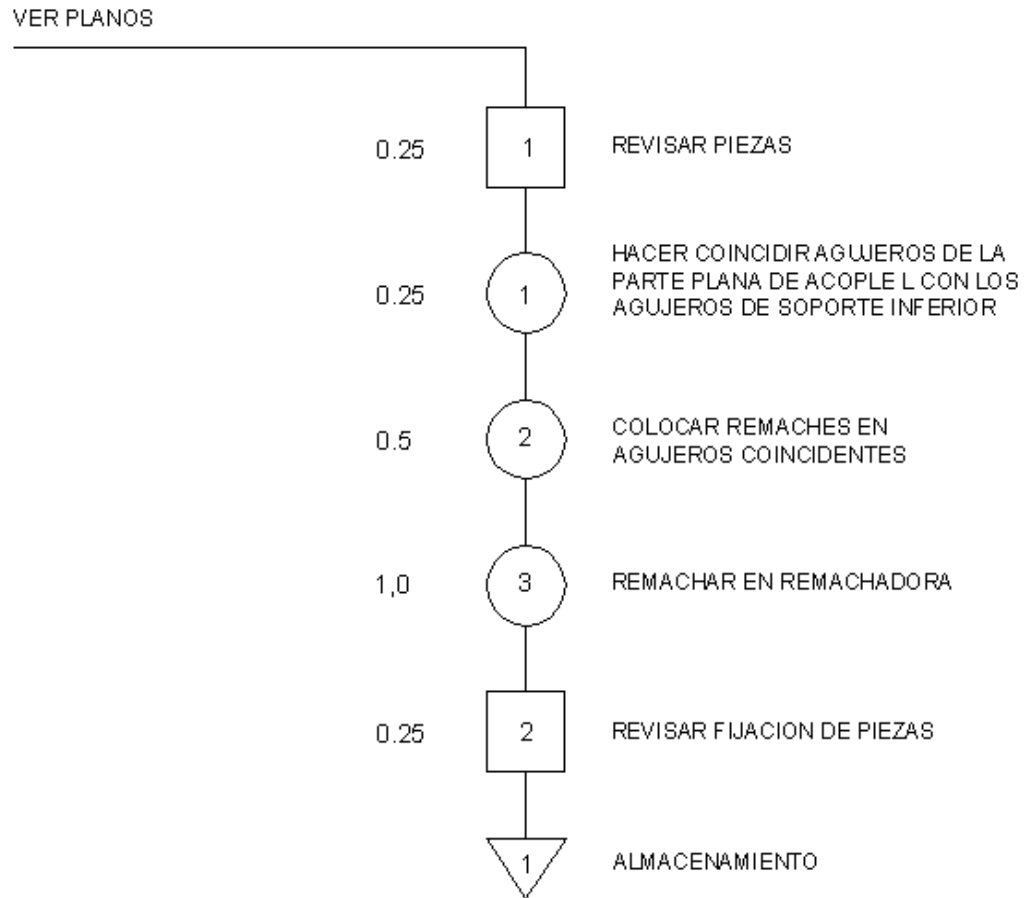


Figura 8.36 Diagrama de proceso ensamble soporte inferior-acople L

8.2.2.4 Paso de ensamblaje 4

8.2.2.4.1 Diagrama de proceso de ensamblaje 4

Productos involucrados: Tubo Bastidor, Tubo Refuerzo

Diagramadores: Chávez J - Montero F

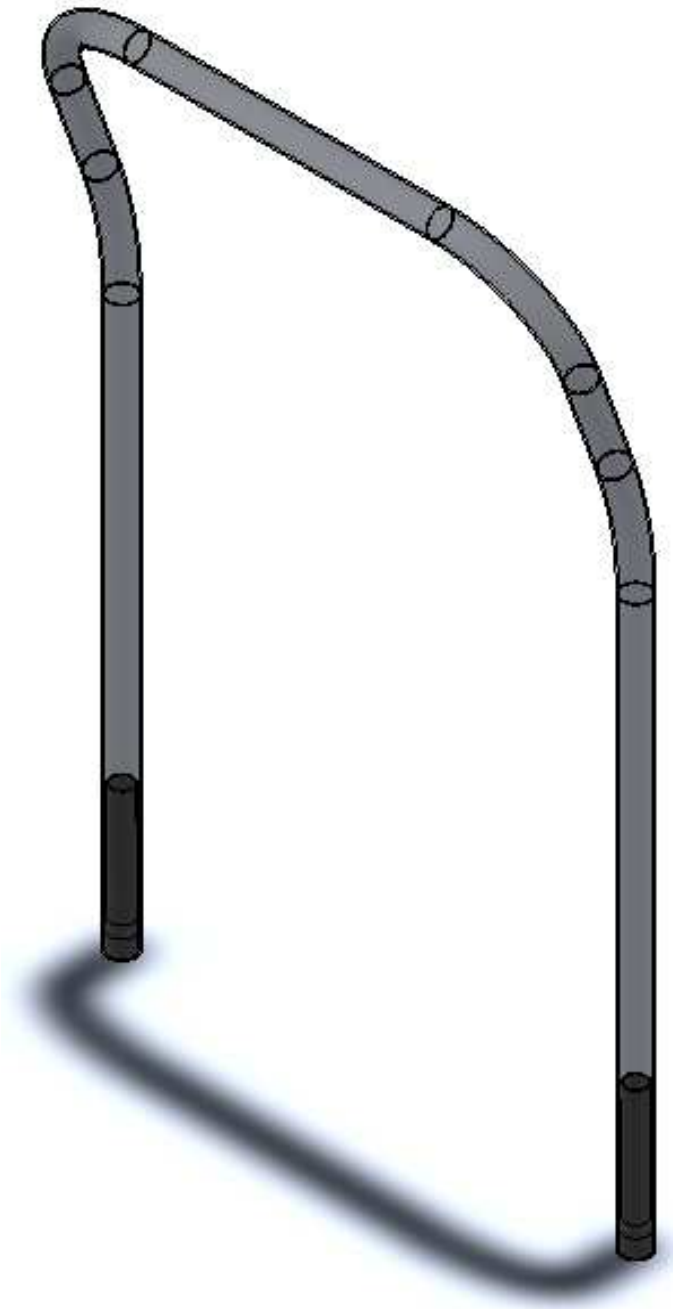


Figura 8.37 Detalle ensamblaje tubo bastidor-tubo refuerzo

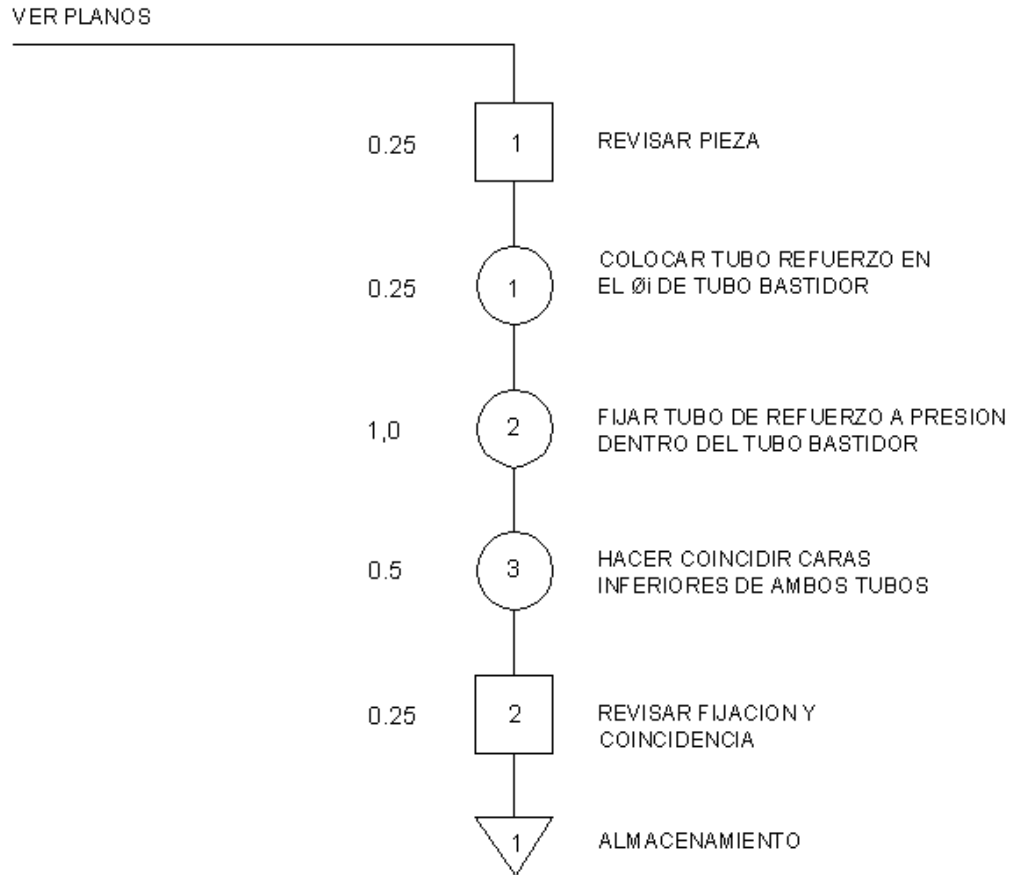


Figura 8.38 Diagrama de proceso ensamble tubo bastidor-tubo refuerzo

8.2.2.5 Paso de ensamblaje 5

8.2.2.5.1 Diagrama de proceso de ensamblaje 5

Productos involucrados: Tubo Bastidor, Placa Ensamblaje

Diagramadores: Chávez J - Montero F

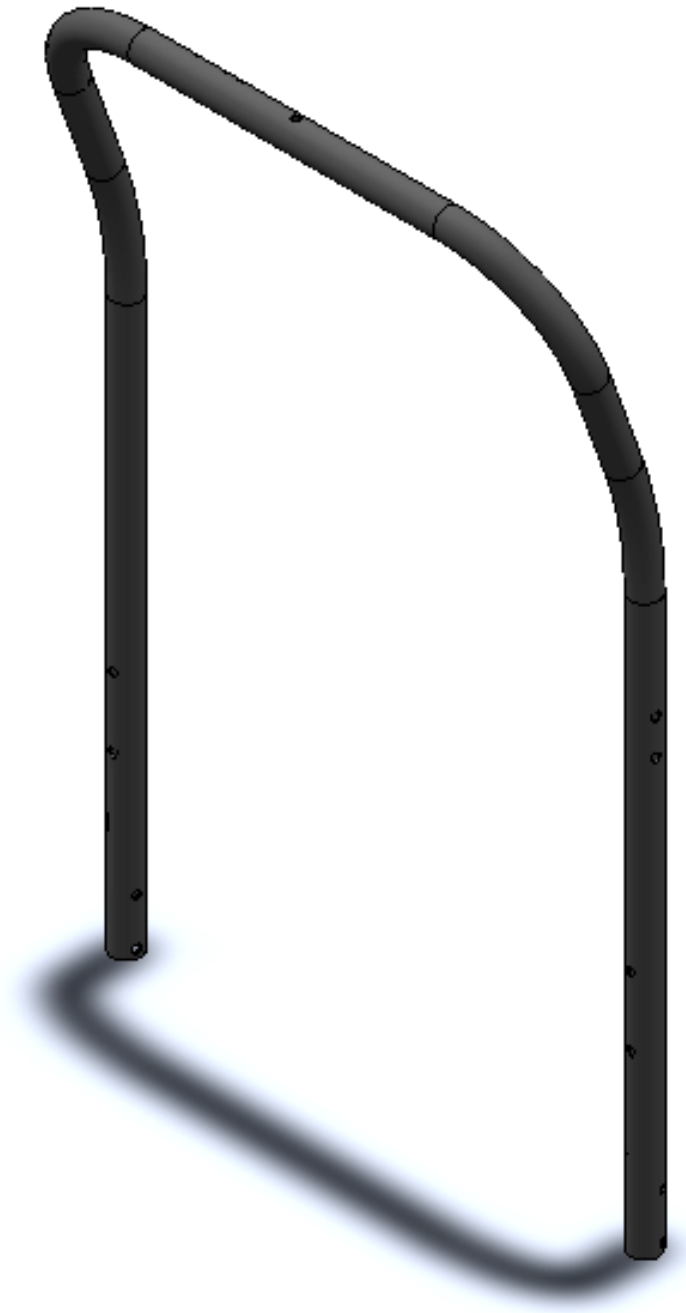


Figura 8.39 Detalle frontal perforación tubo bastidor en placa ensamblaje

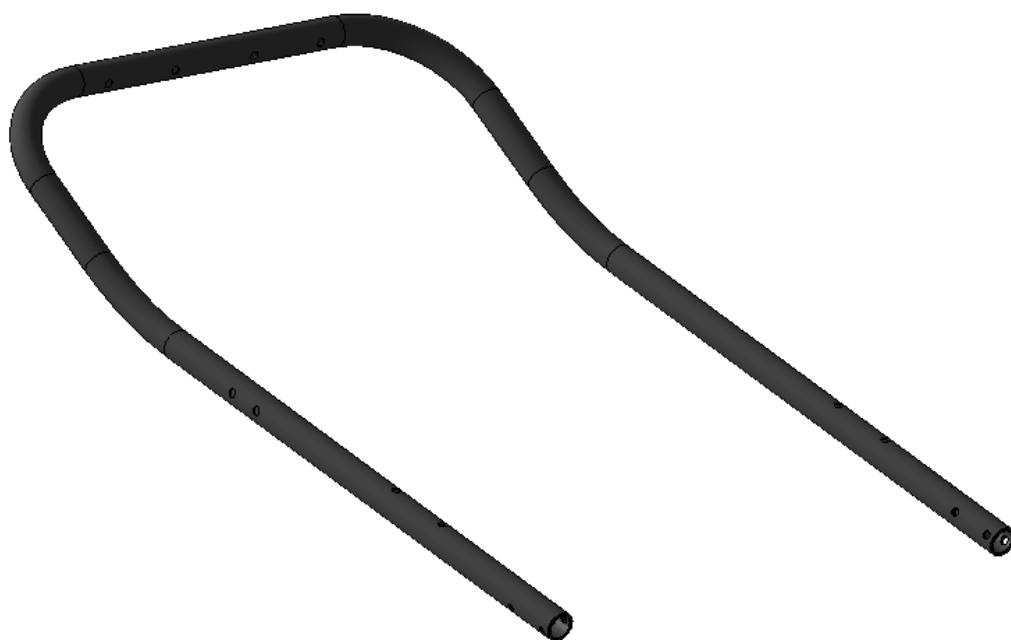


Figura 8.40 Detalle inferior perforación tubo bastidor en placa ensamblaje

VER PLANOS

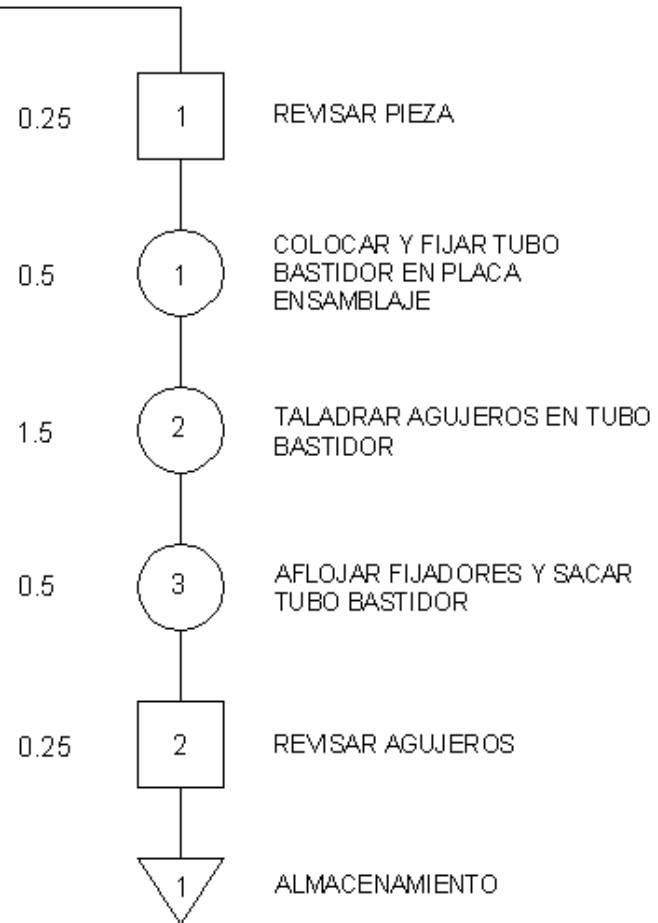


Figura 8.41 Diagrama de proceso de perforación de tubo bastidor en placa ensamblaje

8.2.2.6 Paso de ensamblaje 6

8.2.2.6.1 Diagrama de proceso de ensamblaje 6

Productos involucrados: Tubo Bastidor, Soporte Inferior

Diagramadores: Chávez J - Montero F



Figura 8.42 Detalle ensamblaje tubo bastidor-soporte inferior

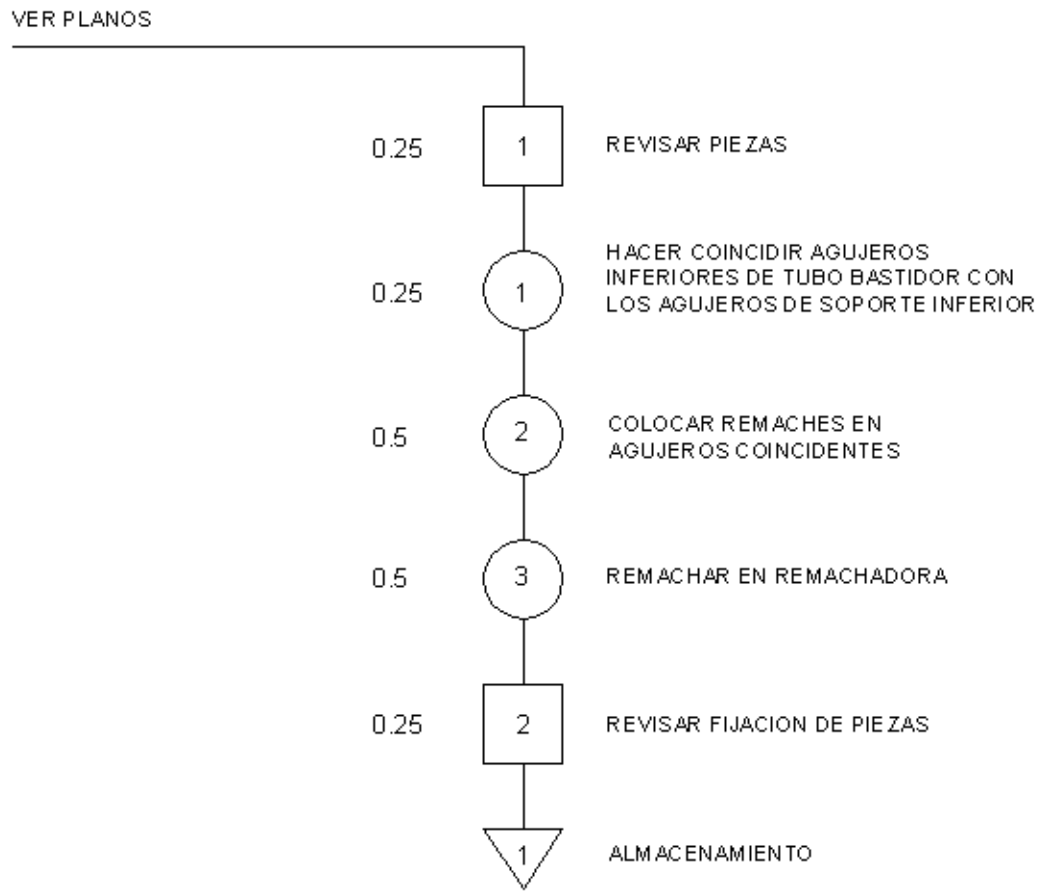


Figura 8.43 Diagrama de proceso ensamble tubo bastidor-soporte inferior

8.2.2.7 Paso de ensamblaje 7

8.2.2.7.1 Diagrama de proceso de ensamblaje 7

Productos involucrados: Soporte V

Diagramadores: Chávez J - Montero F

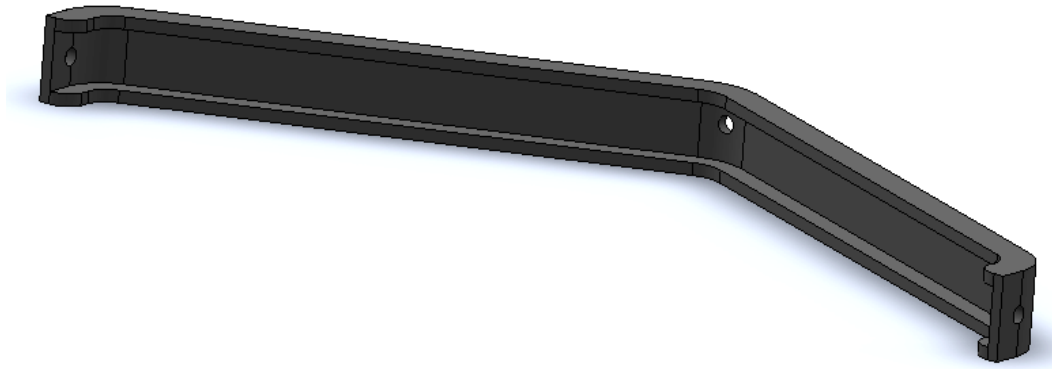


Figura 8.44 Detalle de perforación soporte V

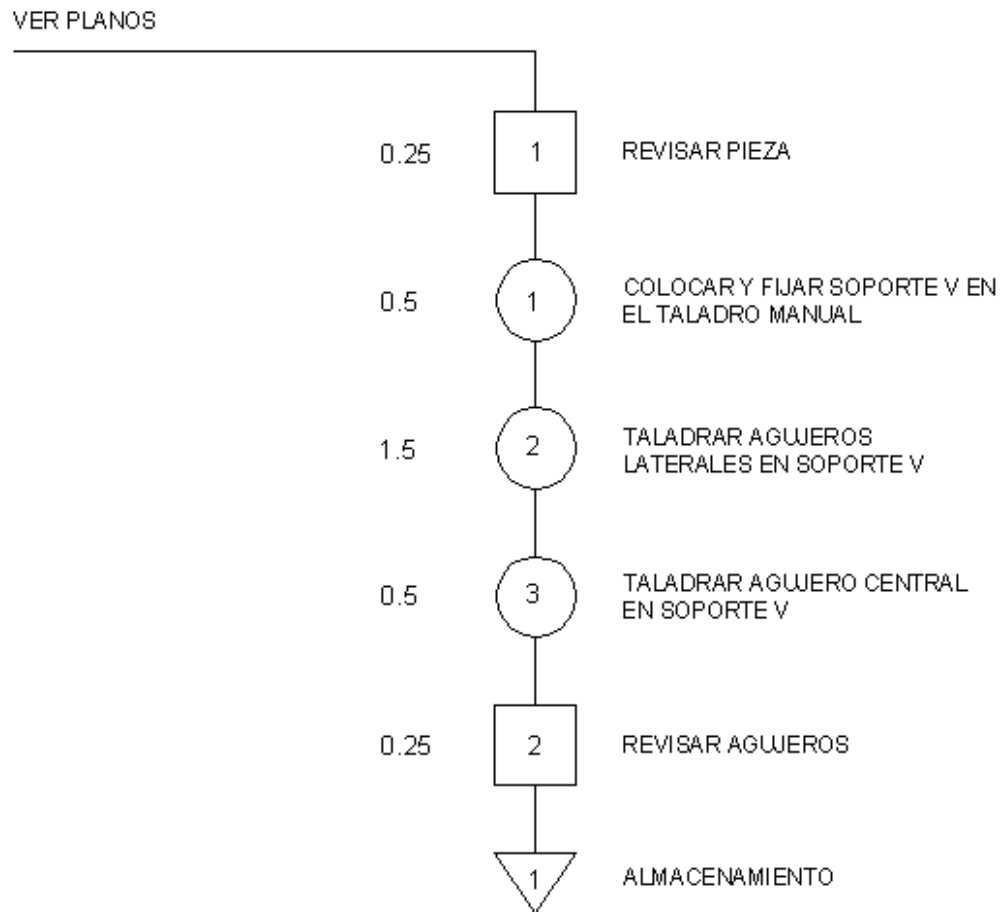


Figura 8.45 Diagrama de proceso de perforación de soporte V

8.2.2.8 Paso de ensamblaje 8

8.2.2.8.1 Diagrama de proceso de ensamblaje 8

Productos involucrados: Soporte V, Soporte Inferior

Diagramadores: Chávez J - Montero F



Figura 8.46 Detalle ensamblaje soporte inferior-soporte V

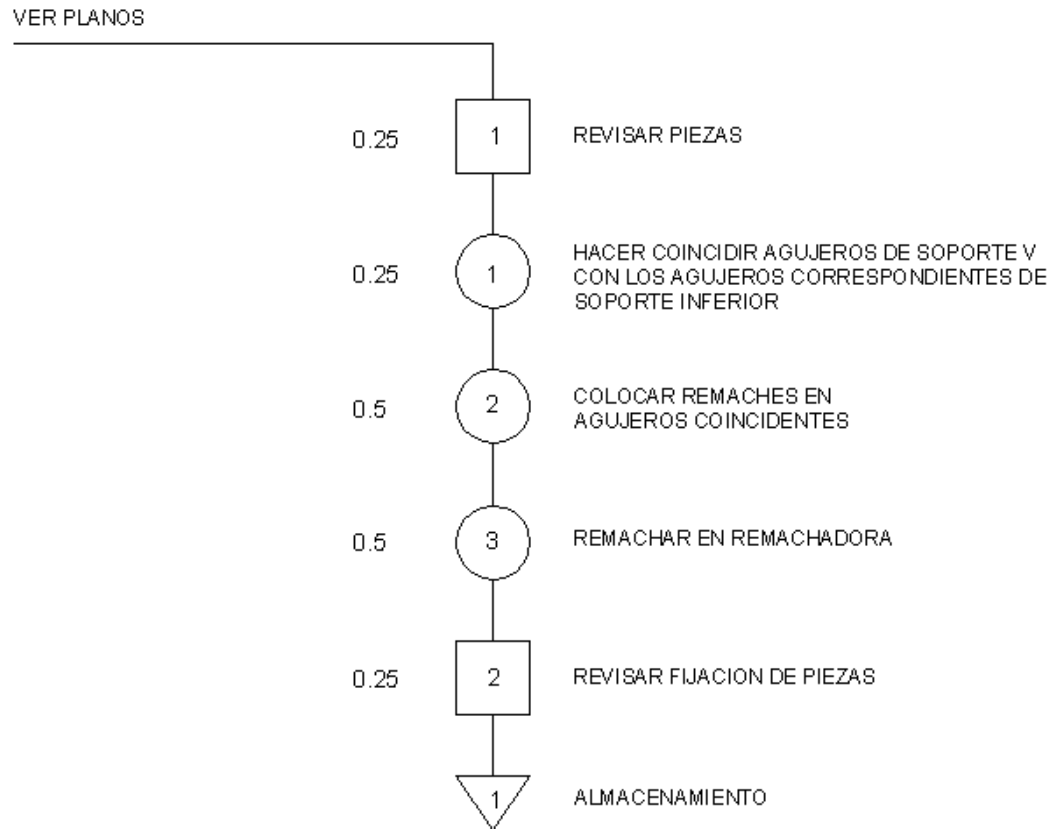


Figura 8.47 Diagrama de proceso ensamble soporte inferior-soporte V

8.2.2.9 Paso de ensamblaje 9

8.2.2.9.1 Diagrama de proceso de ensamblaje 9

Productos involucrados: Soporte Vertical, Soporte Inferior, Tubo Bastidor

Diagramadores: Chávez J - Montero F



Figura 8.48 Detalle ensamblaje soporte vertical-soporte inferior-tubo bastidor

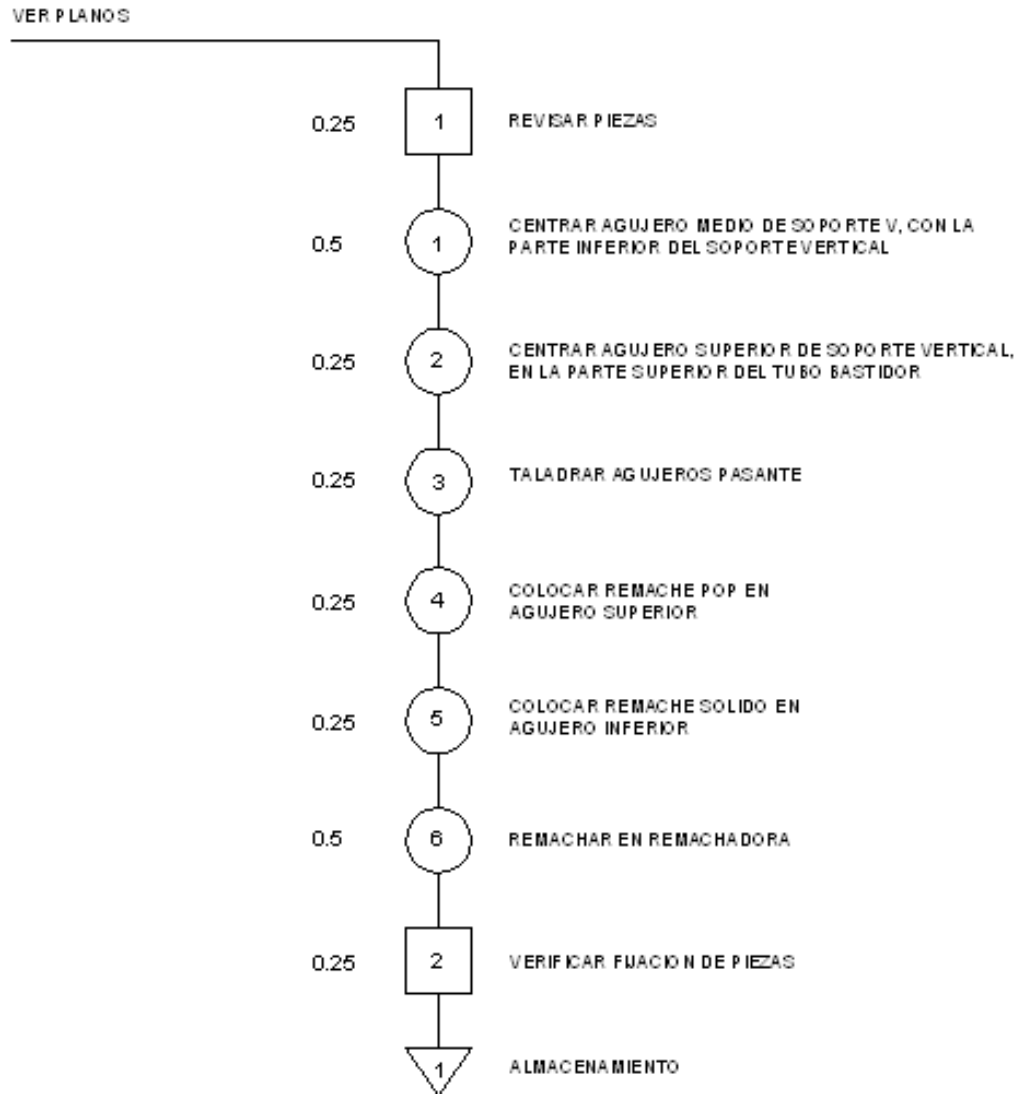


Figura 8.49 Diagrama de proceso ensamble soporte vertical-soporte inferior-tubo bastidor

8.2.2.10 Paso de ensamblaje 10

8.2.2.10.1 Diagrama de proceso de ensamblaje

Productos involucrados: Soporte Vertical, Soporte Horizontal, Tubo Bastidor

Diagramadores: Chávez J - Montero F



Figura 8.50 Detalle lateral izquierdo ensamblaje soporte vertical-soporte horizontal-tubo bastidor



Figura 8.51 Detalle lateral derecho ensamblaje soporte vertical-soporte horizontal-tubo bastidor

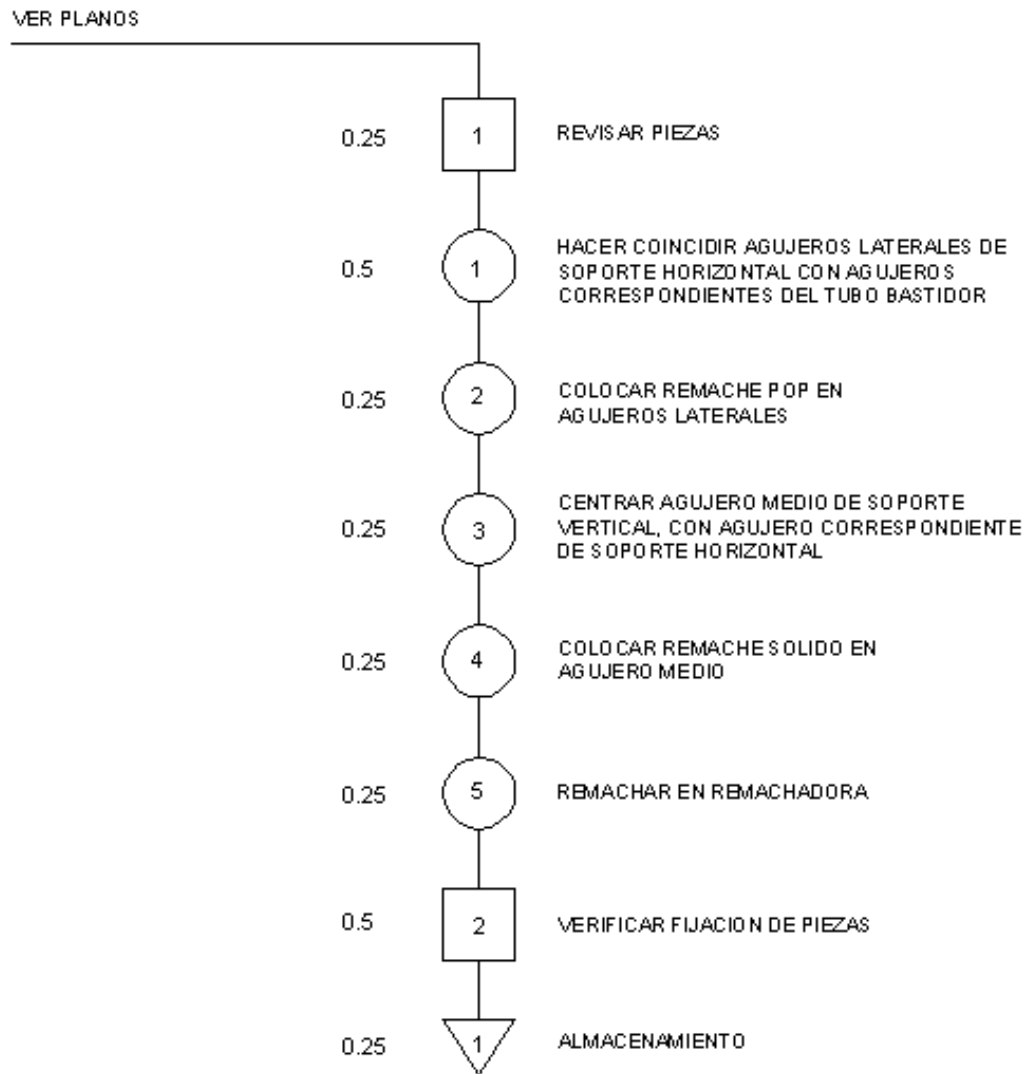


Figura 8.52 Diagrama de proceso ensamble soporte vertical-soporte horizontal-tubo bastidor

8.2.2.11 Paso de ensamblaje 11

8.2.2.11.1 Diagrama de proceso de ensamblaje 11

Productos involucrados: Tubo Bastidor, Ojal

Diagramadores: Chávez J - Montero F



Figura 8.53 Detalle ensamblaje tubo bastidor-ojal

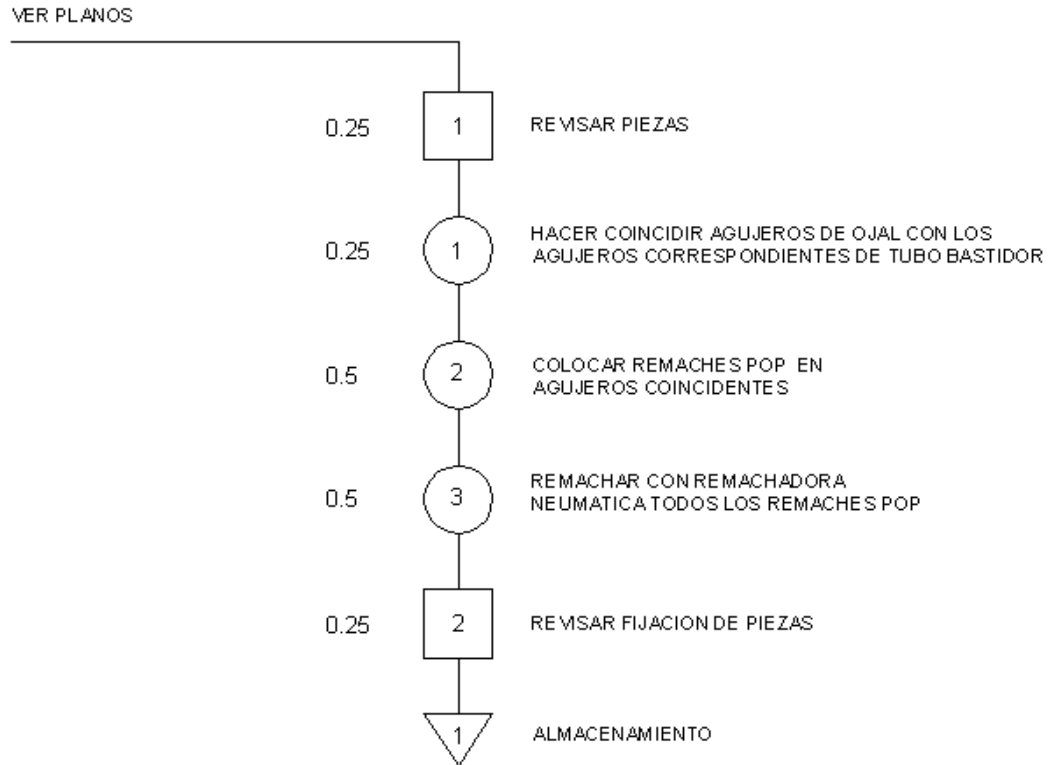


Figura 8.54 Diagrama de proceso ensamblaje tubo bastidor-ojal

8.3 PROCESO DE PINTURA ELECTROSTÁTICA

8.3.1 Adecuación de la cabina de pintura electrostática

Cuadro 8.2 Cambios realizados en la adecuación de la cabina de pintura electrostática

| Ord. | SISTEMA | CARACTERÍSTICAS | | JUSTIFICACIÓN DE CAMBIOS |
|------|-------------|---|--|--|
| | | CABINA DE PINTURA NORMAL | CABINA DE PINTURA ELECTROSTÁTICA | |
| 1 | ELECTRICO | Tablero de control con mandos de: encendido-apagado general (On-Off), iluminación interna, ventilación. | No se realizan cambios, se utiliza los mismos mandos para la cabina readecuada | No existen cambios |
| | | Iluminación normal incandescente | Se reemplaza la iluminación incandescente por un sistema de iluminación fluorescente (2 lámparas) | La iluminación deficiente perjudica la visión del operario lo que le impide lograr un recubrimiento total de la superficie al realizar el proceso de pintura |
| | | Mando de ventilación regulable (3 niveles) | El mando de ventilación regulable se mantiene, sin embargo se utiliza una sola posición | Para la absorción de los residuos de pintura mediante los filtros, se necesita una sola capacidad de circulación de aire |
| 2 | VENTILACIÓN | No existe toma a tierra | Se coloca una toma a tierra ya que es indispensable para el funcionamiento de la cabina de pintura electrostática. | Al circular corriente eléctrica por la cabina de pintura se debe proteger al operador y al equipo de posibles descargas eléctricas |
| | | Su objetivo es la expulsión al ambiente de la pintura pulverizada residual mediante un extractor superior | La adaptación tiene como objetivo la absorción en filtros de la pintura poliéster en polvo, para lo cual se modifica el sistema de ventilación | Los residuos de pintura de poliéster en polvo son reutilizables, por lo que se debe recolectar el máximo posible para aprovecharlos |
| | | Sistema de ductos posterior y laterales, con una salida troncal superior | Se elimina los ductos y se coloca dos tomas superiores (al techo) para adaptar los filtros de pintura | Las tomas superiores adaptadas a los filtros permitirán que el extractor atraiga los residuos de pintura a los filtros para una fácil recolección |
| | | Es regulable, de acuerdo a la carga de trabajo | El nivel de ventilación se mantiene en una posición para asegurar la absorción de pintura en polvo | Se debe mantener un nivel constante de extracción hacia los filtros, para evitar el déficit o exceso de pintura |

Cuadro 8.2 Cambios realizados en la adecuación de la cabina de pintura electrostática (Continuación)

| | | | | |
|---|------------------|---|---|--|
| 3 | BASTIDOR | Ducto recolector inferior de pintura líquida residual | Se mantiene, mas sólo se utiliza como apoyo para las planchas recolectoras diseñadas. | El ducto inferior es esencial en la estabilidad de la cabina, se realizó una limpieza total y se lo utilizó como apoyo para la caída de pintura en polvo |
| | | Ductos laterales superiores y posterior superior de recolección de pintura pulverizada residual | Se sellan los ductos existentes para darle una hermeticidad en las paredes laterales, posterior e inferior a la cabina, de forma que no existan fugas de pintura de poliéster | Al trabajar con pintura en polvo y al ser los residuos reutilizables, la cabina de pintura debe ser hermética para tratar de aprovechar el máximo de la misma |
| | | No existe apoyos para colocar piezas a pintar | Se adapta un tubo con apoyos a las paredes laterales, para sujetar (colgar) las piezas a pintar | Las piezas a ser pintadas con pintura electrostática deben estar suspendidas para asegurar el recubrimiento de toda la superficie |
| | | Ducto troncal superior adaptado a una campana para salida al ambiente de gases | El ducto troncal se divide en dos segmentos adaptados a las dos tomas superiores donde se colocaran los filtros | Modificación vital para asegurar el funcionamiento de los filtros de pintura |
| 4 | NEUMÁTICO | Toma lateral existente, utilizada por el operario para operaciones de limpieza | Se adapta una válvula T en la toma existente, ya que para el funcionamiento de la máquina de pintura electrostática se necesita de una toma de aire a presión. | La máquina de pintura electrostática requiere una toma de aire a presión para el proceso de pintura, ya que la pintura sale expedida por la pistola adaptada al tanque contenedor. |

8.3.2 PROCESO DE PINTURA DEL ARNÉS METÁLICO

8.3.2.1 Preparación previa a la pintura

8.3.2.1.1 Diagrama de proceso de lavado y anodizado químico

Producto químico: LABQUIM-FOSFAZINC

Diagramadores: Chávez J - Montero F

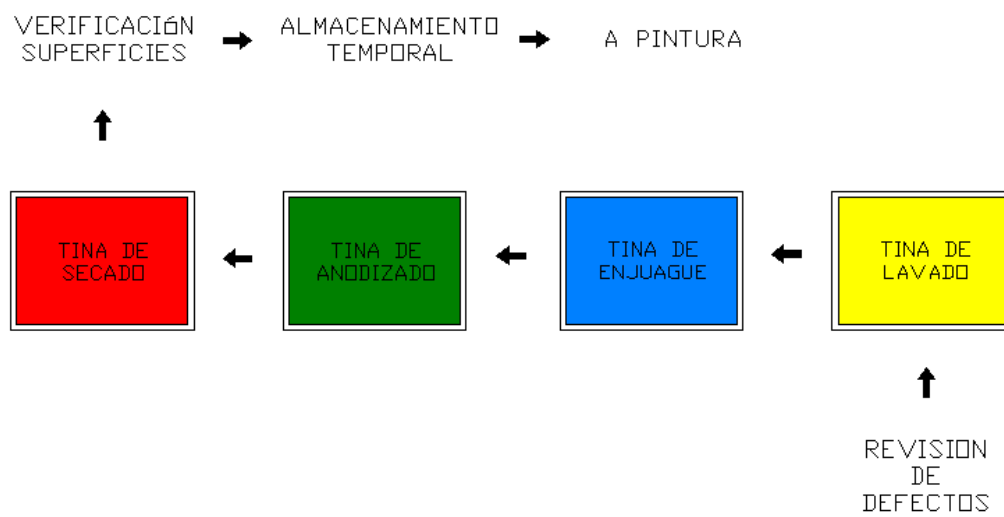


Figura 8.55 Proceso de lavado y anodizado químico

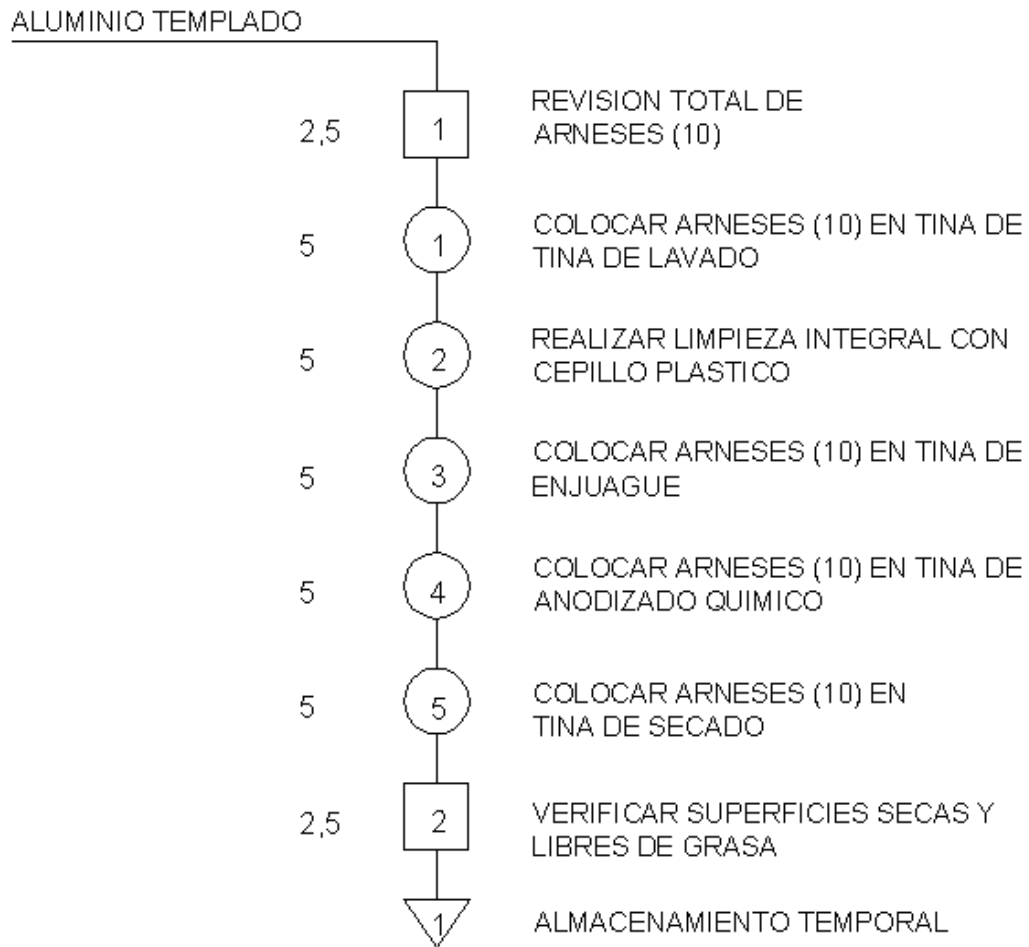


Figura 8.56 Diagrama de proceso de lavado y anodizado químico

8.3.2.2 Proceso de pintura

8.3.2.2.1 Diagrama de proceso de pintura

Pintura: Pintura poliéster color verde militar

Diagramadores: Chávez J - Montero F

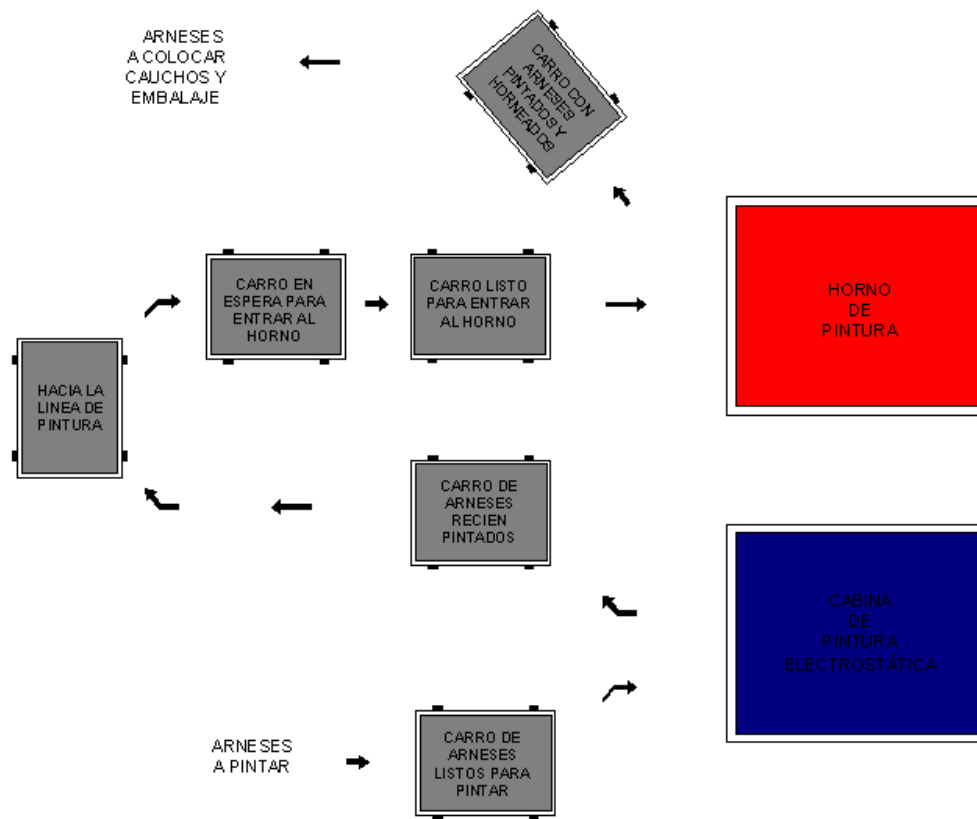


Figura 8.57 Proceso de pintura

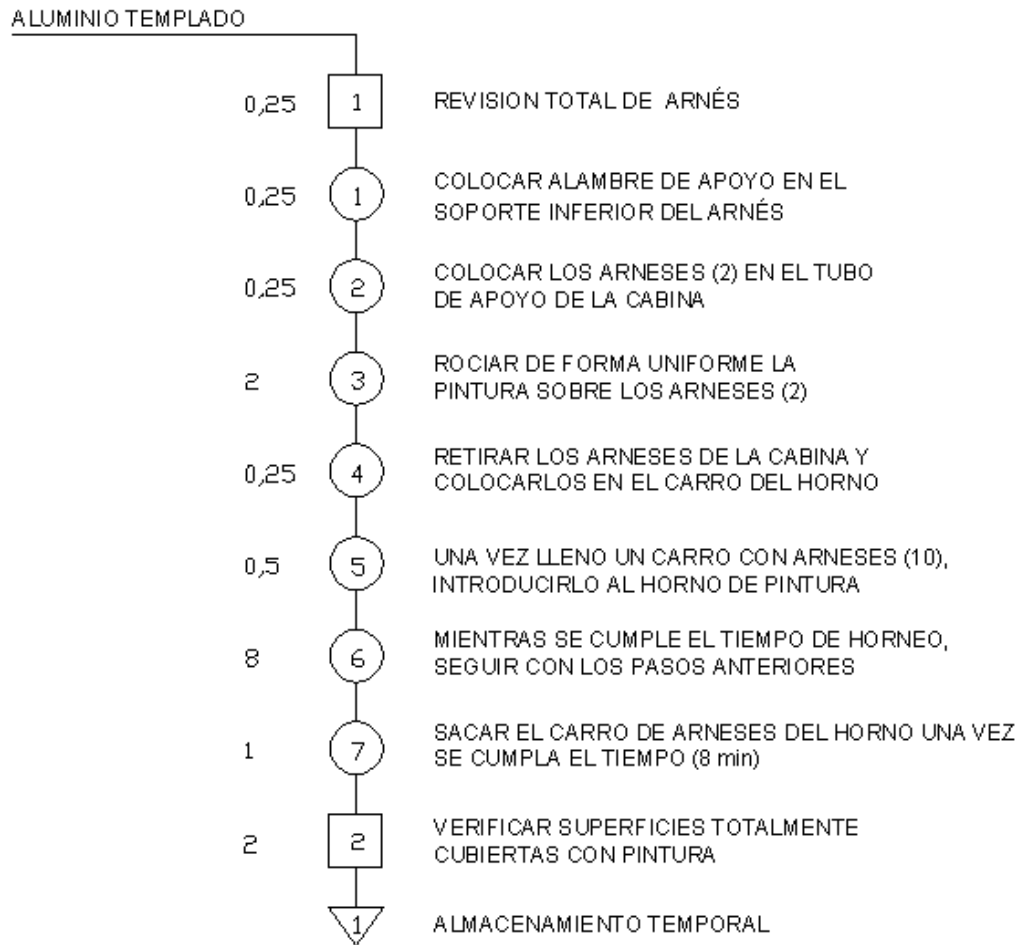


Figura 8.58 Diagrama de proceso de pintura

8.3.2.3 Proceso de acabado final y embalaje

8.3.2.3.1 Diagrama de proceso de acabado final y embalaje

Productos plásticos: Regatones y rodela

Diagramadores: Chávez J - Montero F

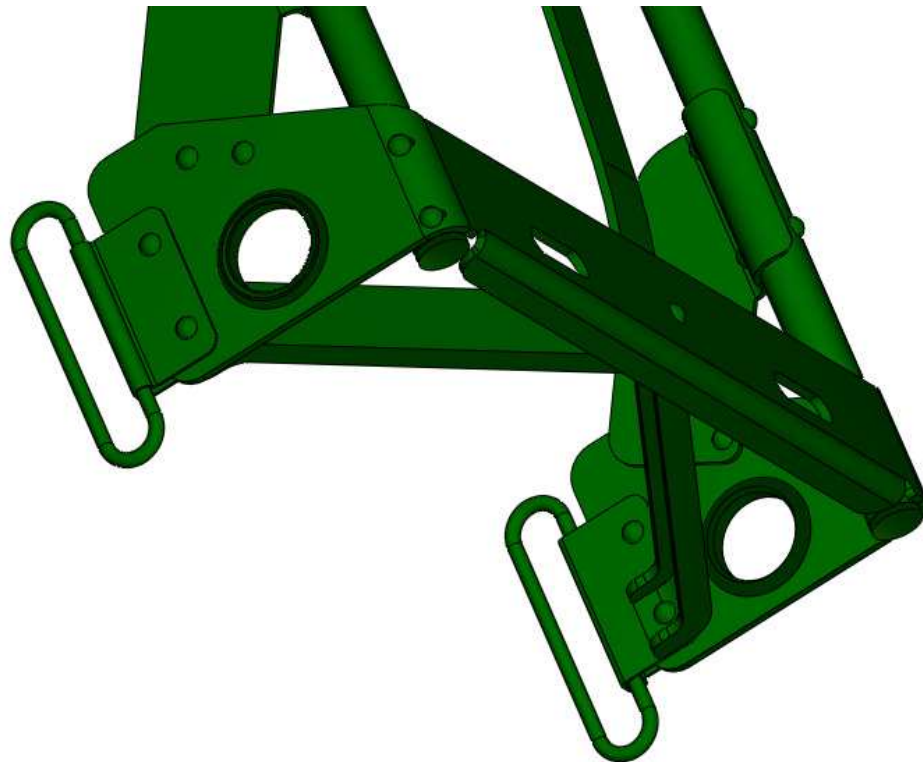


Figura 8.59 Acabado final y embalaje

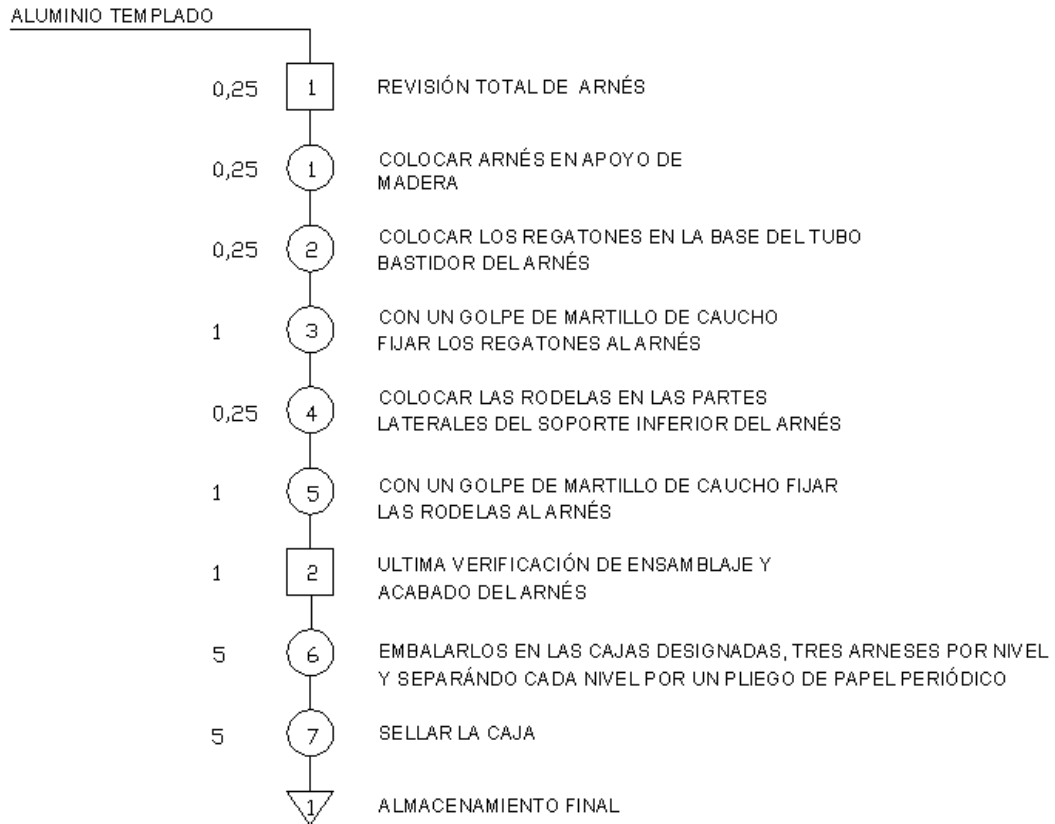


Figura 8.60 Diagrama de proceso de acabado final y embalaje

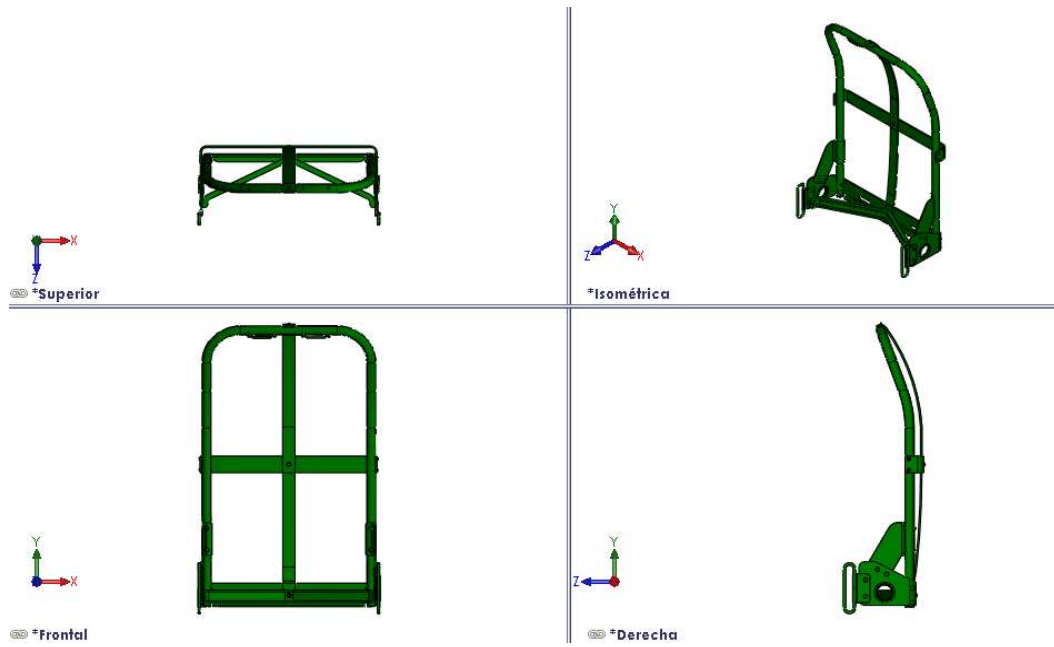


Figura 8.61 Producto terminado

CAPÍTULO 9

ANÁLISIS DE RESULTADOS

9.1 PROCESO DE FABRICACIÓN DE MATRICES

9.1.1 TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS Y DIMENSIONALES

Para la verificación de las tolerancias geométricas y dimensionales se realiza un control estadístico en las medidas de construcción de las matrices.

Dicho estudio está basado en determinar si las piezas cumplen con la especificación de tolerancia geométrica y dimensional indicada en los planos de construcción.

Como un ejemplo del proceso antes mencionado, se realiza el estudio de una pieza cilíndrica y una plana tomadas de las matrices construidas para el proyecto.

El proceso es capaz de cumplir con la especificación cuando la tolerancia (rango de especificación) es mayor que la variación normal del proceso.

Con condiciones ambientales de Temperatura de 23 grados Celsius y de humedad del 73%, se tabularon los siguientes datos y cálculos respectivos:

Ecuaciones para el cálculo

- Desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad \text{Ecuación 9.1}$$

- Capacidad del proceso

$$C_p = \frac{\text{Tolerancia}}{\text{Variación}} = \frac{\text{Tolerancia}}{6\sigma} > 1.33 \quad \text{Ecuación 9.2}$$

Si $C_p > 1.33$ el proceso es capaz de cumplir con la especificación.

a) Tolerancia geométrica en pieza cilíndrica

Tabla 9.1 Cp de tolerancia geométrica en pieza cilíndrica

| Pieza | |
|---|--------|
| Buje Soporte Inferior y Horizontal | |
| Instrumento de medida | |
| Pie de rey digital | |
| Medida teórica | |
| $\text{Ø}_{\text{ext}} = 50 \pm 0.1 \text{ mm}$ | |
| n | X (mm) |
| 1 | 50 |
| 2 | 50 |
| 3 | 50 |
| 4 | 50,05 |
| 5 | 50 |
| 6 | 50 |
| 7 | 50 |
| 8 | 49,95 |
| 9 | 50 |
| 10 | 50 |
| Σ | 0,024 |
| Tolerancia | 0,200 |
| Cp | 1,414 |

$$Cp = 1.414 > 1.33$$

Por lo tanto las piezas cilíndricas construidas son capaces de cumplir con la especificación de tolerancia geométrica de concentricidad $\pm 0.1 \text{ mm}$, especificadas en los planos de construcción.

b) Tolerancia geométrica en pieza plana

Tabla 9.2 Cp de tolerancia geométrica en pieza plana

| Pieza | |
|--|---------------|
| Base Punzón Soporte Inferior y Horizontal | |
| Instrumento de medida | |
| Comparador de reloj Apreciación 0.01 mm | |
| Medida teórica | |
| Ancho = $23,4 \pm 0.1$ mm | |
| n | X (mm) |
| 1 | 23,4 |
| 2 | 23,4 |
| 3 | 23,45 |
| 4 | 23,4 |
| 5 | 23,4 |
| 6 | 23,4 |
| 7 | 23,4 |
| 8 | 23,4 |
| 9 | 23,4 |
| 10 | 23,35 |
| Σ | 0,024 |
| Tolerancia | 0,200 |
| Cp | 1,414 |

$$Cp = 1.414 > 1.33$$

Por lo tanto las piezas planas construidas son capaces de cumplir con la especificación de tolerancia geométrica de paralelismo ± 0.1 mm, especificadas en los planos.

c) Tolerancia dimensional en pieza cilíndrica

Tabla 9.3 Cp de tolerancia dimensional en pieza cilíndrica

| Pieza | |
|---|--------|
| Buje Soporte Inferior y Horizontal | |
| Instrumento de medida | |
| Micrómetro digital | |
| Medida teórica | |
| $\varnothing_{int} = 30.042 \text{ mm}$ | |
| n | X (mm) |
| 1 | 30,04 |
| 2 | 30,044 |
| 3 | 30,042 |
| 4 | 30,038 |
| 5 | 30,042 |
| 6 | 30,04 |
| 7 | 30,042 |
| 8 | 30,04 |
| 9 | 30,04 |
| 10 | 30,038 |
| Σ | 0,002 |
| Tolerancia | 0,042 |
| Cp | 3,689 |

$$Cp = 3.689 > 1.33$$

Por lo tanto las piezas cilíndricas construidas son capaces de cumplir con la especificación de tolerancia dimensional $\pm 0.042 \text{ mm}$, requerida para piezas con ajuste H7/h6.

d) Tolerancia dimensional pieza plana

Tabla 9.4 Cp de tolerancia dimensional en pieza plana

| Pieza | |
|---|---------------|
| Base Punzón Soporte Inferior y Horizontal | |
| Instrumento de medida | |
| Pie de rey digital | |
| Medida teórica | |
| Ancho = 238 ± 0.1 mm | |
| n | X (mm) |
| 1 | 238 |
| 2 | 238,05 |
| 3 | 238 |
| 4 | 238 |
| 5 | 238 |
| 6 | 238 |
| 7 | 238 |
| 8 | 238 |
| 9 | 238 |
| 10 | 238,05 |
| Σ | 0,021 |
| Tolerancia | 0,200 |
| Cp | 1,581 |

$$Cp = 1.581 > 1.33$$

Por lo tanto las piezas planas construidas son capaces de cumplir con la especificación de tolerancia dimensional ± 0.1 mm.

9.1.2 FUNCIONABILIDAD

La funcionalidad de las matrices está basada en la alineación de sus elementos, lo que permitirá en las matrices de corte el seccionamiento exacto del material con las tolerancias especificadas, así mismo en las matrices de doblado permitirá el doblado exacto a la geometría indicada, y por último en las matrices de ensamblaje permitirá el posicionamiento exacto de las piezas en sus lugares específicos.

Para el análisis de la funcionalidad se generó la tabla expuesta a continuación, para determinar el número de matrices no conformes con el criterio “alineación de elementos”.

Tabla 9.5 Análisis de funcionalidad de las matrices

| Orden | Nombre | Alineación de elementos | | Cantidad |
|----------|-------------------------|-------------------------|------------|----------|
| | | Correcta | Incorrecta | |
| 1 | Soporte inferior | | | |
| 1.1 | Matriz de corte 1 | X | | 1 |
| 1.2 | Matriz de corte 2 | X | | 1 |
| 1.3 | Matriz de doblado | X | | 1 |
| 2 | Acople I | | | |
| 2.1 | Matriz de corte perfil | X | | 1 |
| 2.2 | Matriz perforado 1 | X | | 1 |
| 2.3 | Matriz perforado 2 | X | | 1 |
| 2.4 | Matriz de doblado | X | | 1 |
| 3 | Bisagra | | | |
| 3.1 | Matriz corte perfil | X | | 1 |
| 3.2 | Matriz doblado 1 | X | | 1 |
| 3.3 | Matriz doblado 2 | X | | 1 |
| 4 | Ojal | | | |
| 4.1 | Matriz corte | X | | 1 |
| 4.2 | Matriz doblado | X | | 1 |
| 5 | Soporte v | | | |
| 5.1 | Matriz de doblado 1 | | X | 1 |
| 5.2 | Matriz de doblado 2 | | X | 1 |
| 6 | Soporte vertical | | | |
| 6.1 | Matriz de doblado 1 | X | | 1 |
| 6.2 | Matriz de doblado 2 | X | | 1 |

**Tabla 9.5 Análisis de funcionabilidad de las matrices
(Continuación)**

| | | | | |
|-------------|---------------------------|-----------|-----------|------------|
| 7 | Soporte horizontal | | | |
| 7.1 | Matriz de doblado | X | | 1 |
| 8 | Tubo bastidor | | | |
| 8.1 | recto | X | | 2 |
| 8.2 | ángulo | X | | 1 |
| 9 | Varilla oval | | | |
| 9.1 | Matriz de doblado 1 | X | | 1 |
| 9.2 | Matriz de doblado 2 | X | | 1 |
| 10 | Tubo refuerzo | | | |
| 10.1 | diámetro | | X | 1 |
| 11 | Ensamblaje | | | |
| 11.1 | Matriz de ensamblaje | X | | 2 |
| | Total | 22 | 3 | 25 |
| | % | 88 | 12 | 100 |

De un total de veinte y cinco matrices diseñadas y construidas, se observó los siguientes resultados:

- Veinte y dos de ellas presentan una alineación correcta de sus elementos que representa el 88% del total.
- Tres de ellas: La matriz de doblado 1 y matriz de doblado 2 del Soporte V, y la matriz modificador de diámetro de Tubo refuerzo que representan el 12% del total; presentaron una incorrecta alineación de sus elementos. Este error se debe a la impericia en el manejo de este tipo de matrices por parte de los operarios, por lo cual se necesito calibrar la posición de la matriz en la prensa designada. Una vez realizada esta corrección las matrices funcionaron adecuadamente.

9.2 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LOS ARNESES

9.2.1 TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS Y DIMENSIONALES

Las tolerancias geométricas de las piezas producidas y de las matrices construidas están correlacionadas directamente, de esta forma, en las matrices de corte se observan tolerancias de paralelismo, circularidad, perpendicularidad en las aristas donde se realizan los cortes de las piezas; en las matrices de doblado la geometría de las matrices se debe adaptar perfectamente al doblado que se necesite generar; por último las matrices de ensamblaje tienen tolerancias geométricas de posicionamiento que permite que las piezas producidas se sitúen en un lugar específico en el conjunto del arnés.

Si se respetan las tolerancias geométricas de las matrices, se puede tener la seguridad que las piezas producidas en las mismas tienen la forma adecuada.

Para la verificación de las tolerancias dimensionales se realiza un control estadístico en las medidas de producción de las piezas fabricadas en las matrices.

El control está basado en determinar si las piezas cumplen con la especificación dimensional indicada en el plano de cada pieza (± 0.1 mm).

Como un ejemplo del proceso antes mencionado, se realiza el estudio del Soporte Inferior en sus dimensiones de largo y ancho.

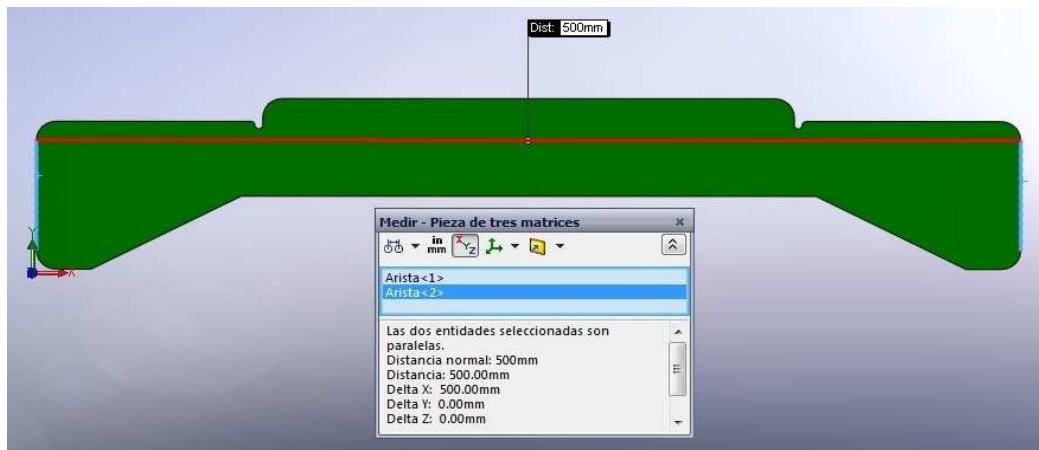


Figura 9.1 Largo del soporte inferior

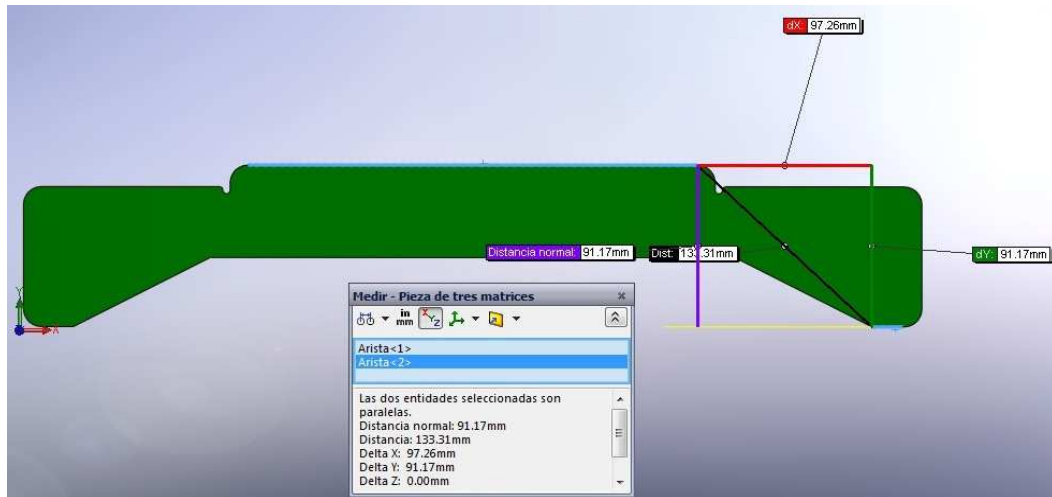


Figura 9.2 Ancho del soporte inferior

Se determina la capacidad del proceso (**Cpk**), es decir, la medida con que el mismo cumple con las especificaciones dadas.

Entre las razones para determinar **Cpk**, tenemos:

- Reducir el producto defectuoso.
- Identificar defectos en los equipos del proceso.
- Mejorar el producto a través de las especificaciones.

Para el cálculo de **Cpk**, se deben obtener los siguientes índices de medición del proceso:

- Media

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad \text{Ecuación 9.3}$$

- Desviación estándar del proceso

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad \text{Ecuación 9.4}$$

- Media promedio

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}_i}{n} \quad \text{Ecuación 9.5}$$

- Desviación estándar promedio del proceso

$$\bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^n S}{n}$$

Ecuación 9.6

- Coeficiente de ajuste de la desviación estándar promedio

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{S}}{c_4}$$

Ecuación 9.7

- Limite de control superior (media)

$$UCLx = \bar{\bar{X}} + A_3 * \bar{S}$$

Ecuación 9.10

- Limite de control inferior (media)

$$LCLx = \bar{\bar{X}} - A_3 * \bar{S}$$

Ecuación 9.11

- Limite de control superior (desviación estándar)

$$UCLs = B_4 * \bar{S}$$

Ecuación 9.12

- Limite de control inferior (desviación estándar)

$$LCLs = B_3 * \bar{S}$$

Ecuación 9.13

- Índice de capacidad superior

$$Cps = \frac{Les - \bar{\bar{X}}}{3 * \hat{\sigma}}$$

Ecuación 9.14

- Índice de capacidad inferior

$$Cpi = \frac{\bar{\bar{X}} - Lei}{3 * \hat{\sigma}}$$

Ecuación 9.15

- Índice de capacidad

$$Cpk = \min(Cps, Cpi)$$

Ecuación 9.16

- Proporción de producto sobre la especificación

$$Zs = \frac{Les - \bar{\bar{X}}}{\sigma} * 100\%$$

Ecuación 9.17

- Proporción de producto bajo la especificación

$$Z_i = \frac{\bar{X} - L_{ei}}{\sigma} * 100\%$$

Ecuación 9.18

Realizando un análisis del valor de Cpk, se concluye:

- Si $Cpk \leq 1.33$ El proceso no cumple con los requerimientos, requiere correcciones.
- Si $1.33 \leq Cpk \leq 1.67$ El proceso podría cumplir con el requerimiento, necesita mejoras.
- Si $Cpk \geq 1.67$ El proceso cumple los requerimientos.

Con condiciones ambientales de Temperatura de 23 grados Celsius y de humedad del 73%, se tomaron los siguientes datos de longitud, con una muestra de 5 productos tomados por cada hora de trabajo en un día de producción normal.

Tabla 9.6 Muestras de longitud del soporte inferior tomadas de la producción

| Lecturas \ Horas | 8:00:00 am. | 9:00:00 am. | 10:00:00 am. | 11:00:00 am. | 12:00:00 am. | 13:00:00 pm. | 14:00:00 pm. | 15:00:00 pm. | | |
|--------------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------|----------------|
| 1 | 500,000 | 500,000 | 500,050 | 500,000 | 500,000 | 500,000 | 500,000 | 500,010 | | |
| 2 | 500,000 | 500,000 | 500,000 | 500,000 | 500,000 | 499,980 | 500,000 | 500,000 | | |
| 3 | 500,050 | 500,020 | 500,000 | 500,000 | 500,020 | 500,000 | 500,000 | 500,000 | | |
| 4 | 500,000 | 500,000 | 499,980 | 500,000 | 500,000 | 500,000 | 500,050 | 500,000 | | |
| 5 | 500,000 | 500,000 | 500,000 | 500,050 | 500,000 | 500,000 | 500,000 | 500,000 | | |
| Media | 500,010 | 500,004 | 500,006 | 500,010 | 500,004 | 499,996 | 500,010 | 500,002 | 500,005 | Media promedio |
| S | 0,022 | 0,009 | 0,026 | 0,022 | 0,009 | 0,009 | 0,022 | 0,004 | 0,016 | S promedio |

Tabla 9.7 Índices de medición del proceso con respecto a la longitud del soporte inferior

| | |
|-----------|---------|
| \bar{O} | 0,017 |
| UCLx | 500,027 |
| LCLx | 499,983 |
| UCLs | 0,033 |
| LCLs | 0,000 |
| Les | 500,100 |
| Lei | 499,900 |

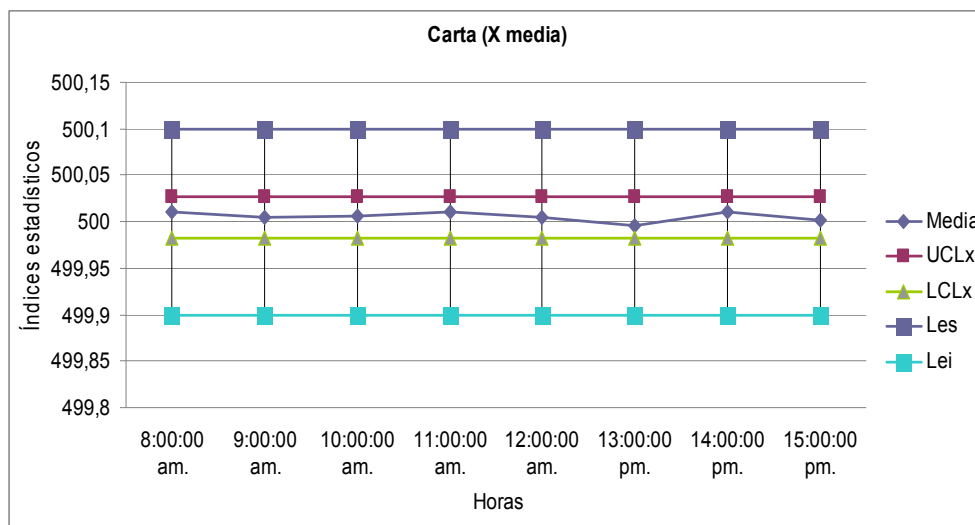


Figura 9.3 Carta X media longitud del soporte inferior

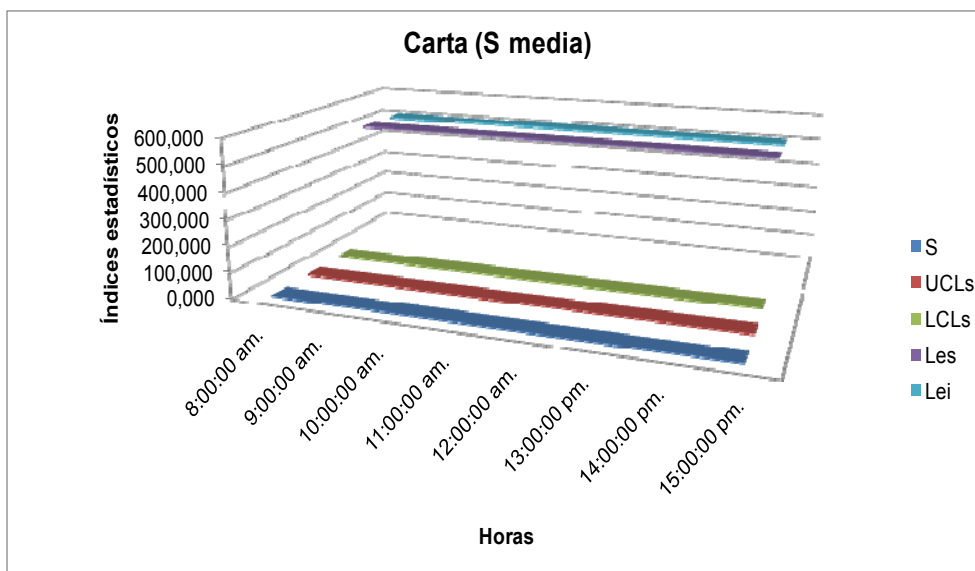


Figura 9.4 Carta S media longitud del soporte inferior

Tabla 9.8 Índices de capacidad del proceso respecto a la longitud del soporte inferior

| | |
|-----|------|
| Cps | 1,91 |
| Cpi | 2,12 |
| Cpk | 1,91 |

Tabla 9.9 Proporción de productos fuera de especificación respecto a la longitud del soporte inferior

| | | | |
|----|------|---|------------|
| Zs | 5,72 | → | P5,72 = 0% |
| Zi | 6,36 | → | P6,36 = 0% |

Analizando los gráficos anteriores podemos concluir:

- El proceso se encuentra dentro de control estadístico ya que las medias de los valores tomados, están entre los límites de control superior e inferior (UCLx, LCLx, UCLs y LCLs).
- El proceso es capaz de cumplir especificaciones ya que $Cpk > 1.67$.

Con condiciones ambientales de Temperatura de 23 grados Celsius y de humedad del 73%, se tomaron los siguientes datos del ancho, con una muestra de 5 productos tomados por cada hora de trabajo en un día de producción normal.

Tabla 9.10 Muestras de ancho del soporte inferior tomadas de la producción

| Lecturas \ Horas | 8:00:00 am. | 9:00:00 am. | 10:00:00 am. | 11:00:00 am. | 12:00:00 am. | 13:00:00 pm. | 14:00:00 pm. | 15:00:00 pm. | | |
|--------------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------|----------------|
| 1 | 91,170 | 91,170 | 91,170 | 91,170 | 91,150 | 91,170 | 91,170 | 91,170 | | |
| 2 | 91,170 | 91,150 | 91,170 | 91,150 | 91,170 | 91,170 | 91,170 | 91,150 | | |
| 3 | 91,170 | 91,170 | 91,170 | 91,170 | 91,170 | 91,170 | 91,150 | 91,170 | | |
| 4 | 91,150 | 91,170 | 91,200 | 91,170 | 91,170 | 91,150 | 91,170 | 91,170 | | |
| 5 | 91,170 | 91,170 | 91,170 | 91,170 | 91,170 | 91,170 | 91,170 | 91,170 | | |
| Media | 91,166 | 91,166 | 91,176 | 91,166 | 91,166 | 91,166 | 91,166 | 91,166 | 91,167 | Media promedio |
| S | 0,009 | 0,009 | 0,013 | 0,009 | 0,009 | 0,009 | 0,009 | 0,009 | 0,010 | S promedio |

Tabla 9.11 Índices de medición del proceso con respecto al ancho del soporte inferior

| | |
|-----------|--------|
| \bar{O} | 0,010 |
| UCLx | 91,181 |
| LCLx | 91,154 |
| UCLs | 0,020 |
| LCLs | 0,000 |
| Les | 91,270 |
| Lei | 91,070 |

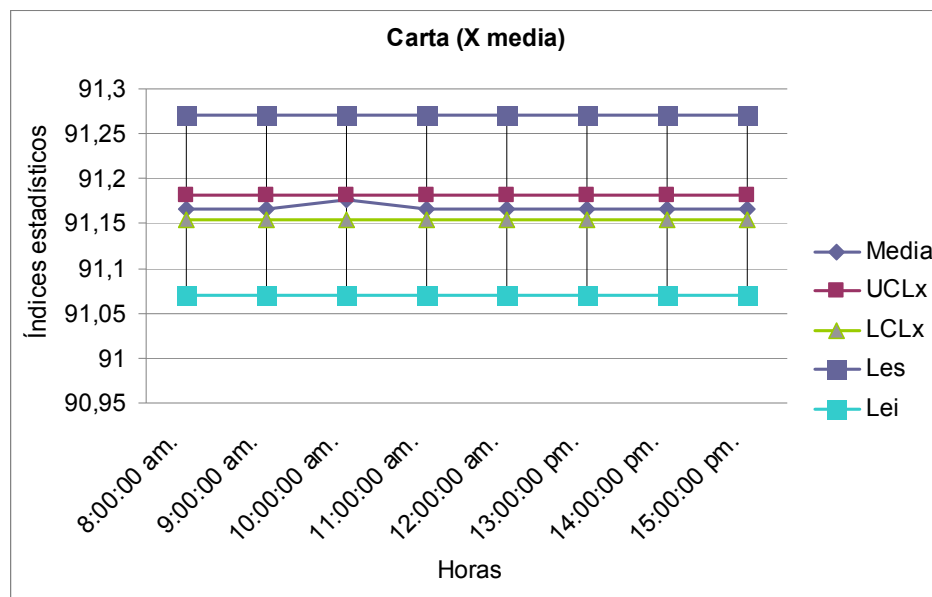


Figura 9.5 Carta X media ancho del soporte inferior

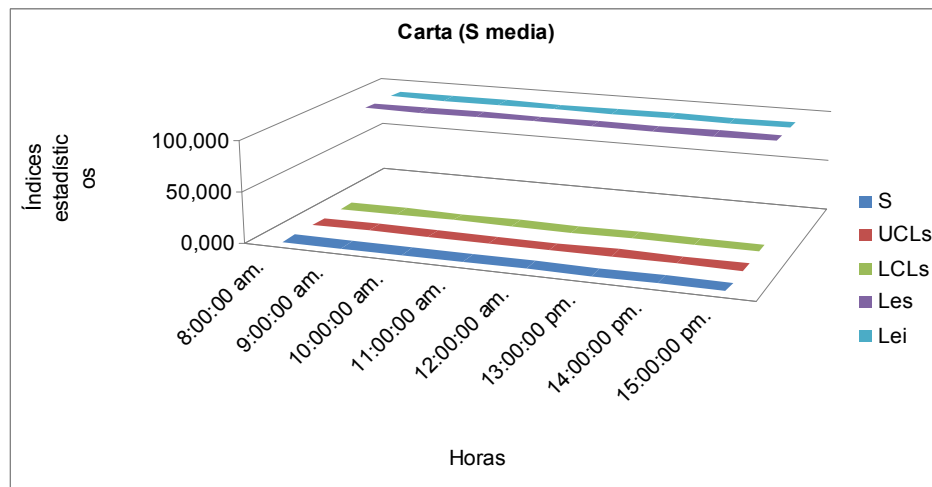




Figura 9.6 Carta S media ancho del soporte inferior

Tabla 9.12 Índices de capacidad del proceso respecto al ancho del soporte inferior

| | |
|-----|------|
| Cps | 3,39 |
| Cpi | 3,21 |
| Cpk | 3,21 |

Tabla 9.13 Proporción de productos fuera de especificación respecto al ancho del soporte inferior

| | | | |
|----|-------|--|-------------|
| Zs | 10,16 |  | P10,16 = 0% |
| Zi | 9,62 |  | P9,62 = 0% |

Analizando los gráficos anteriores podemos concluir:

- El proceso se encuentra dentro de control estadístico ya que las medias de los valores tomados, están entre los límites de control superior e inferior (UCLx, LCLx, UCLs y LCLs).
- El proceso es capaz de cumplir especificaciones ya que $Cpk > 1.67$.

9.2.2 PESO DEL CONJUNTO Y DE LAS PIEZAS CONSTITUTIVAS

Para la verificación del peso del conjunto y sus piezas constitutivas se realiza un control estadístico del peso de las piezas fabricadas en las matrices y del arnés completo.

El control está basado en determinar si las piezas y el arnés ensamblado cumplen con la especificación indicada, es decir, 1 ± 0.2 Kg para el conjunto.

Como un ejemplo del proceso antes mencionado, se realiza el estudio del peso de la pieza soporte inferior y a continuación del arnés terminado.

Con condiciones ambientales de Temperatura de 23 grados Celsius y de humedad del 73%, se tomaron los siguientes datos de peso del soporte inferior, con una muestra de 5 productos tomados por cada hora de trabajo en un día de producción normal.

Tabla 9.14 Muestras de peso del soporte inferior tomadas de la producción

| Lecturas \ Horas | 8:00:00 am. | 9:00:00 am. | 10:00:00 am. | 11:00:00 am. | 12:00:00 am. | 13:00:00 pm. | 14:00:00 pm. | 15:00:00 pm. | | |
|------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------|----------------|
| 1 | 209,200 | 208,900 | 209,100 | 209,250 | 208,800 | 209,200 | 209,100 | 209,200 | | |
| 2 | 209,100 | 209,150 | 209,200 | 209,100 | 209,000 | 209,100 | 209,200 | 209,100 | | |
| 3 | 208,900 | 209,100 | 208,800 | 208,900 | 209,100 | 208,800 | 209,150 | 209,200 | | |
| 4 | 209,000 | 208,800 | 209,150 | 209,000 | 208,800 | 209,000 | 208,800 | 208,900 | | |
| 5 | 209,100 | 209,100 | 209,100 | 208,800 | 209,000 | 208,900 | 209,200 | 209,000 | | |
| Media | 209,060 | 209,010 | 209,070 | 209,010 | 208,940 | 209,000 | 209,090 | 209,080 | 209,033 | Media promedio |
| S | 0,114 | 0,152 | 0,157 | 0,175 | 0,134 | 0,158 | 0,167 | 0,130 | 0,148 | S promedio |

Tabla 9.15 Índices de medición del proceso respecto al peso de soporte inferior

| | |
|-----------|---------|
| \bar{O} | 0,158 |
| UCLx | 209,244 |
| LCLx | 208,821 |
| UCLs | 0,310 |
| LCLs | 0,000 |
| Les | 211,100 |
| Lei | 207,100 |

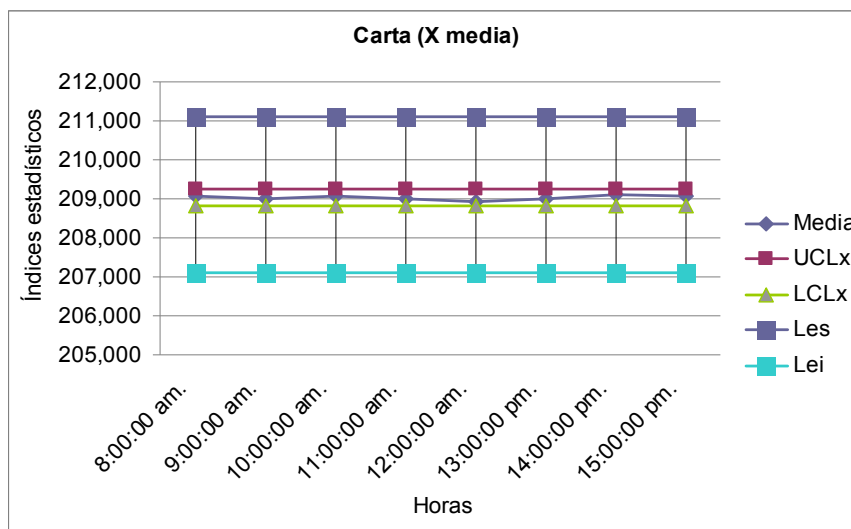


Figura 9.7 Carta X media respecto al peso del soporte inferior

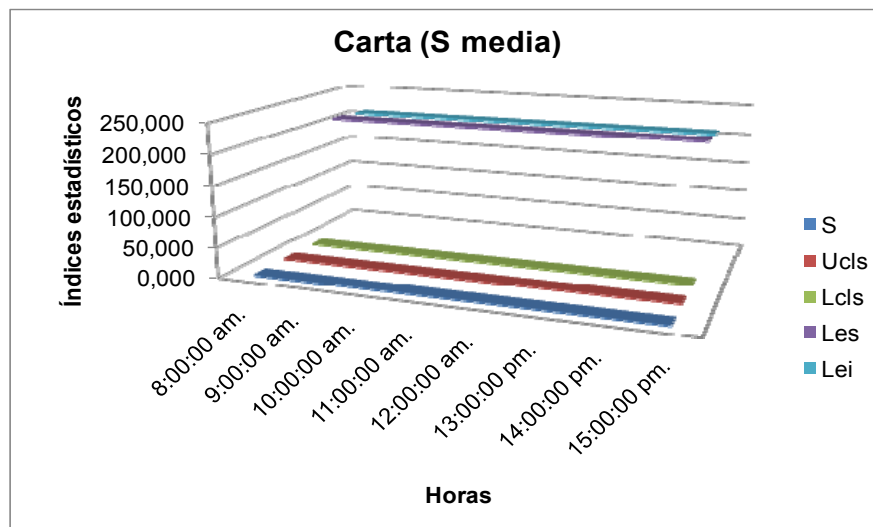




Figura 9.8 Carta S media respecto al peso del soporte inferior

Tabla 9.16 Índices de capacidad del proceso respecto al peso del soporte inferior

| | |
|-----|------|
| Cps | 4,37 |
| Cpi | 4,08 |
| Cpk | 4,08 |

Tabla 9.17 Proporción de productos fuera de especificación respecto al peso del soporte inferior

| | | | |
|----|-------|--|-------------|
| Zs | 13,10 |  | P13,10 = 0% |
| Zi | 12,24 |  | P12,24 = 0% |

Analizando los gráficos anteriores podemos concluir:

- El proceso se encuentra dentro de control estadístico ya que las medias de los valores tomados, están entre los límites de control superior e inferior (UCLx, LCLx, UCLs y LCLs).
- El proceso es capaz de cumplir especificaciones ya que $Cpk > 1.67$.

Con condiciones ambientales de Temperatura de 23 grados Celsius y de humedad del 73%, se tomaron los siguientes datos de peso del arnés completo, con una muestra de 5 productos tomados por cada hora de trabajo en un día de producción normal.

Tabla 9.18 Muestras de peso del arnés terminado tomadas de la producción

| Lecturas \ Horas | 8:00:00 am | 9:00:00 am. | 10:00:00 am. | 11:00:00 am. | 12:00:00 am. | 13:00:00 pm. | 14:00:00 pm. | 15:00:00 pm. | | |
|------------------|------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------|----------------|
| 1 | 823,800 | 823,820 | 823,800 | 823,800 | 823,800 | 824,000 | 824,200 | 823,800 | | |
| 2 | 823,900 | 823,800 | 823,800 | 823,700 | 823,800 | 823,800 | 823,900 | 824,000 | | |
| 3 | 823,700 | 824,000 | 823,800 | 824,000 | 824,000 | 823,800 | 823,800 | 823,800 | | |
| 4 | 824,200 | 823,800 | 824,000 | 823,800 | 823,900 | 823,800 | 823,800 | 823,900 | | |
| 5 | 823,800 | 823,800 | 823,800 | 823,800 | 823,800 | 823,700 | 824,000 | 823,800 | | |
| Media | 823,880 | 823,844 | 823,800 | 823,780 | 823,860 | 823,780 | 823,940 | 823,860 | 823,843 | Media promedio |
| S | 0,192 | 0,088 | 0,141 | 0,148 | 0,089 | 0,148 | 0,167 | 0,089 | 0,133 | S promedio |

Tabla 9.19 Índices de medición del proceso respecto al peso del arnés terminado

| | |
|-----------|---------|
| \bar{O} | 0,142 |
| UCLx | 824,033 |
| LCLx | 823,653 |
| UCLs | 0,278 |
| LCLs | 0,000 |
| Les | 825,800 |
| Lei | 821,800 |

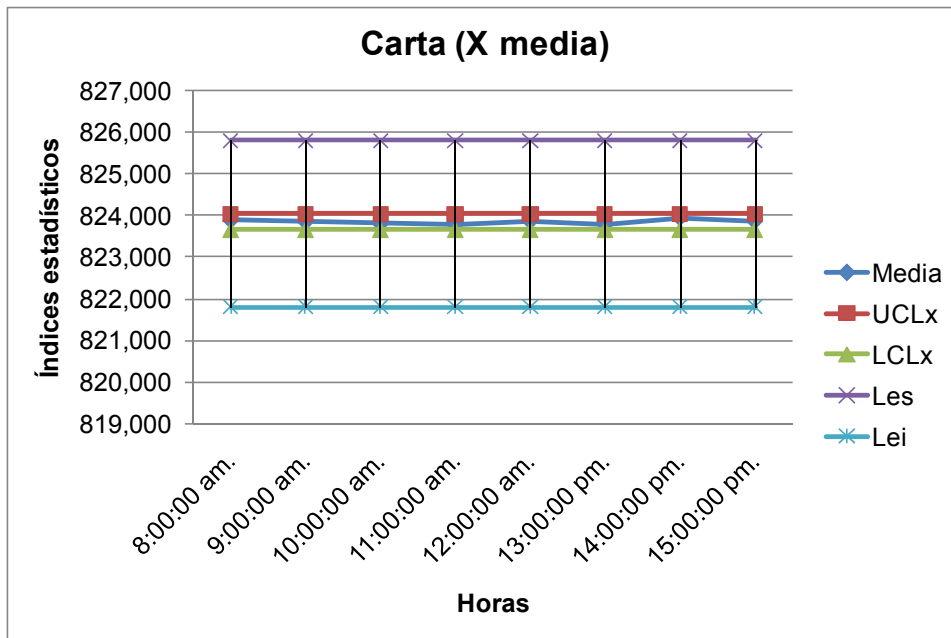


Figura 9.9 Carta X media respecto al peso del arnés terminado

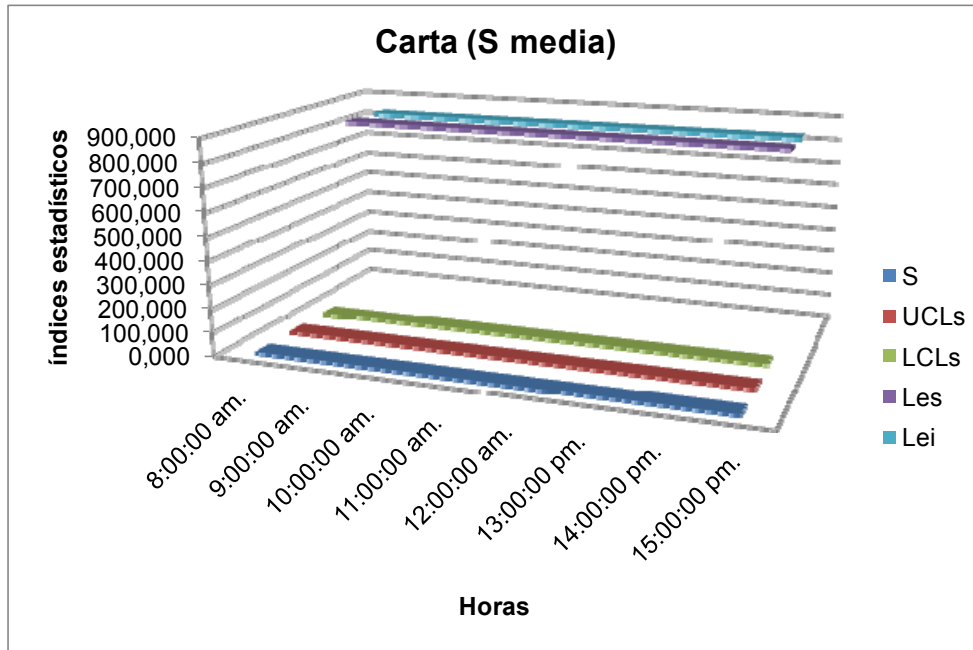


Figura 9.10 Carta S media respecto al peso del arnés terminado

Tabla 9.20 Índices de capacidad del proceso respecto al peso del arnés

| | |
|-----|------|
| Cps | 4,61 |
| Cpi | 4,81 |
| Cpk | 4,61 |

Tabla 9.21 Proporción de productos fuera de especificación respecto al peso del arnés

| | | | |
|----|-------|---|-------------|
| Zs | 13,83 | ➡ | P13,83 = 0% |
| Zi | 14,44 | ➡ | P14,44 = 0% |

Analizando los gráficos anteriores podemos concluir:

- El proceso se encuentra dentro de control estadístico ya que las medias de los valores tomados, están entre los límites de control superior e inferior (UCLx, LCLx, UCLs y LCLs).
- El proceso es capaz de cumplir especificaciones ya que $Cpk > 1.67$.

9.3 PROCESO DE PINTURA ELECTROSTÁTICA

El análisis de las propiedades de la pintura electrostática aplicada en los arneses requiere, al ser propiedades cuantitativas, la utilización de cartas de control por atributos, entre ellas tenemos las siguientes:

- Cartas de proporción de productos defectuosos (p).
- Cartas para número de productos defectuosos (np).
- Cartas para número de defectos (c).
- Cartas para defectos por unidad (u).

La carta de control u es la que más se ajusta a las características de la muestra: análisis de propiedad cuantitativa, muestra pequeña del total, las muestras no presentan tamaños iguales.

Para realizar una carta de control u, se utilizan las siguientes ecuaciones:

Ecuaciones para el cálculo

- Defectos por unidad

$$U = \frac{N / conf}{n} \quad \text{Ecuación 9.19}$$

- Media de defectos por unidad

$$\bar{U} = \frac{\sum_{i=1}^n U_i}{K} \quad \text{Ecuación 9.20}$$

Donde:

K = número de elementos

- Límite de control superior genérico

$$UCLu = \bar{u} + 3 * \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \quad \text{Ecuación 9.21}$$

- Límite de control inferior genérico

$$LCLu = \bar{u} - 3 * \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

Ecuación 9.22

9.3.1 Recubrimiento y fijación

- a) Se realizó una toma de datos en los cinco primeros días de producción, con una muestra de 80 arneses diarios producidos (n=80) para la propiedad de recubrimiento, los cuales arrojaron los resultados expuestos a continuación:

Tabla 9.22 Defectos por unidad para recubrimiento

| Días de inspección (K) | N/conf | U |
|------------------------|--------|-------------|
| 1 | 12 | 0,15 |
| 2 | 10 | 0,13 |
| 3 | 8 | 0,10 |
| 4 | 4 | 0,05 |
| 5 | 3 | 0,04 |
| U media | | 0,09 |

Tabla 9.23 Límites de control para recubrimiento

| | | | |
|--------|-------|---|---|
| UCLu = | 0,19 | | |
| LCLu = | -0,01 |  | 0 |

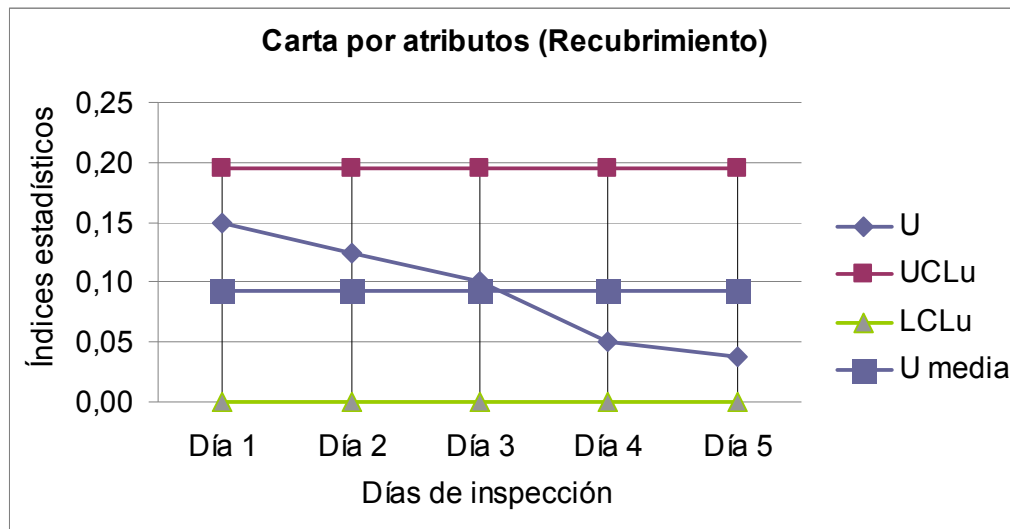


Figura 9.11 Carta por atributos para propiedad recubrimiento

De la grafica se puede concluir que el límite superior, es decir, el porcentaje máximo de producto defectuoso esperado es del 19%; el porcentaje mínimo es del 0%, es decir, cero defectos. Se observa así mismo una media de 9% de producto defectuoso para las muestras tomadas la primera semana de producción. El índice más importante a tomar en cuenta es los defectos por unidad, este nos demuestra que la propiedad recubrimiento va mejorando con el avance del proyecto, es decir, se espera llegar al límite inferior (0 defectos) para la segunda semana de producción.

Se debe tomar en cuenta que la propiedad recubrimiento depende de la habilidad del operador para depositar la pintura sobre toda la superficie del arnés; con las correcciones necesarias, se espera que los defectos encontrados sean superados para la producción en serie de los arneses.

- b) Para la propiedad fijación se utilizaron las mismas muestras que se analizaron para la propiedad recubrimiento, así para la propiedad fijación, con una muestra de 80 arneses diarios producidos, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 9.24 Defectos por unidad para fijación

| Días de inspección (K) | N/conf | U |
|------------------------|--------|-------------|
| 1 | 13 | 0,16 |
| 2 | 8 | 0,10 |
| 3 | 7 | 0,09 |
| 4 | 4 | 0,05 |
| 5 | 1 | 0,01 |
| U media | | 0,08 |

Tabla 9.25 Límites de control para fijación

| | | | |
|--------|-------|---|---|
| UCLu = | 0,18 | | |
| LCLu = | -0,01 | → | 0 |

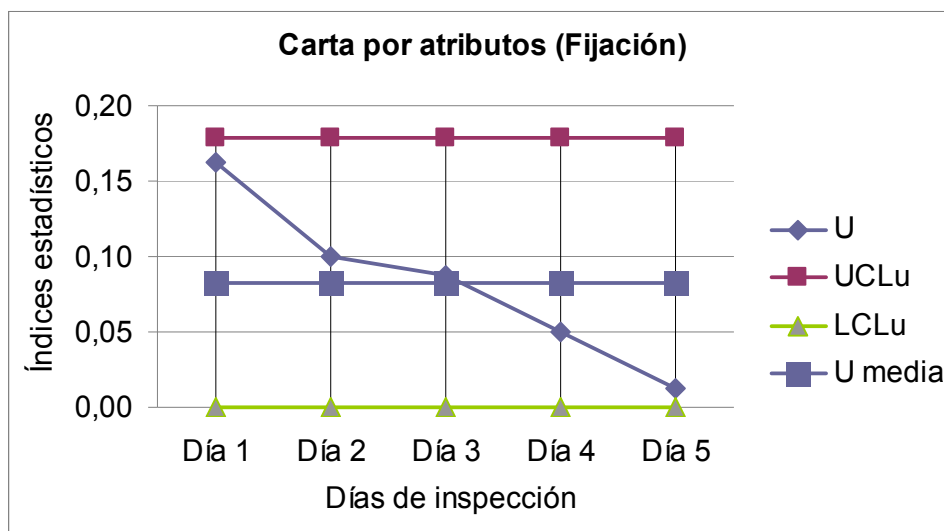


Figura 9.12 Carta por atributos para propiedad fijación

De la grafica se puede concluir que el límite superior, es decir, el porcentaje máximo de producto defectuoso esperado es del 18%; el porcentaje mínimo es del 0%, es decir, cero defectos. Se observa así mismo una media de 8% de producto defectuoso para las muestras tomadas la primera semana de producción. El índice más importante a tomar en cuenta es los defectos por unidad, este nos demuestra que la propiedad fijación va mejorando con el

avance del proyecto, es decir, se espera llegar al límite inferior (0 defectos) para la segunda semana de producción.

La propiedad fijación depende de la preparación de la superficie del material, es decir, esta debe estar libre de grasas y suciedad para que la pintura poliéster pueda adherirse a la superficie, por lo que se prestó especial atención al lavado y fosfatizado de los arneses antes de que ingresen al proceso de pintura electrostática; con las correcciones necesarias, se espera que los defectos encontrados sean superados para la producción en serie de los arneses.


9.3.2 PROPIEDADES VISUALES

La propiedad visual analizada en este estudio fue la tonalidad de color, ya que el arnés fue recubierto en su totalidad con pintura poliéster color verde militar de un solo proveedor, en este caso Duracoat, se esperaba en un principio obtener una misma tonalidad en los arneses, el análisis de la muestra de 80 arneses diarios producidos, arrojó los siguientes resultados:

Tabla 9.26 Defectos por unidad para tonalidad de color

| Días de inspección (K) | N/conf | U |
|------------------------|--------|-------------|
| 1 | 4 | 0,05 |
| 2 | 3 | 0,04 |
| 3 | 2 | 0,03 |
| 4 | 2 | 0,03 |
| 5 | 1 | 0,01 |
| U media | | 0,03 |

Tabla 9.27 Límites de control para tonalidad de color

| | | | |
|--------|-------|--|---|
| UCLu = | 0,09 | | |
| LCLu = | -0,03 |  | 0 |

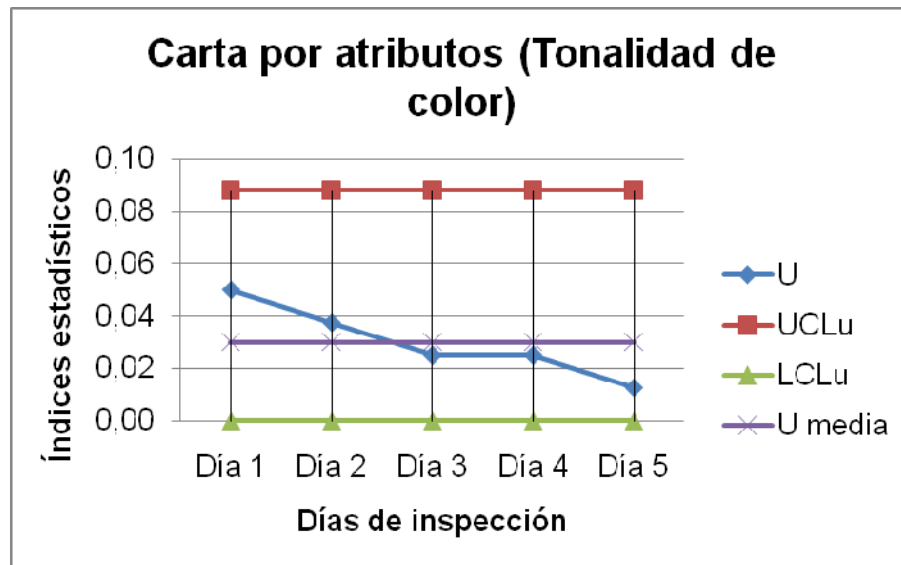


Figura 9.13 Carta por atributos para propiedad tonalidad de color

Del análisis del grafico podemos concluir que esta propiedad fue controlada de manera adecuada al elegir un solo proveedor de pintura, la variación que se presenta, es decir, una media del 3% de producto defectuoso, se produce por el tiempo que el arnés se encuentra en el horno lo cual provoca que cambie la tonalidad cuando se excede el tiempo adecuado.

Para evitar esta situación, se coordinó con los técnicos de Duracoat que el tiempo de horneado para los arneses es de 8 min, es decir, un carro de 10 arneses entrara al horno a una temperatura de 200 grados Celsius aproximadamente por un lapso de 8 minutos; una vez respetado este tiempo, se corrigió el problema en su totalidad, mostrando los arneses uniformidad en la tonalidad de color verde militar.

9.3.3 PROPIEDADES SUPERFICIALES

Para este análisis se tomo en cuenta la propiedad aspereza, la misma que fue evaluada conjuntamente con el personal encargado de pintura de la FMSB SANTA BARBARA S.A., del análisis de la muestra para 80 arneses producidos diariamente, se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 9.28 Defectos por unidad para aspereza

| Días de inspección (K) | N/conf | U |
|------------------------|--------|-------------|
| 1 | 6 | 0,08 |
| 2 | 5 | 0,06 |
| 3 | 3 | 0,04 |
| 4 | 2 | 0,03 |
| 5 | 1 | 0,01 |
| U media | | 0,04 |

Tabla 9.29 Limites de control para aspereza

| | | | |
|--------|-------|---|---|
| UCLu = | 0,11 | | |
| LCLu = | -0,03 |  | 0 |

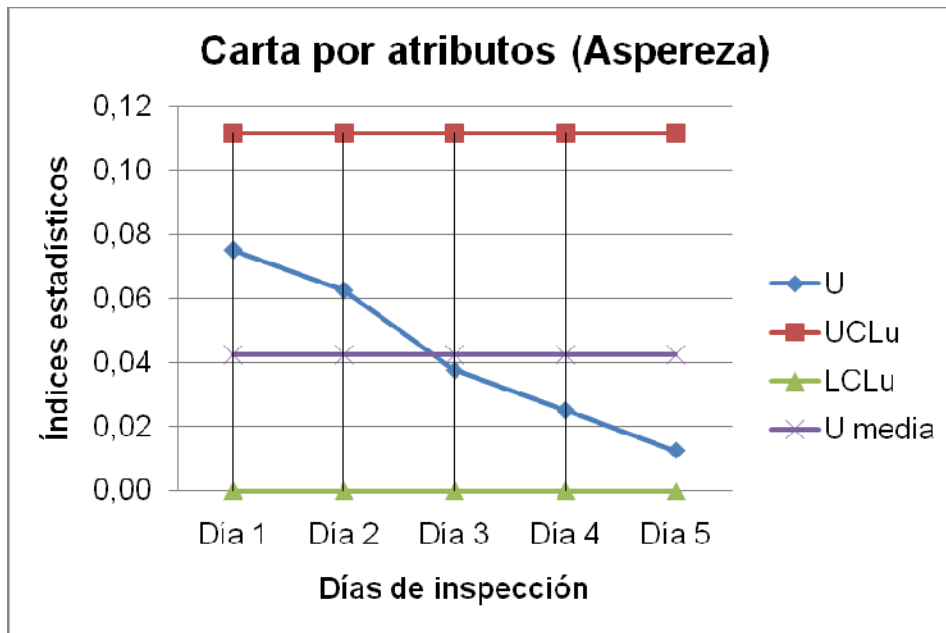


Figura 9.14 Carta por atributos para propiedad aspereza

La aspereza es una propiedad que depende de dos factores, el primero es la habilidad del operario para no recargar de pintura, ciertas áreas del arnés tales como: ángulos, salientes y entrantes; el segundo es el tiempo que permanece el arnés en el horno, ya que al permanecer por un lapso prolongado, la pintura se revienta, es decir, se aprecian erupciones en la superficie del arnés.

Al ser controlados estos dos factores para mejorar la propiedad recubrimiento y la propiedad tonalidad de color respectivamente, se logra así mismo corregir las anomalías presentes en la propiedad aspereza, lo cual se aprecia en una reducción de los productos no conformes, esperando llegar al límite de control inferior (0 defectos) para la segunda semana de producción.

9.4 CONCLUSIÓN

Una vez evaluadas las propiedades cualitativas y cuantitativas de la producción de la primera semana, se afirma que el proceso de fabricación está en capacidad de entregar productos con las especificaciones requeridas para los arneses.

Lo anterior se verifica en que el proceso es capaz de cumplir con la especificación para los valores cuantitativos y que el proceso puede cumplir con los requerimientos cuantitativos del arnés.

En las siguientes tablas se resume estos factores tanto para propiedades cuantitativas como cualitativas.

Tabla 9.30 Capacidad del proceso para fabricación de matrices

| Propiedad a evaluar | Capacidad del proceso (Cp>1.33) |
|--|---|
| Tolerancia geométrica en piezas cilíndricas | 1.414 |
| Tolerancia geométrica en piezas planas | 1.414 |
| Tolerancia dimensional en piezas cilíndricas | 3.689 |
| Tolerancia dimensional en piezas planas | 1.581 |

Tabla 9.31 Capacidad del proceso para fabricación de arneses

| Propiedad a evaluar: Tolerancia dimensional ± 0.1 mm | Capacidad del proceso (Cpk>1.67) |
|--|--|
| Largo soporte inferior | 1.91 |
| Ancho soporte inferior | 3.21 |
| Propiedad a evaluar: peso ± 0.2 Kg. para el conjunto | Capacidad del proceso (Cpk>1.67) |
| Peso del soporte inferior | 4.08 |
| Peso del arnés | 4.61 |

Tabla 9.32 Control de atributos para pintura electrostática (carta U)

| Propiedad a evaluar | U media | UCLu | LCLu |
|----------------------------|----------------|-------------|-------------|
| Recubrimiento | 0.09 | 0.19 | 0 |
| Fijación | 0.08 | 0.18 | 0 |
| Tonalidad de color | 0.03 | 0.09 | 0 |
| Aspereza | 0.04 | 0.11 | 0 |

CAPÍTULO 10

ANÁLISIS FINANCIERO – ECONÓMICO

10.1 INTRODUCCIÓN

El presente análisis tiene como objetivo evaluar la conveniencia del proyecto: “FABRICACION DE MATRICES E IMPLEMENTACION DE PINTURA ELECTROSTATICA PARA EL PROCESO DE FABRICACION DE ARNESES METALICOS PARA MOCHILA MILITAR” para los intereses de la FMSB SANTA BARBARA S.A., así mismo se pretende cuantificar los posibles beneficios económicos, sociales y ambientales que el presente proyecto brinde, al ser una herramienta eficiente en la movilización de las tropas ecuatorianas.

El análisis tradicional concentra su atención en demostrar la rentabilidad que tendrá un proyecto ante una posible inversión, el presente análisis incluye, además del análisis tradicional, el efecto que tendrá el proyecto sobre la economía nacional, determinar el monto de la creación de riqueza que produce el proyecto para redistribuir entre los sectores sociales y la correlación con el ecosistema.

En la evaluación del proyecto, es preciso identificar:

- La parte financiera, que trata del análisis de precios de mercado e interesa principalmente, a la FMSB SANTA BARBARA S.A.
- La evaluación económica, que transforma el análisis financiero a precios económicos, o sea a precios que representan el verdadero valor para la economía del país, el efecto del proyecto en su área de aplicación (micro) con respecto a toda la economía (macro) y finalmente, la parte del análisis social o análisis distributivo.

10.1.1 DIFERENCIAS ENTRE EL ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO

- En el análisis económico, algunos precios pueden cambiarse para reflejar mejor los verdaderos valores sociales o económicos (los precios ajustados se llaman “precios sombra” o “precios cuenta”) en el análisis financiero se utilizan siempre los precios de mercado, incluidos impuestos y subsidios.
- En el análisis económico, los impuestos son una parte del beneficio global del proyecto que se transfiere a la sociedad y no se consideran como costos. Los subsidios son costos para la sociedad, ya que se trata de un gasto de recursos que la economía realiza para explotar el proyecto; en el análisis financiero, esos ajustes son innecesarios, los impuestos se consideran como costos, y los subsidios como ingresos.
- Para realizar la evaluación económica de un proyecto, se deben convertir los distintos precios de los bienes incluidos en el proyecto, por medio de factores que eliminen las distorsiones o imperfecciones imperantes en el mercado para obtener valores que reflejen el valor real para la economía y los fines de la política económica y social de un país. Un factor de conversión, es una simple relación entre el precio económico y el precio financiero de un bien. La información financiera, no contiene datos adicionales que no estén explícitamente en su análisis.

10.2 METODOLOGÍA

10.2.1 MÉTODO INTEGRAL

La aplicación de una metodología integral de evaluación económica o social, además de conceptos técnicos requeridos para elaborar los modelos de análisis o para ajustar los flujos de inversiones y financiamiento configurados en la evaluación privada, requieren de una visión clara del contexto socioeconómico, tecnológico y cultural del desarrollo regional y nacional de la economía en su conjunto, y vista como un sistema, está relacionada con la interacción de tres elementos: la comunidad, el sector productivo, y el Estado.

Un sistema es un conjunto de componentes cuya interacción engendra nuevas cualidades no existentes en los elementos integrantes. Algunos elementos de gran importancia en el establecimiento de las distintas clases de precios a saber, son:

- Los precios sombra son los precios del mercado ajustados por un factor, debido a que los precios del mercado no reflejan la escasez relativa de bienes, servicios y/o factores de producción, por las distorsiones generadas por condiciones de monopolio, oligopolio, impuestos, controles de precios y subsidios.
- Los precios de mercado son los precios utilizados por el sector privado para evaluar las bondades de un proyecto y su denominación obedece a que son precios vigentes en el mercado.
- Las transferencias son algunos rubros del flujo de inversiones y del estado de resultados que en la evaluación económica o social, no tienen efecto alguno para la economía vista como un sistema, por tratarse de una amortización o transferencia de un sector a otro (comunidad sector productivo, estado) como son los impuestos, los subsidios, los intereses, los créditos, aportes parafiscales, amortización de diferidos.

10.3 ANÁLISIS FINANCIERO

10.3.1 INGRESOS

Los ingresos del proyecto se constituyen en la inversión inicial para la fabricación de las matrices (troqueles), que fabricarán los arneses; y las divisas que generarán la venta de los mismos.

La inversión inicial incluye los materiales y mano de obra necesarios para la fabricación de la matricería; y la adquisición de una maquina de pintura electrostática, imprescindible en el proceso de pintura de los arneses.

Las ventas se consideran en el número total de arneses que requerirá la Fuerza Terrestre para entregar en dotación al total de personal de voluntarios, las ventas se reparten en 10 periodos (años) dentro de los cuales se lograría solventar las necesidades de mochilas militares equipadas con arnés.

Tabla 10.1 Ingresos estimados
Ingresos

| Período | Inversión (USD) | Arneses (u) | Ventas (USD) | ΣIi (USD) |
|---------|-----------------|-------------|--------------|-----------|
| 0 | 30000 | | | 30000 |
| 1 | | 6600 | 141900 | 141900 |
| 2 | | 5900 | 126850 | 126850 |
| 3 | | 5000 | 107500 | 107500 |
| 4 | | 4000 | 94600 | 94600 |
| 5 | | 3500 | 82775 | 82775 |
| 6 | | 3000 | 70950 | 70950 |
| 7 | | 2500 | 61812,5 | 61812,5 |
| 8 | | 2000 | 49450 | 49450 |
| 9 | | 1500 | 37087,5 | 37087,5 |
| 10 | | 1000 | 25800 | 25800 |
| | TOTAL | 35000 | 798725 | 828725 |

$$l_i = u \times 21,5 \quad \text{Ecuación 10.1}$$

Se puede observar que las ventas inician con una producción de 6600 arneses para el primer año (venta real), y que desciende paulatinamente hasta cumplir el décimo año.

El precio de venta para los primeros tres años es de 21,5 USD; precio que se incrementa a 23,65 USD (incremento del 10% del precio base) para el cuarto hasta el sexto año inclusive; a 24,73 USD para el séptimo hasta el noveno año inclusive (incremento del 15% del precio base); y a 25,8 USD para el décimo y último año (incremento del 20% del precio base).

Se estima un monto de 798725 USD correspondiente a la venta de 35000 arneses, que junto con los 30000 USD invertidos inicialmente suman un total de ingresos de 828725 USD.

10.3.2 EGRESOS

Los egresos se constituyen en los “costos” de producción de los arneses, proyectados así mismo para el periodo total de fabricación de los 35000 arneses requeridos por la Fuerza Terrestre.

El primer egreso evaluado es el costo de puesta en marcha del proyecto, es decir, la fabricación de herramientas (materia prima y mano de obra), y adquisición de equipos, para lo cual se invirtió 25000 USD de los 30000 USD facilitados por la empresa para este rubro.

Los siguientes egresos son los involucrados en la producción de los arneses, es decir, materia prima directa (MPD), mano de obra directa (MOD), mano de obra indirecta (MOI), servicios (agua, luz, teléfono), gastos administrativos (25%), mantenimiento (preventivo, correctivo) y depreciación del equipo.

Los egresos fueron reajustados con un valor estimado de imprevistos a un porcentaje de aumento de precios para los periodos futuros de la siguiente forma:

- Incremento del 10% a partir del cuarto año hasta el sexto inclusive
- Incremento del 20 % a partir del séptimo año hasta el último año de producción.

Como se observa el incremento de costos de producción sólo tiene relación con el incremento de precio de venta para los primeros seis años, a partir del séptimo año estos incrementos no guardan relación, esto en base a que es beneficioso para la empresa simular escenarios críticos, es decir, en los cuales la estabilidad económica del país pueda poner en riesgo la consecución del proyecto.

Se observará en la parte posterior del análisis, que el proyecto es viable aún con la adopción de esos estados económicos críticos, y por lo tanto es un proyecto con grandes proyecciones en cuanto a rentabilidad para la empresa.

- Depreciación

La depreciación se analizó para el equipo de pintura electrostática adquirido por la fábrica para este proyecto, esto en base a que a pesar de existir otros equipos y maquinarias en la fábrica que se utilizaran para la realización de este proyecto, este es el único equipo nuevo y por lo tanto más sujeto a depreciación, ya que el resto de maquinaria antes mencionada tiene ya varios años operativos y por lo tanto no sería aplicable el análisis de su depreciación dentro de este proyecto.

La depreciación se analizó con los siguientes métodos:

Tabla 10.2 Depreciación por línea recta

a) línea recta

| | |
|----|------|
| Vo | 7448 |
| Vr | 2448 |
| n | 10 |
| ai | 500 |

| Períodos | ai | Vi |
|----------|-----------|------|
| [años] | [USD/año] | [\$] |
| 0 | | 7448 |
| 1 | 500 | 6948 |
| 2 | 500 | 6448 |
| 3 | 500 | 5948 |
| 4 | 500 | 5448 |
| 5 | 500 | 4948 |
| 6 | 500 | 4448 |
| 7 | 500 | 3948 |
| 8 | 500 | 3448 |
| 9 | 500 | 2948 |
| 10 | 500 | 2448 |

$$a_i = \frac{V_o - V_r}{n}$$

Ecuación 10.2

$$V_i = V_{i-1} - a_i$$

Ecuación 10.3

Tabla 10.3 Depreciación por unidad de producción

b) Por unidad de Producción

| | |
|----------------|-------|
| V _o | 7448 |
| V _r | 2448 |
| Q | 35000 |

| Período | q _i | a _i | V _i |
|---------|----------------|----------------|----------------|
| [años] | [ARNESES] | [USD/año] | [\$] |
| 0 | | | 7448 |
| 1 | 7000 | 1000,00 | 6448,00 |
| 2 | 5500 | 785,71 | 5662,29 |
| 3 | 5000 | 714,29 | 4948,00 |
| 4 | 4000 | 571,43 | 4376,57 |
| 5 | 3500 | 500,00 | 3876,57 |
| 6 | 3000 | 428,57 | 3448,00 |
| 7 | 2500 | 357,14 | 3090,86 |
| 8 | 2000 | 285,71 | 2805,14 |
| 9 | 1500 | 214,29 | 2590,86 |
| 10 | 1000 | 142,86 | 2448,00 |
| Q | 35000 | | |

$$a_i = \frac{V_o - V_r}{Q} \times q_i$$

Ecuación 10.4

Tabla 10.4 Depreciación por suma de dígitos

C) Por suma de dígitos

| | |
|----------------|------|
| V _o | 7448 |
| V _r | 2448 |
| n | 10 |
| S | 55 |

| Períodos | a _i | V _i |
|----------|----------------|----------------|
| [años] | [USD/año] | [\$] |
| 0 | | 7448 |
| 1 | 909,09 | 6538,91 |
| 2 | 818,18 | 5720,73 |
| 3 | 727,27 | 4993,45 |
| 4 | 636,36 | 4357,09 |
| 5 | 545,45 | 3811,64 |
| 6 | 454,55 | 3357,09 |
| 7 | 363,64 | 2993,45 |
| 8 | 272,73 | 2720,73 |
| 9 | 181,82 | 2538,91 |
| 10 | 90,91 | 2448,00 |

$$S = 1 + 2 + 3 \dots + 10$$

Ecuación 10.5

$$a_i = \frac{V_o - V_r}{S} \times (n - a_{i-1} + 1)$$

Ecuación 10.6

Tabla 10.5 Depreciación por tasa constante

d) Tasa constante

V_o 7448

V_r 2448

n 10

θ 0,105300541

| Períodos | a _i | V _i |
|----------|----------------|----------------|
| [años] | [USD/año] | [\$] |
| 0 | | 7448 |
| 1 | 784,28 | 6663,72 |
| 2 | 701,69 | 5962,03 |
| 3 | 627,80 | 5334,22 |
| 4 | 561,70 | 4772,53 |
| 5 | 502,55 | 4269,98 |
| 6 | 449,63 | 3820,35 |
| 7 | 402,28 | 3418,06 |
| 8 | 359,92 | 3058,14 |
| 9 | 322,02 | 2736,11 |
| 10 | 288,11 | 2448,00 |

$$\Theta = 1 - \left(\frac{V_r}{V_o}\right)^{(1/n)}$$

Ecuación 10.7

$$a_i = V_{i-1} \times \Theta$$

Ecuación 10.8

Para el análisis de egresos se considero la depreciación por suma de dígitos, por ser la que más se ajusta a la realidad, lo que se puede observar en los gráficos a continuación.

$$FNCi = \sum Ii - \sum Ei$$

Ecuación 10.9

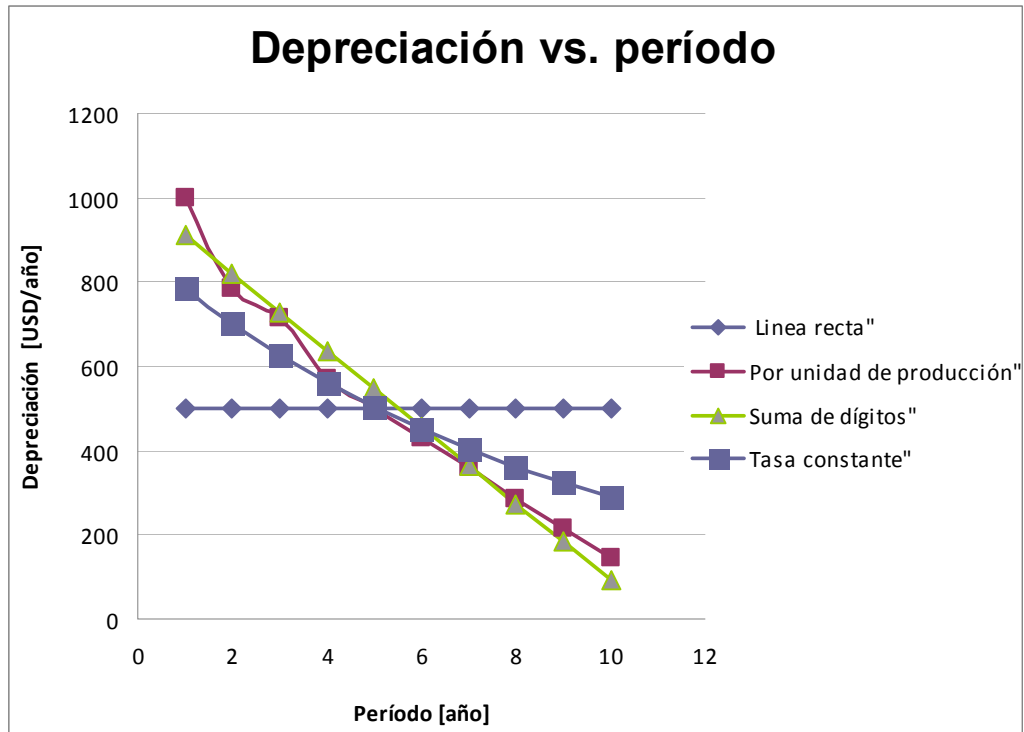


Figura 10.1 Depreciación vs. período

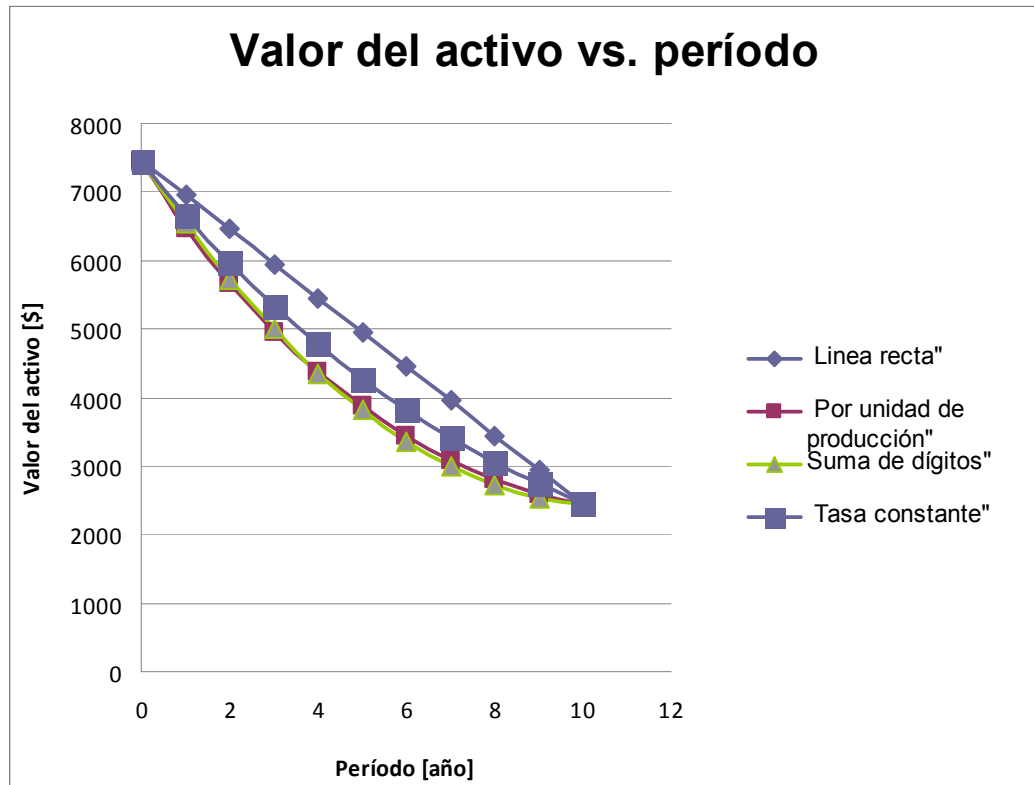


Figura 10.2 Valor del activo vs. período

Tabla 10.6 Egresos estimados

| Período | Puesta en marcha | MPD | MOD | MOI | SERVICIOS | GASTOS ADMINIS. | MTTO | DEPREC. EQUIPOS | ΣEi | FNCi |
|---------|------------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------------|---------|-----------------|-----------|-----------|
| (i) | (USD) | (USD) | (USD) | (USD) | (USD) | (USD) | (USD) | (USD) | (USD) | (USD) |
| 1 | 25000 | 52958,92 | 23887,50 | 4410,00 | 8000,00 | 20314,11 | 400,00 | 909,09 | 135879,62 | 6020,38 |
| 2 | | 47342,06 | 21353,98 | 3942,27 | 7151,52 | 18159,58 | 400,00 | 1727,27 | 100076,68 | 26773,32 |
| 3 | | 40120,39 | 18096,59 | 3340,91 | 6060,61 | 15389,47 | 500,00 | 2454,55 | 85962,52 | 21537,48 |
| 4 | | 35305,95 | 15925,00 | 2940,00 | 5333,33 | 13542,74 | 500,00 | 3090,91 | 76637,93 | 17962,07 |
| 5 | | 30892,70 | 13934,38 | 2572,50 | 4666,67 | 11849,89 | 600,00 | 3636,36 | 68152,50 | 14622,50 |
| 6 | | 26479,46 | 11943,75 | 2205,00 | 4000,00 | 10157,05 | 600,00 | 4090,91 | 59476,17 | 11473,83 |
| 7 | | 24072,24 | 10857,95 | 2004,55 | 3636,36 | 9233,68 | 700,00 | 4454,55 | 54959,33 | 6853,17 |
| 8 | | 19257,79 | 8686,36 | 1603,64 | 2909,09 | 7386,95 | 700,00 | 4727,27 | 45271,10 | 4178,90 |
| 9 | | 14443,34 | 6514,77 | 1202,73 | 2181,82 | 5540,21 | 600,00 | 4909,09 | 35391,96 | 1695,54 |
| 10 | | 9628,89 | 4343,18 | 801,82 | 1454,55 | 3693,47 | 500,00 | 5000,00 | 25421,91 | 378,09 |
| TOTAL | 25000 | 300501,75 | 135543,47 | 25023,41 | 45393,94 | 115267,16 | 5500,00 | 35000,00 | 687229,72 | 111495,28 |

Se observa que se gasta en la puesta en marcha del proyecto (INICIO) se gasta 25000 USD de los 30000 USD facilitados por la empresa para el proyecto, en materia prima directa se gasta un total de 300501,75 USD, en su mayoría en materia prima de aluminio; en mano de obra directa un total de 135543,47 USD entregados al personal de la fabrica; en mano de obra indirecta 25023,41 USD entregado a personal contratado para trabajos específicos; en servicios se invierte un total de 45393,94 USD; en gastos administrativos se invierte así mismo 115267,16 USD; en mantenimiento preventivo como correctivo un total de 5500 USD y la depreciación de equipos alcanza un rubro de 35000 USD.

Los egresos para los diez años suman un total de 687229,72 USD y el flujo neto de caja arroja un saldo positivo total de 111495,28 USD, es decir, se tienen ganancias netas por un 371,65% del monto invertido inicialmente.

10.3.3 CÁLCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) Y DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN) o VALOR PRESENTE NETO (VPN)

La TIR es la tasa de descuento (TD) de un proyecto de inversión que permite que el valor actual del flujo de caja o beneficio neto proyectado, el cual ha sido actualizado a través de una tasa de descuento, sea igual a la inversión (VAN igual a 0). La TIR es la máxima TD que puede tener un proyecto para que sea rentable, pues una mayor tasa ocasionaría que el valor actual de flujo de caja sea menor que la inversión (VAN menor que 0).

El VAN es un indicador financiero que mide los flujos de los futuros ingresos y egresos que tendrá un proyecto, para determinar, si luego de descontar la inversión inicial, nos quedaría alguna ganancia. Si el resultado es positivo, el proyecto es viable.

La fórmula para calcular el VAN ES:

$$VAN = \sum_{j=1}^n \frac{FNC_j}{(1+k)^j} - F_o > 0 \quad \text{Ecuación 10.10}$$

Aplicando la formula al flujo neto de caja por periodos calculado para el proyecto en la tabla 9.2, se obtiene:

Tabla 10.7 Tasa interna de retorno-Valor actual neto (análisis financiero)

| Valor actual neto | | | |
|-------------------|---------|------|-------------|
| Con | r=47% | 0,47 | lo = -30000 |
| Vani | 1094,28 | | |
| Con | r=48% | 0,48 | lo = -30000 |
| Vani | 508,80 | | |
| Con | r=49% | 0,49 | lo = -30000 |
| Vani | -59,02 | | |

Para analizar mejor la tabla anterior procedemos a graficar los resultados obtenidos.

Tabla 10.8 Tabla de valores r-VAN a graficar (análisis financiero)

| r | Van |
|----|---------|
| 47 | 1094,28 |
| 48 | 508,80 |
| 49 | -59,02 |

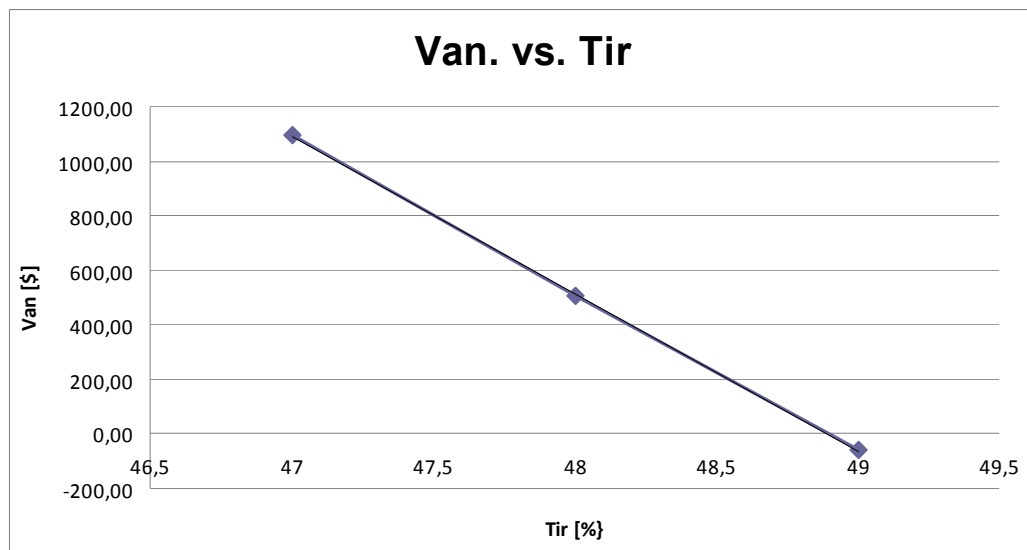


Figura 10.3 Grafica VAN vs. TIR (análisis financiero)

Del análisis del gráfico de la relación VAN vs. TIR, podemos argumentar que:

Con TIR= 47 %, VAN = 1094,28; VAN > 0 → el proyecto es rentable.

Con TIR= 48 %, VAN = 508,80; VAN > 0 → el proyecto es rentable.

Con TIR= 49 %, VAN = -59,02; VAN < 0 → el proyecto no es rentable.

Se necesita saber el punto exacto donde el retorno de capital es igual a la inversión inicial, es decir, el punto de equilibrio donde la empresa no pierde ni gana con el proyecto, de la tabla anterior interpolando, se obtiene que ese punto de equilibrio se da para un valor de TIR= 0,4889.

Con una TIR= 48,89 %, VAN = 0; VAN = 0 → el proyecto se encuentra en equilibrio, no hay pérdidas ni ganancias.

10.3.4 RELACIÓN BENEFICIO-COSTO (B/C)

Es la relación que se obtiene cuando el valor actual de la corriente de beneficios se divide por el valor actual de la corriente de costos. Se aceptan proyectos con una relación mayor que 1. En este ejemplo se asume una tasa de 15%.

$$B/C = \left(\sum_{j=1}^n \frac{FNC_j}{(1+k)^j} / F_0 \right) > 1 \quad \text{Ecuación 10.11}$$

Tabla 10.9 Relación beneficio-Costo para TIR 15% (análisis financiero)

| Período | INVERSION Y FNC |
|----------------------|------------------------|
| (años) | (\$) |
| 0 | Io=30000 |
| 1 | 6020,38 |
| 2 | 26773,32 |
| 3 | 21537,48 |
| 4 | 17962,07 |
| 5 | 14622,50 |
| 6 | 11473,83 |
| 7 | 6853,17 |
| 8 | 4178,90 |
| 9 | 1695,54 |
| 10 | 378,09 |
| TOTAL | 111495,28 |
| CON TIR= 15%, VAN | 66.659,01 |
| B/C | 2,22 |

Con un flujo neto de caja total positivo de 111495,28 USD para el periodo proyectado y con una tasa interna de retorno del 15%, el Valor Actual Neto es de 66.659,01 USD con lo cual al utilizar la relación B/C se obtiene un coeficiente de 2,22 que nos indica claramente que el proyecto es viable.

A pesar que el valor limite de Tasa Interna de Retorno es del 48,9 % aproximadamente, un valor altamente positivo para inversión, en la práctica se utilizan valores de TIR hasta del 25 %, esto para asegurar la rentabilidad del proyecto y una satisfacción plena de los inversionistas, ya que al acercarnos al límite de VAN positivo, así mismo se incrementan los riesgos de perdida en los proyectos.

10.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

10.4.1 INGRESOS

Para el análisis económico, no es aplicable realizar un ajuste de los ingresos que tiene la empresa, esto se debe a dentro de los precios de venta, la empresa ya incluye los impuestos a pagar al estado como beneficio global de las ventas que se registren, de aquí que para este análisis se utilizará la tabla 9.1 utilizada también en el análisis financiero.

10.4.2 EGRESOS

Como se citó al inicio de este capítulo, para realizar un análisis económico acorde a la realidad nacional, es necesario, sino imprescindible realizar un ajuste de los valores considerados en los gastos que implica el proyecto. Estos “precios sombra” nos permitirán evaluar el impacto real del proyecto sobre la economía nacional.

Los coeficientes para calcular los “precios sombra” considerados para este proyecto son:

Tabla 10.10 Coeficientes de ajuste económico-social

| CATEGORIA | FACTOR |
|-----------------------------|---------------|
| MOI | 0,15 |
| MOD | 1 |
| Bienes/Servicios Nacionales | 1,12 |
| Bienes Importados | 1,15 |
| Tasas | 0,41 |

Fuente: Departamento de Manejo de Proyectos Banco del Estado

Se puede observar que para la MOI y MOD se considera un factor de ajuste de 0,15 y 1 respectivamente, estos factores representan el costo marginal en que incurre la sociedad por emplear un trabajador de cada tipo.

Para los bienes y servicios nacionales se aplica un factor de 1,12 esto ya que el impuesto al valor agregado IVA se maneja como impuesto global en el territorio nacional.

Para los bienes importados se aplica un factor de 1,15 esto para cubrir los aranceles de importación en que se incurre al realizar compra de materia prima importada.

Para las tasas que incluyen impuestos, subsidios, intereses, créditos, aportes parafiscales, amortización de diferidos, se aplica un factor de 0,41 ya que implica la transferencia de fondos de un sector productivo a otro.

Aplicando los coeficientes a la tabla 10.6 de Egresos estimados, se obtiene:

Tabla 10.11 Egresos corregidos estimados

| Período | Puesta en marcha | MPD | MOD | MOI | SERVICIOS | GASTOS ADMINIST. | MTTO | DEPREC. EQUIPO | ΣEi | FNCi |
|---------|------------------|-----------|-----------|---------|-----------|------------------|---------|----------------|-----------|----------|
| (i) | (USD) | (USD) | (USD) | (USD) | (USD) | (USD) | (USD) | (USD) | (USD) | (USD) |
| 1 | 25000 | 59313,99 | 23887,50 | 661,50 | 8960,00 | 22751,80 | 448,00 | 909,09 | 141931,88 | -31,88 |
| 2 | | 53023,11 | 21353,98 | 591,34 | 8009,70 | 20338,73 | 448,00 | 1727,27 | 105492,13 | 21357,87 |
| 3 | | 44934,84 | 18096,59 | 501,14 | 6787,88 | 17236,21 | 560,00 | 2454,55 | 90571,21 | 16928,79 |
| 4 | | 39542,66 | 15925,00 | 441,00 | 5973,33 | 15167,87 | 560,00 | 3090,91 | 80700,77 | 13899,23 |
| 5 | | 34599,83 | 13934,38 | 385,88 | 5226,67 | 13271,89 | 672,00 | 3636,36 | 71726,99 | 11048,01 |
| 6 | | 29657,00 | 11943,75 | 330,75 | 4480,00 | 11375,90 | 672,00 | 4090,91 | 62550,31 | 8399,69 |
| 7 | | 26960,90 | 10857,95 | 300,68 | 4072,73 | 10341,73 | 784,00 | 4454,55 | 57772,54 | 4039,96 |
| 8 | | 21568,72 | 8686,36 | 240,55 | 3258,18 | 8273,38 | 784,00 | 4727,27 | 47538,47 | 1911,53 |
| 9 | | 16176,54 | 6514,77 | 180,41 | 2443,64 | 6205,04 | 672,00 | 4909,09 | 37101,49 | -13,99 |
| 10 | | 10784,36 | 4343,18 | 120,27 | 1629,09 | 4136,69 | 560,00 | 5000,00 | 26573,60 | -773,60 |
| TOTAL | 25000 | 336561,96 | 135543,47 | 3753,51 | 50841,21 | 129099,25 | 6160,00 | 35000,00 | 721959,40 | 76765,60 |

Para el valor de Materia Prima Directa se utilizó un factor de 1,15 de bienes importados, ya que el acero tratado es importado al país por BOHLER DEL ECUADOR S.A., para el valor de mano de obra directa e indirecta, se utilizó un factor de 1 y 0,15 respectivamente como se indicó anteriormente, para el valor de servicios se utilizó así mismo un factor de 1.12 al tratarse de empresas nacionales, para el valor de gastos administrativos se utilizó un factor de 1,12 con el mismo criterio del ítem anterior, para el valor de Mantenimiento se utilizó un factor de 1,12 al ser un servicio realizado por empresas nacionales, a la depreciación del equipo no se le realizó ningún ajuste ya que no existen factores en los cuales se enmarque la depreciación de los equipos.

10.4.3 CÁLCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) Y DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN) o VALOR PRESENTE NETO (VPN)

Una vez realizadas las correcciones en los egresos con los factores de ajuste económico-social, procedemos a realizar el análisis de la viabilidad del proyecto.

Aplicando así la fórmula para el VAN al flujo neto de caja corregido observado en la tabla 9.6, se obtienen los siguientes valores:

Tabla 10.12 Tasa interna de retorno-Valor actual neto (análisis económico)

| Valor actual neto | | | |
|-------------------|---------|------|-------------|
| Con | r=29% | 0,29 | Io = -30000 |
| Vani | 1497,19 | | |
| Con | r=30% | 0,3 | Io = -30000 |
| Vani | 721,68 | | |
| Con | r=31% | 0,31 | Io = -30000 |
| Vani | -25,74 | | |

Para analizar mejor la tabla anterior procedemos a graficar los resultados obtenidos.

Tabla 10.13 Tabla de valores r-VAN a graficar (análisis económico)

| r | Van |
|----|---------|
| 29 | 1497,19 |
| 30 | 721,68 |
| 31 | -25,74 |

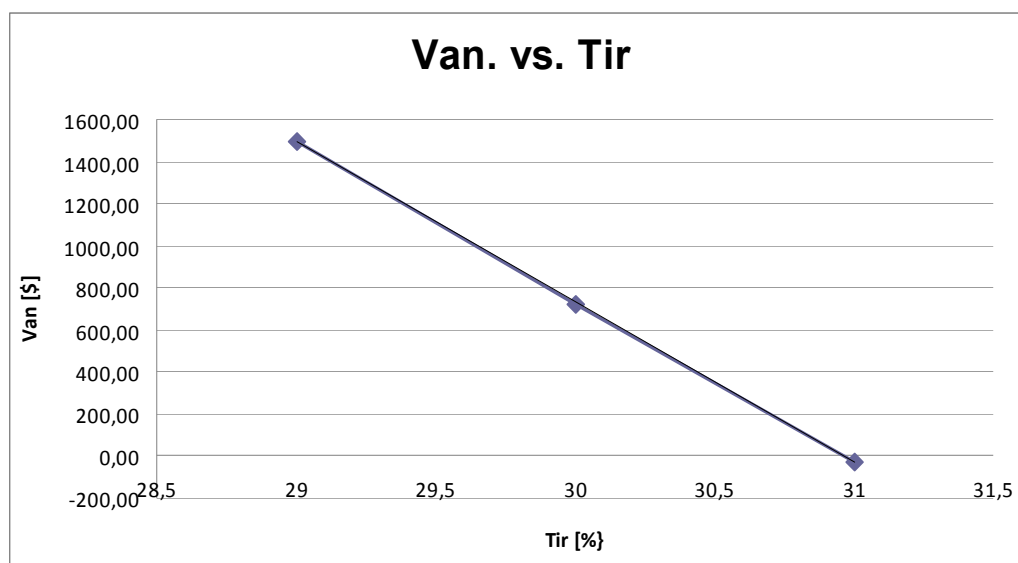


Figura 10.4 Grafica VAN vs. TIR (análisis económico)

Del análisis de la grafica de la relación VAN vs. TIR, podemos argumentar que:

Con TIR= 29 %, VAN = 1497,19; VAN > 0 → el proyecto es rentable.

Con TIR= 30 %, VAN = 721,68; VAN > 0 → el proyecto es rentable.

Con TIR= 31 %, VAN = -25,74; VAN < 0 → el proyecto no es rentable.

Se necesita saber el punto exacto donde el retorno de capital es igual a la inversión inicial, es decir, el punto de equilibrio donde la empresa no pierde ni gana con el proyecto, de la tabla anterior interpolando, se obtiene que ese punto de equilibrio se da para un valor de TIR= 0,3096.

Con TIR= 30,96 %, VAN = 0; VAN = 0 → el proyecto se encuentra en equilibrio, no hay perdidas ni ganancias.

Se observa que la TIR del análisis económico es inferior a la calculada para el análisis financiero, esto ya que en el análisis económico se incluyen los costos sociales en los que incurre el proyecto, es decir, el beneficio neto que tendrá el mismo sobre la economía nacional.

10.4.4 RELACIÓN BENEFICIO-COSTO (B/C)

Se procede así mismo a calcular la relación beneficio-costos para los valores encontrados en el análisis económico.

Tabla 10.14 Relación beneficio-Costo para TIR 15% (análisis económico)

| Período | INVERSION Y FNC |
|----------------------|------------------------|
| (años) | (\$) |
| 0 | Io=30000 |
| 1 | -31,88 |
| 2 | 21357,87 |
| 3 | 16928,79 |
| 4 | 13899,23 |
| 5 | 11048,01 |
| 6 | 8399,69 |
| 7 | 4039,96 |
| 8 | 1911,53 |
| 9 | -13,99 |
| 10 | -773,60 |
| TOTAL | 76765,60 |
| CON TIR= 15%, VAN | 46.272,46 |
| B/C | 1,54 |

Con un flujo neto de caja total corregido y positivo de 76765,60 USD para el periodo proyectado y con una tasa interna de retorno del 15%, el Valor Actual Neto es de 46.272,46 USD con lo cual al utilizar la relación B/C se obtiene un coeficiente de 1,54 que nos indica claramente que el proyecto a pesar de tener una reducción de 0,68 puntos respecto al obtenido en el análisis financiero, al ser superior de 1, todavía es viable.

10.4.5 CÁLCULO DEL APOORTE ECONÓMICO-SOCIAL DEL PROYECTO

Este cálculo corresponde a cuantificar el valor real en USD que tendrá el proyecto sobre la sociedad ecuatoriana, y no es más que la diferencia entre el FNC calculado para el análisis financiero y el FNC calculado para el análisis económico.

Dentro de este valor estarán incluidos implícitamente los siguientes valores:

Tabla 10.15 Beneficio económico-social

| FLUJO NETO DE CAJA TOTAL | USD |
|-------------------------------------|------------------|
| ANALISIS FINANCIERO | 111495,28 |
| ANALISIS ECONOMICO | 76765,60 |
| APOORTE SOCIAL (DIFERENCIA) | 34729,68 |

Tabla 10.16 Desglose de beneficios

| BENEFICIO ECONOMICO | | | | |
|----------------------------|-----------------------|---|----------|-----------------|
| ITEM | AREA DE APORTE | DESCRIPCION | % | USD |
| 1 | Ambiental | La movilización de las tropas requiere la utilización de recursos como combustible, uniformes, calzado, alimentación, etc. El aprovechamiento óptimo de los mismos al reducir el tiempo de movilización reduce significativamente las emisiones gaseosas y los desechos sólidos generados en las operaciones militares. | 20 | 6945,94 |
| 2 | Creación de riqueza | La generación de divisas por los impuestos cobrados por el Estado en la venta de los arneses beneficia directamente a la sociedad ya que estos valores son invertidos en proyectos de educación y salud vitales para el desarrollo. | 70 | 24310,77 |
| 3 | Salud Institucional | Se cuantifica en relación a la comodidad de las tropas al momento de movilizarse, la "comodidad" se medirá en base a la salud física de las tropas lo que permitirá ahorrar los recursos de atenciones médicas y medicamentos implicados en las terapias que se involucren con las enfermedades profesionales. | 10 | 3472,97 |
| TOTAL | | | | 34729,68 |

CAPÍTULO 11

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1 CONCLUSIONES

1. Se diseñó y construyó, para la fabricación y el ensamblaje del arnés un total de 23 matrices (7 matrices de corte y perforado, 14 matrices de doblado, 1 matriz de embutido, y 1 matriz de ensamblaje), obteniéndose los siguientes resultados en la simulación realizada: fuerza máxima (fuerza de corte materia prima) = 46092,15 Kg. – soporte inferior -, fuerza mínima (fuerza de doblado doblez ángulo) = 6,020 Kg. – tubo bastidor -, esfuerzo máximo (esfuerzo matriz de corte 1) = 3866,1 MPa. – soporte inferior -, esfuerzo mínimo (esfuerzo punzón de corte perfil) = 0,003 MPa – acople L -; por lo que se aseguró que las matrices estaban aptas para la producción de los arneses
2. Se implementó el proceso de pintura electrostática en la F.M.S.B Santa Bárbara S.A., empezando por la readecuación de la cabina de pintura existente a una cabina de pintura electrostática; adquisición de un equipo de pintura electrostática, y compra de pintura poliéster en polvo a un proveedor certificado
3. Dadas las condiciones de uso a las que va a estar expuesto el arnés metálico para mochila militar (condiciones ambientales, sobrecarga, golpes, vibraciones, etc.), se realizó una simulación del diseño con una carga total de 50 Kg. que excede en un 30% a la carga especificada por el Ejército Ecuatoriano,
Evaluando los resultados obtenidos de la simulación realizada: fuerza máxima $P_{zn} = 658,88$ Kg. - nodo 13 -, fuerza mínima $P_{trn} = 0,04$ Kg. - nodo 5 -, esfuerzo máximo $obn = 45,1$ MPa. - nodo 10 -, esfuerzo mínimo $trn = 0,02$ MPa - nodo 5 -; se asegura que el arnés metálico cumplirá las exigencias implicadas en la movilización de las tropas ecuatorianas
4. El diseño realizado para la fabricación de los 6600 arneses metálicos requeridos por el Ejército Ecuatoriano, cumple satisfactoriamente los límites de especificación dimensionales impuestos por FAME S.A, con medias de: Largo = 324,5mm., Ancho = 145,1mm., Altura = 524,2 mm., y capacidad del

proceso $Cpk > 1,67$,lo cual asegura un adecuado acoplamiento con las mochilas que se ofertan

5. El peso del arnés metálico para mochila militar es un aspecto importante para la comodidad del usuario; asumiendo lo antes mencionado, el diseño cumple con la especificación planteada, teniendo un peso promedio de 0,824 Kg. y capacidad del proceso $Cpk > 1,67$, lo cual asegura la salud física del usuario

11.2 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que para el diseño de un elemento mecánico, se utilice normas y software adecuado para asegurar su correcto funcionamiento. En el diseño de matrices se debe enfatizar la utilización de tolerancias geométricas y dimensionales en los elementos constitutivos, que aseguren el acoplamiento para el corte o doblado del material. Para la construcción se recomienda la utilización de la maquinaria adecuada para asegurar las tolerancias especificadas por los diseñadores
2. Cada proceso de pintura tiene una aplicación específica, por lo que se recomienda realizar una investigación de las ventajas y desventajas en un trabajo determinado, se recomienda por lo tanto el uso de pintura electrostática para artículos producidos en serie
3. Se deben tomar en cuenta las condiciones a las que estará expuesto el producto a diseñar, sobre todo aquellas condiciones extremas que puedan afectar el funcionamiento adecuado del mismo. Una buena práctica es manejar en un inicio factores de seguridad conservadores para en el transcurso del diseño perfeccionarlos a factores de seguridad optimistas.
4. Cuando se maneja proyectos conjuntos, se recomienda coordinar el diseño de los artículos que van a ser acoplados, es decir respetar las dimensiones establecidas, esto para evitar problemas de tiempo y costos de producción.
5. En el diseño se recomienda tomar en cuenta que la utilización del producto no afecte la salud del usuario y la conservación del ambiente, es decir, se debe plantear restricciones para el peso, dimensión, textura, materiales contaminantes, procesos contaminantes, sustancias peligrosas, etc. Así mismo de debe verificar que se pueda cumplir con la capacidad de proceso