

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACION DE TECNÓLOGOS

DIMENSIONAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA MECÁNICA PARA MONTAJE Y DESMONTAJE DE RESORTES DE SUSPENSIÓN PARA VEHÍCULOS TIPO SEDÁN HASTA 2200 CC.

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA

ASTUDILLO LALA ANGEL ERNESTO

angel_astudillo@hotmail.com

DIRECTOR: ING. VICENTE TOAPANTA

vicente.toapanta@epn.edu.ec

Quito, Marzo de 2006

DECLARACIÓN

Yo, Angel Ernesto Astudillo Lala, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Ángel E. AstudilloL.

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Ángel Ernesto Astudillo Lala, bajo mi supervisión.

Ing. Vicente Toapanta
DIRECTOR DE PROYECTO

CONTENIDO GENERAL

CAPÍTULO 1. CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN DE LAS PRENSAS MECÁNICAS

1.1	Generalidades.....	1
1.2	Prensas de taller	1
1.2.1	Aplicaciones.....	2
1.3	Conceptos básicos.....	2
1.3.1	Fuerza	3
1.3.2	Carga alpicada.....	3
1.3.3	Ventaja mecanica.....	3
1.4	Tornillo de potencia.....	4
1.4.1	Utilizacion.....	5
1.4.2	Generalidades de las roscas.....	5
1.4.2.1	Formas de las roscas.....	5
1.4.2.2	Terminología de roscas.....	8
1.4.2.3	Tornillo de bolas.....	9
1.5	Máquina	10
1.5.1	Clasificación de las maquinas.....	10
1.5.1.1	Maquina simple.....	11
1.5.1.1.1	Palanca.....	11
1.5.1.1.2	Tornillo.....	11
1.5.1.2	Maquina compuesta.....	12
1.5.2	Mecanismos de transformación de movimiento	12
1.5.2.1	Mecanismo tornillo – tuerca	13
1.5.3	Rodamientos.....	13
1.5.4	Columna de deslizamiento.....	14
1.6	Estructura metalica	15
1.6.1	Soldadura.....	15
1.6.1.1	Calidad de la soldadura	16
1.6.1.2	Electrodos	17
1.6.2	Atornillada con pernos	18

1.7	Suspensión y amortiguación	18
1.7.1	Función de la suspensión y amortiguación	19
1.7.2	Suspensión tipo McPherson	20
1.7.3	Resortes de acero.....	21
1.7.3.1	Resortes helicoidales	21
1.7.3.2	Resortes de hojas	23
1.7.4	Suspensión elástica	23
1.7.5	Resorte hidroneumático	24
1.7.6	Amortiguadores.....	24
1.7.7	Daños en la suspensión.....	24
1.7.7.1	Síntoma de fatiga de los resortes	26
1.7.7.2	Consecuencias del mal estado de los resortes.....	27
1.7.7.3	Ventaja de un cambio oportuno de los resortes.....	27

CAPÍTULO 2. CONSIDERACIONES TEÓRICAS Y TÉCNICAS PARA EL DIMENSIONAMIENTO

2.1	Consideraciones teóricas.....	28
2.1.1	Partes de la prensa.....	29
2.1.1.1	Estructura mecánica	29
2.1.1.1.1	Partes de la estructura	30
2.1.1.2	Elementos de unión	30
2.1.1.3	Mecanismo (Tuerca – Tornillo)	31
2.1.1.3.1	Partes del mecanismo.....	32
2.1.1.4	Elementos estáticos y dinámicos	32
2.2	Consideraciones técnicas para el dimensionamiento	33
2.3	Selección del material	34
2.4	Cálculo de los elementos de la prensa	34
2.4.1	Diseño del mecanismo (Tornillo – tuerca).....	35
2.4.1.1	Diseño del tornillo de potencia	35
2.4.1.1.1	Cálculos para el dimensionamiento del tornillo de potencia.....	35
2.4.1.1.2	Cálculo del par de torsión (momento) requerido para comprimir el resorte.....	38

2.4.1.1.3	Eficiencia del tornillo (e).....	39
2.4.1.1.4	Consideraciones de esfuerzo para el diseño del tornillo de potencia.....	39
2.4.1.2	Dimensionamiento de la tuerca.....	42
2.4.1.3	Cálculo para el dimensionamiento de la palanca.....	43
2.4.2	Elementos estáticos y dinámicos.....	45
2.4.2.1	Cálculo para el dimensionamiento del gancho fijo y alojamiento.....	45
2.4.2.1.1	Cálculo de fuerzas y momentos.....	46
2.4.2.2	Cálculo para el dimensionamiento del plato compresor y soporte.....	51
2.4.2.3	Cálculo para el dimensionamiento del eslabón.....	56
2.4.2.4	Cálculo del gancho móvil.....	59
2.4.2.5	Brazo.....	61

CAPÍTULO 3. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE

3.1	Introducción.....	65
3.2	Montaje.....	79

CAPÍTULO 4. FUNCIONAMIENTO DE LA PRENSA MECÁNICA Y MANUAL DEL USUARIO

4.1	Funcionamiento de la prensa.....	87
4.2	Manual de operación.....	89
4.2.1	Montaje a la pared.....	89
4.2.2	Procedimiento para la compresión del resorte.....	89
4.2.3	Ensamble del amortiguador.....	92
4.2.4	Precauciones.....	92
4.3	Mantenimiento de la prensa.....	92
4.4	Cambio de amortiguadores y resortes.....	93
4.4.1	Reemplazo de amortiguadores y resortes delanteros.....	94

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	97
5.2	Recomendaciones	98
BIBLIOGRAFÍA		99
ANEXOS.....		102

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1.1: Prensa para montar y desmontar amortiguadores.....	1
Figura 1.2: Cambio de resorte.....	2
Figura 1.3: Fuerza aplicada.....	3
Figura 1.4: Tornillo de potencia.....	4
Figura 1.5: Rosca cuadrada.....	6
Figura 1.6: Rosca ACME.....	6
Figura 1.7: Rosca ACME truncada.....	7
Figura 1.8: Rosca trapezoidal.....	7
Figura 1.9: Rosca interna y externa.....	8
Figura 1.10: Paso de roscas.....	9
Figura 1.11: Elementos de la rosca.....	9
Figura 1.12: Tornillo de bolas.....	10
Figura 1.13: Ejemplo de maquina.....	10

CAPÍTULO II

Figura 2.1: Elemento de unión (prensa prototipo).....	30
Figura 2.2: Mecanismo tornillo – tuerca.....	31
Figura 2.3: Tipos de columnas: (a) extremos articulados; (b) extremos empotrados; (c) un extremo empotrado y el otro articulado; (d) un extremo empotrado y el otro libre.....	35
Figura 2.4: Rosca del tornillo cargado como viga cantilever.....	39
Figura 2.5: Ejemplo de empotramiento.....	45
Figura 2.6: Prensa prototipo.....	45
Figura 2.7: Gancho empotrado el 50% del alojamiento.....	46
Figura 2.8: Gancho empotrado 100% del alojamiento.....	48
Figura 2.9: Plato compresor con la mitad de la carga $f=204$ kg.....	50
Figura 2.10: Plato con la carga total $f=408$ kg.....	52
Figura 2.11: Eslabón con la mitad de la carga $f=204$ kg.....	55

Figura 2.12: Eslabón con toda la carga $f=408$ kg.....	57
Figura 2.13: Gancho móvil con carga 272 kg.....	59
Figura 2.14: Brazo con la mitad de la carga 204 kg.....	60
Figura 2.15: Brazo con la mitad de la carga= 408 kg.....	62

CAPÍTULO III

Figura 3.1: Plato base.....	65
Figura 3.2: Plato bacín.....	65
Figura 3.3: Plato superior.....	66
Figura 3.4: Platos compresores.....	67
Figura 3.5: Soporte.....	68
Figura 3.6: Brazo.....	69
Figura 3.7: Gancho móvil.....	71
Figura 3.8: Alojamiento.....	72
Figura 3.9: Gancho fijo.....	74
Figura 3.10: Gancho fijo.....	74
Figura 3.11: Eslabón.....	75
Figura 3.12: Columnas.....	75
Figura 3.13: Palanca.....	76
Figura 3.14: Tornillo de potencia.....	76
Figura 3.15: Tuerca.....	77
Figura 3.16: Bocines.....	79
Figura 3.17: Colocación de resorte y lengüeta.....	79
Figura 3.18: Montaje de columnas, soporte y plato inferior.....	80
Figura 3.19: Montaje de ganchos móviles.....	80
Figura 3.20: Montaje de brazos.....	80
Figura 3.21: Eslabón.....	81
Figura 3.22: Montaje de platos superior y bocín a las columnas.....	81
Figura 3.23: Montaje de rodamiento y seguro.....	82
Figura 3.24: Montaje del tornillo de potencia.....	82
Figura 3.25: Montaje del soporte.....	82
Figura 3.26: Montaje de platos compresores.....	83

Figura 3.27: Montaje de palancas.....	83
Figura 3.28: Imágenes de la prensa.....	85

CAPÍTULO IV

Figura 4.1: Funcionamiento de la prensa.....	87
Figura 4.2: Ubicación del resorte en los ganchos.....	88
Figura 4.3: Resorte asegurado con las placas.....	89
Figura 4.4: Compresión del resorte.....	89
Figura 4.5: Resorte desmontado.....	90
Figura 4.6: Reemplazo de elementos defectuosos.....	90
Figura 4.7: Suspensión delantera.....	93
Figura 4.8: Colocación de los bulones.....	94
Figura 4.9: Parte baja del amortiguador.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I

Tabla 1.1: Calidad de soldadura.....	16
Tabla 1.2: Medidas de resortes.....	26

CAPÍTULO II

Tabla 2.1: Elementos de la estructura.....	29
Tabla 2.2: Elementos del mecanismo.....	31
Tabla 2.3: Elementos de los mecanismos complementarios.....	32
Tabla 2.4: Peso de vehículos tipo sedán.....	34

CAPÍTULO III

Tabla 3.1: Máquinas y herramientas utilizadas.....	64
Tabla 3.2: Proceso de construcción – Plato base.....	65
Tabla 3.3: Proceso de construcción – Plato bocín.....	66
Tabla 3.4: Proceso de construcción – Plato superior.....	66
Tabla 3.5: Proceso de construcción – Plato superior.....	67
Tabla 3.6: Proceso de construcción – Platos compresores.....	67
Tabla 3.7: Proceso de construcción – Pieza en L.....	68
Tabla 3.8: Proceso de construcción – Pieza en C.....	68
Tabla 3.9: Proceso de construcción – Tubo.....	69
Tabla 3.10: Proceso de construcción – Perfil en L.....	69
Tabla 3.11: Proceso de construcción – Platina.....	70
Tabla 3.12: Proceso de construcción – Placa de unión.....	70
Tabla 3.13: Proceso de construcción – Gancho.....	71
Tabla 3.14: Proceso de construcción – Tubo.....	71
Tabla 3.15: Proceso de construcción – Porta resorte.....	72
Tabla 3.16: Proceso de construcción – Tubo.....	73
Tabla 3.17: Proceso de construcción – Tuerca.....	73

Tabla 3.18: Proceso de construcción – Gancho fijo.....	74
Tabla 3.19: Proceso de construcción – Lengüeta.....	74
Tabla 3.20: Proceso de construcción – Eslabón.....	75
Tabla 3.21: Proceso de construcción – Columnas.....	75
Tabla 3.22: Proceso de construcción – Palanca.....	76
Tabla 3.23: Proceso de construcción – Tornillo de potencia.....	77
Tabla 3.24: Proceso de construcción – Tuerca.....	78
Tabla 3.25: Elementos con bocín.....	78

ÍNDICE DE ANEXOS

CAPÍTULO I

Anexo 1.1: Tipos de soldadura.....	103
Anexo 1.2: Electrodo y sus aplicaciones.....	104
Anexo 1.3: Características generales de elementos de unión – Pernos.....	105
Anexo 1.4: Diagnóstico de la suspensión de vehículos.....	110
Anexo 1.5: Alturas de resortes de suspensión.....	111

CAPÍTULO II

Anexo 2.1: Carga máxima para resortes en espiral de 1 a 10 mm de diámetro de alambre y de 10 a 50 mm de diámetro exterior.....	117
Anexo 2.2: Factor de seguridad.....	118
Anexo 2.3: Parámetros de tornillos de potencia.....	119
Anexo 2.4: Coeficiente de fricción.....	121
Anexo 2.5: Características de materiales para construcción de maquinaria....	122
Anexo 2.6: Módulos de inercia y módulos resistentes de secciones rectangulares.....	123
Anexo 2.7: Resistencia a la Flexión.....	126

CAPÍTULO III

Anexo 3.1: Parámetros de construcción.....	128
Velocidad y avance de corte del taladro.....	128
Diámetro de los agujeros de prerrosado.....	129
Velocidad de corte con cuchillas de acero rápido.....	130
Centro para trabajo de torneado entre puntos.....	131
Tren de ruedas para roscas de paso en milímetros (Husillo = 10.5 mm).....	132
Tren de ruedas para roscas de paso en milímetros (Husillo = 1/2", 1/4").....	133
Anexo 3.2: Selección de arandelas.....	134
Planos de la prensa	135

RESUMEN

En el proyecto de titulación con tema **DIMENSIONAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA MECÁNICA PARA MONTAJE Y DESMONTAJE DE RESORTES DE SUSPENSIÓN DE VEHÍCULOS TIPO SEDAN HASTA 2200 CC.** se han analizado diferentes aspectos del diseño y construcción, así:

Se inicia con la descripción de las prensas mecánicas existentes y sus aplicaciones, conceptos básicos, tipos de roscas, diferentes mecanismos y máquinas, así como lo que es el sistema de suspensión y amortiguación posibles daños y consecuencias para los tipos de vehículos en estudio con sus características básicas.

A partir de estos conocimientos se diseñan las diferentes piezas considerando los tipos y ubicaciones de los esfuerzos a los que están sometidas, factores de seguridad entre otros apoyados en tablas y en la prensa prototipo para confirmar la validez de los resultados, finalmente se selecciona el material que cumpla con las características requeridas.

En la parte de la construcción se presentan los cuadros de procesos correspondientes a cada elemento, poniendo énfasis en el tornillo de potencia, ya que es la parte más importante de la máquina, luego de esto se la ensambla indicando paso a paso la forma correcta de hacerlo, hasta que esté lista para su funcionamiento.

Como parte de la seguridad física y de la prensa se incluye un manual de operación en el que se indican las ventajas y desventajas de cada una de las posibles situaciones en las que puede trabajar.

Para finalizar se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas del desarrollo del presente estudio.

PRESENTACIÓN

En el Ecuador se cuenta con varias áreas dedicadas a la industria como la alimenticia, textil, petrolera, naviera, farmacéutica, química entre otras, que lamentablemente no han alcanzado su desarrollo por la ausencia de políticas gubernamentales, entre otros factores.

Es por ello que un gran sector de la población se ha volcado hacia la formación de microempresas, lo que convierte a este en un país de comerciantes, dejando de lado el sector de interés, que es el productivo.

Dentro del área automotriz, no estamos muy lejos de la tecnología aplicada a nivel mundial, pues contamos con algunas filiales de las grandes marcas automotrices; la disminución en los costos de los vehículos ha elevado el nivel de posesión de vehículos dentro de la población, los mismos que necesitan de profesionales, maquinaria, herramientas y servicios orientados a su mantenimiento.

De ahí la importancia del presente estudio pues permite a las personas involucradas en esta actividad, desarrollarla de forma segura y con un menor esfuerzo, lo que implica una disminución en el tiempo de operación y el consiguiente incremento en las ganancias y horas libres de accidentes.

CAPÍTULO I

CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN DE LAS PRENSAS MECÁNICAS

1.1 GENERALIDADES

Las prensas son herramientas de tipo y uso muy variado, su utilización cambia dependiendo el tipo de prensa, en general sirven para sujetar una pieza de trabajo mientras se efectúan operaciones de mantenimiento, como por ejemplo para el montaje y desmontaje de partes de piezas que necesitan ser remplazadas.

En la actualidad se encuentran diversos tipos de prensas las mismas que gracias a su fácil manejo y utilización se han masificado y han permitido obtener un mejoramiento en los trabajos que se realizan.

1.2 PRENSAS DE TALLER

Las prensas son muy útiles en los talleres de mantenimiento ya que facilitan el trabajo de los operadores, sin ellas se verían obligados a utilizar herramientas no adecuadas, lo cual podría ocasionar daños al elemento a ser instalado o desmontado, un ejemplo de estas prensas se aprecia en la figura 1.1.



FIGURA 1.1: PRENSA PARA MONTAR Y DESMONTAR AMORTIGUADORES

1.2.1 APLICACIONES

Las aplicaciones de las prensas de taller son muy variadas, con estas herramientas se puede:

- ✓ Instalar y extraer bujes.
- ✓ Extraer rodamientos, para posteriormente ser remplazados.
- ✓ Introducir a presión ejes o flechas.
- ✓ Comprimir resortes para desmontar válvulas de cabezotes.
- ✓ Comprimir resortes para montar y desmontar amortiguadores de suspensión para el cambio de resorte o amortiguador ver Figura 1.2.

En general se las utiliza en cualquier elemento de maquinas que necesiten ser desmontadas o instaladas a presión.



FIGURA 1.2: CAMBIO DE RESORTE

1.3 CONCEPTOS BÁSICOS

Previo a la construcción de la prensa para el montaje y desmontaje de resortes de suspensión en amortiguadores, es preciso tener en cuenta algunos aspectos teóricos básicos a utilizarse, los mismos que se detallan a continuación:

1.3.1 FUERZA

Es cualquier acción o influencia que modifica el estado de reposo o de movimiento de un objeto. Un objeto experimenta una fuerza cuando otro objeto lo empuja o tira de él. Figura 1.3.



FIGURA 1.3: FUERZA APLICADA

1.3.2 CARGA ALPICADA

Se define como carga a la fuerza aplicada sobre una maquina por un cuerpo que la maquina trata de mover.

1.3.3 VENTAJA MECANICA

Ventaja mecánica es la ganancia que se obtiene en la transmisión de la fuerza mediante la relación que existe entre la carga (Q) y la fuerza aplicada (F), cuando la maquina se encuentra en equilibrio.

$$VM = \frac{Q}{F}$$

Donde:

VM = Ventaja mecánica adimensional

Q = Carga aplicada (Kg/mm²)

F = Fuerza aplicada (Newton)

En las máquinas simples se define a la ventaja mecánica como la razón entre la fuerza resistente y la fuerza aplicada.

Si su valor es mayor que la unidad, significa que es necesario un esfuerzo menor para llevar a cabo un determinado trabajo o aguantar el peso de una carga, cuando la ventaja mecánica es inferior a uno, sucede todo lo contrario.

En función de las fuerzas se tiene:

$$VM = F \text{ resistente} / F \text{ aplicada}$$

Donde:

VM = ventaja mecánica

F resistente = fuerza resistente

F aplicada = fuerza aplicada

1.4 TORNILLO DE POTENCIA

Los tornillos de transmisión de potencia son considerados como un dispositivo utilizado para cambiar un movimiento de angular a otro lineal, en general son elementos de sujeción, ajuste, o transmisión de potencia, el cual cumple la función de sujetar un cuerpo con otro o con muchos.

Un tornillo se presenta como un dispositivo con cabeza en uno de sus extremos y rosca del otro como se tiene en la figura 1.4

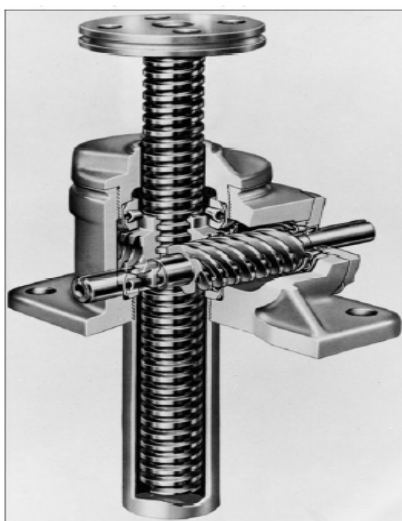


FIGURA 1.4: TORNILLO DE POTENCIA

Existen en la actualidad diferentes tipos de tornillos para las distintas utilidades en cada área de aplicación.

1.4.1 UTILIZACION

En forma más específica los tornillos de potencia se usan:

- ✓ Para obtener una ventaja mecánica mayor con el objeto de levantar pesos con una mayor facilidad.
- ✓ Para ejercer fuerzas de gran magnitud como en el caso de compactadores o prensas.
- ✓ Para un posicionamiento preciso de los movimientos axiales como en el tornillo de los micrómetros, en el tornillo de avance de un torno o en trabajos donde se necesitan prensas con gran precisión.

1.4.2 GENERALIDADES DE LAS ROSCAS

Un elemento importante que debe destacarse es el hecho de que estos tornillos están diseñados para ejercer fuerzas con ventajas mecánicas por lo que las roscas con las que cuentan son diferentes al de las roscas comunes que se emplean en los tornillos de sujeción debido al tipo de trabajo que deben ser capaces de realizar.

Podemos definir una rosca como un filete continuo de sección uniforme y arrollada como una elipse sobre la superficie exterior e interior de un cilindro

1.4.2.1 Formas de las roscas

Basándonos en los conocimientos básicos acerca de las diferentes aplicaciones de las roscas según su forma se considera que para los tornillos de potencia se tienen las siguientes formas de roscas.

a. Rosca cuadrada:

Este tipo de rosca (Ver figura 1.5) es el más eficiente en cuanto se refiere a los tornillos de potencia, también en cuanto a fricción por deslizamiento pero tiene baja ventaja mecánica y es difícil de maquinar.

Se caracteriza porque puede transmitir todas las fuerzas en dirección casi paralela al eje.

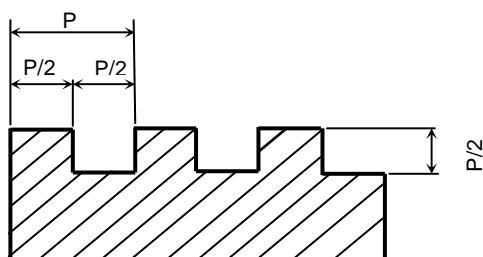


FIGURA 1.5: ROSCA CUADRADA

b. Rosca cuadrada modificada:

Este tipo de rosca es más fácil de maquinar y posee la misma eficiencia que la rosca cuadrada, ya que es una modificación de la misma.

Se modifica la forma del filete cuadrado dándole una conicidad o inclinación de 5° a los lados.

c. Rosca ACME:

Este tipo de rosca es uno de los primeros tipos utilizados en general para máquinas herramientas puesto que es más resistente, la Figura 1.6 muestra sus características principales como: paso, ángulo de inclinación, entre otras.

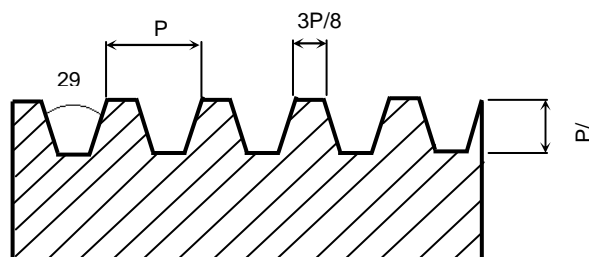


FIGURA 1.6: ROSCA ACME

d. Rosca ACME troncada

Esta rosca es aplicada donde debido al tratamiento térmico se necesita paso grande con rosca poco profunda, que se aprecia en la Figura 1.7

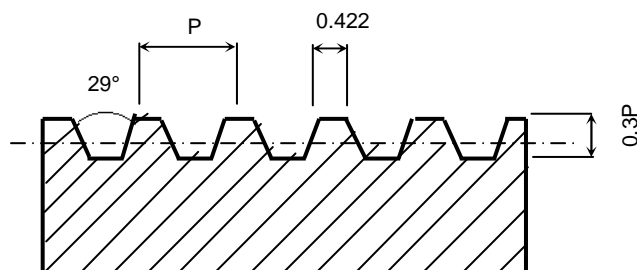


FIGURA 1.7: ROSCA ACME TRUNCADA

e. Rosca trapezoidal:

Es diseñado para resistir cargas en una sola dirección y son mucho más resistentes que las otras, debido a que el espesor de raíz es mucho mayor. La eficiencia es similar a la rosca cuadrada, fácil de cortar y fabricar a costos razonables y se presenta en la Figura 1.8.

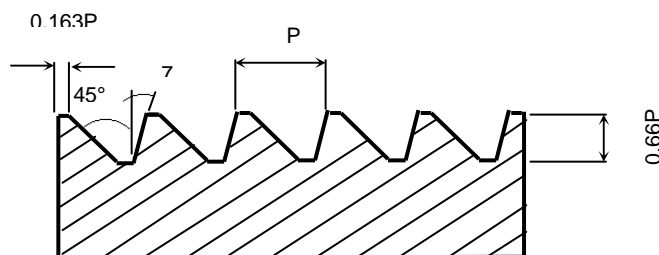


FIGURA 1.8: ROSCA TRAPEZOIDAL

En general y considerando las formas de las roscas se dice que los filetes triangulares son utilizados en pernos y tuercas, los filetes redondos son utilizados en uniones rápidas de tuberías, finalmente las roscas rectangulares en general se utilizan para ejercer fuerza en prensas.

1.4.2.2 Terminología de roscas

Es importante tener un conocimiento previo acerca de los diferentes términos que se utilizan al tratar el tema de las roscas, para poder entender de una manera más adecuada, en la Figura 1.9 se muestra un ejemplo de rosca interna y externa, en la Figura 1.10 uno con roscas con varias entradas y en la Figura 1.11 se muestran los elementos constituyentes de una rosca en general.

Rosca externa: es una rosca en la superficie externa de un cilindro.

Rosca Interna: es una rosca tallada en el interior de una pieza, tal como en una tuerca.

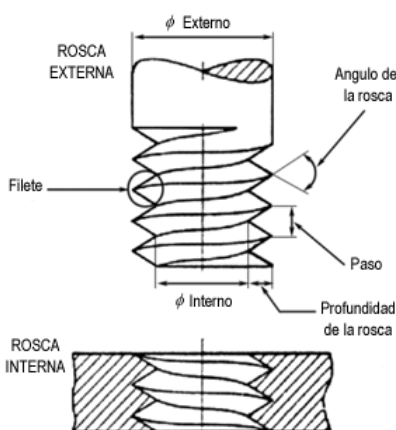


FIGURA 1.9: ROSCA INTERNA Y EXTERNA

Diámetro mayor: es el mayor diámetro de una rosca interna o externa.

Diámetro menor: es el menor diámetro de una rosca interna o externa.

Diámetro en los flancos (o medio): es el diámetro de un cilindro imaginario que pasa por los filetes en el punto en el cual el ancho de estos es igual al espacio entre los mismos.

Paso: es la distancia entre las crestas de dos filetes sucesivos. Es la distancia desde un punto sobre un filete hasta el punto correspondiente sobre el filete adyacente, medida paralelamente al eje.

Avance: es la distancia que avanzaría el tornillo relativo a la tuerca en una rotación. Para un tornillo de rosca sencilla el avance es igual al paso, para uno de rosca doble, el avance es el doble del paso, y así sucesivamente.

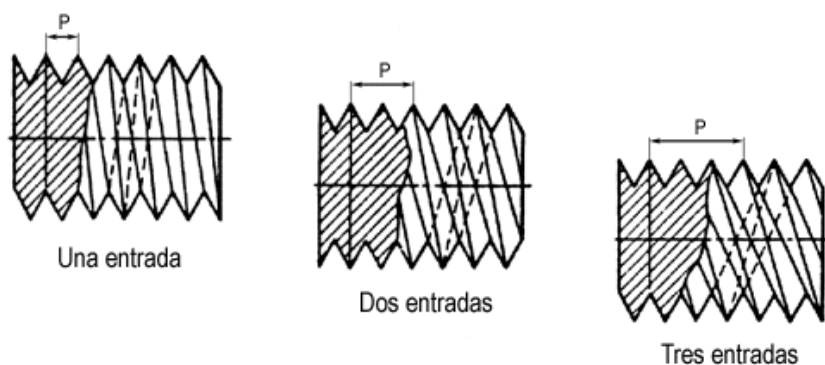


FIGURA 1.10: PASO DE ROSCAS

El ángulo de la hélice o rosca (α): Esta relacionado en el avance y el diámetro medio.

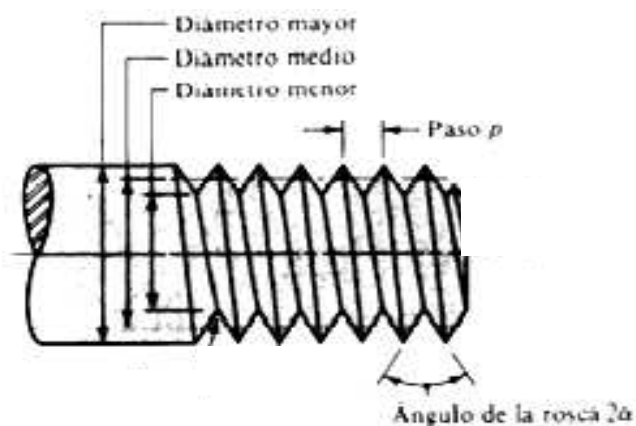


FIGURA 1.11: ELEMENTOS DE LA ROSCA

1.4.2.3 TORNILLO DE BOLAS

El tornillo de bolas es un actuador lineal que transmite fuerza o movimiento con un mínimo de rozamiento, la eficiencia de este tornillo es del 90% y se lo muestra en la figura 1.12.



FIGURA 1.12: TORNILLO DE BOLAS

1.5 MÁQUINA

Se define como un dispositivo mecánico utilizado para aprovechar la acción de una fuerza Figura 1.13, mediante un conjunto de aparatos combinados que se emplean como medio para transmitir energía, existen dos tipos de máquinas y que a su vez constituyen su clasificación y son simples y compuestas.



FIGURA 1.13: EJEMPLO DE MAQUINA

1.5.1 CLASIFICACIÓN DE LAS MAQUINAS

Como se dijo anteriormente, las máquinas se clasifican en simples y compuestas; las maquinas simples constan de un solo elemento como la palanca, polea, plano inclinado, torno, el tornillo y la cuña se consideran a veces máquinas simples, pero en realidad son adaptaciones del plano inclinado, como máquinas compuestas se definen a las combinaciones de las máquinas simples:

1.5.1.1 Máquina simple

La utilidad de una máquina simple radica en que permite ejercer una fuerza mayor a la que una persona podría aplicar sólo con sus músculos (en el caso de la palanca, el torno y el plano inclinado), o aplicarla de forma más eficaz (en el caso de la polea). El aumento de la fuerza suele hacerse a base de la velocidad.

La relación entre la fuerza aplicada y la resistencia ofrecida por la carga contra la que actúa la fuerza se denomina ventaja teórica de la máquina. Debido a que todas las máquinas deben superar algún tipo de rozamiento cuando realizan su trabajo, la ventaja real de la máquina siempre es menor que la ventaja teórica.

1.5.1.1.1 Palanca

La palanca es una máquina simple que se emplea en una gran variedad de aplicaciones. Está formada por una barra rígida que puede oscilar en torno a una pieza fija, que sirve de punto de apoyo como consta en la Figura 1.14.

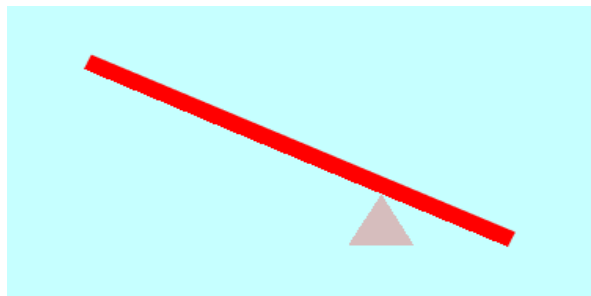


FIGURA 1.14: PALANCA

1.5.1.1.2 Tornillo

El empleo del tornillo como mecanismo simple (en ese caso también se denomina husillo o tornillo sin fin) aprovecha la ganancia mecánica del plano inclinado. Esta ganancia aumenta por la palanca que se suele ejercer al girar el cilindro, pero disminuye debido a las elevadas pérdidas por rozamiento de los sistemas de tornillo. Sin embargo, las fuerzas de rozamiento hacen que los tornillos sean dispositivos de fijación eficaces. Figura 1.15.

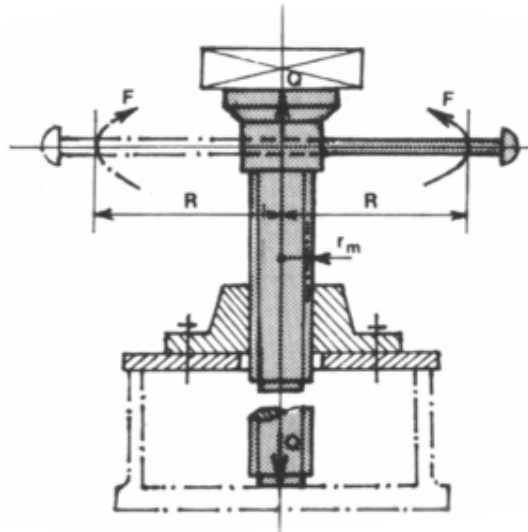


FIGURA 1.15: TORNILLO

1.5.1.2 Máquina compuesta

Las máquinas compuestas son combinaciones más o menos complejas de máquinas simples.

1.5.2 MECANISMOS DE TRANSFORMACIÓN DE MOVIMIENTO

Los mecanismos de transformación se encargan de convertir movimientos rectilíneos (lineales) en movimientos de rotación (giro), y al viceversa.

Con un diseño adecuado de los elementos del sistema, se pueden conseguir las velocidades lineales o de giro deseadas. Bajo estas consideraciones, los mecanismos de transformación se pueden entender también como mecanismos de transmisión. Sin embargo, no es posible asociarles una relación de transmisión como tal.

Dentro de estos mecanismos se consideran:

- ✓ Biela -- manivela
- ✓ Tornillo – tuerca
- ✓ Leva
- ✓ Piñón – cremallera

De los cuales debido a su uso se considera en el presente estudio tan solo el mecanismo tornillo –tuerca que se describe a continuación.

1.5.2.1 Mecanismo tornillo – tuerca

Este mecanismo tornillo – tuerca considera que el giro de un tornillo alrededor de su eje produce un movimiento rectilíneo de avance, que lo acerca o lo separa de la tuerca, fija; Una tuerca móvil puede desplazarse de la misma manera a lo largo de un tornillo o husillo. Figura 1.16.

Este mecanismo es capaz de ejercer grandes presiones en el sentido de avance del tornillo.

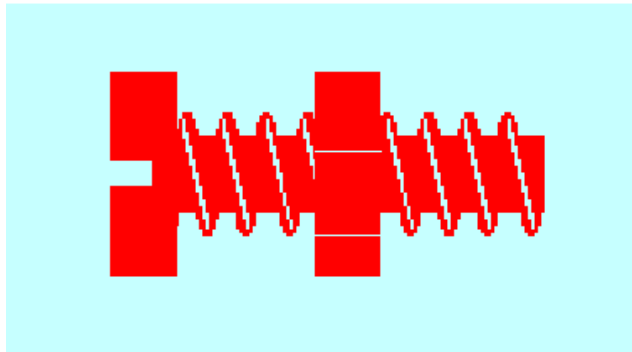


FIGURA 1.16: MECANISMO TORNILLO - TUERCA

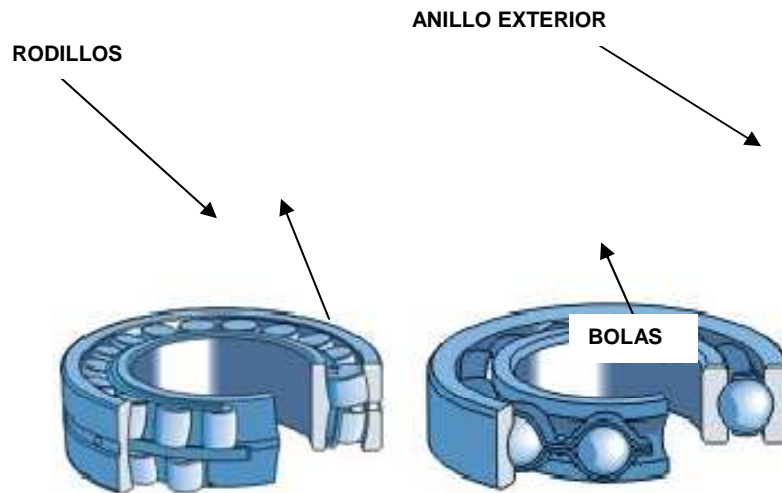
1.5.3 RODAMIENTOS

Siempre que existe rotación, se necesita algún tipo de rodamiento. La función de un rodamiento es reducir al mínimo la fricción entre las piezas móviles de una máquina y soportar una carga.

La mayoría de los rodamientos actuales consta de un aro interior, un aro exterior, una serie de elementos rodantes (bolas o rodillos) y una jaula. Figura 1.17, como material principal se tiene al acero, aunque también se utilizan otros materiales, como la cerámica.

En cuanto a rodamientos no solo se cuenta con los tradicionales que son de bolas y rodillos, sino también se tiene rodamientos lisos esféricos, con distintas

combinaciones de la superficie de contacto deslizante: por ejemplo, acero sobre acero, o rodamientos libres de mantenimiento con capas deslizantes especiales, y también rodamientos magnéticos.



ANILLO INTERIOR



FIGURA 1.17: CLASES DE RODAMIENTOS

1.5.4 COLUMNA DE DESLIZAMIENTO

Es una parte importante dentro de la estructura de la máquina ya que son las encargadas de mantener la estructura y aguantar los esfuerzos de trabajo producidos por la máquina en la que se encuentren.

1.6 ESTRUCTURA METALICA

Se define una estructura como elementos mecánicos unidos a través de un método de unión permanente y no permanente y que soportan cargas y esfuerzos que no son deformables.

Entre los métodos para obtener las estructuras metálicas permanentes y no permanentes se tiene:

- ✓ Por soldadura
- ✓ Atornillada con pernos

Cada uno de estos métodos tiene su importancia y ventajas según el tipo de estructura a realizarse, las mismas que se explican a continuación.

1.6.1 SOLDADURA

La soldadura es un proceso en el cual se realiza la unión de dos o más piezas metálicas mediante la fusión de metal a metal generado por un arco eléctrico, para alcanzar un estado plástico con o sin el aporte de un material adicional de refuerzo.

La soldadura de arco aprovecha el intenso calor que produce un arco voltaico, el arco se forma cuando fluye una corriente entre dos electrodos separados; la corriente atraviesa el aire u otro gas situado entre los electrodos, y produce luz y calor.

Una pantalla protectora permite al soldador observar el proceso sin sufrir daños en la vista (Figura 1.18), las soldaduras eléctricas están provistas de un dispositivo para variar la magnitud de calor de acuerdo a los requerimientos de las piezas a soldarse.

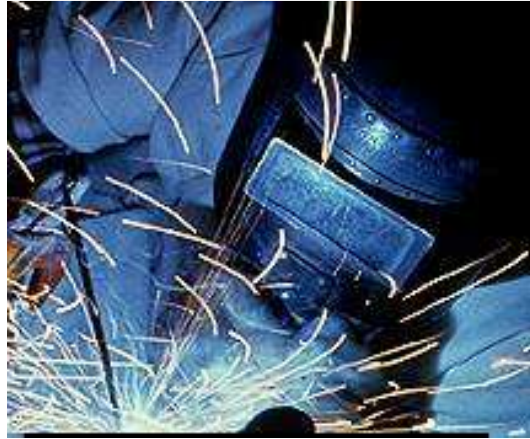


FIGURA 1.18: APLICACIÓN DE SOLDADURA ELÉCTRICA

En las estructuras se encuentran dos tipos ordinarios de uniones soldadas de chapas. Se conocen por soldaduras a tope (figura 1.19) y en ángulo (figura 1.20).

Las soldaduras a tope pueden actuar solo en tracción y compresión, mientras que las en ángulo soportan cortante lo mismo que tracción y compresión y, a veces, además, flexión.

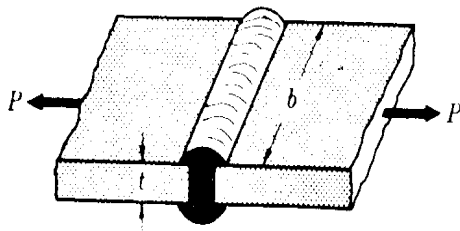
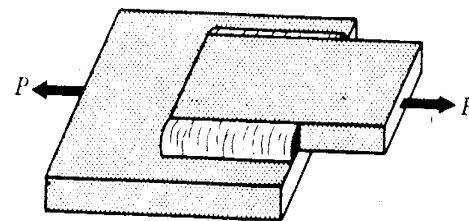


FIGURA 1.19: SOLDADURA A TOPE



**FIGURA 1.20: SOLDADURA EN
ÁNGULO**

1.6.1.1 Calidad de la soldadura

La calidad de la soldadura se agrupa en 5 clases según el tipo, como se observa en la tabla 1.1. Por medio de un examen radiográfico se puede realizar la comprobación de los cordones de soldadura realizados (anexo 1.1).

Elaborado por: Angel Astudillo

COLOR	CALIDAD	CLASE DE UNION
Negro	1	Soldadura perfecta
Azul	2	Soldadura buena

Verde	3	Soldadura regular
Marrón	4	Soldadura mala
Rojo	5	Soldadura muy mala

TABLA 1.1: CALIDAD DE SOLDADURA

1.6.1.2 Electrodo

Constituye el metal de aportación que se va fundiendo y cayendo en gotas por el calor generado del arco (Figura 1.21).

Los electrodos están constituidos por la varilla del metal de aportación cubierta de un revestimiento formado por una capa química aplicada a alta temperatura de una sustancia apropiada que envuelve la varilla, el diámetro de la varilla viene dada en fracciones de pulgada el cual sirve para expresar el tamaño del electrodo.

Las designaciones de los electrodos están normalizadas y se hacen por medio de cifras y letras, con la simbolización de los electrodos se pretende dar mayor facilidad de elección de los mismos (anexo 1.2).

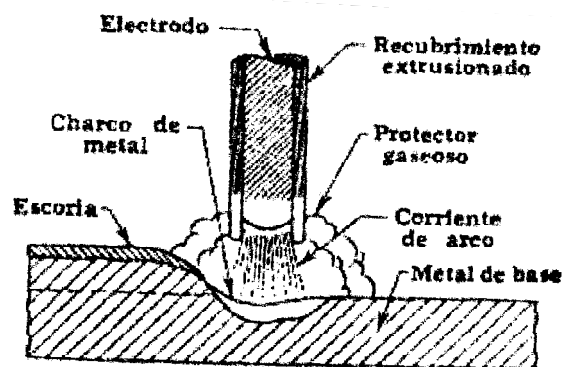


FIGURA 1.21: PARTES DEL ELECTRODO

La capa gaseosa que se forma por el recubrimiento químico tiene diversos propósitos.

- ✓ Actúa como un escudo protector en torno al arco eléctrico.

- ✓ El metal fundido queda protegido del ambiente, lo cual evita que se introduzcan impurezas en el cordón de soldadura.
- ✓ Parte del fundente se mezcla con el metal, haciendo que las impurezas salgan a la superficie, de esta manera se forma la escoria la cual protege los efectos oxidantes del aire.
- ✓ Contribuye también a disminuir el grado de endurecimiento que se produce en el metal al enfriarse.

1.6.2 ATORNILLADA CON PERNOS

La tornillería tiene gran importancia en la fijación de maquinas o estructuras para maquinas y elementos móviles o fijos, ya que los tornillos pueden estar sometidos a grandes esfuerzos, cuando existe la necesidad de poner un perno debe ponerse el que corresponda en diámetro, tipo de rosca y calidad. En el anexo 1.3 se presentan las tablas correspondientes a los tornillos y sus cargas, que nos permiten cumplir con los requerimientos mencionados.

1.7 SUSPENSIÓN Y AMORTIGUACION

La suspensión y amortiguación tienen la característica que después de ser deformada bajo la acción de una fuerza, es capaz de realizar la misma fuerza al recobrar su posición o su forma natural.

En los primeros tiempos del automóvil se empezaron a utilizar sistemas de suspensión para evitar que las irregularidades del terreno afectaran a la comodidad de los pasajeros, sin embargo se han realizado modificaciones que por ahora nos permiten no solo brindar comodidad a los pasajeros sino cuidar la estructura interna del automotor así como las partes móviles que la constituyen; pues la irregularidades del terreno afectan gravemente al correcto funcionamiento

del vehículo en marcha produciendo un efecto conocido como camber que es la desviación de las llantas hacia dentro o fuera.

El equilibrio y la estabilidad de un automóvil en curvas y frenadas dependen del buen funcionamiento del conjunto resorte/amortiguador.

Cuando las prestaciones de los coches aumentaron los sistemas de suspensión y amortiguación fueron imprescindibles también para conseguir una buena estabilidad de los coches. Dichos sistemas están formados actualmente por un sistema elástico que pueden ser ballestas, barras de torsión, resortes, etc. ayudados por los amortiguadores, de esta forma la unión de las ruedas al conjunto del coche no es rígida sino que se hace a través de dispositivos mecánicos a continuación en la Figura 1.22 se presenta un modelo de conjunto de suspensión de amortiguador helicoidal mas amortiguador.



FIGURA 1.22: AMORTIGUADOR CON RESORTES DE SUSPENSION

1.7.1 FUNCIÓN DE LA SUSPENSIÓN Y AMORTIGUACIÓN

La función de la suspensión y amortiguación es permitir que las ruedas se adapten a la superficie del terreno y absorber los choques o sacudidas que reciben las ruedas al circular sobre baches o irregularidades del terreno, si los resortes no están en buen estado todo el peso es soportado por los amortiguadores y por el resto de las piezas de la suspensión.

Estos elementos elásticos además de los golpes o choques que produce la calzada que se recorre intervienen otras fuerzas como: frenado, la fuerza del viento, fuerza centrífuga, también pueden producirse movimientos y oscilaciones en las tres direcciones de los ejes del espacio.

1.7.2 SUSPENSIÓN TIPO McPherson

Este sistema es el más utilizado en la actualidad para el sistema de amortiguación delantero ya que su trabajo lo realiza de forma separada para cada una de las llantas, este sistema tiene sus características y ventajas pero en el presente estudio nos centraremos tan solo en hacer una definición de su funcionamiento.

La suspensión McPherson es aquella en la que el amortiguador está solidamente unido al buje de la rueda, de manera que el movimiento del bastidor con relación a la rueda tiene la misma dirección que el eje perpendicular del amortiguador.

Como elementos de unión entre rueda y bastidor, la suspensión McPherson necesita además del amortiguador, articulaciones en la parte inferior del buje. La versión original tenía un brazo transversal y la barra estabilizadora en función de tirante longitudinal.

En versiones posteriores se reemplaza la estabilizadora por otro brazo, o ambos brazos por un triángulo.

En ruedas que no son motrices, hay versiones de la suspensión McPherson con dos brazos transversales y uno oblicuo o longitudinal como se tiene en la Figura 1.23.

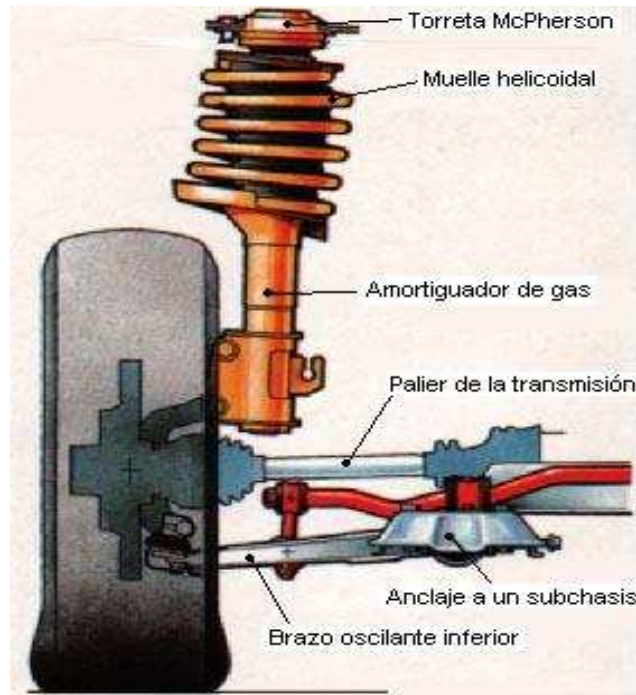


FIGURA 1.23: SISTEMA McPHERSON EN RUEDAS DELANTERAS

1.7.3 RESORTES DE ACERO

La acción de estos resortes se produce por la deformación elástica del acero, por debajo del punto de fluencia. La característica del resorte es lineal (figura 1.24), mediante medidas de carácter constructivo puede hacerse que sea progresiva (figura 1.25)

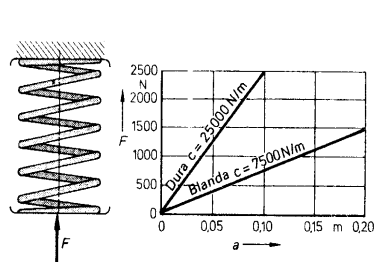


FIGURA 1.24: LINEAL

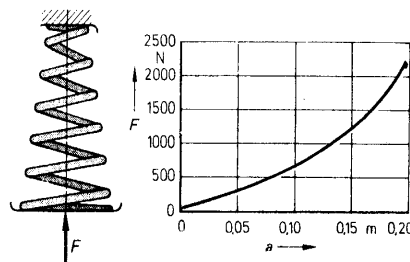


FIGURA 1.25: PROGRESIVA

1.7.3.1 Resortes helicoidales

Se trata, sencillamente, de un robusto resorte que se coloca anclado entre el eje de la rueda y el bastidor y brinda las propiedades elásticas características de estos elementos, y son los que garantizan la altura de un vehículo.

Los resortes helicoidales nos permiten regular con mucha exactitud la absorción de los golpes dados por las ruedas a causa de un bache o una piedra, lo que se traduce en mayor comodidad y confort. Sin embargo las constantes contracciones y elongaciones que sufre el resorte helicoidal pueden llegar a ser tan severas, que es posible que causen la pérdida de contacto de la rueda con el suelo. De igual forma el resorte helicoidal corre el riesgo de romperse.

Los resortes helicoidales son utilizados especialmente para vehículos tipo SEDAN, existen dos tipos de resortes helicoidales cilíndricos y cónicos.

- ✓ Los resortes cilíndricos están solicitados a torsión, tienen característica lineal y no tienen una acción amortiguadora. Figura 1.26.

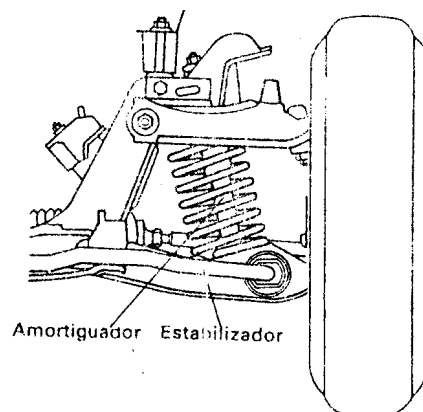


FIGURA 1.26: RESORTE CILINDRICO

- ✓ En los resortes cónicos (Figura 1.27) donde se consigue una acción progresiva, tienen la ventaja de que los arrollamientos no se tocan durante la compresión, ya que cada vuelta en espiral se aloja en el arrollamiento mayor anterior. Con esto resulta un resorte de menor altura sin pérdida de recorrido de compresión.

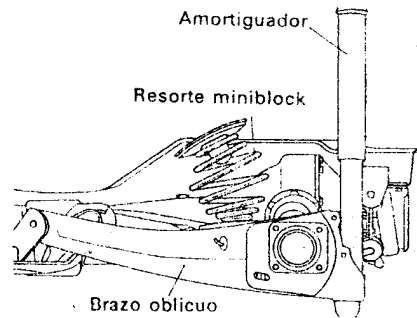


FIGURA 1.27: RESORTE CONICO

1.7.3.2 Resortes de hojas

Este es un resorte de flexión. Se emplea generalmente como resorte de varias hojas en forma semielíptica (Ver Figura 1.28)

Estas hojas están taladradas en la mitad y se mantienen unidas mediante el tornillo de la ballesta, el cual al mismo tiempo evita el deslizamiento de las mismas, el deslizamiento lateral queda evitado mediante grapas o abrazaderas de ballesta.

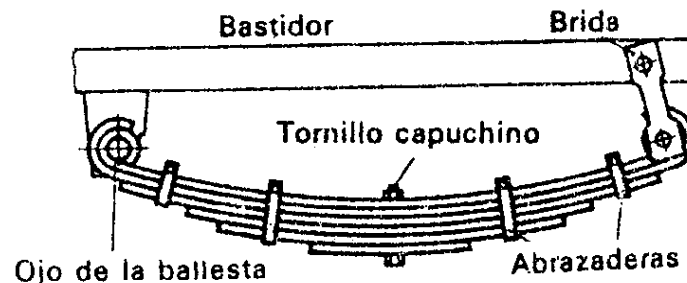


FIGURA 1.28 RESORTE DE HOJAS

1.7.4 SUSPENSIÓN ELASTICA

En este tipo de suspensión se aprovecha la condición elástica de una cantidad de gas comprimido (aire o nitrógeno) para proporcionar la suspensión elástica, se la emplea preferentemente en autobuses y camiones.

El resorte de gas comprimido tiene una característica progresiva y presenta las grandes ventajas que mediante la variación de la presión del gas las características de los resortes pueden adaptarse a la carga.

1.7.5 RESORTE HIDRONEUMÁTICO

Este resorte tiene como principio el gas a presión. En este resorte una cantidad de gas (nitrógeno), se comprime más o menos por bombeo o expulsión de líquido hidráulico. La separación del gas y el líquido la realiza una membrana. El gas y el líquido están a la misma presión, el volumen del líquido va de acuerdo a la carga.

1.7.6 AMORTIGUADORES

En los amortiguadores hay un embolo que se mueve dentro de un cilindro haciendo pasar en su movimiento aceite a través de pequeños orificios o válvulas.

Mediante la variación de la resistencia a la circulación del aceite en el movimiento de vaivén del embolo se posibilita la adaptación a las exigencias del vehiculo.

Esto hace que en los automóviles aumente la seguridad y comodidad en el viaje.

1.7.7 DAÑOS EN LA SUSPENSIÓN

Es muy común que se produzcan daños en la suspensión, ya que el chofer no conduce atento a los baches, piedras u otros objetos presentes en la carretera, o debido a la excesiva carga que en ocasiones soporta el vehículo, esto produce que con el tiempo el resorte tienda a ceder.

A continuación se mencionan los daños mas frecuentes y hasta cierto punto evidentes para el conductor, de tal manera que al advertir alguna de estas fallas tenga la posibilidad de recurrir a personas especializadas y realizar las reparaciones pertinentes a fin de tener una conducción segura.

Antes de proceder a la revisión de un sistema de suspensión, deberán efectuarse las oportunas pruebas del vehículo en carretera, para diagnosticar el estado general de la suspensión (Anexo 1.4) las causas de estos daños, deberán conocerse antes de desmontar cualquier mecanismo.

- ✓ *Suspensión blanda.*- Se produce cuando los resortes han cedido, ocurre con el paso del tiempo debido a las cargas que deben soportar constantemente, se evidencia porque la altura de la carrocería con respecto al suelo es menor, este daño se lo repara con el cambio del elemento defectuoso.

Este problema también puede ser el resultado de amortiguadores en mal estado y en este caso también debe sustituirse, teniendo la precaución de montar los nuevos del mismo tipo que de los que se encuentran defectuosos, para que no existan nunca tipos diferentes, sobre todo en el mismo eje.

- ✓ *Suspensión dura.*- Se produce debido al agarrotamiento parcial de un resorte de suspensión, en cuyo caso deberá desmontarse el mecanismo defectuoso y proceder a su limpieza y reparación.
- ✓ *Suspensión ruidosa.*- Se presenta cuando el resorte está roto en cuyo caso es necesario cambiarlo. También pueden provenir los ruidos de los amortiguadores, sus casquillos o los brazos oscilantes de las ruedas. En cualquier caso es necesario localizar el ruido y cambiar la pieza defectuosa.
- ✓ *Vibraciones en la suspensión.*- Debidas generalmente a holguras en los ejes de los brazos oscilantes o deformaciones en los mismos. También pueden ser debido a defectos de los amortiguadores, los cuales hay que desmontar para su comprobación.

1.7.7.1 Síntoma de fatiga de los resortes

- ✓ Vehículo bajo o inclinado hacia adelante, hacia atrás o en forma lateral.
- ✓ Excesivo desgaste en los amortiguadores, rotulas, extremos de dirección y bujes.
- ✓ Desgaste de los topes de goma de la suspensión.
- ✓ Desgaste disparado de los neumáticos. Los espirales del resorte muestran señales de que están tocándose entre si.
- ✓ Aparición de oxido en la superficie del resorte.
- ✓ Variación en la distancia entre el borde del guardafango y el centro de la rueda. (figura1.29)

En la tabla 1.2 se puede observar las medidas de los resortes de suspensión las mismas que han sido tomadas en base a vehículos en buen estado. En este cuadro se presentan diferentes marcas y modelos de vehículos para mayor información ver anexo 1.5.



FIGURA 1.29 VARIACIÓN DE MEDIDA DE LOS RESORTES

Elaborado por: Angel Astudillo

MEDIDAS PARA VERIFICAR EL ESTADO DE LOS RESORTES DE SUSPENSIÓN

Marca/modelo	Delantera (mm)	Trasera (mm)
ALFA ROMEO		
33	360	365
155	380	340
145	390	380
146	390	370
BMW		
320/320i/323 mod. 2000	390	375
323ti	380	335
323 95/	350	330
518i mod. 94	365	340
530 D 2000	380	380
CITROEN		
Berlingo	418	414
Berlingo Diesel	410	400
Xsara	330	288

TABLA 1.2: MEDIDAS DE RESORTES

1.7.7.2 Consecuencias del mal estado de los resortes

- ✓ Desgaste prematuro de los amortiguadores.
- ✓ Imposibilidad de alinear.
- ✓ Gran probabilidad de pérdida de control del vehículo con peligro inminente de accidente.

1.7.7.3 Ventaja de un cambio oportuno de los resortes

El cambio en el momento preciso es la mejor manera de evitar accidentes y garantizar el buen funcionamiento del sistema de amortiguación.

Con los resortes en buen estado los amortiguadores trabajan mejor, manteniendo la adherencia de los neumáticos al piso y proporcionando mayor seguridad al conducir. Los neumáticos y la suspensión se desgastan menos y las ruedas se mantienen alineadas por más tiempo.

Lo aconsejable es sustituir los resortes cada dos cambios de amortiguadores, aunque este periodo puede variar de acuerdo con las condiciones de utilización del vehículo. El uso frecuente en terrenos accidentados o el transporte continuo

de cargas hará necesarios un control mas frecuente. Es importante que el cambio se haga de a pares para no provocar desequilibrio.

Por ultimo, como ocurre en las reparaciones de suspensión, se debe proceder a la alineación del sistema de dirección después del cambio del resorte.

CAPÍTULO II

CONSIDERACIONES TEÓRICAS Y TÉCNICAS PARA EL DIMENSIONAMIENTO

2.1 CONSIDERACIONES TEÓRICAS

La prensa mecánica de tornillo es un prototipo de máquina de acción manual, compuesta por diferentes elementos mecánicos como: tornillos, tubos, platos entre otros; tiene como propósito fundamental comprimir los resortes de suspensión presentes en el amortiguador para montarlos y desmontarlos con facilidad, de tal manera que puedan ser sustituidos.

Las consideraciones teóricas para desarrollar el presente proyecto son parte importante del diseño en general, ya que dentro de la mecánica se tienen aspectos como: diseño, desarrollo y aplicación de las máquinas y aparatos mecánicos de todas las clases que deben intervenir a fin de tener un proyecto mecánico concluido de la mejor manera y calidad.

Las consideraciones teóricas son necesarias para tener una idea global acerca de cómo se desarrollará la prensa mecánica y de todos los aspectos previamente mencionados, con el fin de no descuidar procedimientos o detalles dentro de su construcción.

Para poder desarrollar una idea que en este caso es la prensa para montaje y desmontaje de resortes de suspensión, deben conocerse cada una de las partes que la conforman, pues estas a su vez son parte del estudio orientado al diseño que se lleva a cabo para cada una de ellas en forma individual y que se tratan en la parte correspondiente a las consideraciones técnicas, obviándose aquellas que se encuentran estandarizadas.

2.1.1 PARTES DE LA PRENSA

Para facilitar el entendimiento de cada una de las partes constitutivas de la prensa, se la ha dividido en los siguientes conjuntos para su respectivo análisis y dimensionamiento.

- ✓ Estructura mecánica (piezas que componen la estructura de soporte)
- ✓ Elementos de unión (tornillos)
- ✓ Elementos de transmisión de movimiento (tornillo-tuerca)
- ✓ Elementos estáticos y dinámicos

2.1.1.1 Estructura mecánica

La estructura mecánica es un soporte fijo que permite la estabilidad de todos los componentes de la prensa; en el presente proyecto la estructura esta conformada por planchas y ejes de acero. Estos elementos soportan a la estructura y además sobre ellos se deslizan las diferentes piezas que constituyen los otros mecanismos.

2.1.1.1.1 Partes de la estructura

En la tabla 2.1 se presentan las partes constitutivas de la estructura mecánica.

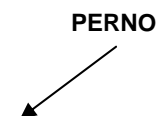
Elaborado por: Angel Astudillo

PARTES	CANTIDAD	CÁLCULOS	SELECCIÓN
Plato base	1	x	
Plato superior	1	x	
Plato bocín	1	x	
Plato de sujeción	1	x	
Columnas	2	x	

TABLA 2.1: ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA

2.1.1.2 Elementos de unión

Los elementos de unión de máquinas que pueden montarse y desmontarse están formados por tornillos y tuercas. El tornillo se usa para sujetar entre sí diferentes piezas, como en el caso de la máquina prototipo que unen a las columnas con los platos superior e inferior como se presenta en la figura 2.1.



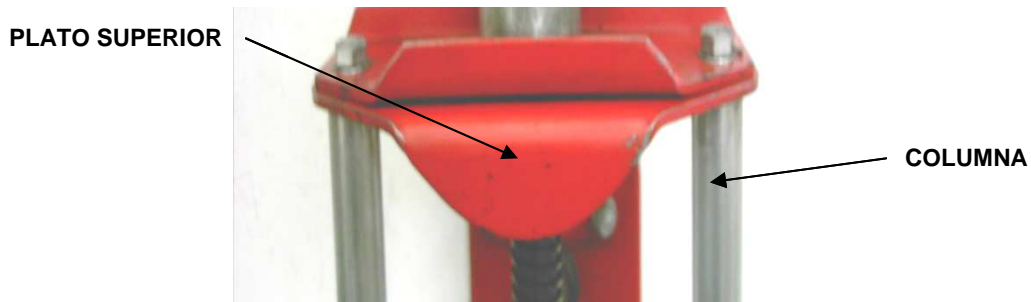


FIGURA 2.1: ELEMENTO DE UNIÓN (Prensa prototipo)

En general el perno es considerado como un resorte debido a sus características, cuando está con su apriete recomendado, se encuentra en fase elástica. Es decir, si lo soltamos, debiera disminuir su longitud. Un perno que ha sido apretado más allá de lo recomendado, supera su rango de elasticidad y se alarga definitivamente, impidiendo que la tensión que ejerce entre las piezas sea la adecuada. Un perno suelto es tan inapropiado como un perno alargado.

2.1.1.3 Mecanismo (Tuerca – Tornillo)

En el caso de la máquina prototipo el mecanismo tornillo-tuerca es esencial para su funcionamiento, este es accionado por medio de una palanca que está ajustada al mecanismo por el sistema eje-agujero roscado como se indica en la figura 2.2.

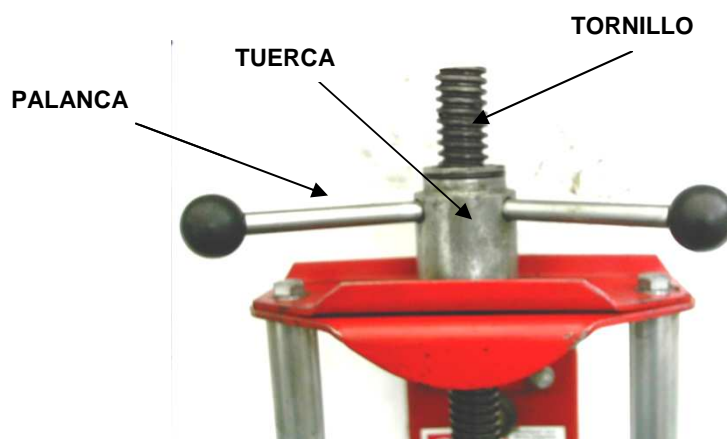


FIGURA 2.2: MECANISMO TORNILLO – TUERCA**2.1.1.3.1 Partes del mecanismo**

Las partes constitutivas del mecanismo se encuentran en la tabla 2.2.

Elaborado por: Angel Astudillo

ELEMENTOS	CANTIDAD	CÁLCULOS	SELECCIÓN
Tornillo de potencia	1	x	
Tuerca	1	x	
Palanca	1	x	
Seguro elástico	1		x
Rodamiento	1		x

TABLA 2.2: ELEMENTOS DEL MECANISMO**2.1.1.4 Elementos estáticos y dinámicos**

Los elementos estáticos y dinámicos, sirven para la sujeción y compresión del resorte de amortiguador y se detallan en la tabla 2.3.

Elaborado por: Angel Astudillo

ELEMENTOS	CANTIDAD	CÁLCULOS	SELECCIÓN
Platos compresores	2	x	
Gancho fijo	1	x	
Gancho móvil	2	x	
Lengüeta	1	x	
Brazos	2	x	
Soporte	2	x	
Resorte	2		x

Alojamiento	1	x	
Eslabón	2	x	
Bocines	6		x

TABLA 2.3: ELEMENTOS DE LOS MECANISMOS COMPLEMENTARIOS

2.2 CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA EL DIMENSIONAMIENTO

Las consideraciones técnicas del diseño de los elementos mecánicos de la prensa se basan en:

- ✓ Las relaciones de *esfuerzo-deformación-resistencia* que involucran a todas las propiedades de los elementos mecánicos*
- ✓ Métodos y procedimientos que se utilizan de tal manera que cada una de las diversas partes cumplan con los requisitos y restricciones establecidas según la necesidad a ser satisfecha

En el presente estudio se tendrán las siguientes consideraciones teóricas para todas las piezas:

- ✓ Resistencia
- ✓ Deflexión
- ✓ Peso
- ✓ Tamaño y forma

Una vez mencionadas cada una de las partes de la prensa, se procede a realizar los cálculos para establecer valores nominales de los esfuerzos que han de soportar las piezas y sus características técnicas, ya que se requiere que cumpla con todas las expectativas del diseño.

*Al expresar "Elementos mecánicos" se refiere a la parte del diseño mecánico correspondiente a Elementos Mecánicos

2.3 SELECCIÓN DEL MATERIAL

La selección del material en el caso de un elemento estructural o de máquina es una de las decisiones que se debe llevar a cabo en el diseño.

Estas decisiones suelen tomarse antes de que se determinen las dimensiones de una pieza. Después de elegir el material y el proceso de fabricación (que están estrechamente relacionados) se podrá fijar las dimensiones del elemento en estudio, de manera que los esfuerzos y deformaciones tengan valores razonables y satisfactorios en comparación con las propiedades relacionadas con la falla del material.

2.4 CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DE LA PRENSA

Como se sabe la prensa será diseñada para comprimir resortes helicoidales de suspensión, para lo cual es necesario conocer la carga que estos soportan, la misma que varía según sea el peso de los vehículos tipo SEDAN; en la tabla 2.4 se presenta el peso de algunas marcas y modelos existentes en el mercado.

El diseño inicia con la carga necesaria para comprimir el resorte igual a 100 Kg que equivale a una distancia de 4 mm (distancia suficiente para desenroscar la tuerca del conjunto de amortiguación), en este proyecto se utiliza el valor de 816 kgf que es la carga máxima que soporta el resorte de tipo helicoidal antes de que este pierda su capacidad elástica, es decir antes de que los anillos se unan por completo, para el efecto se consideran los datos del anexo 2.1 que presenta las cargas máximas (que la prensa debe soportar sin inconvenientes) de los resortes con diferentes diámetros de hilo y resorte.

Elaborado por: Angel Astudillo

VEHÍCULOS TIPO SEDÁN		
MARCA	MODELO	PESO (kg)
MAZDA	SEDAN	1050
MAZDA	HATCHBACK	1080

FIAT	X 1/9	920
MAZDA	626	1188
PORSCHE		1380

TABLA 2.4: PESO DE VEHICULOS TIPO SEDÁN

2.4.1 DISEÑO DEL MECANISMO (Tornillo – tuerca)

A continuación se tienen los cálculos realizados para el diseño de cada uno de los elementos mecánicos, se han determinado las fórmulas correspondientes en base a la teoría del diseño de máquinas, apuntes de clase de la materias que se relacionan al presente proyecto, así como información obtenida de Internet.

2.4.1.1 Diseño del tornillo de potencia

Para el diseño de este elemento se debe tomar en cuenta que el tornillo de potencia está sometido a esfuerzos de: flexión, torsión, compresión y tracción, que además sufre desgaste superficial en los filetes de la rosca, por lo tanto su diseño consiste en determinar las dimensiones más adecuadas que hagan de este lo suficientemente resistente y rígido para no fallar ni pandear, además seleccionar un material que sea altamente resistente al desgaste.

2.4.1.1.1 Cálculos para el dimensionamiento del tornillo de potencia

Un aspecto fundamental para el diseño del tornillo de potencia es su longitud, ya que si es superior a 8 veces su diámetro es necesario considerar que se puede pandear, entonces se lo diseña como una columna.

La carga a la cual va a estar sometido es de 816 Kgf (Anexo 2.1); el diámetro de la columna será el diámetro de raíz del tornillo, que se calcula por medio de la fórmula de Euler.

$$F_p = \frac{E \times \pi^2 \times I}{l_e^2} \quad (\text{Ec. 2.1})$$

Donde:

L	=	longitud	=	60 cm
F	=	carga máxima	=	816 Kgf
E	=	módulo de elasticidad del acero	=	2'100.000 kg/cm ²
F _p	=	carga total, Kgf	F _p =	F x k
I	=	momento de inercia, cm ⁴	I =	$\frac{\pi \times d_r^4}{64}$ (Ec. 2.2)
k	=	coeficiente de seguridad	=	6 (anexo 2.2)
d _r	=	diámetro de raíz a calcularse		

La longitud de pandeo de la columna se obtiene de la figura 2.3 (a) que considera extremos articulados.

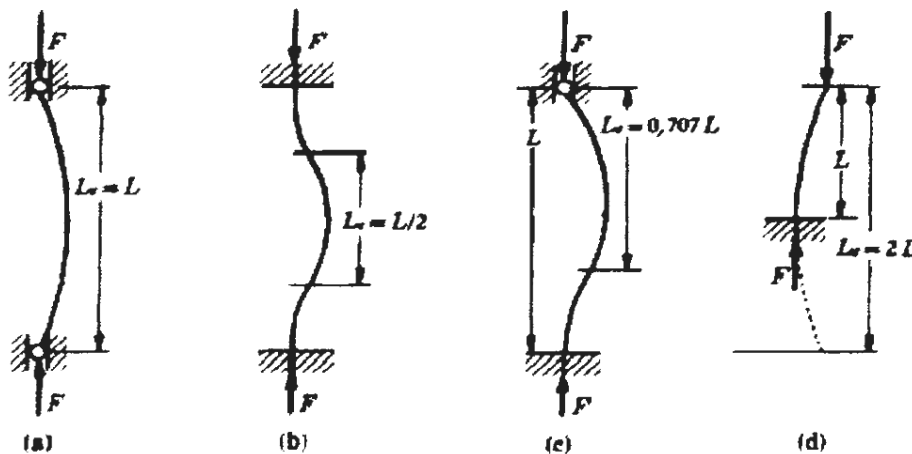


FIGURA 2.3: TIPOS DE COLUMNAS: (a) Extremos articulados; (b) Extremos empotrados; (c) Un extremo empotrado y el otro articulado; (d) Un extremo empotrado y el otro libre

Donde:

l_e	=	L
l_e	=	60 cm

Se reemplaza la ecuación 2.2 en 2.1 y se obtiene el valor de F_p.

$$F_p \times l_e^2 = \frac{\pi \times E \times \pi^2 \times d^4}{64} \quad (\text{Ec. 2.3})$$

$$\frac{64 \times F_p \times l_e^2}{\pi^3 \times E} = d^4 \quad (\text{Ec. 2.4})$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{64 \times F_p \times l_e^2}{\pi^3 \times E}} \quad (\text{Ec. 2.5})$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{64 \times (F \times k) \times l_e^2}{\pi^3 \times E}} \quad (\text{Ec. 2.6})$$

$$F_p = F \times k = 816 \text{ Kg} \times 6 = 4896 \text{ Kg}$$

El valor de F_p , se reemplaza en la ecuación 2.6 y se obtiene el valor del diámetro de raíz.

$$d = \sqrt[4]{\frac{64 \times (4896 \text{ Kg}) \times (60 \text{ cm})^2}{\pi^3 \times 2'100.000 \text{ Kg/cm}^2}} = d_r = 2.063 \text{ cm} = 20.63 \text{ mm}$$

El valor calculado es de 20.63 mm, sin embargo debe aproximarse a un valor estandarizado que en este caso es de 24.5 mm (Anexo 2.2) y a partir de este valor se calcula la nueva carga máxima que soporta el tornillo.

$$I = \frac{\pi \times d_r^4}{64} = \frac{\pi \times (2.45)^4}{64} = 1.76 \text{ cm}^4$$

$$F_p = \frac{2'100.000 \text{ kg/cm}^2 \times \pi^2 \times 1.76 \text{ cm}^4}{(60 \text{ cm})^2} = 10132 \text{ kg}$$

$$F = \frac{F_p}{K} \Rightarrow 1688 \text{ Kg}$$

Este valor corresponde a la carga total que soporta el tornillo con el diámetro de raíz estandarizado, calculado con la fórmula de Euler.

A partir del valor de d_r estándar y con el anexo 2.3 se obtienen los otros parámetros necesarios.

d	=	diámetro nominal	31.75 mm
p	=	paso	7 mm
d_m	=	diámetro medio	28.1 mm
d_r	=	diámetro de raíz	24.5 mm
h	=	altura del diente	3.5 mm
L	=	avance	7 mm
l	=	longitud del tornillo	600 mm

2.4.1.1.2 *Cálculo del par de torsión (momento) requerido para comprimir el resorte*

Se requiere calcular el par de torsión necesario para comprimir el resorte utilizando la siguiente fórmula:

$$T = \frac{W \times d_m}{2} \left(\frac{L + \pi \mu d_m}{\pi d_m - \mu L} \right) + \frac{W \times \mu_c \times d_c}{2} \quad (\text{Ec. 2.7})$$

Donde:

T	=	par requerido
W	=	carga axial sobre el tornillo
d_m	=	diámetro medio
d_c	=	diámetro del collarín
L	=	avance
μ	=	coeficiente de fricción
μ_c	=	coeficiente de fricción del collarín
π	=	constante

Para comprimir el resorte se requiere una carga de 816 Kgf, el coeficiente de fricción es de 0.09, este valor ha sido escogido en base al anexo 2.4 reemplazando los datos necesarios se tiene un par de torsión de 293.44 Kg x cm.

$$T = \frac{816 \text{ Kg} \times 2.81 \text{ cm}}{2} \left(\frac{0.7 \text{ cm} + \pi \times 0.09 \times 2.81 \text{ cm}}{\pi \times 2.81 \text{ cm} - 0.09 \times 0.7 \text{ cm}} \right) + \frac{816 \times 0.09 \times 4.6 \text{ cm}}{2} = 293.44 \text{ Kg}$$

2.4.1.1.3 Eficiencia del tornillo (e)

Es la relación entre el trabajo de salida y el de entrada, esta dada por la siguiente ecuación:

$$e = \frac{L}{\pi \times d_m} \left(\frac{\pi \times d_m - \mu \times L}{\pi \times \mu \times d_m + L} \right) \times 100\% \quad (\text{Ec. 2.8})$$

$$e = \frac{0.7 \text{ cm}}{\pi \times 2.81 \text{ cm}} \left(\frac{\pi \times 2.81 \text{ cm} - 0.09 \times 0.7}{\pi \times 0.09 \times 2.81 \text{ cm} + 0.7} \right) = 46.6\%$$

2.4.1.1.4 Consideraciones de esfuerzo para el diseño del tornillo de potencia

Para el diseño de un tornillo de potencia se debe considerar los siguientes aspectos:

- ✓ Presión por aplastamiento
 - ✓ Esfuerzo por pandeo (en el ítem 2.4.1.1.1 se calcula el diámetro de raíz del tornillo de potencia aplicando este criterio)
 - ✓ Esfuerzo de corte y flexión por pandeo
 - ✓ Esfuerzo de tracción y compresión
- Presión por aplastamiento (σ_b)**

Es el esfuerzo que se tiene entre la superficie de la rosca del tornillo y la superficie de contacto de la tuerca. Viene dada por la siguiente ecuación:

$$\sigma_b = \frac{F}{\pi \times d_m \times h \times n} \quad (\text{Ec. 2.9})$$

Donde:

- F = carga, Kg
 h = altura de la rosca
 n = número de cuerdas en contacto = 2

$$\sigma_b = \frac{816 \text{ Kg}}{\pi \times 2.81 \text{ cm} \times 0.35 \text{ cm} \times 2} = 132 \text{ kg/cm}^2$$

$$132 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 12.936 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Esfuerzo de corte y flexión por pandeo

La flexión del tornillo se obtiene considerando al filete de la rosca como una viga en Cantilever ver figura 2.4

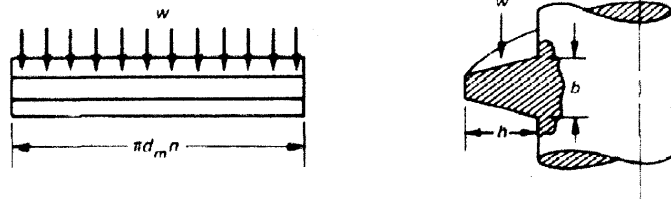


FIGURA 2.4: ROSCA DEL TORNILLO CARGADO COMO VIGA CANTILEVER

El momento flector máximo para esta viga Cantilever es.

$$M_{\max} = \frac{F \times h}{2} \quad (\text{Ec. 2.10})$$

Donde:

- F = carga, Kg
 h = altura del diente

$$M_{\max} = \frac{816 \text{ kg} \times 0.35 \text{ cm}}{2} = 142.8 \text{ kg} \times \text{cm}$$

El esfuerzo de flexión máximo es:

$$\sigma_b = \frac{3 \times F \times h}{\pi \times d_m \times n \times b^2} \quad (\text{Ec. 2.11})$$

Donde:

b = ancho de la rosca

$$\sigma_b = \frac{3 \times 816 \text{ Kg} \times 0.35 \text{ cm}}{\pi \times 2.81 \text{ cm} \times 2 \times (0.35)^2} = 396 \text{ kg/cm}^2$$

El esfuerzo de corte (τ_b), tanto de las roscas en el tornillo como en la tuerca están sujetas a fuerzas de corte.

$$\tau_b = \frac{3 \times W}{2 \times \pi \times d_m \times n \times b} \quad (\text{Ec. 2.12})$$

$$\tau_b = \frac{3 \times 816 \text{ Kg}}{2 \times \pi \times 2.81 \text{ cm} \times 2 \times 0.35 \text{ cm}} = 198.07 \text{ Kg/cm}^2$$

➤ Esfuerzo de tracción y compresión

Los tornillos de potencia están sometidos a esfuerzos de tracción y compresión, el área utilizada para el cálculo del esfuerzo es:

$$A = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_r + d}{2} \right)^2 \quad (\text{Ec. 2.13})$$

$$A = \frac{\pi}{4} \left(\frac{2.45 \text{ cm} + 3.15 \text{ cm}}{2} \right)^2 = 6.15 \text{ cm}^2$$

El esfuerzo de tracción o compresión (σ_{toc}) es:

$$\sigma_{\text{toc}} = \frac{F}{A} \quad (\text{Ec. 2.14})$$

$$\sigma_{\text{toc}} = \frac{816 \text{ kg}}{6.15 \text{ cm}^2} = 133 \text{ kg/cm}^2$$

2.4.1.2 Dimensionamiento de la tuerca

Las tuercas por lo general son más suaves que los pernos ya que deben permitir una ligera cadencia en los hilos inferiores de la tuerca, gracias a lo cual se distribuye la carga con más uniformidad entre los hilos de contacto.

La tuerca debe ser realizada con un materia más suave que el perno, de modo que el primer hilo con alta carga se deforme (ya sea en forma elástica o plástica), transfiriendo mas carga a los otros hilos. Para esto puede ser necesario aumentar el número de hilos de contacto para mantener la resistencia adecuada.

Para determinar el espesor de la tuerca (la profundidad de agarre de un tornillo en un agujero roscado) necesario para proporcionar equilibrio entre la resistencia a la tensión del perno y la resistencia al barrido o deformación de la cuerda si ambos elementos (perno y tuerca o agujero roscado) se hacen del mismo material se aplica:

Espesor de la tuerca

$$e = \frac{7}{8} \times d \quad (\text{Ec. 2.15})$$

Donde:

d = diámetro del tornillo
e = espesor de la tuerca (altura)

$$e = \frac{7}{8} \times 31.75 \text{ mm} = 28 \text{ mm}$$

Para calcular el espesor total de la tuerca se debe tomar en cuenta lo siguiente:

Espesor de la chapa = 10 mm
Espesor de la arandelas (2) = 6.35 mm

$$e_a = 0.1 \times d \quad (\text{Ec. 2.16})$$

Donde:

e_a = espesor de las arandelas

$$e_a = 0.1 \times 31.75 = 3.175 \text{ mm}$$

$$3.175 \times 2 = 6.35 \text{ mm}$$

Espesor de los rodamientos	=	6 mm
Espesor del puño de una persona estándar	=	75 mm
La suma total es	=	97.35 mm

Diámetro de la tuerca:

$$D = 2 \times d \quad (\text{Ec. 2.17})$$

Donde

D = diámetro de la tuerca

$$D = 2 \times 31.75 \text{ mm} = 63.5 \text{ mm}$$

En vista de que los valores resultantes son cercanos a los de la prensa prototipo, se toman estos últimos valores.

Diámetro de la tuerca = 63.5 mm

Espesor de la tuerca = 102 mm

2.4.1.3 Cálculo para el dimensionamiento de la palanca

El cálculo del par de torsión requerido para comprimir el resorte tiene un valor de $T=293.44 \text{ kg} \times \text{cm}$, con este valor se procede a calcular la fuerza necesaria para comprimirlo.

$$T = F \times l \quad (\text{Ec. 2.18})$$

Donde:

$$\begin{aligned} l &= \text{longitud} &= & 17 \text{ cm} \\ D &= \text{diámetro} &= & 1.3 \text{ cm} \\ F &= \text{fuerza requerida para comprimir el resorte} \end{aligned}$$

$$203 \text{ kg} \times \text{cm} = F \times 17 \text{ cm}$$

$$F = 17.23 \text{ Kg} = 37.91 \text{ lb}$$

Con el par de torsión (T) máximo de la palanca que es también el momento flector máximo (M_f), se calcula su diámetro, ya que estará sometida a un esfuerzo de flexión se ha escogido un acero suave con resistencia a la flexión de 1000 Kgf. (Anexo 2.5)

La fórmula para calcular el diámetro de la palanca es:

$$W = \frac{M_f}{\sigma} \quad (\text{Ec. 2.19})$$

Donde:

$$\begin{aligned} W &= \text{Momento resistente de la sección de la pieza} \\ \sigma &= \text{coeficiente de trabajo a la flexión del material de la pieza} \\ M_f &= \text{Momento flector máximo} \end{aligned}$$

$$W = \frac{293 \text{ Kg} \times \text{cm}}{1000 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = 0.293 \text{ cm}^3$$

Con el valor obtenido se realizan los reemplazos respectivos y se obtiene el diámetro (d).

$$W = \frac{\pi \times d^3}{32}$$

$$0.293 \text{ cm}^3 = \frac{\pi \times d^3}{32}$$

$$d = 1.44 \text{ cm} = 14.4 \text{ mm}$$

En base al catálogo de productos de las Acerías existentes en el país se escoge como diámetro al inmediato superior e igual a 16 mm.

2.4.2 ELEMENTOS ESTÁTICOS Y DINÁMICOS

El material a utilizarse para el diseño y construcción de estos elementos es un acero suave utilizado para elementos de maquinaria y además es altamente soldable, tiene un coeficiente de flexión (σ) igual a 1000 kg/cm^2 que será aplicado para los cálculos respectivos y escogido en base a las tablas existentes que se presentan en el anexo 2.5 pues no se necesita acero con características especiales.

2.4.2.1 Cálculo para el dimensionamiento del gancho fijo y alojamiento

El gancho fijo es donde se asienta el resorte y también va empotrado en el alojamiento, estos elementos deben soportar una carga calculada de 272 Kgf que se obtiene de la división de la carga total igual a 816 Kgf y el número de puntos donde se asienta el resorte que en este caso es igual a tres puntos.

Para el diseño se considera al gancho fijo como empotrado en el alojamiento, es decir que está sujeto y no simplemente apoyado.

En la figura 2.5 se puede observar un caso de empotramiento, donde la fuerza R de apoyo es ejercida por el dedo pulgar, en tanto que el dedo meñique realiza la fuerza E propia del embotamiento, estas fuerzas al tener sentido contrario producen un efecto de giro que contrarrestan las fuerzas exteriores; en la figura 2.6 se observa el caso real de la prensa prototipo y la aplicación del concepto de empotramiento.

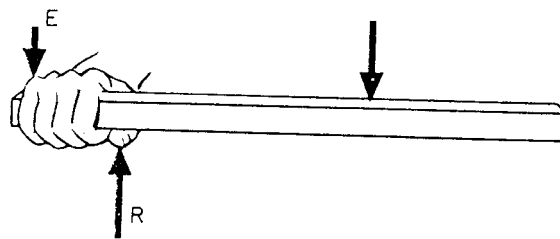


FIGURA 2.5: EJEMPLO DE EMPOTRAMIENTO



FIGURA 2.6: PRENSA PROTOTIPO

Para estos cálculos se ha considerado la importancia de la longitud del empotramiento pues es conveniente que la longitud de la parte empotrada en el alojamiento sea la mayor posible. Si esta longitud es grande permite repartir entre más longitud el esfuerzo del empotramiento, con lo cual el esfuerzo que ha de realizar en el alojamiento es menor.

Para el dimensionamiento de estos elementos se consideran dos casos: **caso 1**: el gancho está empotrado el 50% de la longitud del alojamiento (Figura 2.7) y el **caso 2** el gancho ocupa el 100% de la longitud del alojamiento (Figura 2.8).

2.4.2.1.1 *Cálculo de fuerzas y momentos*

✓ **Caso 1**

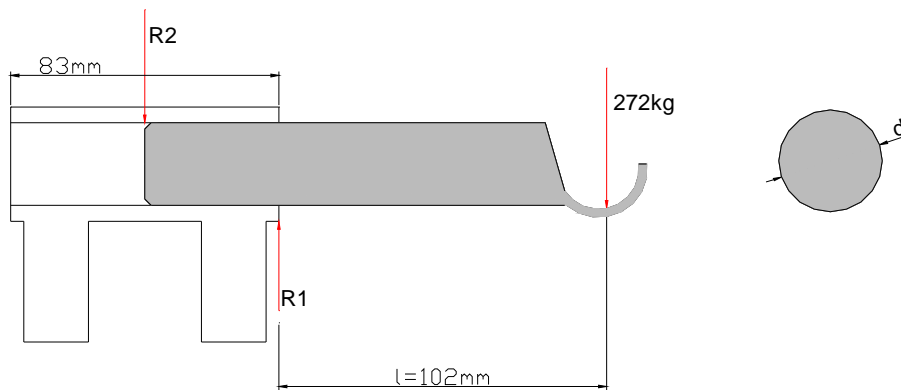


FIGURA 2.7: GANCHO EMPOTRADO EL 50% DEL ALOJAMIENTO

Elaborado por: Angel Astudillo

✚ Sumatoria de fuerzas

$$R_1 + F - R_2 = 0 \quad (\text{Ec. 2.20})$$

$$\text{Por lo tanto, } R_1 + 272 \text{ Kg} = R_2$$

✚ Sumatoria de momentos

$$(R_1 \times 41.5) + (-R_2 \times 0) + (272 \text{ Kg} \times 101.2 \text{ mm}) \quad (\text{Ec. 2.21})$$

$$R_1 = -663.3 \text{ Kg}$$

Entonces se reemplaza R_1 en la ecuación (2.20) y se obtiene el valor de $R_2 = -391.28 \text{ kgf}$, estos valores corresponden a las reacciones generadas en el alojamiento.

✓ **Cálculo para el dimensionamiento del gancho fijo**

✚ **Momento flector del gancho fijo**

Para encontrar el momento flector máximo, se multiplica la carga (F) igual a 272 kgf por la distancia libre (l) del gancho fijo que es 101.2 mm.

$$M_f = F \times l$$

$$M_f = 272 \text{ kg} \times 101.2 \text{ mm} = 2752.64 \text{ kg} \times \text{cm}$$

Donde:

M_f = Momento flector

l = Distancia libre

Cálculo del diámetro del gancho fijo

Se aplica la siguiente fórmula:

$$W = \frac{M_f}{\sigma}$$

$$W = \frac{2752.64 \text{ kg} \times \text{cm}}{1000 \text{ kg/cm}^2} = 2.75264 \text{ cm}^3$$

Con el valor de W encontrado y con el anexo 2.6 se calcula el diámetro requerido.

$$W = \frac{\pi \times D^3}{32}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{W \times 32}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{2.7564 \text{ cm}^3 \times 32}{\pi}}$$

$$D = 3.037 \text{ cm} = 30.37 \text{ mm}$$

✓ **Caso 2**

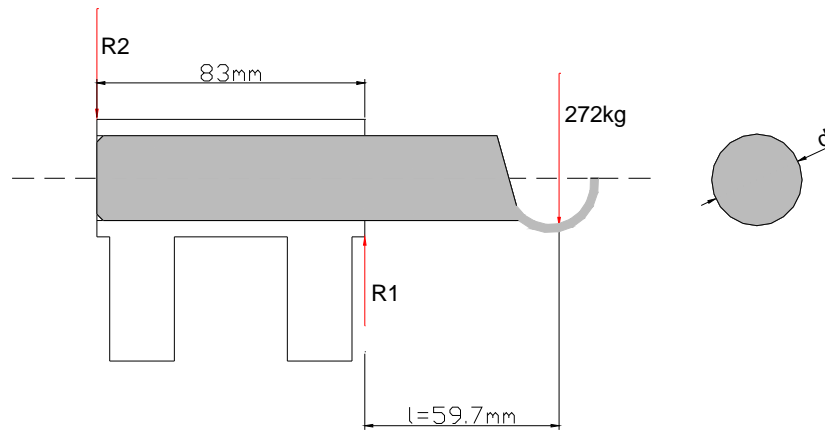


FIGURA 2.8: GANCHO EMPOTRADO 100% DEL ALOJAMIENTO

Elaborado por: Angel Astudillo

✚ Sumatoria de fuerzas

$$R_1 + F - R_2 = 0 \quad (\text{Ec. 2.22})$$

$$\text{Por lo tanto, } R_1 + 272 \text{ kg} = R_2$$

✚ Sumatoria de momentos

$$(R_1 \times 83) + (-R_2 \times 0) + (272 \text{ kg} \times 60 \text{ mm})$$

$$R_1 = -196.62 \text{ kg}$$

Entonces se reemplaza R_1 en la ecuación (2.22) y se obtiene el valor de $R_2 = 75.37 \text{ kg}$, estos valores corresponden a las reacciones generadas en el alojamiento.

✓ Cálculo para el dimensionamiento del gancho fijo

✚ Momento flector del gancho fijo

Para encontrar el momento flector máximo, se multiplica la carga (F) igual a 272 kgf por la distancia libre (l) del gancho fijo que es 60mm

$$M_f = F \times l$$

$$M_f = 272 \text{ kg} \times 60 \text{ mm} = 16320 \text{ kg} \times \text{cm}$$

Donde:

M_f = Momento flector

l = Distancia libre

Cálculo del diámetro del gancho fijo

Se aplica la siguiente fórmula:

$$W = \frac{M_f}{\sigma}$$

$$W = \frac{1632 \text{ kg} \times \text{cm}}{1000 \text{ kg/cm}^2} = 1.632 \text{ cm}^3$$

Con el valor de W encontrado y con el anexo 2.6 se calcula el diámetro requerido.

$$W = \frac{\pi \times D^3}{32}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{W \times 32}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{1.632 \text{ cm}^3 \times 32}{\pi}}$$

$$D = 2.55 \text{ cm} = 25.5 \text{ mm}$$

El diámetro encontrado en el caso 2 es el más cercano al valor real de la pieza de la prensa prototipo $D = 26 \text{ mm}$.

En base al catálogo de productos de las Acerías existentes en el país se escoge como diámetro al inmediato superior e igual a 28 mm, que es a su vez el diámetro interior del tubo del alojamiento cuyo espesor se tomará como referencia a la prensa prototipo igual a 5 mm, así como el tipo de tuercas soldadas al tubo.

2.4.2.2 Cálculo para el dimensionamiento del plato compresor y soporte

Debido a que las condiciones de funcionamiento que presentan estos elementos son similares a las anteriores, se toma como referencia lo explicado en el ítem 2.4.2.1, para el dimensionamiento del plato compresor soporta la mitad de la carga 204 kg (figura 2.9) y el segundo cuando el plato compresor soporta la carga máxima 408 kg (figura 2.10).

✓ Cálculo de fuerzas y momentos

🔧 Caso 1

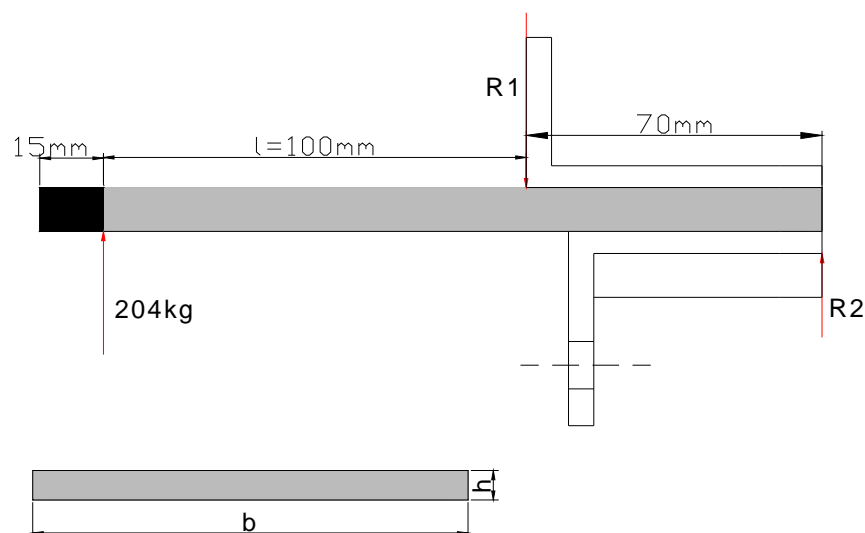


FIGURA 2.9: PLATO COMPRESOR CON LA MITAD DE LA CARGA $F=204\text{ kg}$

Elaborado por: Angel Astudillo

🔧 Sumatoria de fuerzas

$$R_1 + F - R_2 = 0 \quad (\text{Ec. 2.23})$$

Por lo tanto, $R_1 + 274 \text{ kg} = R_2$

Sumatoria de momentos

$$(R_1 \times 70 \text{ mm}) + (-R_2 \times 0 \text{ mm}) + (204 \text{ kg} \times 100 \text{ mm})$$

$$R_1 = -291.42 \text{ kg}$$

Entonces se reemplaza R_1 en (2.23) y se obtiene el valor de $R_2 = -87.42 \text{ kg}$, estos valores corresponden a las reacciones generadas en el soporte.

✓ Cálculo para el dimensionamiento del plato compresor

Momento flector del plato compresor

Para encontrar el momento flector máximo, se multiplica la carga (F) igual a 408 kg por la distancia libre (l) del plato compresor que es 10 cm.

$$M_f = F \times l$$

$$M_f = 204 \text{ kg} \times 10 \text{ mm} = 2040 \text{ kg} \times \text{cm}$$

Donde:

M_f = Momento flector

l = Distancia libre

Cálculo de la sección del plato compresor

Se aplica la siguiente fórmula:

$$W = \frac{M_f}{\sigma}$$

$$W = \frac{2040\text{kg}\times\text{cm}}{1000\text{kg}/\text{cm}^2} = 2.04\text{cm}^3$$

Para encontrar la dimensión de los lados del plato compresor se utiliza la siguiente fórmula.

$$W = \frac{b \times h^2}{6} \quad (\text{Ec. 2.24})$$

Tomando en cuenta las dimensiones de este elemento en la prensa prototipo se asume un valor de b igual a 10.4 cm.

$$2.04\text{cm}^3 = \frac{10.4\text{cm} \times h^2}{6}$$

$$h = \sqrt{\frac{2.04\text{cm}^3 \times 6}{10.4\text{cm}}} = 1.0\text{cm} = 10\text{mm}$$

Caso 2

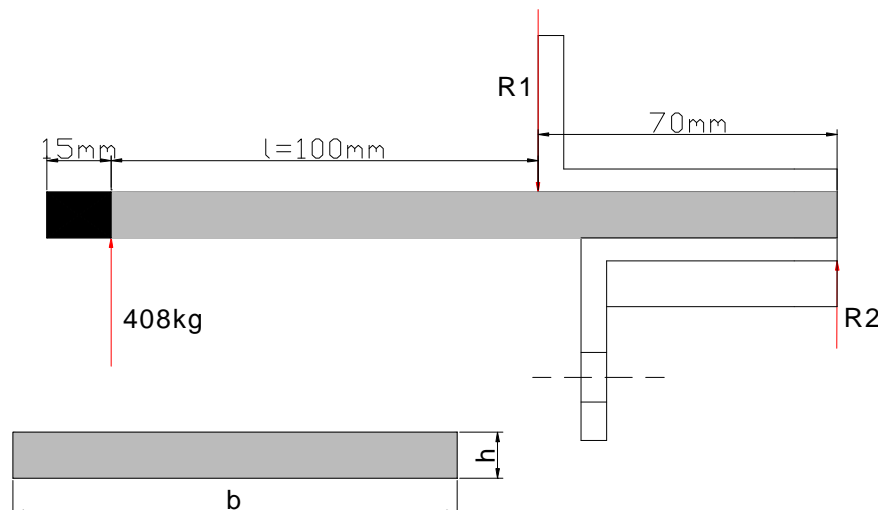


FIGURA 2.10: PLATO CON LA CARGA TOTAL $F=408\text{ KG}$

Elaborado por: Angel Astudillo

Sumatoria de fuerzas

$$R_1 + F - R_2 = 0 \quad (\text{Ec. 2.25})$$

Por lo tanto, $R_1 + 408 \text{ kg} = R_2$

Sumatoria de momentos

$$(R_1 \times 70 \text{ mm}) + (-R_2 \times 0 \text{ mm}) + (408 \text{ kg} \times 100 \text{ mm})$$

$$R_1 = -582 \text{ kg}$$

Entonces se reemplaza R_1 en la ecuación (2.25) y se obtiene el valor de $R_2 = -174 \text{ kg}$, estos valores corresponden a las reacciones generadas en el alojamiento.

✓ Cálculo para el dimensionamiento del plato compresor

Momento flector del plato compresor

Para encontrar el momento flector máximo, se multiplica la carga (F) igual a 408 kg por la distancia libre (l) del plato compresor que es 4.5 cm.

$$M_f = F \times l$$

$$M_f = 408 \text{ kg} \times 10 \text{ mm} = 4080 \text{ kg} \times \text{cm}$$

Donde:

M_f = Momento flector

l = Distancia libre

Cálculo de la sección del plato compresor

Se aplica la siguiente fórmula:

$$W = \frac{M_f}{\sigma}$$

$$W = \frac{4080\text{kg}\times\text{cm}}{1000\text{kg}/\text{cm}^2} = 4.08\text{cm}^3$$

Para encontrar la dimensión de los lados del plato compresor se utiliza la siguiente fórmula.

$$W = \frac{b \times h^2}{6}$$

Tomando en cuenta las dimensiones de este elemento en la prensa prototipo se asume un valor de b igual a 10.4 cm.

$$4.08\text{cm}^3 = \frac{10.4\text{cm} \times h^2}{6}$$

$$h = 1.5\text{cm} = 15\text{mm}$$

Se toma un valor de h igual a 10mm para la elaboración de los platos compresores considerando el caso 1, pues este valor coincide con el de la prensa prototipo.

Dimensiones del plato compresor:

Largo	=	185 mm
Espesor	=	10 mm
Ancho	=	10.4 mm

Los resultados obtenidos en los cálculos, como son el espesor y ancho son las dimensiones interiores del soporte, en cuanto al espesor se toma el de la prensa prototipo e igual a 6 mm.

2.4.2.3 Cálculo para el dimensionamiento del eslabón

Debido a que el eslabón está unido al tornillo de potencia, soporta una fuerza puntual de 816 kg totales; sin embargo en este caso la prensa prototipo consta de dos eslabones por lo cual cada uno de ellos soporta una carga de 408 kg la misma que es transmitida a los brazos.

Para el cálculo de estos elementos se consideran dos casos: el primero cuando el eslabón soporta la mitad de la carga 204 kg (Figura 2.11) y el segundo cuando el eslabón soporta la carga máxima 408 kg (Figura 2.12).

✓ Caso 1

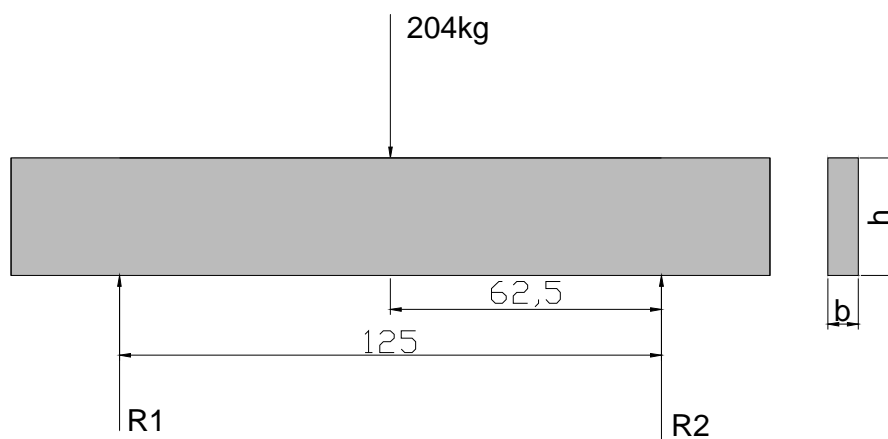


FIGURA 2.11: ESLABÓN CON LA MITAD DE LA CARGA $F=204\text{kg}$

Elaborado por: Angel Astudillo

🔧 Cálculo de las reacciones

Es necesario calcular las reacciones que se producen en los extremos del eslabón como consecuencia de aplicar una carga puntual desde el centro, para esto se requiere del anexo 2.7.

$$R_1 = R_2$$

$$R = \frac{F}{2} = \frac{204}{2} = 102 \text{ Kg}$$

Momento flector del eslabón

$$M_f = \frac{F \times (y)}{4}$$

$$M_f = \frac{204\text{kg} \times 12.5\text{mm}}{4} = 637.5\text{kg} \times \text{mm}$$

Cálculo de la sección del eslabón

Se aplica la siguiente fórmula:

$$W = \frac{M_f}{\sigma}$$

$$W = \frac{637.5\text{kg} \times \text{cm}}{1000\text{kg}/\text{cm}^2} = 0.6375\text{cm}^3$$

Para encontrar la dimensión de los lados del plato compresor se utiliza la siguiente fórmula.

$$W = \frac{b \times h^2}{6} \quad (\text{Ec. 2.24})$$

Tomando en cuenta las dimensiones de este elemento en la prensa prototipo se asume un valor de b igual a 0.7 cm.

$$0.637\text{cm}^3 = \frac{0.7\text{cm} \times h^2}{6}$$

$$h = \sqrt{\frac{0.6375\text{cm}^3 \times 6}{0.7\text{cm}}} = 2.79\text{cm} = 27.9\text{mm}$$

El resultado del cálculo es $h=27.9$ mm que corresponde al valor del eslabón de la prensa prototipo.

✓ **Caso 2**



FIGURA 2.12: ESLABÓN CON TODA LA CARGA F=408 KG

Elaborado por: Angel Astudillo

🔧 Cálculo de las reacciones

Es necesario calcular las reacciones que se producen en los extremos del eslabón como consecuencia de aplicar la carga puntual en el centro, para esto se requiere del anexo 2.7.

$$R_1 = R_2$$

$$R = \frac{F}{2} = \frac{408}{2} = 204 \text{ Kg}$$

🔧 Momento flector del eslabón

$$M_f = \frac{F \times (y)}{4}$$

$$M_f = \frac{408 \text{ kg} \times 12.5 \text{ mm}}{4} = 1275 \text{ kg} \times \text{mm}$$

🔧 Cálculo de la sección del eslabón

Se aplica la siguiente fórmula:

$$W = \frac{M_f}{\sigma}$$

$$W = \frac{1275\text{kg} \times \text{cm}}{1000\text{kg}/\text{cm}^2} = 1.275\text{cm}^3$$

Para encontrar la dimensión de los lados del plato compresor se utiliza la siguiente fórmula.

$$W = \frac{b \times h^2}{6}$$

Para los cálculos correspondientes al eslabón se escoge un valor de $b = 1 \text{ cm}$.

$$1.275 \text{ cm}^3 = \frac{1\text{cm} \times h^2}{6}$$

$$h = \sqrt{\frac{1.275\text{cm}^3 \times 6}{1\text{cm}}} = 2.7\text{cm} = 27\text{mm}$$

2.4.2.4 Cálculo del gancho móvil

Para determinar las dimensiones del espesor y altura del gancho móvil se considera en los cálculos la carga que va a soportar igual a 272 kgf. (Figura 2.13).

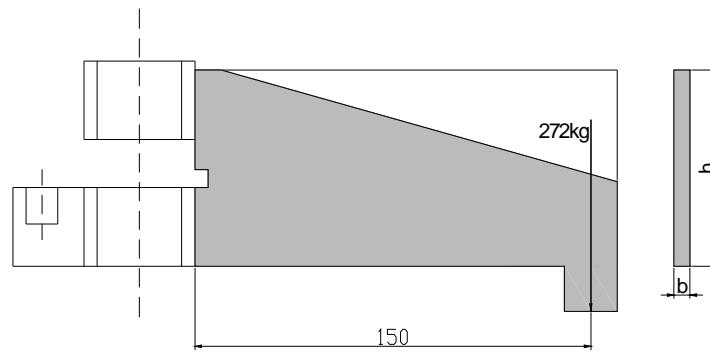


FIGURA 2.13: GANCHO MÓVIL CON CARGA 272 KG

Elaborado por: Angel Astudillo

✓ Cálculo del momento flector máximo

En este elemento la carga aplicada a un solo extremo del mismo, provoca flexión.

$$M_f = F \times l$$

$$M_f = 272 \text{ kg} \times 15 \text{ mm} = 4080 \text{ kg} \times \text{cm}$$

✚ Cálculo de la sección

Se aplica la siguiente fórmula:

$$W = \frac{M_f}{\sigma}$$

Donde:

W = Momento resistente de la pieza

σ = Coeficiente de trabajo a la flexión del material de la pieza

$$W = \frac{4080 \text{ kg} \times \text{cm}}{1000 \text{ kg/cm}^2} = 4.080 \text{ cm}^3$$

Para encontrar las dimensiones se utiliza la siguiente fórmula:

$$W = \frac{b \times h^2}{6}$$

Tomando en cuenta las dimensiones de este elemento en la prensa prototipo se asume un valor de b igual a 0.6 cm.

$$4.08\text{cm}^3 = \frac{0.6\text{cm} \times h^2}{6}$$

$$h = 64\text{mm}$$

2.4.2.5 Brazo

Para determinar el espesor y altura del brazo, al igual que en otros elementos se han determinado dos casos de estudio, el primero cuando se aplica la mitad de la carga es decir 204 kg (Figura 2.14) y el segundo caso con toda la carga, igual a 408 kg (Figura 2.15).

✓ Caso 1

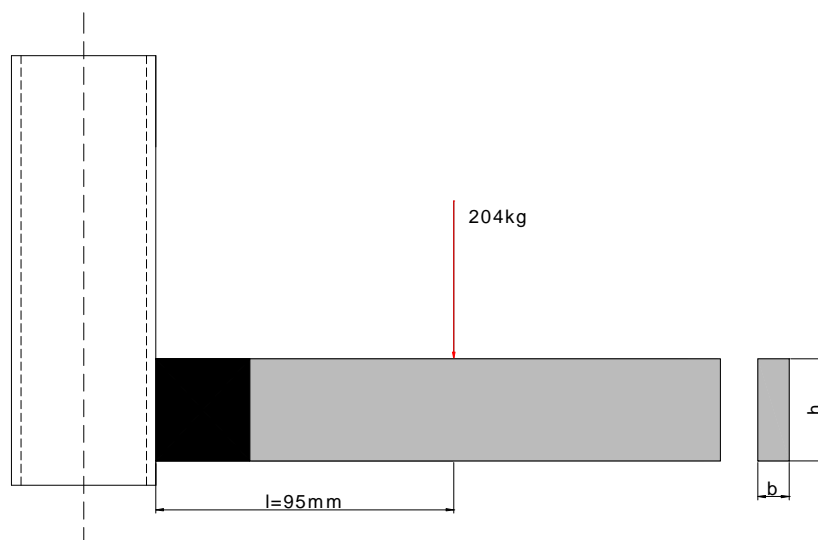


FIGURA 2.14: BRAZO CON LA MITAD DE LA CARGA 204 KG

Elaborado por: Angel Astudillo

Cálculo del momento flector máximo

En este elemento la carga aplicada a un solo extremo del mismo, provoca flexión.

$$M_f = F \times l$$

$$M_f = 204 \text{ kg} \times 9.5 \text{ mm} = 1938 \text{ kg} \times \text{cm}$$

Cálculo de la sección

Se aplica la siguiente fórmula:

$$W = \frac{M_f}{\sigma}$$

Donde:

W = Momento resistente de la pieza

σ = Coeficiente de trabajo a la flexión del material de la pieza

$$W = \frac{1938 \text{ kg} \times \text{cm}}{1000 \text{ kg/cm}^2} = 1.938 \text{ cm}^3$$

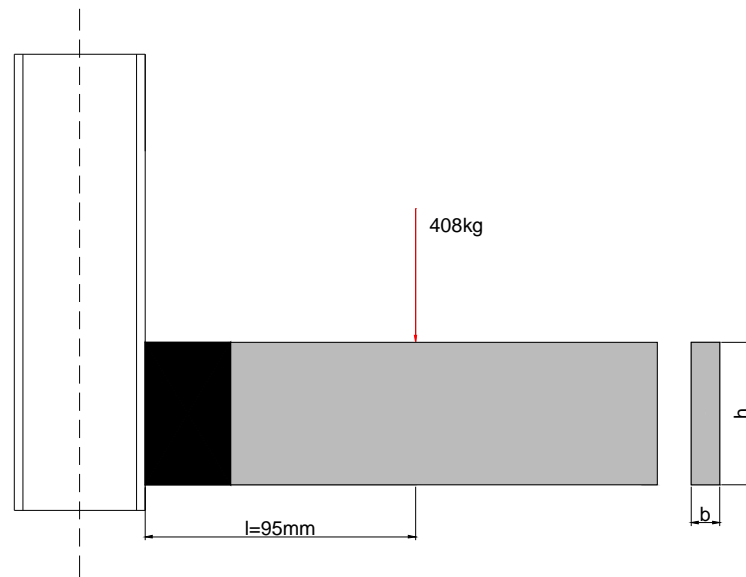
Para encontrar las dimensiones se utiliza la siguiente fórmula:

$$W = \frac{b \times h^2}{6}$$

Tomando en cuenta las dimensiones de este elemento en la prensa prototipo se asume un valor de b igual a 1cm.

$$1.938 \text{ cm}^3 = \frac{1 \text{ cm} \times h^2}{6}$$

$$h = 34 \text{ mm}$$

✓ **Caso 2****FIGURA 2.15: BRAZO CON LA MITAD DE LA CARGA= 408 KG**

Elaborado por: Angel Astudillo

Cálculo del momento flector máximo

En este elemento la carga aplicada a un solo extremo del mismo, provoca flexión.

$$M_f = F \times l$$

$$M_f = 408 \text{ kg} \times 9.5 \text{ mm} = 3876 \text{ kg} \times \text{cm}$$

Cálculo de la sección

Se aplica la siguiente fórmula:

$$W = \frac{M_f}{\sigma}$$

Donde:

W = Momento resistente de la pieza

σ = Coeficiente de trabajo a la flexión del material de la pieza

$$W = \frac{3876\text{kg} \times \text{cm}}{1000\text{kg}/\text{cm}^2} = 3.876\text{cm}^3$$

Para encontrar las dimensiones se utiliza la siguiente fórmula:

$$W = \frac{b \times h^2}{6}$$

Tomando en cuenta las dimensiones de este elemento en la prensa prototipo se asume un valor de b igual a 1cm.

$$3.876\text{cm}^3 = \frac{1\text{cm} \times h^2}{6}$$

$$h = 48.25\text{mm}$$

Las dimensiones de los elementos: platos superior, inferior, bocín y de sujeción así como las columnas se consideran en base de los valores de la máquina prototipo.

Para el caso del plato bocín, no se considero el cálculo de dimensiones, debido a que su función es de guía para la tuerca con lo cual evita que esta se desvíe y sufra algún esfuerzo o carga que podría dañarla, así como brindar rigidez a la estructura en la parte superior.

Una vez realizados los cálculos necesarios para las piezas y determinadas las dimensiones óptimas se escogen los materiales a utilizarse, teniendo acero suave para la estructura y elementos estáticos y dinámicos, SAE 1018 para el tornillo de potencia, SAE 1040 para la tuerca, OVACO STEEL 280 que es igual al SAE 1024 para las piezas deslizantes pues por sus características permite fabricar bocines y es altamente soldable y ASSAB 705 para las columnas ya que es un material altamente resistente al desgaste.

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE

3.1 INTRODUCCIÓN

Una vez realizados los cálculos previos y selección del material adecuado para soportar los esfuerzos requeridos, se procede a la fabricación de las piezas constituyentes de la prensa mecánica considerando los parámetros de construcción que constan en el anexo 3.1.

Previa la realización de cualquier actividad se tienen los planos correspondientes donde se muestran: dimensiones, tolerancias geométricas, forma, taladros, línea de ejes, en diferentes vistas y con detalles de ser necesario. El plano de conjunto los respectivos planos de taller según la descripción de los elementos se presentan al final de este estudio.

En general para cualquier procedimiento de fabricación es importante mencionar que las piezas se obtienen con arranque de viruta hasta obtener la forma deseada.

Para llevar a cabo la construcción de la prensa mecánica, se realizan las siguientes operaciones: trazar, cortar, limar, taladrar, doblar, pintar, soldar, roscar (machos), torneado, fresar, con lo cual se obtienen sus formas finales.

Las máquinas y herramientas utilizadas para el proceso de construcción son:

Elaborado por: Angel Astudillo

MÁQUINAS	HERRAMIENTAS
Cizalla	Sierra manual
Suelda eléctrica (SMAW)	Limas
Prensa (PROMECAM-MEBUSA)	Entenalla
Torno (YUNAN YUXI)	Machos
Taladro fresador (REXON)	Cuchillas
Compresor	Herramientas de trazado
	Brocas
	Terraaja
	Calibrador

TABLA 3.1: MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS

A continuación se describen las actividades realizadas para la construcción de los diferentes elementos de la máquina en los cuadros de procesos correspondientes, así como la figura de la pieza referida terminada.

✓ **PLATO BASE**



FIGURA 3.1: PLATO BASE

Elaborado por: Ángel Astudillo

PLAN DE FABRICACIÓN - PLATO BASE				
Nº	PROCESO	MÁQUINA	HERRAMIENTA	PARÁMETROS
1	Trazado		Escuadra, reglas Compás de puntas, Rayador, granete	
2	Corte	Cizalla	Sierra manual	Sobre medida 1 mm
3	Limado	Entenalla	Limas de desbaste, Limas de acabado	
4	Taladrado	Taladradora de columna	Broca helicoidal $\phi = 16$ mm, 12 mm, 14 mm	
5	Doblado	Prensa	Matriz	$\leq 45^\circ$
6	Pintado		Soplete Spray	Pintura anticorrosiva Color negro

TABLA 3.2: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN – PLATO BASE

✓ **PLATO BOCÍN**



FIGURA 3.2: PLATO BOCIN

Elaborado por: Ángel Astudillo

PLAN DE FABRICACIÓN - PLATO BOCÍN				
Nº	PROCESO	MÁQUINA	HERRAMIENTA	PARÁMETROS
1	Trazado		Escuadra, reglas Compás de puntas, Rayador, granete	
2	Corte	Cizalla	Sierra manual	Sobre medida 1 mm
3	Limado	Entenalla	Limas de desbaste, Limas de acabado	
4	Taladrado	Taladradora de columna	Broca helicoidal $\phi = 16$ mm	Velocidad = 250 RPM Avance = Manual
5	Maquinado	Torno	Cuchilla de acero rápido, Broca $\phi = \frac{1}{2}$ "	Velocidad = 320 RPM Avance = 0.035 mm/rev, 0.028 mm/rev
6	Pintado		Soplete Spray	Pintura anticorrosiva Color naranja

TABLA 3.3: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN – PLATO BOCÍN

✓ **PLATO SUPERIOR**



FIGURA 3.3: PLATO SUPERIOR

Elaborado por: Ángel Astudillo

PLAN DE FABRICACIÓN - PLATO SUPERIOR				
Nº	PROCESO	MÁQUINA	HERRAMIENTA	PARÁMETROS
1	Trazado		Escuadra, reglas Compás de puntas, Rayador, granete	
2	Corte	Cizalla	Sierra manual	Sobre medida 1 mm
3	Limado	Entenalla	Limas de desbaste, Limas de acabado	
4	Taladrado	Taladradora de columna	Broca helicoidal $\phi = 16$ mm, 14 mm	Velocidad = 250 RPM Avance = Manual
5	Maquinado	Torno	Cuchilla de acero rápido, Broca $\phi = \frac{1}{2}$ "	Velocidad = 320 RPM Avance = 0.035 mm/rev, 0.028 mm/rev
6	Doblado	Prensa	Matriz	$< = 90^\circ$ y 45°
7	Pintado		Soplete Spray	Pintura anticorrosiva Color negro

TABLA 3.4: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN – PLATO SUPERIOR

✓ PLATO DE SUJECCIÓN

Elaborado por: Ángel Astudillo

PLAN DE FABRICACIÓN - PLATO DE SUJECCIÓN				
Nº	PROCESO	MÁQUINA	HERRAMIENTA	PARÁMETROS
1	Trazado		Escuadra, reglas Compás de puntas, Rayador, granete	
2	Corte	Cizalla	Sierra manual	Sobre medida 1 mm
3	Taladrado	Taladradora de columna	Broca helicoidal $\phi = 16$ mm, 14 mm	Velocidad = 250 RPM Avance = Manual
4	Doblado	Prensa	Matriz	$< = 90^\circ$
5	Pintado		Soplete Spray	Pintura anticorrosiva Color negro

TABLA 3.5: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN – PLATO SUPERIOR

✓ PLATOS COMPRESORES



FIGURA 3.4: PLATOS COMPRESORES

Elaborado por: Ángel Astudillo

PLAN DE FABRICACIÓN – PLATOS COMPRESORES				
Nº	PROCESO	MÁQUINA	HERRAMIENTA	PARÁMETROS
1	Trazado		Escuadra, reglas Compás de puntas, Rayador, granete	
2	Corte	Cizalla	Sierra manual	Sobre medida 1 mm
3	Limado	Entenalla	Limas de desbaste, Limas de acabado	
4	Pintado		Soplete Spray	Pintura anticorrosiva Color negro

TABLA 3.6: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN – PLATOS COMPRESORES

✓ SOPORTE

Esta pieza consta de dos partes: una formada por una placa doblada a 90° y la otra en forma de C con una pestaña doblada también a 90° unidas entre sí por soldadura ver figura 3.5.



FIGURA 3.5: SOPORTE

Pieza en L

Elaborado por: Ángel Astudillo

PLAN DE FABRICACIÓN – PIEZA EN L				
Nº	PROCESO	MÁQUINA	HERRAMIENTA	PARÁMETROS
1	Trazado		Escuadra, reglas Compás de puntas, Rayador, granete	
2	Corte	Cizalla	Sierra manual	Sobre medida 1 mm
3	Limado	Entenalla	Limas de desbaste, Limas de acabado	
4	Taladrado	Taladradora de columna	Broca helicoidal $\phi = 12$ mm	Velocidad = 250 RPM Avance = Manual
5	Doblado	Prensa	Matriz	$\leq 90^\circ$
6	Soldado	Suelda eléctrica SMAW	Electrodo 6011 Electrodo 6013	Amp = 150 CD
7	Pintado		Soplete Spray	Pintura anticorrosiva Color naranja

TABLA 3.7: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN – PIEZA EN L

Pieza en C

Elaborado por: Ángel Astudillo

PLAN DE FABRICACIÓN – PIEZA EN C				
Nº	PROCESO	MÁQUINA	HERRAMIENTA	PARÁMETROS
1	Trazado		Escuadra, reglas Compás de puntas, Rayador, granete	
2	Corte	Cizalla	Sierra manual	Sobre medida 1 mm
3	Limado	Entenalla	Limas de desbaste, Limas de acabado	
4	Doblado	Prensa	Matriz	$\leq 90^\circ$
5	Soldado	Suelda eléctrica SMAW	Electrodo 6011 Electrodo 6013	Amp = 150 CD
6	Pintado		Soplete Spray	Pintura anticorrosiva Color naranja

TABLA 3.8: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN – PIEZA EN C

✓ BRAZO



FIGURA 3.6: BRAZO

↗ Tubo

Elaborado por: Ángel Astudillo

PLAN DE FABRICACIÓN –TUBO				
Nº	PROCESO	MÁQUINA	HERRAMIENTA	PARÁMETROS
1	Corte		Sierra manual	
2	Refrentado	Torno	Cuchilla de acero rápido	Velocidad = 500 RPM Avance = Manual
3	Cilindrado	Torno	Cuchilla de acero rápido	Velocidad = 320 RPM Avance = 0.033 mm/rev, 0.028 mm/rev
4	Chaflán	Torno	Cuchilla de acero rápido	Velocidad = 320 RPM Avance = Manual
5	Soldado	Suelda eléctrica SMAW	Electrodo 6011 Electrodo 6013	Amp = 150 CD
6	Pintado		Soplete Spray	Pintura anticorrosiva Color naranja

TABLA 3.9: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN – TUBO

↗ Perfil en L

Elaborado por: Ángel Astudillo

PLAN DE FABRICACIÓN – PERFIL EN L				
Nº	PROCESO	MÁQUINA	HERRAMIENTA	PARÁMETROS
1	Corte		Sierra manual	
2	Limado	Entenalla	Limas de desbaste, Limas de acabado	
3	Soldado	Suelda eléctrica SMAW	Electrodo 6011 Electrodo 6013	Amp = 150 CD
4	Pintado		Soplete Spray	Pintura anticorrosiva Color naranja

TABLA 3.10: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN – PERFIL EN L

Platinas

Elaborado por: Ángel Astudillo

PLAN DE FABRICACIÓN –PLATINAS					
Nº	PROCESO	MÁQUINA	HERRAMIENTA	PARÁMETROS	OBSERVACIÓN
1	Trazado		Escuadras, reglas, Compás de puntas, Rayador, granete		
2	Corte		Sierra manual	Sobremedida = 1 mm	
3	Doblado	prensa	Matriz	< = 30°	
4	Biselado	Amoladora			Chaflán enV
5	Soldado	Suelda eléctrica SMAW	Electrodo 6011 Electrodo 6013	Amp = 150 CD	
6	Pintado		Soplete Spray	Pintura anticorrosiva Color naranja	

TABLA 3.11: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN – PLATINA

Placa de unión

Elaborado por: Ángel Astudillo

PLAN DE FABRICACIÓN – PLACA DE UNIÓN				
Nº	PROCESO	MÁQUINA	HERRAMIENTA	PARÁMETROS
1	Trazado		Escuadras, reglas, Compás de puntas, Rayador, granete	
2	Corte		Sierra manual	Sobremedida = 1 mm
3	Limado	Entenalla	Limas de desgaste Limas de acabado	
4	Taladro	Taladradora de columna	Broca helicoidal $\phi = 12$ mm	Velocidad = 250 RPM Avance = manual
5	Soldado	Suelda eléctrica SMAW	Electrodo 6011 Electrodo 6013	Amp = 150 CD
6	Pintado		Soplete Spray	Pintura anticorrosiva Color naranja

TABLA 3.12: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN – PLACA DE UNIÓN

✓ GANCHO MÓVIL

Está compuesto de cuatro partes soldadas entre sí: dos tubos, una placa doblada a 45° y al final una pestaña en forma de U y una placa porta resorte.



FIGURA 3.7: GANCHO MÓVIL

Gancho

Elaborado por: Ángel Astudillo

PLAN DE FABRICACIÓN – GANCHO				
Nº	PROCESO	MÁQUINA	HERRAMIENTA	PARÁMETROS
1	Trazado		Escuadras, reglas, Compás de puntas, Rayador, granete	
2	Corte		Sierra manual	Sobremedida = 1 mm
3	Limado	Entenalla	Limas de desgaste Limas de acabado	
4	Doblado	Prensa	Matriz	Doble en U Doble a < 45°
5	Soldado	Suelda eléctrica SMAW	Electrodo 6011 Electrodo 6013	Amp = 150 CD
6	Pintado		Soplete Spray	Pintura anticorrosiva Color naranja

TABLA 3.13: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN – GANCHO

Tubo

Elaborado por: Ángel Astudillo

PLAN DE FABRICACIÓN – TUBO (2 UNIDADES)				
Nº	PROCESO	MÁQUINA	HERRAMIENTA	PARÁMETROS
1	Corte		Sierra manual	Sobremedida = 1 mm
2	Refrentado	Torno	Cuchilla	Velocidad = 26 m/min Avance = Manual
3	Cilindrado	Torno	Cuchilla de acero rápido	Velocidad = 320 RPM Avance = 0.033 mm/rev, 0.028 mm/rev
4	Chaflán	Torno	Cuchilla de acero rápido	Velocidad = 320 RPM Avance = Manual
5	Soldado	Suelda eléctrica SMAW	Electrodo 6011 Electrodo 6013	Amp = 150 CD
6	Pintado		Soplete Spray	Pintura anticorrosiva Color naranja

TABLA 3.14: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN – TUBO

Porta resorte

Elaborado por: Ángel Astudillo

PLAN DE FABRICACIÓN – PORTA RESORTE					
Nº	PROCESO	MÁQUINA	HERRAMIENTA	PARÁMETROS	OBSERVACIÓN
1	Trazado		Escuadras, reglas, Compás de puntas, Rayador, granete		
2	Corte		Sierra manual	Sobremedida = 1 mm	
3	Limado	Entenalla	Lima de desbaste Lima de acabado		
4	Taladro	Taladradora de columna	Broca helicoidal de $\phi = 10$ mm	Velocidad = 250 RPM Avance = manual	
5	Biselado	Amoladora			Chaflán en K
6	Soldado	Suelda eléctrica SMAW	Electrodo 6011 Electrodo 6013	Amp = 150 CD	
7	Pintado		Soplete Spray	Pintura anticorrosiva Color naranja	

TABLA 3.15: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN – PORTA RESORTE

✓ ALOJAMIENTO

Está compuesto por tres piezas: un tubo y dos tuercas soldadas al tubo, ver figura 3.8.



FIGURA 3.8: ALOJAMIENTO

Tubo

Elaborado por: Ángel Astudillo

PLAN DE FABRICACIÓN – TUBO				
Nº	PROCESO	MÁQUINA	HERRAMIENTA	PARÁMETROS
1	Corte		Sierra manual	Sobremedida = 1 mm
2	Refrentado	Torno	Cuchilla de acero rápido	Velocidad = 500 RPM Avance = Manual
3	Cilindrado	Torno	Cuchilla de acero rápido	Velocidad = 320 RPM Avance = 0.033 mm/rev, 0.028 mm/rev
4	Chaflán	Torno	Cuchilla de acero rápido	Velocidad = 320 RPM Avance = Manual
5	Soldado	Suelda eléctrica SMAW	Electrodo 6011 Electrodo 6013	Amp = 150 CD
6	Pintado		Soplete Spray	Pintura anticorrosiva Color naranja

TABLA 3.16: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN – TUBO

Tuerca

Elaborado por: Ángel Astudillo

PLAN DE FABRICACIÓN – TUERCA				
Nº	PROCESO	MÁQUINA	HERRAMIENTA	PARÁMETROS
1	Corte		Sierra manual	Sobremedida = 1 mm
2	Refrentado	Torno	Cuchilla de acero rápido	Velocidad = 500 RPM Avance = Manual
3	Cilindrado	Torno	Cuchilla de acero rápido	Velocidad = 320 RPM Avance = 0.033 mm/rev, 0.028 mm/rev
4	Taladrado	Torno	Broca helicoidal $\phi = 8.5$ mm	Velocidad 170 RPM Avance = Manual
5	roscado	Torno	Machos M10	Velocidad = 130 RPM Avance = Manual
6	Soldado	Suelda eléctrica SMAW	Electrodo 6011 Electrodo 6013	Amp = 150 CD
7	Pintado		Soplete Spray	Pintura anticorrosiva Color naranja

TABLA 3.17: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN – TUERCA

✓ GANCHO FIJO

Consta de dos partes: un eje y un elemento en U soldados entre sí ver figura 3.9.



FIGURA 3.9: GANCHO FIJO

Elaborado por: Ángel Astudillo

PLAN DE FABRICACIÓN – GANCHO FIJO				
Nº	PROCESO	MÁQUINA	HERRAMIENTA	PARÁMETROS
1	Corte		Sierra manual	Sobremedida = 1 mm
2	Refrentado	Torno	Cuchilla	Velocidad = 500 RPM Avance = Manual
3	Soldado	Suelda eléctrica SMAW	Electrodo 6011 Electrodo 6013	Amp = 150 CD
4	Limado	Entenalla	Limas de desbaste Limas de acabado	

TABLA 3.18: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN – GANCHO FIJO

✓ LENGÜETA



FIGURA 3.10: GANCHO FIJO

Elaborado por: Ángel Astudillo

PLAN DE FABRICACIÓN – PLACA DE UNIÓN				
Nº	PROCESO	MÁQUINA	HERRAMIENTA	PARÁMETROS
1	Trazado		Escuadras, reglas, Compás de puntas, Rayador, granete	
2	Corte		Sierra manual	Sobremedida = 1 mm
3	Limado	Entenalla	Limas de desgaste Limas de acabado	
4	Taladro	Torno	Broca helicoidal $\phi = 15$ mm	Velocidad = 170 RPM Avance = Manual
5	Maquinado	Torno	Cuchilla de acero rápido	Velocidad = 320 RPM Avance = 0.035 mm/rev, 0.028 mm/rev

TABLA 3.19: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN – LENGÜETA

✓ **ESLABÓN**



FIGURA 3.11: ESLABÓN

Elaborado por: Ángel Astudillo

PLAN DE FABRICACIÓN – ESLABÓN				
Nº	PROCESO	MÁQUINA	HERRAMIENTA	PARÁMETROS
1	Trazado		Escuadras, reglas, Compás de puntas, Rayador, granete	
2	Corte		Sierra manual	Sobremedida = 1 mm
3	Limado	Entenalla	Limas de desgaste Limas de acabado	
4	Taladrado	Taladradora de columna	Broca helicoidal de $\phi = 10 \text{ mm}, 12 \text{ mm}$	Velocidad = 250 RPM Avance = Manual
5	Pintado		Soplete Spray	Pintura antioxidante Color negro

TABLA 3.20: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN – ESLABÓN

✓ **COLUMNAS**

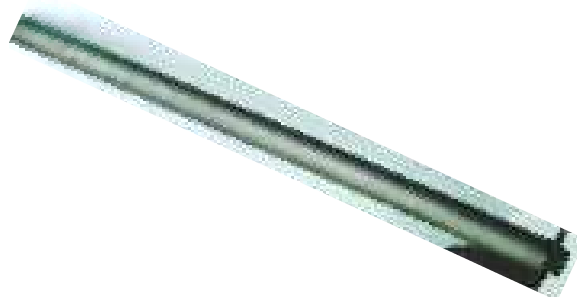


FIGURA 3.12: COLUMNAS

Elaborado por: Ángel Astudillo

PLAN DE FABRICACIÓN – COLUMNAS				
Nº	PROCESO	MÁQUINA	HERRAMIENTA	PARÁMETROS
1	Corte		Sierra manual	Sobremedida = 1 mm
2	Refrentado	Torno	Cuchilla de acero rápido	Velocidad = 500 RPM Avance = Manual Profundidad de corte = 0.5 mm
3	Chaflán	Torno	Cuchilla de acero rápido	Velocidad = 320 RPM Avance = Manual
4	Taladrado	Torno	Broca helicoidal de $\phi = 11.75 \text{ mm}$	Velocidad = 250 RPM Avance = Manual
5	Roscado	Torno	Juego de machos	Velocidad = 85 RPM

TABLA 3.21: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN – COLUMNAS

✓ **PALANCA**



FIGURA 3.13: PALANCA

Elaborado por: Ángel Astudillo

PLAN DE FABRICACIÓN – PALANCA				
Nº	PROCESO	MÁQUINA	HERRAMIENTA	PARÁMETROS
1	Corte		Sierra manual	Sobremedida = 1 mm
2	Refrentado	Torno	Cuchilla	Velocidad = 500 RPM Avance = Manual Profundidad de corte = 0.5 mm
3	Chaflán	Torno	Cuchilla de acero rápido	Velocidad = 320 RPM Avance = Manual
4	Pintado		Soplete Spray	Pintura antioxidante Color negro

TABLA 3.22: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN – PALANCA

✓ **TORNILLO DE POTENCIA**

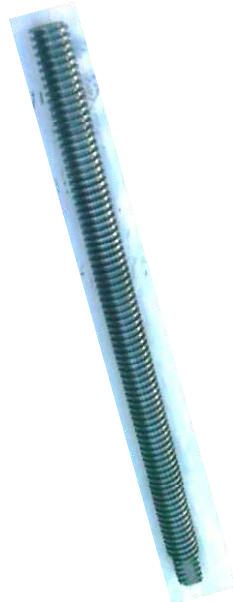


FIGURA 3.14: TORNILLO DE POTENCIA

El tornillo tiene los siguientes parámetros de diseño:

d	=	diámetro nominal	31.75 mm
p	=	paso	7 mm
d _m	=	diámetro medio	28.1 mm
d _r	=	diámetro de raíz	24.5 mm
h	=	altura del diente	3.5 mm
l	=	longitud del tornillo	600 mm

Elaborado por: Ángel Astudillo

PLAN DE FABRICACIÓN – TORNILLO DE POTENCIA					
Nº	PROCESO	MÁQUINA	HERRAMIENTA	PARÁMETROS	OBSERVACIÓN
1	Corte	Manual	Sierra manual	Sobremedida = 1 mm	
2	Refrentado	Torno	Cuchilla	Velocidad = 500 RPM Avance = Manual	Profundidad de Corte = 0.5 mm
3	Taladrado	Torno	Broca de centros Broca helicoidal	Velocidad = 85 RPM Avance = Manual	Torneado entre puntos
4	Roscado	Torno	Cuchilla de acero rápido triangular Cuchilla de acero rápido cuadrada	Velocidad = 260 RPM	Profundidad de corte = 0.4 mm
5	Fresado	Taladro fresador	Fresa $\phi = 8\text{mm}$	Velocidad = 170 RPM Avance = Manual	Profundidad de corte = 0.3 mm
6	Taladrado	Taladro fresador	Broca helicoidal $\phi = 10\text{ mm}$	Velocidad = 250 RPM Avance = Manual	

TABLA 3.23: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN – TORNILLO DE POTENCIA

✓ **TUERCA**



FIGURA 3.15: TUERCA

Elaborado por: Ángel Astudillo

PLAN DE FABRICACIÓN – TUERCA					
Nº	PROCESO	MÁQUINA	HERRAMIENTA	PARÁMETROS	OBSERVACIÓN
1	Corte	Manual	Sierra manual	Sobremedida = 1 mm	
2	Refrentado	Torno	Cuchilla de acero rápido	Velocidad = 500 RPM Avance = 0.027 mm/rev	Profundidad de Corte = 0.3 mm
3	Taladrado	Torno	Broca de centros $\phi = \frac{1}{2}$ "	Velocidad = 260 RPM Avance = Manual	
4	Barrenado	Torno	Cuchilla para barrenado	Velocidad = 250 RPM Avance = 0.035 mm/rev	$\phi = 24$ mm
5	Roscado	Torno	Cuchilla triangular De tungsteno (rosca interior) Cuchilla cuadrada De tungsteno (rosca interior)	Velocidad = 260 RPM	Profundidad de corte = 0.4 mm
6	Cilindrado	Torno	Cuchilla de acero rápido	Velocidad = 320 RPM Avance = 0.028 mm/rev	
7	Refrentado	Torno	Cuchilla de acero rápido	Velocidad = 170 RPM Avance = 0.027 mm/rev	
8	Chaflanado	Torno	Cuchilla de acero rápido	Velocidad = 320 RPM Avance = Manual	1 x 45
9	Acanalado	Torno	Cuchilla de tronzar De acero rápido	Velocidad = 320 RPM Avance = Manual	
10	Taladrado	Taladro de columna	Broca helicoidal $\phi = 11.75$ mm	Velocidad = 250 RPM Avance = Manual	Profundidad = 12 mm
11	Roscado	Manual	Juego de machos M14		

TABLA 3.24: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN – TUERCA

3.2 MONTAJE

El montaje de los elementos de la prensa se los realiza inicialmente con aquellos que necesitan montaje previo antes de acoplarse al conjunto.

✓ Para las piezas que tienen movimiento (ver tabla 3.25) se coloca bocines a presión con una entenalla; los mismos que evitan el desgaste de las paredes de los agujeros y ayudan al movimiento giratorio (figura 3.16)

Nº	ELEMENTO
1	Brazos
2	Soportes
3	Eslabón

TABLA 3.25: ELEMENTOS CON BOCÍN

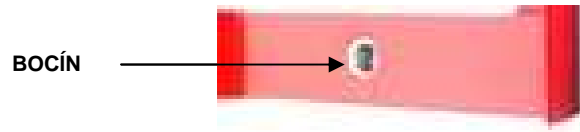


FIGURA 3.16: BOCINES

- ✓ En el caso de los ganchos móviles, se coloca el resorte en el orificio del porta resorte y luego la lengüeta sobre este la misma que se asegura en la ranura del gancho, para lo cual es necesario comprimir el resorte, con esto se tiene listo el conjunto gancho-resorte-lengüeta.

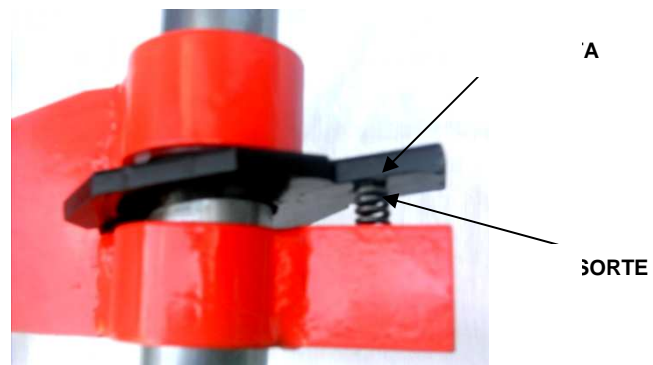
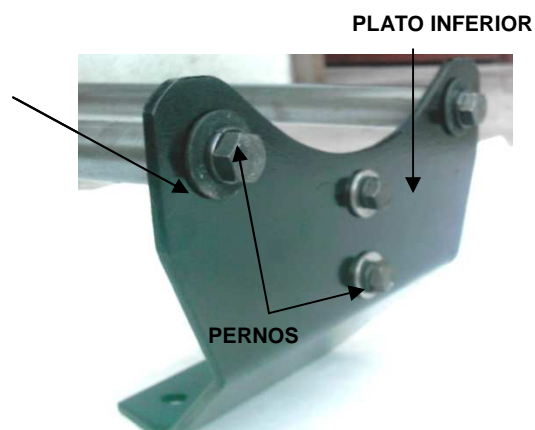


FIGURA 3.17: COLOCACIÓN DE RESORTE Y LENGUETA

- ✓ El siguiente paso es empernar el plato inferior con el soporte y las columnas, con pernos M10 x 1.5 y M14 x 1.5 respectivamente además de arandelas planas y de presión (Figura 3.18)

✓



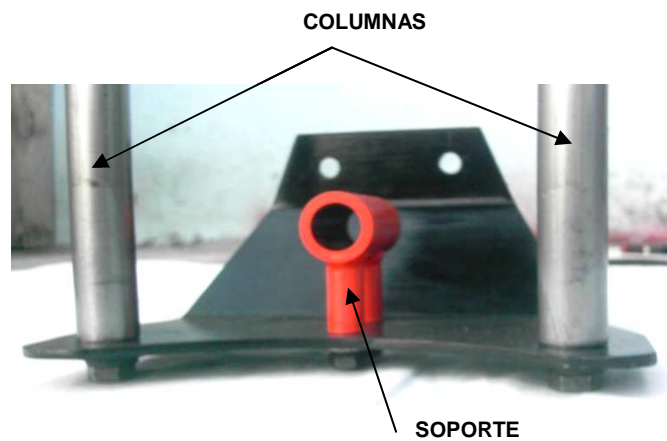


FIGURA 3.18: MONTAJE DE COLUMNAS, SOPORTE Y PLATO INFERIOR

- ✓ Una vez fijas las columnas, se montan los ganchos presionando la lengüeta de tal manera que permita que se deslicen con facilidad por las columnas, ya que cumplen la función de seguros para evitar movimientos involuntarios (figura 3.19)

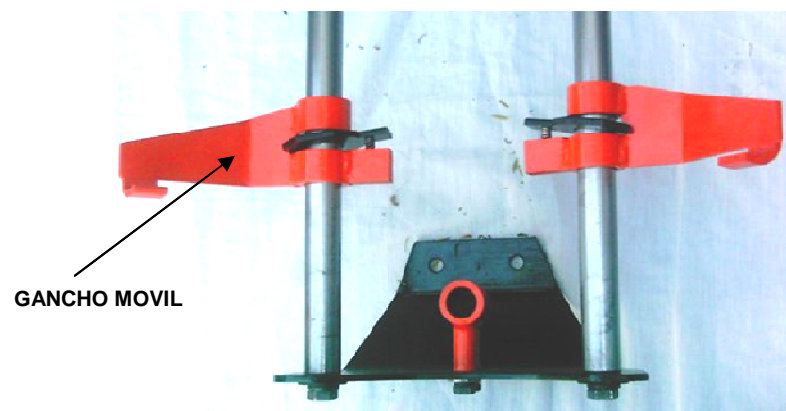


FIGURA 3.19: MONTAJE DE GANCHOS MÓVILES

- ✓ Se colocan los brazos, deslizándolos por las columnas (figura 3.20)



FIGURA 3.20: MONTAJE DE BRAZOS

- ✓ A continuación se coloca el eslabón, asegurándolo con pernos M12 en los extremos (ver figura 3.21)

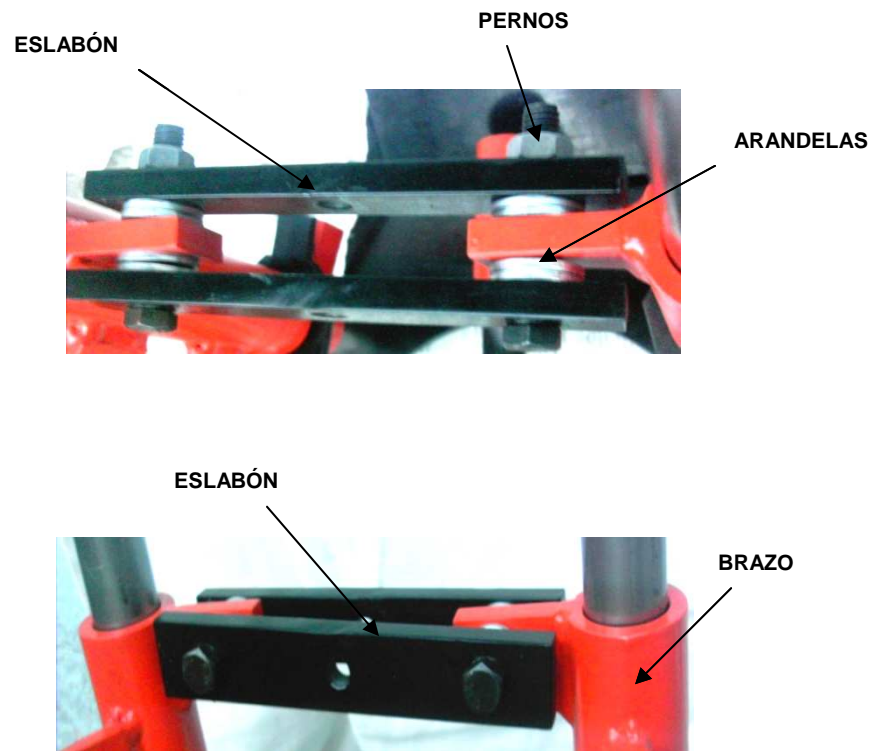


FIGURA 3.21: ESLABÓN

- ✓ Los platos superior y bocín se aseguran a las columnas con pernos M14 y arandelas (planas-presión Anexo 3.2), para luego colocar la tuerca, poner rodamiento axial y colocar el seguro correspondiente (ver las siguientes figuras)

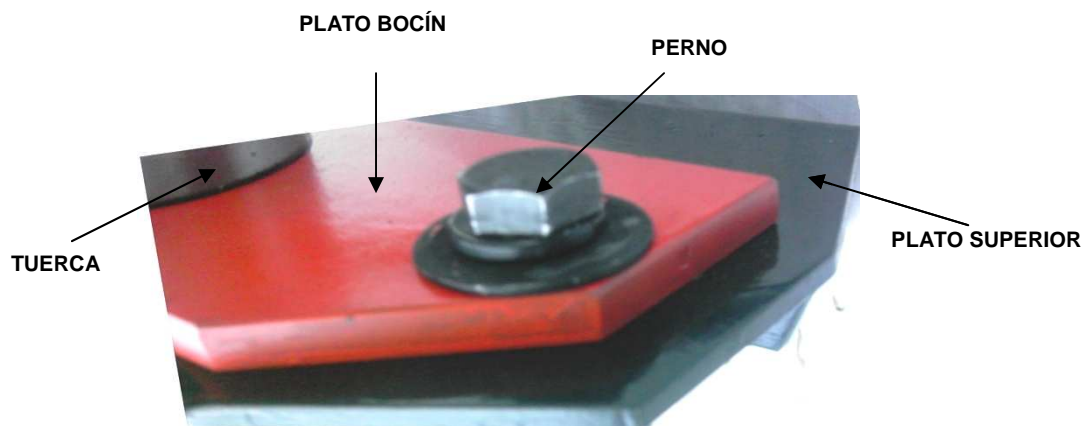


FIGURA 3.22: MONTAJE DE PLATOS SUPERIOR Y BOCÍN A LAS COLUMNAS

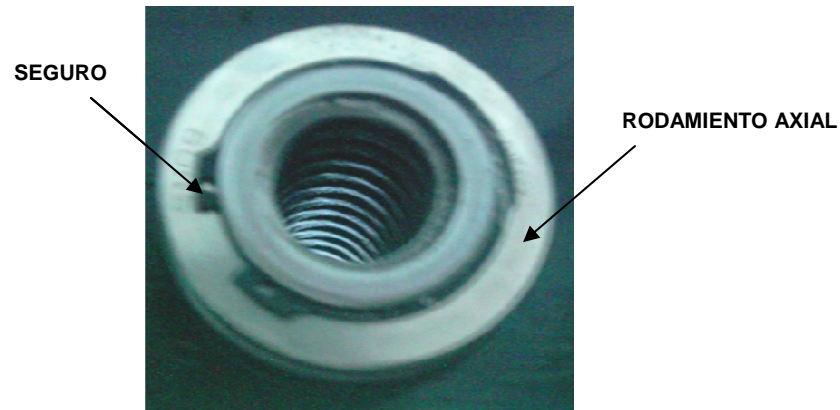


FIGURA 3.23: MONTAJE DE RODAMIENTO Y SEGURO

- ✓ El tornillo de potencia se coloca una vez realizados los pasos mencionados, se enrosca a la tuerca hasta que los orificios del tornillo y eslabón se alineen y se lo asegura con un perno M10. (figura 3.24)

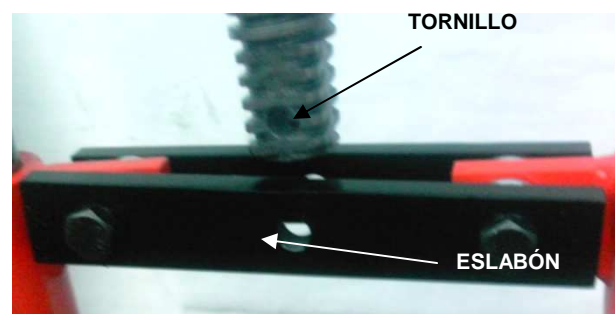


FIGURA 3.24: MONTAJE DEL TORNILLO DE POTENCIA

- ✓ Una vez introducidos los ganchos fijos y los brazos en las columnas y con el tornillo de potencia fijo al eslabón se colocan los soportes en los brazos asegurados con pernos M12 (ver figura 3.25)

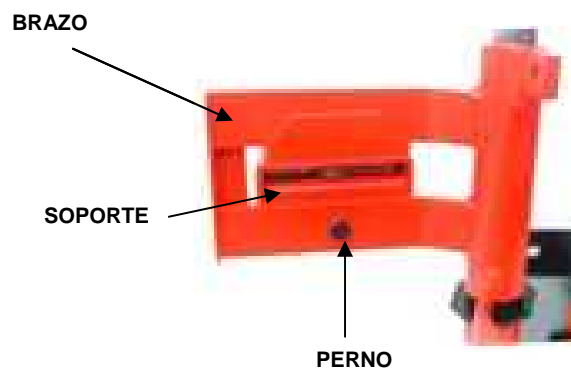


FIGURA 3.25: MONTAJE DEL SOPORTE

- ✓ Una vez realizado el montaje general, se ubican las partes extraíbles como son los platos compresores y el gancho en los soportes y alojamiento respectivamente (ver figura 3.26)

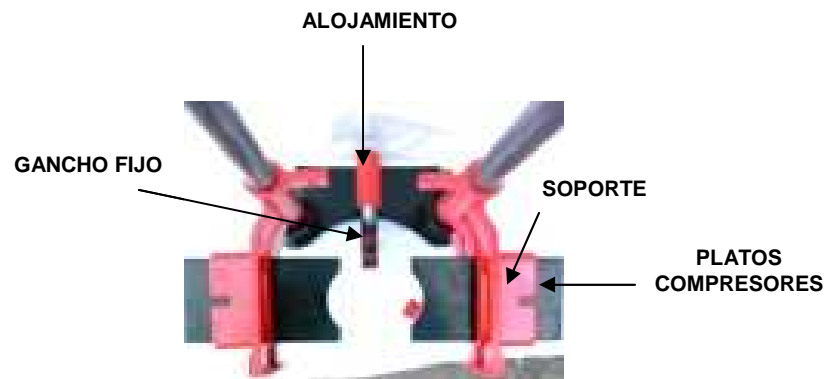


FIGURA 3.26: MONTAJE DE PLATOS COMPRESORES

- ✓ Por último se colocan las palancas a presión en la tuerca (ver figura 3.27) con lo que la prensa queda lista.

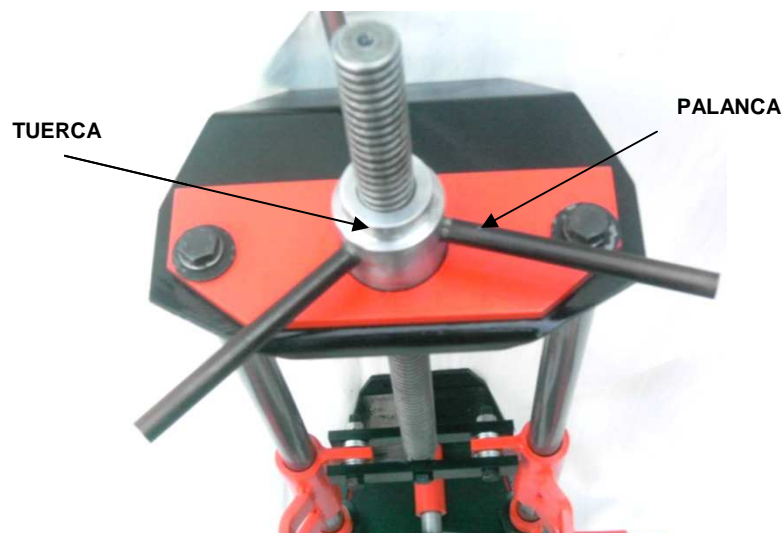
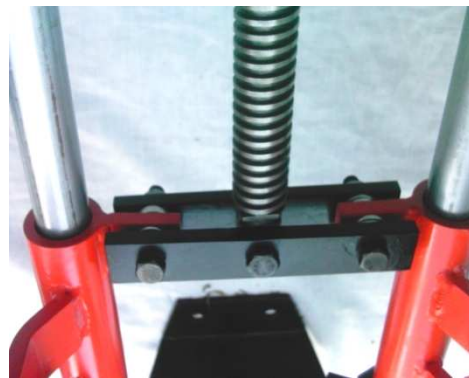
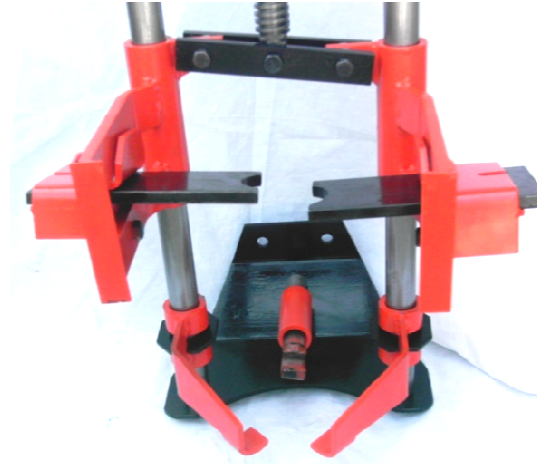


FIGURA 3.27: MONTAJE DE PALANCAS

A continuación se presentan diferentes imágenes de la prensa desde diferentes ángulos (figura 3.28)



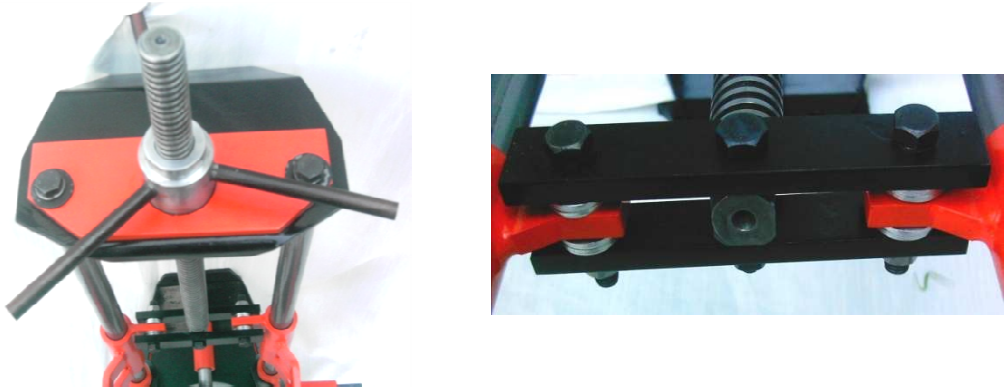


FIGURA 3.28: IMÁGENES DE LA PRENSA

CAPÍTULO IV

FUNCIONAMIENTO DE LA PRENSA MECANICA Y MANUAL DEL USUARIO

Conocer la forma correcta de trabajar con una máquina de cualquier tipo asegura su rendimiento, buen funcionamiento, durabilidad y sobre todo evita problemas de seguridad industrial.

A continuación se describe el funcionamiento de la prensa mecánica y el manual de mantenimiento respectivo con lo que sin duda se puede extender la vida útil de cada uno de sus elementos y del conjunto.

4.1 FUNCIONAMIENTO DE LA PRENSA

Esta prensa fue diseñada estrictamente para desarmar y armar conjuntos de suspensión de vehículos que permite evitar desperfectos en el funcionamiento del automóvil.

El conjunto de suspensión esta constituido de manera tal que el amortiguador se encuentre dentro del resorte helicoidal.

Se cuenta con un sistema de brazos deslizantes acoplados en las columnas, los brazos portadores de las herramientas de empuje (plato compresor y soporte) poseen capacidad de desplazamiento axial y rotación sobre su respectivo brazo, razón por la cual, una vez desarmado el conjunto, pueden ser desplazados lateralmente para así despejar la zona de operaciones; de esta manera se reduce el tiempo necesario para armar y desarmar el conjunto y tales operaciones se realizan en una forma mas segura (Figura 4.1)

Por otra parte, los ganchos móviles están montados en las columnas, cuenta con un seguro que debe ser accionado manualmente para permitir que se deslicen sobre ellas, así como su movimiento rotacional.

Consta también de un gancho fijo con movimiento axial para ajustarse a los diferentes diámetros de resorte, va acoplado en su alojamiento, en este elemento se asienta un anillo del resorte de suspensión.

En forma general, los movimientos que tienen los ganchos sirven para que se acoplen a los diferentes diámetros de los resortes.

El mecanismo tornillo-tuerca transmite el movimiento a los brazos por medio del eslabón, la fuerza necesaria para accionar el mecanismo es aplicada por medio de una palanca, para lo cual se ha considerado la fuerza promedio de una persona.

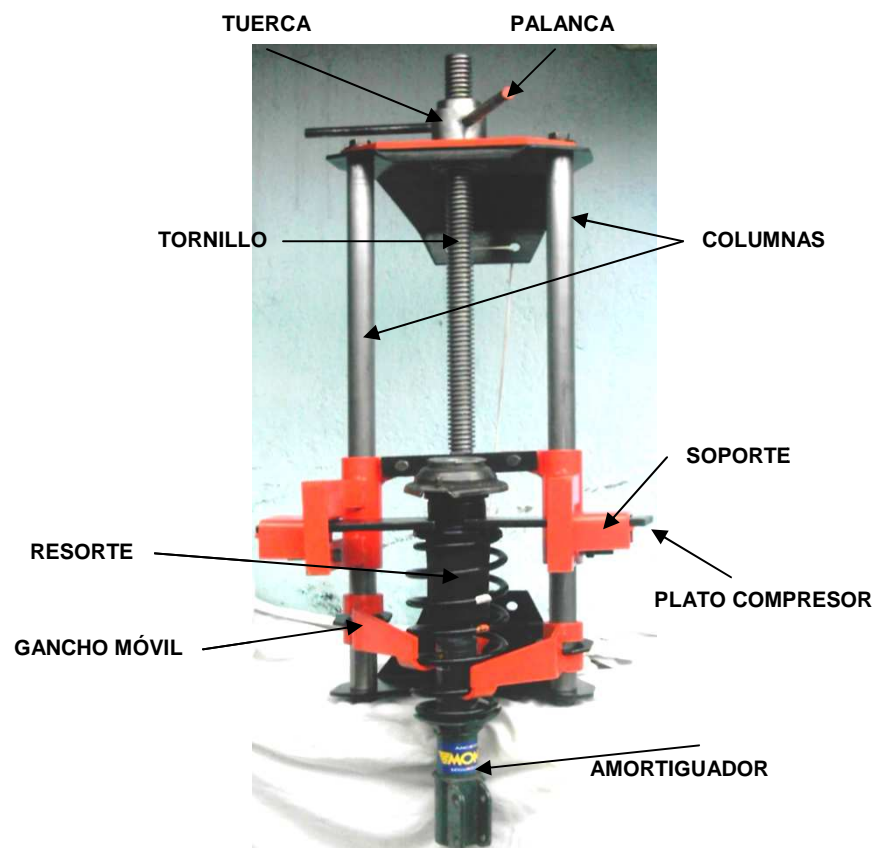


FIGURA 4.1: FUNCIONAMIENTO DE LA PRENSA

4.2 MANUAL DE OPERACIÓN

4.2.1 MONTAJE A LA PARED

La prensa debe ser montada a la pared, para lo cual se utilizar 2 pernos de 3/8" de diámetro, los cuales van alojados en el plato de sujeción, es recomendable que el plato superior de la prensa quede a la altura de la vista del operario para una mejor manipulación.

4.2.2 PROCEDIMIENTO PARA LA COMPRESIÓN DEL RESORTE

- ✓ Inspeccionar que las piezas estén montadas correctamente de manera especial las partes móviles como: gancho fijo y platos compresores en los cuales se tiene un pasador a manera de reten que evita que salgan del soporte.
- ✓ Ubicar el resorte en los ganchos fijo y móviles, de tal manera que este quede estable.

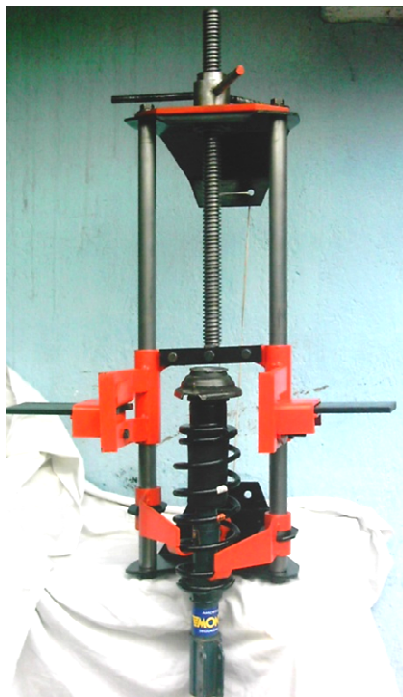


FIGURA 4.2: UBICACIÓN DEL RESORTE EN LOS GANCHOS

- ✓ Luego de colocar el resorte en los ganchos, deslizar y bajar los platos compresores sobre el resorte para asegurarlo.



FIGURA 4.3: RESORTE ASEGURADO CON LAS PLACAS

- ✓ Una vez colocado el amortiguador en la prensa se procede a comprimir el resorte para posteriormente retirar la tuerca de la punta del vástago.



FIGURA 4.4: COMPRESIÓN DEL RESORTE

- ✓ Desmontar los elementos en el siguiente orden: apoyo superior (1), retén (2), copela superior (3), silentblock superior (4) y sacar el resorte (5), recuperar el tope elástico (6) y el silentblock inferior (7) (figura 4.1).

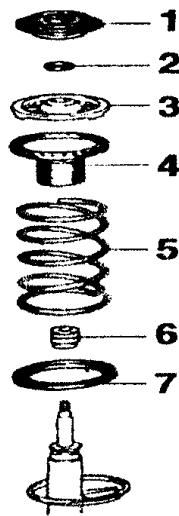


FIGURA 4.5:RESORTE DESMONTADO

- ✓ Retirado el vástago se reemplazan los elementos defectuosos como puede ser: resorte, amortiguador o ambos.



FIGURA 4.6: REEMPLAZO DE ELEMENTOS DEFECTUOSOS

- ✓ Por razones de seguridad, descomprimir el resorte de suspensión si el montaje no se ha de realizar inmediatamente.

4.2.3 ENSAMBLE DEL AMORTIGUADOR

Luego de sustituir los elementos defectuosos se ensambla el amortiguador para lo cual es necesario volver a comprimir el resorte y colocar en orden todos los elementos, controlar los pares de apriete y el posicionamiento correcto de las puntas del resorte en las copelas.

4.2.4 PRECAUCIONES

Al momento de utilizar la prensa se deben tener en cuenta las siguientes precauciones:

- ✓ Mantener alejadas las manos del resorte durante la compresión y aflojamiento del mismo, pues pueden quedar atrapadas.
- ✓ Colocar correctamente el resorte en los tres ganchos, ya que la falta de uno de ellos puede desestabilizar el resorte y causar un grave accidente.
- ✓ Se debe aflojar lentamente el resorte para no sufrir percance alguno.
- ✓ No utilizar la herramienta si en alguna de sus partes existe desgaste excesivo, como puede ser una fisura o ruptura de alguna de las piezas como por ejemplo: dientes del tornillo rotos, fisuras en las partes soldadas

4.3 MANTENIMIENTO DE LA PRENSA

Para que la prensa mecánica funcione correctamente se recomienda:

- ✓ Mantener la prensa en un lugar limpio y seco para evitar que se oxide.

- ✓ Mantenerla alejada de elementos metálicos, ya que esto puede provocar que la prensa se corra.
- ✓ Mantener la prensa alejada de sustancias químicas como: desoxidantes ya que la superficie puede dañarse.
- ✓ Engrasar frecuentemente el tornillo, la tuerca y el rodamiento axial, lubricar las columnas.
- ✓ Asegurarse que los pernos de la estructura no estén flojos.
- ✓ Utilizar la prensa solo para el propósito para el que ha sido construida.

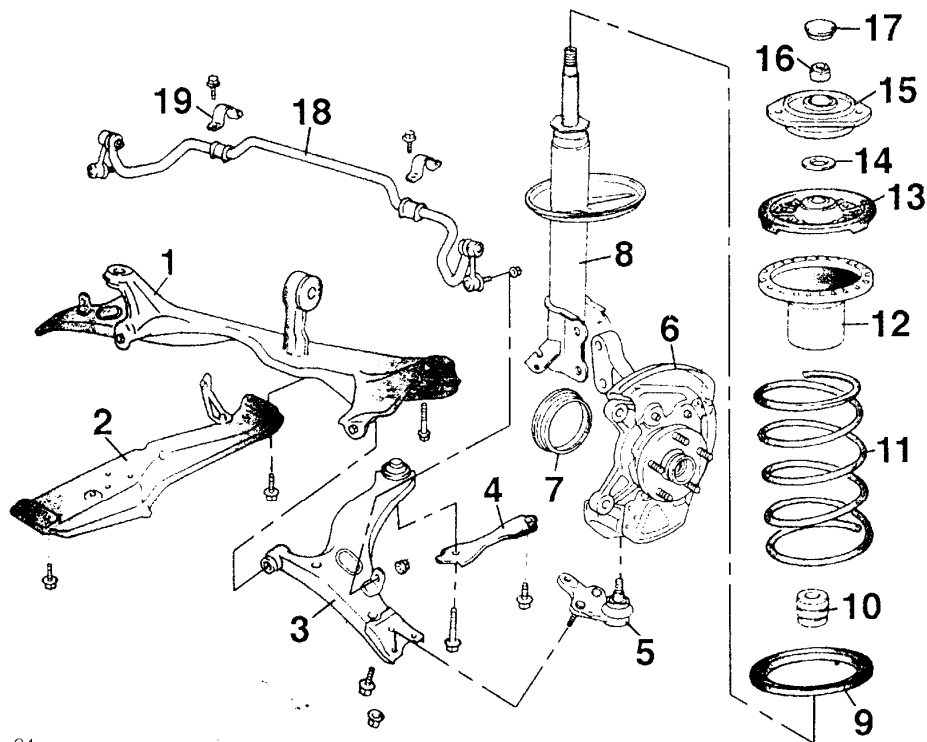
4.4 CAMBIO DE AMORTIGUADORES Y RESORTES

No solo es importante conocer acerca de los procedimientos para la utilización de la prensa mecánica, sino conocer y proveer de la información técnica acerca del montaje y desmontaje del amortiguador de los vehículos.

En la figura 4.7 se muestran las partes constitutivas de la suspensión del tren delantero y el desmontaje del elemento de suspensión del vehículo (fijación superior, fijación inferior)

1. Cuña de suspensión
2. Travesaño inferior
3. Triángulo inferior
4. Placa de fijación trasera del triángulo inferior
5. Rótula inferior
6. Mangueta
7. Deflector
8. Amortiguador
9. Silentblock inferior

10. Tope de goma
11. Muelle o resorte
12. Silentblock superior
13. Apoyo superior
14. Retén
15. Fijación superior
16. Tuerca de vástago de amortiguador
17. Tapa
18. Barra estabilizadora
19. Apoyo de barra estabilizadora



l. 34

FIGURA 4.7: SUSPENSIÓN DELANTERA

4.4.1 REEMPLAZO DE AMORTIGUADORES Y RESORTES DELANTEROS.

- ✓ Para desmontar el amortiguador se comienza por desmontar la rueda, quitar la tuerca del centro del disco y colocar los bulones de las ruedas para que no se mueva el disco (figura 4.8), luego se

procede a desmontar la abrazadera del freno con el fin de no dañar el flexible más adelante.



FIGURA 4.8: COLOCACIÓN DE LOS BULONES

- ✓ Es necesario retirar la tuerca que se sitúa en la base del amortiguador y aquel que se encuentra más arriba, con este procedimiento queda liberada la parte baja del amortiguador. Para retirarlo de la abrazadera baja debemos hacer palanca con una barreta y es recomendable ayudar con algún aditivo.



FIGURA 4.9: PARTE BAJA DEL AMORTIGUADOR

- ✓ Luego de liberar la parte baja se continúa con la parte alta, para lo cual es necesario retirar los tornillos sobre la cabeza del amortiguador (Dentro del capot, retirando el casquillo plástico).

- ✓ Luego de retirar el amortiguador del vehículo se lo desmonta siguiendo los pasos explicados en el punto 4.2 (Manual de operación). NOTA: La posición del resorte en el amortiguador debe calzar perfectamente en la base del amortiguador, ya armado el amortiguador se procede a colocar el mismo. Para colocar el amortiguador en la abrazadera de la zona baja es conveniente lijar suavemente la pintura y lubricar. Luego volver a colocar: la cabeza del amortiguador, rótula, balancín, abrazadera de freno y tuerca de cardán.

Ya armado el amortiguador se procede a colocar el mismo. Para colocar el amortiguador en la abrazadera de la zona baja es conveniente lijar suavemente la pintura y lubricar. Luego volver a colocar: cabeza del amortiguador, rótula, balancín, abrazadera de freno y tuerca del cardán.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- ✓ Con el presente proyecto se reduce el esfuerzo y tiempo empleados por el operario para cumplir con el montaje y desmontaje del resorte, lo cual evita que este realice esfuerzos innecesarios.
- ✓ En la prensa mecánica se pueden comprimir resortes de amortiguador de diferentes diámetros, debido que la geometría entre los ganchos: fijo y móviles es ajustable.
- ✓ Con los resortes en buen estado los amortiguadores trabajan mejor, manteniendo la adherencia de los neumáticos al piso y proporcionando mayor seguridad al conducir. Los neumáticos y la suspensión se desgastan menos y las ruedas se mantienen alineadas por más tiempo, es importante que el cambio se haga en pares para no provocar desequilibrios.
- ✓ En base a los cálculos realizados para las piezas de la prensa en el presente proyecto, se determinaron dimensiones similares a las de la prensa prototipo, lo cual indica que las consideraciones teóricas para el dimensionamiento son correctas.
- ✓ En el diseño de las diferentes partes de la prensa, no se utilizó factor de seguridad pues se calculó considerando la carga máxima que soporta el resorte, la misma que en ningún momento debe ser aplicada pues es la carga límite igual a 872 kgf, la carga necesaria para comprimir el resorte, la distancia requerida es de 100 kgf.

- ✓ Los cálculos se simplifican debido a que los elementos están trabajando bajo flexión y bajo el criterio de elementos empotrados.
- ✓ Debido a que la prensa mecánica construida no es de uso continuo y/o por largos períodos, los materiales utilizados para la fabricación de las piezas constituyentes de la prensa no tienen propiedades mecánicas especiales, sin embargo por los costos se escogieron materiales que cumplan con las especificaciones deseadas.
- ✓ Durante el proceso de construcción se debe prestar especial atención al tornillo de potencia, debido a que este es el mecanismo principal de la prensa ya que transmite la fuerza y movimiento necesarios para comprimir el resorte.

5.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Cuando se ajusten los ganchos móviles, se recomienda deprimir la lengüeta completamente para evitar el desgaste de la columna y un futuro reemplazo de la misma.
- ✓ Se recomienda seguir cuidadosamente los pasos descritos en los manuales de operación y mantenimiento, para evitar daños en la máquina y/o mal funcionamiento de la misma.
- ✓ Para realizar el dimensionamiento de una forma correcta, se recomienda analizar los tipos de esfuerzos a los que están sometidos los elementos de la prensa.
- ✓ Se recomienda no comprimir el resorte hasta que sus anillos se junten, ya que pierde sus propiedades elásticas, debiendo ser desechado.

- ✓ Para realizar el tratamiento superficial, se recomienda que las superficies estén libres de grasa, polvo, óxido, partes corroídas, pintura antigua en mal estado, así como evitar exponerla al aire libre para evitar la oxidación y para que la pintura tenga buena adherencia.

- ✓ Para las piezas que no tienen ningún tratamiento superficial, como son: tornillo, tuerca, columnas es recomendable aplicar una pequeña

- ✓ capa de aceite para que no queden expuestas directamente al aire.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ CASTILLO, Vicente, REINOSO Moreno. ***Diseño y construcción de una prensa de tornillos para ensayos mecánicos.*** Tesis Escuela Politécnica Nacional. 1984.
- ✓ CEAC. ***Dibujo Técnico.*** Volumen 1 ***Cálculos en mecánica.*** 1978
- ✓ Enciclopedia Planeta Agustini. ***Dibujo de Ingeniería y Tecnología Gráfica.*** Tomo III, Mac Graw Hill.
- ✓ JUVINALL. B. ***Fundamentos de diseño para ingeniería mecánica.*** Editorial Limusa. Mexico 1996.
- ✓ LARBURU, N. ***Prontuario de máquinas.*** Editorial Paraninfo. Séptima edición. España. 1995.
- ✓ SHAMES, Irving. ***Ingeniería Mecánica.*** Editorial Prentice Hall. España. Segunda edición. 1969
- ✓ SHIGLEY, Joseph. ***El proyecto en ingeniería mecánica.*** Editorial McGraw Hill. Mexico. 1970.
- ✓ www.monografias.com
- ✓ www.skf.com
- ✓ www.terra.com.
- ✓ www.tecnun.com
- ✓ www.misaficciones.com

✓ www.elmundodelautomovil.com

✓ www.infomecanica.com

ANEXOS

ANEXOS

CAPÍTULO I

Anexo 1.1: Tipos de soldadura

Nº	TIPO DE SOLDADURA	FIGURA	SIMB	REPRESENT	EJEMPLO
1	Soldadura sobre bordes rectos				
2	Soldadura en V (doble chafán)		V		
3	Soldadura en semi-V (simple chafán)		V		
4	Soldadura en Y		Y		
5	Soldadura en semi-Y		Y		
6	Soldadura en U (también llamada, en tulipán)		U		
7	Soldadura en semi-U (también llamada, en J)		U		
8	Soldadura en entallas (también llamada, en tapones)		L		
9	Soldadura por puntos continuos		O		
10	Soldadura en línea continua con recubrimiento		⊕		
11	Soldadura sobre bordes levantados Al soldar quedan fundidos		~		
12	Soldadura en ángulo Bombeada (convexa)		∩		
13	Soldadura en ángulo Cóncava		∪		
14	Soldadura en ángulo Plana		∇		
15	Soldadura en arista		∩		
16	Soldadura de refuerzo Chapa superpuesta		∩		

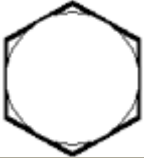




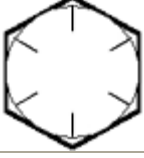
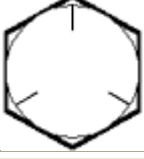


Anexo 1.2: Electrodo y sus aplicaciones

E6016	E6014	E6013	E6012	E6011	E6010	Nº de la AWS
Directa con polaridad inversa o alterna	Alterna o directa	Alterna o directa, con polaridad negativa	Directa con polaridad negativa, o alterna	Alterna o directa, polaridad inversa	Directa, Polaridad inversa	Corriente para soldar
Naranja (s)	Castaño (s)	Castaño (s)	Blanca (s)	Azul (s)	Ninguna	Marca del color Primario (p) Secundario (s)
todas	todas	todas	todas	todas	todas	Posición
Penetración media o profunda; arco potente; escoria mediana	Revestimiento de hierro en polvo, penetración intermedia a superficial; de operación sumamente fácil; poca salpicadura; escoria gruesa que se elimina casi por sí misma	Penetración intermedia a superficial; escoria ligera fácil de eliminar; arco débil	Penetración inmediata; escoria gruesa, arco débil	Penetración profunda; escoria delgada y fácil de eliminar; arco potente	Penetración profunda, escoria delgada y fácil de eliminar; arco potente	Penetración y otras características
Aceros al alto carbón, aceros de aleación, chapa blindada, defensas de automóviles, no puede usarse en soldadoras de potencia de entrada limitada	Soldadura rápida, facilita los labores de soldadura en general; se trata de un electrodo E6013 con revestimiento adicionado con hierro en polvo	Trabajos de reparación en acero dulce; soldaduras en lámina, carrocerías de automóvil; trabajos en granjas y reparaciones con soldadoras de potencia de entrada limitada.	Trabajos de difícil ensamble, soldadura rápida; soldadura ligera, ensambles.	Las mismas del E6010 empleando corriente alterna para soldadura, no todos pueden emplearse en soldadoras de potencia de entrada limitada	Construcción de edificios, tuberías, conductores, tanques para alta presión, puentes, construcción naval, depósitos de almacenamiento, armazones de maquinaria.	Aplicaciones Prácticas








Anexo 1.3: Características generales de elementos de unión – Pernos

Marcado de pernos de acero grado SAE					
Número de grado SAE	Rango del diámetro [inch]	Carga de prueba [kpsi]	Esfuerzo de ruptura [kpsi]	Material	Marcado de la cabeza
1 2	$\frac{1}{4} - 1\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4} - 1\frac{1}{2}$	55 33	74 60	Acero de bajo carbono ó acero al carbono	
5	$\frac{1}{4} - 1\frac{1}{8} - 1\frac{1}{2}$	85 74	120 105	Acero al carbono, Templado y Revenido	
5.2	$\frac{1}{4} - 1$	85	120	Acero de bajo carbono martensítico, Templado y Revenido	
7	$\frac{1}{4} - 1\frac{1}{2}$	105	133	Acero al carbono aleado, Templado y Revenido	
8	$\frac{1}{4} - 1\frac{1}{2}$	120	150	Acero al carbono aleado, Templado y Revenido	
8.2	$\frac{1}{4} - 1$	120	150	Acero de bajo carbono martensítico, Templado y Revenido	







Continuación Anexo 1.3: Características generales de elementos de unión – Pernos

Marcas para pernos de acero grado ASTM					
Designación ASTM	Rango del diámetro [inch]	Carga de prueba [kpsi]	Esfuerzo de ruptura [kpsi]	Material	Marcado de la cabeza
A307	¼ a 4			Acero de bajo carbono	
A325 tipo 1	½ a 1 1 ¹ / ₈ a 1½	85 74	120 105	Acero al carbono, Templado y Revenido	
A325 tipo 2	½ a 1 1 ¹ / ₈ a 1½	85 74	120 105	Acero de bajo carbono martensítico, Templado y Revenido	
A325 tipo 3	½ a 1 1 ¹ / ₈ a 1½	85 74	120 105	Acero recubierto, Templado y Revenido	
A354 grado BC				Acero aleado, Templado y Revenido	
A354 grado BD	¼ a 4	120	150	Acero aleado, Templado y Revenido	
A449	¼ a 1 1 ¹ / ₈ a 1½ 1¾ a 3	85 74 55	120 105 90	Acero al carbono, Templado y Revenido	
A490 tipo 1	½ a 1½	120	150	Acero aleado, Templado y Revenido	
A490 tipo 3				Acero recubierto, Templado y Revenido	

Continuación Anexo 1.3: Características generales de elementos de unión – Pernos

Propiedades mecánicas de elementos roscados de clase métrica					
Clase	Rango del diámetro	Carga de prueba [MPa]	Esfuerzo de ruptura [MPa]	Material	Marcado de la cabeza
4.6	M5 - M36	225	400	Acero de bajo carbono ó acero al carbono	
4.8	M1.6 - M16	310	420	Acero de bajo carbono ó acero al carbono	
5.8	M5 - M24	380	520	Acero de bajo carbono ó acero al carbono	
8.8	M16 - M36	600	830	Acero al carbono, Templado y Revenido	
9.8	M1.6 - M16	650	900	Acero al carbono, Templado y Revenido	
10.9	M5 - M36	830	1040	Acero de bajo carbono martensítico, Templado y Revenido	
12.9	M1.6 - M36	970	1220	Acero aleado, Templado y Revenido	

Continuación Anexo 1.3: Características generales de elementos de unión – Pernos

MARCAS DE GRADOS DE RESISTENCIA PERNOS DE ACERO							
MARCA A.S. GRADO RESISTENCIA	ESPECIFICACION			ALGUNOS USOS RECOMENDADOS	Resistencia a la tracción mínima [Kg/mm ²]	Límite de fluencia mínima [Kg/mm ²]	DUREZA
	SAE grado	ISO clase	ASTM				
		3,6		Para requerimientos menores de resistencia, metalmecánica, motores eléctricos, línea blanca. electrónica, usos generales.	34	20	53 - 70 Rb
	J429 grado 1 1/4 " a 1 1/2 "	4,6	A307 grado A y B	Para requerimientos de resistencia media, construcción de máquinas livianas, automotriz (piezas no afectas a fuertes tensiones), máquinas agrícolas, estructuras livianas.	42	23	70 - 95 Rb
		8,8	A449	Para requerimientos de alta resistencia a la tracción, ruedas de vehículos, partes de motores de tracción, cajas de cambio, máquinas herramientas, matrices	80	64	22 - 32 Rc
			A325	Para requerimientos de alta resistencia a la tracción y otros, especialmente para juntas estructurales exigidas mecánicamente. Debe trabajar con TU y golilla de la misma calidad	Hasta 1 □ 85 de 1 1/8 a 1 1/2 □ 74	Hasta 1 □ 65 de 1 1/8 a 1 1/2 □ 57	Hasta 1 □ 23 - 35 Rc de 1 1/8 a 1 1/2 □ 19 - 31 Rc
			A490	Para requerimientos de alta resistencia a la tracción y alta temperatura. Debe trabajar con TU y golilla de la misma calidad	105	81	32 - 38 Rc
	8	10,9		Para requerimientos de alta resistencia a la tracción, flexión, cizalle, etc. Culata de motores, paquete de resortes, pernos para ruedas vehículos pesados, bielas, etc.	105	88	31 - 38 Rc

Anexo 1.4: Diagnóstico de la suspensión de vehículos

SUSPENSIÓN	FUNCIONAMIENTO						COMPORTAMIENTO						RUIDOS										
	Suave	Irregular	Torpe	Remitente	Ineficaz	Imposible	Desviándose	Perezoso	Sensible a choques	Vacilante	Intranquilo	Resbaladizo	Poca Potencia	Muchas Pérdidas	Canturreo	Ronquido	Zumbido	Chirrido	Traqueteo	Picado	Golpeteo	Estrépito	Remitente
Cuerpo del resorte	x	x	x				x	x		x											x	x	
Soporte resorte	x	x						x		x									x	x		x	
Suspensión	x		x				x	x	x	x									x	x			
Amortiguadores				x	x		x		x	x	x									x		x	
Estabilizador			x	x			x	x		x			x						x				

Anexo 1.5: Alturas de resortes de suspensión en milímetros (mm)

Falcon	375	260
F-100	460	480
TaurusGhia	375	370
TaurusCoupe	350	350
Sierra 1.6 / 2.3	380	380
Escortmod. viejo	370	370
Escort mod. nuevo	375	380
Escort Coupe	370	370
Orion	380	370
Galaxy	360	370
Ka	350	370
Fiesta 16V.	355	360
Fiesta 2000 CLX Zetec 1.6	360	370
Fiesta nuevo	370	390
Focus4P	400	405
Focus5P	400	410
MondeoBerlina	400	410
Mondeo5P	400	390
CourierVan	330	380
Courier Pick Up	350	400
Transit	425	470
HONDA		
Civic	380	370
Áccord	420	400
Accord Coupe	410	390
HYUNDAI		
Accent GLS mod. 95	358	354
Elantra	340	350
LÁDA		
Laika	360	370
Niva	465	493
LAND ROVER		L
Defender mod. 2000	495	535
MITSUBISHI		
Lancer'97	400	370
Gaíant	420	405
SpaceWagón	405	430
L-200 GLX Línea vieja	550	610

Continuación Anexo 1.5: Alturas de resortes de suspensión en milímetros

L-30099/00	380	350
L-200 4x4 Línea vieja	540	600
L-200 4x4 GLS Línea nueva	510	550
Montero 2.8 mod. 99	530	550
NISSAN		
NewSentra	380	380
Pathfinder	460	510
PEUGEOT		
504	440	330
504	Pckup	440
505	405	390
505SRI	405	390
405	380	380
1063P	390	330
1065P	390	330
205 5P	380	360
206 5 velocidades	390	375
306Berlina	380	345
306	5P	380
307	420	415
Boxer	450	430
Partner	405	400
Expert	440	380
RENAULT		
12	360	330
12Break	360	330
18	390	370
18Break	390	375
Fuego	330	300
11	390	260
9	380	260
Ciío3P	380	380
Ciío5P	370	365
ClioII Bicuerpo	390	370
Clio II Tricuerpo	390	370
Twingo	335	335
19	3VOL	380
192VOL	380	365
21	420	290

Continuación Anexo 1.5: Alturas de resortes de suspensión en milímetros

Megane Berlina	390	360
Megane 5P	390	360
Megane Coupe	360	350
Laguna	380	370
Express	380	330
Trafic	430	440
Kangoo	400	440
SEAT		
Córdoba	355	365
Ibiza	352	362
Inca	370	430
SUZUKI		
Swift Coupe	340	350
Swift UP	340	350
Vitara	450	470
Grand Vitara	470	460
Baleno	390	370
TOYOTA		
Hilux 4x4 Doble cabina 2.8 D	575	545
Hilux 4x4 2.8 D	560	580
Hilux Doble cabina 2.8 D	410	420
Corolla 1.8XEI	380	380
Runner 2.8 Diesel 4x4	400	440
VOLKSWAGEN		
VW 1500 Rural	350	320
Gacel/Senda	365	355
Carat	350	360
Saveiro	345	360
Saveiro mod: 98	390	425
Gol	340'	360
Gol 3P mod. 96	370	390
Gol 5P	380	400
Gol 3P Línea nueva	400	410
Gol 5P Línea nueva	380	410
Quantum	360	380
Pointer	370	380
Golf 3P	385	380
Golf 5P	380	360
Golf IV	390	405
Polo	380	380



Continuación Anexo 1.5: Características generales de vehículos tipo Sedan



Mazda Allegro 1.3 Hatchback



SUSPENSIÓN



-  Delantera: independiente tipo McPherson, amortiguadores telescópicos de doble efecto, resortes helicoidales.
-  Trasera: sistema TTL con amortiguadores telescópicos de doble efecto, resortes helicoidales, puente rígido y tirante longitudinal.



Mazda 626





SUSPENSIÓN

-  Delantera: independiente, tipo McPherson con resortes helicoidales y barra estabilizadora. Amortiguadores telescópicos de doble efecto.
-  Trasera: independiente, tipo McPherson con tirantes longitudinales, resortes helicoidales y barra estabilizadora. Amortiguadores telescópicos de doble efecto



Renault Megane 1.4



SUSPENSIÓN

-  Delantera: Tipo McPherson con triángulo inferior y barra estabilizadora, resortes helicoidales, amortiguadores hidráulicos y telescópicos
-  Trasera: Tren de brazos tirados, ruedas independientes, dos barras de torsión concéntricas, amortiguadores hidráulicos y telescópicos



Renault Megane 1.6

SUSPENSIÓN

-  Delantera: Tipo McPherson con triángulo inferior y barra estabilizadora, resortes helicoidales, amortiguadores hidráulicos y telescópicos
-  Trasera: Tren de brazos tirados, ruedas independientes, dos barras de torsión concéntricas, amortiguadores hidráulicos y telescópicos

ANEXOS

CAPÍTULO II

Anexo 2.1: Carga máxima para resortes en espiral de 1 a10 mm de diámetro de alambre y de 10 a50 mm de diámetro exterior

CARGA MÁXIMA PARA RESORTES EN ESPIRAL DE 1 A10 MM DE DIÁMETRO DE ALAMBRE Y DE 10 A150 MM DE DIÁMETRO EXTERIOR																
Diám. Ext. D, mm	Diámetro del alambre d en mm															
	1	1.3	2	2.3	3	3.5	4	4.5	5	6	7	8	9	10	12	15
10	1.75	6.24	15.7	32.8	61											
12	1.43	5.05	12.6	25.9	47.1	79										
15	1.12	3.93	9.67	19.7	35.4	59	91	136								
20	0.85	2.87	6.98	14	25	40.8	63	92	131	242						
25	0.65	2.26	5.47	10.9	19.3	31.3	47.9	70	98	179	299					
30	0.54	1.86	4.49	8.93	15.7	25.4	38.3	56	79	141	234	366				
35	0.46	1.58	7.58	13.3	21.4	32.4	47.0	65	117	193	298	441				
40	0.40	1.38	3.31	6.55	11.5	18.5	27.9	40.3	56	100	163	251	370	524	970	
45	0.36	1.22	2.92	5.78	10.1	16.6	24.5	35.4	49.1	87	142	217	318	449	823	1768
50	0.32	1.09	2.62	5.17	9.03	14.5	21.9	31.5	43.6	77	125	192	279	393	714	1515
60	0.27	0.91	2.17	4.27	7.44	11.9	18	25.8	35.7	63	102	153	225	314	566	1178
70	0.23	0.77	1.85	3.64	6.33	10.1	15.2	21.9	30.2	53	86	130	188	264	468	964
80	0.20	0.68	1.61	3.17	5.51	8.81	13.2	19	26.2	45.9	74	112	161	224	399	816
90	0.18	0.60	1.43	2.81	4.88	7.79	11.8	16.8	23.1	40.4	65	98	141	196	348	1707
100	---	0.54	1.28	2.52	4.37	6.98	10.5	15	20.7	36.1	58	77	126	175	309	624
120	---	0.45	1.07	2.09	3.63	5.78	8.7	12.4	11.71	29.8	49.7	72	103	143	251	505
150	---	0.36	0.85	1.67	2.89	4.60	6.89	9.86	13.6	23.6	37.7	57	81	112	197	393

* Esta tabla indica la carga máxima P del resorte.

Anexo 2.2: Factor de seguridad

Factor de seguridad para columnas de Euler	
Máquinas pequeñas	6 - 8
Máquinas grandes	4 - 6

Anexo 2.3: Parámetros de tornillos de potencia

TAMAÑOS ESTÁNDAR DE CUERDAS PARA TORNILLOS DE POTENCIA				
Diámetro mayor		Hilos por pulgada (25.4 mm)		
(pulg)	(mm)	Acme y Acme corta	Cuadrada y cuadrada modificada	Trapezoidal
¼	6.35	16	10	
5/16	7.94	14		
3/8	9.53	12		
3/8	9.53	10	8	
7/16	11.11	12		
7/16	11.11	10		
½	12.70	10	6 ½	16
5/8	15.88	8	5 ½	16
¾	19.05	6	5	16
7/8	22.23	6	4 ½	12
1	25.40	5	4	12
1 1/8	28.58	5		
1 ¼	31.75	5	3 ½	10
1 3/8	34.93	4		10
1 ½	38.10	4	3	10
1 ¾	44.45	4	2 ½	8
2	50.80	4	2 ¼	8
2 ¼	57.15	3	2 ¼	8
2 ½	63.50	3	2	8
2 ¾	69.85	3	2	6
3	76.20	2	1 ¾	6
3 ½	88.90	2	1 5/8	6
4	101.60	2	1 ½	6
4 ½	114.30	2		5
5	127.00	2		5

Continuación Anexo 2.3: Parámetros de los tornillos de potencia

ROSCA CUADRADA Y CUADRADA MODIFICADA					
Diámetro	Hilos / pulgada	Paso	Ø de raíz (dr)	Ø medio (dm)	Altura (h)
6.35	10	2.5	3.8	5.1	1.3
7.94					
9.53	8	3.2	6.4	7.9	1.6
11.11					
12.7	6.5	3.9	8.8	10.7	2.0
15.88	5.50	4.6	11.3	13.6	2.3
19.05	5	5.1	14.0	16.5	2.5
22.23	4.5	5.6	16.6	19.4	2.8
25.4	4	6.4	19.1	22.2	3.2
28.58					
31.75	3.5	7.3	24.5	28.1	3.6
34.93					
38.1	3	8.5	29.6	33.9	4.2
44.45	2.5	10.2	24.3	39.4	5.1
50.8	2.25	11.3	39.5	45.2	5.6
57.15	2.25	11.3	45.9	51.5	5.6
63.5	2	12.7	50.8	57.2	6.4
69.85	2	12.7	57.2	63.5	6.4
76.2	1.75	14.5	61.7	68.9	7.3
88.9	1.625	15.6	73.3	81.1	7.8
101.6	1.5	16.9	84.7	93.1	8.5
114.3					
127					

Anexo 2.4: Coeficiente de fricción

Máquinas simples	ROZAMIENTO DE MATERIALES				
Rozamiento					
<p>Rozamiento (fricción), es la resistencia que se opone al movimiento existente o que se ha de producir; actúa según las superficies en contacto. En el primer caso, el rozamiento es dinámico, pudiendo ser por resbalamiento o rodadura; en el segundo caso, es estático.</p> <p>La resistencia al rozamiento es proporcional a la presión normal entre las superficies en contacto.</p> $F = N\mu$ <p>siendo:</p> <p>F La fuerza para superar la resistencia al rozamiento. N La presión normal entre las superficies en contacto. μ El coeficiente de rozamiento (Tabla 7.4).</p> <p>Generalmente, se considera que el rozamiento por resbalamiento es independiente del valor de las superficies en contacto, y el de rodadura independiente de la velocidad, aunque también están influenciados por el tipo del lubricante, temperatura, velocidad y presión superficial; en todo caso, es mayor el rozamiento estático que el dinámico.</p>					
Angulo de rozamiento					
<p>El ángulo de rozamiento de un cuerpo situado en un plano inclinado, es igual al que forma este plano con la horizontal, cuando el cuerpo inicia el descenso.</p>					
		$N = G \cos \rho$ $\operatorname{tg} \rho = \frac{h}{b}$ $F = N \operatorname{tg} \rho = \mu N$ $\operatorname{sen} \rho = \frac{h}{l}$ $\operatorname{tg} \rho = \mu$ <p>Autoretención de G, para $\rho \leq \mu$.</p>			
Máquinas simples	COEFICIENTES DE ROZAMIENTO			TABLA 7 . 4	
MATERIALES EN ROZAMIENTO		Estático		Dinámico	
		Seco	Lubricado	Seco	Lubricado
Acero sobre acero		0,15	0,10	0,10	0,09-0,08
Acero sobre fundición de hierro		0,19	0,10	0,18	0,08-0,05
Acero sobre bronce		0,19	0,10	0,18	0,08-0,05
Acero sobre antifricción					0,04
Acero sobre madera dura		0,6-0,5	0,10	0,4	0,08
Acero sobre hielo		0,026		0,015	
Fundición sobre fundición (hierro)		0,20	0,16	0,14	0,10
Fundición sobre bronce		0,20	0,16	0,18	0,08
Fundición sobre madera dura		0,6	0,10	0,5	0,10
Bronce sobre bronce		0,20	0,11	0,19	0,06
Revestimiento de freno sobre acero		0,4		0,1	
Correa de cuero sobre fundición		0,4		0,3	
Correa de cuero sobre madera		0,5		0,4	
Neumáticos sobre calzada (hormigonada, asfaltada)			0,75-0,65		
Neumáticos sobre calzada empedrada (seca)			0,6		
Neumáticos sobre calzada mojada			0,3-0,1		
Cojinetes de máquinas (rodaduras)			0,1		0,06-0,03
Rodamientos de bolas y de rodillos					0,003-0,001

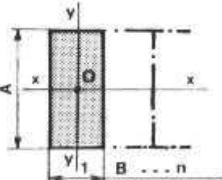
Anexo 2.5: Características de materiales para construcción de maquinaria

MATERIAL		Módulos		Características		Coeficientes de trabajo admisibles en kg/cm ²													
		Elasticidad kg/cm ²	Desgarro módulo kg/cm ²	Carga de rotura kg/mm ²	Alarga- miento %	Tracción			Compresión			Flexión			Cortadura			Torsión	
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Acero suave	2.150.000	850.000	35-50	25-15	900 a 1500	600 a 1000	300 a 600	900 a 1500	600 a 1000	300 a 600	900 a 1500	600 a 1000	300 a 600	720 a 1200	480 a 800	240 a 400	600 a 1200	400 a 800	200 a 400
Acero duro	2.200.000	850.000	50-70	20-10	1200 a 1800	800 a 1200	400 a 600	1200 a 1800	800 a 1200	400 a 600	1200 a 1800	800 a 1200	400 a 600	960 a 1440	640 a 960	320 a 480	960 a 1440	600 a 900	300 a 450
Acero muelles	2.000.000	900.000	70-150	16-5				7500	5000								6000	4000	
Acero al níquel	2.150.000	850.000	45-60	20-16	1200 a 1800	800 a 1200	400 a 600	1200 a 1800	800 a 1200	400 a 600	1200 a 1800	800 a 1200	400 a 600	960 a 1440	640 a 960	320 a 480	960 a 1440	600 a 900	300 a 450
Acero cromo-níquel	2.080.000	850.000	85-115	20-13	2500	1600	900	2500	1600	900	2500	1600	900	2000	1300	700	2000	1300	700
Acero fundido	2.150.000	830.000	38-50	20-10	600 a 1200	400 a 800	200 a 400	600 a 1200	400 a 800	200 a 400	600 a 1200	400 a 800	200 a 400	480 a 960	320 a 640	160 a 320	480 a 960	320 a 640	160 a 320
Fundición gris	750.000	300.000	11-36	-	300 a 360	200 a 230	100 a 120	300 a 360	200 a 230	100 a 120	300 a 360	200 a 230	100 a 120	300 a 350	200 a 230	100 a 120	300 a 350	200 a 230	100 a 120
Fundición mecanizada	"	"	19-35	-	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Fundición maleable	1.050.000	400.000	28-36	7,5-1	450 a 700	300 a 470	150 a 230	450 a 700	300 a 470	150 a 230	450 a 700	300 a 470	150 a 230				300	200	100
Cobre laminado	1.150.000		20-27	35-25	400 a 540	270 a 360	130 a 180	400 a 540	270 a 360	130 a 180	400 a 540	270 a 360	130 a 180						
Plomo	1.150.000		1,25	37															
Aluminio fundido	685.000	260.000	9-15	13-8	100 a 120	70 a 80	30 a 40	150 a 180	100 a 120	70 a 80	30 a 40	150 a 180	100 a 120						
Bronce fundido	1.200.000		35-60	30-10	400 a 500	270 a 330	130 a 170	400 a 500	270 a 330	130 a 170	400 a 500	270 a 330	130 a 170						
Bronce fosforoso	1.200.000		30-44	41-34	600 a 950	400 a 600	200 a 300	600 a 900	400 a 600	200 a 300	600 a 900	400 a 600	200 a 300	450 a 700	300 a 470	150 a 230	450 a 700	300 a 470	150 a 230
Latón	600.000		15	12	400 a 600	270 a 400	130 a 200	400 a 600	270 a 400	130 a 200	400 a 600	270 a 400	130 a 200						
Metal duto	1.050.000		40-75	40-10	600 a 1000	400 a 670	200 a 330	600 a 1000	400 a 670	200 a 330	600 a 1000	400 a 670	200 a 330	480 a 800	320 a 530	160 a 270	480 a 800	320 a 530	160 a 270

Casos de carga. — I, Carga estática o permanente. II, Carga alternativa. III, Carga cíclica de un valor máximo positivo a máximo negativo.

Generalidades **CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN DE MAQUINARIA** TABLA 1. 6

Anexo 2.6: Módulos de inercia y módulos resistentes de secciones rectangulares

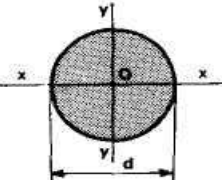
Momentos de inercia			MOMENTOS DE INERCIA Y MODULOS RESISTENTES DE SECCIONES RECTANGULARES						TABLA 3 . 4
Momento de inercia, $I_x = \frac{nh^3}{12}$						Resistencia a la fatiga por flexión (eje x-x)			$\sigma = \frac{M_x}{W_x}$
Módulo resistente, $W_x = \frac{nh^2}{6}$									
<i>h</i> cm	I_x cm ⁴	W_x cm ³	<i>h</i> cm	I_x cm ⁴	W_x cm ³	<i>h</i> cm	I_x cm ⁴	W_x cm ³	
1	0,0833	0,16667	36	3888,00	216,000	71	29825,9	840,167	
2	0,6666	0,66667	37	4221,08	228,167	72	31104,0	864,000	
3	2,2500	1,50000	38	4572,67	240,667	73	32418,1	888,167	
4	5,3333	2,66667	39	4943,25	253,500	74	33768,7	912,667	
5	10,4167	4,16667	40	5333,33	266,667	75	35156,3	937,500	
6	18,0000	6,00000	41	5743,42	280,167	76	36581,3	962,667	
7	28,5833	8,16667	42	6174,00	294,000	77	38044,4	988,167	
8	42,6667	10,6667	43	6625,58	308,167	78	39546,0	1014,00	
9	60,7500	13,5000	44	7098,67	322,667	79	41086,6	1040,17	
10	83,3333	16,6667	45	7593,75	337,500	80	42666,7	1066,67	
11	110,917	20,1667	46	8111,33	352,667	81	44286,8	1093,50	
12	144,000	24,0000	47	8651,92	368,167	82	45947,3	1120,67	
13	183,083	28,1667	48	9216,00	384,000	83	47648,9	1148,17	
14	228,667	32,6667	49	9804,08	400,167	84	49392,0	1176,00	
15	281,250	37,5000	50	10416,7	416,667	85	51177,1	1204,17	
16	341,333	42,6667	51	11054,3	433,500	86	53004,7	1232,67	
17	409,417	48,1667	52	11717,3	450,667	87	54875,3	1261,50	
18	486,000	54,0000	53	12406,4	468,167	88	56789,3	1290,67	
19	571,583	60,1667	54	13122,0	486,000	89	58747,4	1320,17	
20	666,667	66,6667	55	13864,6	504,167	90	60750,0	1350,00	
21	771,750	73,5000	56	14634,7	522,667	91	62797,6	1380,17	
22	887,333	80,6667	57	15432,8	541,500	92	64890,7	1410,67	
23	1013,92	88,1667	58	16259,3	560,667	93	67029,8	1441,50	
24	1152,00	96,0000	59	17114,9	580,167	94	69215,3	1472,67	
25	1302,08	104,167	60	18000,0	600,000	95	71447,9	1504,17	
26	1464,67	112,667	61	18915,1	620,167	96	73728,0	1536,00	
27	1640,25	121,500	62	19860,7	640,667	97	76056,1	1568,17	
28	1829,33	130,667	63	20837,3	661,500	98	78432,7	1600,67	
29	2032,42	140,167	64	21845,3	682,667	99	80858,3	1633,50	
30	2250,00	150,00	65	22885,4	704,167	100	83333,33	1666,67	
31	2482,58	160,167	66	23958,0	726,000				
32	2730,67	170,667	67	25063,6	748,167				
33	2994,75	181,500	68	26202,7	770,667				
34	3275,33	192,667	69	27375,8	793,500				
35	3572,92	204,167	70	28583,3	816,667				

Nota.— Los valores de I_x y W_x para alturas A comprendidas entre 100 y 1000 cm, variando de 10 en 10 cm, corresponden a las que figuran en la Tabla para alturas 10 veces menores, multiplicados por 1000 y 100, respectivamente. Los momentos de inercia y resistentes para espesores distintos de la unidad (1 cm), se determinarán multiplicando los valores de la Tabla por el espesor correspondiente (en cm).

Ejemplo 1.º— Valores de I_x y W_x para $A = 14$ cm (140 mm) y $B = 3$ cm (30 mm).
 $I_x = 228,667 \times 3 = 686,0$ cm⁴; $W_x = 32,6667 \times 3 = 98,0$ cm³.

Ejemplo 2.º— Valores de I_x y W_x para $A = 150$ cm (1500 mm) y $B = 3,5$ cm (35 mm).
 $I_x = 281,25 \times 1000 \times 3,5 = 984375$ cm⁴; $W_x = 37,5 \times 100 \times 3,5 = 13125$ cm³.

Continuación Anexo 2.6: Momentos de inercia y módulos resistentes de secciones circulares

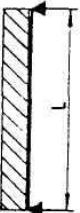



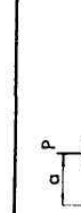
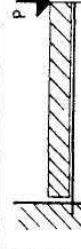

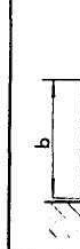
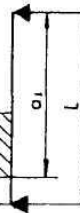
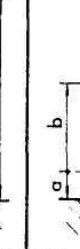

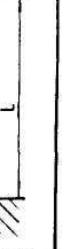
Momentos de inercia		MOMENTOS DE INERCIA Y MODULOS RESISTENTES DE SECCIONES CIRCULARES					TABLA 4 . 4	
Momento de inercia, $I_x = I_y = \frac{\pi d^4}{64}$						Resistencia a la fatiga por flexión		
Módulo resistente mín. $W_x = W_y = \frac{\pi d^3}{32}$						$\sigma = \frac{M_f}{W_{min}}$		
D cm	$I_x = I_y$ cm ⁴	$W_x = W_y$ cm ³	d cm	$I_x = I_y$ cm ⁴	$W_x = W_y$ cm ³	d cm	$I_x = I_y$ cm ⁴	$W_x = W_y$ cm ³
1	0,0491	0,0982	23,5	14970,7	1274,10	66	931420	28224,9
1,5	0,2485	0,3313	24	16286,0	1357,17	67	989166	29527,3
2	0,7854	0,7854	24,5	17686,2	1443,77	68	1049560	30869,3
2,5	1,9175	1,5340	25	19174,8	1533,98	69	1112670	32251,3
3	3,9761	2,6510	25,5	20755,4	1627,87	70	1178590	33674,0
3,5	7,3662	4,2090	26	22431,8	1725,52	71	1247390	35137,8
4	12,566	6,2830	27	26087,1	1932,37	72	1319170	36643,5
4,5	20,129	8,9462	28	30171,9	2155,13	73	1393990	38191,7
5	30,680	12,272	29	34718,6	2394,38	74	1471960	39782,8
5,5	44,918	16,339	30	39760,8	2650,72	75	1553160	41417,5
6	63,617	21,206	31	45333,2	2924,73	76	1637660	43096,4
6,5	87,624	26,961	32	51471,9	3216,99	77	1725570	44820,0
7	117,859	33,674	33	58213,8	3528,11	78	1816970	46589,0
7,5	155,316	41,418	34	65597,2	3858,66	79	1911960	48404,0
8	201,062	50,266	35	73661,8	4209,24	80	2010620	50265,5
8,5	256,239	60,292	36	82448,0	4580,44	81	2113050	52174,1
9	322,062	71,569	37	91997,7	4972,85	82	2219350	54130,4
9,5	399,820	84,173	38	102354	5387,05	83	2329610	56135,1
10	490,874	98,175	39	113561	5823,63	84	2443920	58188,6
10,5	596,660	113,650	40	125664	6283,19	85	2562390	60291,6
11	718,688	130,671	41	138709	6766,30	86	2685120	62444,7
11,5	858,541	149,312	42	152745	7273,57	87	2812210	64648,4
12	1017,88	169,646	43	167820	7805,58	88	2943750	66903,4
12,5	1198,42	191,748	44	183984	8362,92	89	3079850	69210,2
13	1401,99	215,690	45	201289	8946,18	90	3220620	71569,4
13,5	1630,44	241,547	46	219787	9555,94	91	3366170	73981,7
14	1885,74	269,392	47	239531	10192,8	92	3516590	76447,5
14,5	2169,91	299,298	48	260576	10857,3	93	3671990	78967,6
15	2485,05	331,340	49	282979	11550,2	94	3832490	81542,4
15,5	2833,33	365,591	50	306796	12271,9	95	3998200	84172,6
16	3216,99	402,124	51	332086	13023,0	96	4169220	86858,8
16,5	3638,36	441,013	52	358908	13804,2	97	4345670	89601,5
17	4099,83	482,333	53	387323	14616,0	98	4527660	92401,3
17,5	4603,86	526,155	54	417393	15459,0	99	4715320	95258,9
18	5153,00	572,555	55	449180	16333,8	100	4908740	98174,8
18,5	5749,85	621,606	56	482750	17241,1			
19	6397,12	673,381	57	518167	18181,3			
19,5	7097,55	727,954	58	555497	19155,1			
20	7853,98	785,398	59	594810	20163,0			
20,5	8669,33	845,788	60	636173	21205,8			
21	9546,56	909,197	61	679656	22283,8			
21,5	10488,8	975,698	62	725332	23397,8			
22	11499,0	1045,37	63	773272	24548,3			
22,5	12580,6	1118,27	64	823550	25735,9			
23	13736,7	1194,49	65	876241	26961,3			

Nota. — Los valores de $I_x = I_y$ y $W_x = W_y$ para diámetros comprendidos entre 100 y 1000 cm, variando de 5 en 5 cm entre 100 y 260 y de 10 en 10 cm entre 260 y 1000, corresponden a los que figuran en la Tabla para diámetro 10 veces menores, multiplicados por 10000 y 1000, respectivamente.

Ejemplo 1.º — Valores de I_x y W_x para un redondo de 7,5 cm \varnothing .
Directamente en la Tabla $I_x = 155,316$ cm⁴; $W_x = 41,418$ cm³.

Ejemplo 2.º — Valores de I_x y W_x para un redondo de 115 cm \varnothing .
 $I_x = 858,541 \times 10000 = 8585410$ cm⁴; $W_x = 149,312 \times 1000 = 149312$ cm³.

Anexo 2.7: Resistencia a la Flexión

<p>DISPOSICION DE LA VIGA Y DE LAS CARGAS</p> 	<p>CLASE DE CARGA</p> <p>Carga uniformemente repartida por unidad de longitud</p>	<p>FORMULA</p> $\frac{GL^3}{8}$	<p>DISPOSICION DE LA VIGA Y DE LAS CARGAS</p> 	<p>CLASE DE CARGA</p> <p>Carga uniformemente repartida por unidad de longitud.</p>	<p>FORMULA</p> $\frac{GL^3}{2}$
<p>DISPOSICION DE LA VIGA Y DE LAS CARGAS</p> 	<p>CLASE DE CARGA</p> <p>Carga concentrada aplicada en el centro de la longitud</p>	<p>FORMULA</p> $\frac{PL}{4}$	<p>DISPOSICION DE LA VIGA Y DE LAS CARGAS</p> 	<p>CLASE DE CARGA</p> <p>Carga P concentrada en el extremo</p>	<p>FORMULA</p> $P L$
<p>DISPOSICION DE LA VIGA Y DE LAS CARGAS</p> 	<p>CLASE DE CARGA</p> <p>Carga concentrada en un punto cualquiera de la luz</p>	<p>FORMULA</p> $\frac{P a (L-a)}{L}$	<p>DISPOSICION DE LA VIGA Y DE LAS CARGAS</p> 	<p>CLASE DE CARGA</p> <p>Carga uniformemente repartida y otra concentrada en el extremo</p>	<p>FORMULA</p> $\frac{GL^3}{2} + PL$
<p>DISPOSICION DE LA VIGA Y DE LAS CARGAS</p> 	<p>CLASE DE CARGA</p> <p>Carga G (por unidad de longitud), uniformemente repartida sobre una parte de la longitud</p>	<p>FORMULA</p> $\frac{Gb}{2L} \left[(2a_1 - b)^2 \times \left(\frac{b}{4L} + \frac{a}{2a_1 - b} \right) \right]$	<p>DISPOSICION DE LA VIGA Y DE LAS CARGAS</p> 	<p>CLASE DE CARGA</p> <p>Carga uniformemente repartida sobre una parte de la longitud</p>	<p>FORMULA</p> $\frac{Gb^3}{2}$
<p>DISPOSICION DE LA VIGA Y DE LAS CARGAS</p> 	<p>CLASE DE CARGA</p> <p>Carga uniformemente repartida G, sobre toda la pieza, y otra concentrada móvil P.</p>	<p>FORMULA</p> $\frac{GL^3}{8} + \frac{PL}{4}$	<p>DISPOSICION DE LA VIGA Y DE LAS CARGAS</p> 	<p>CLASE DE CARGA</p> <p>Carga uniformemente repartida sobre una parte de la longitud</p>	<p>FORMULA</p> $Gb \left(a + \frac{b}{2} \right)$
<p>DISPOSICION DE LA VIGA Y DE LAS CARGAS</p> 	<p>CLASE DE CARGA</p> <p>Cargas uniformemente repartidas sobre porciones de la longitud</p>	<p>FORMULA</p> $\frac{G}{2} (a^2 + b (2L - b))$	<p>DISPOSICION DE LA VIGA Y DE LAS CARGAS</p> 	<p>CLASE DE CARGA</p> <p>Cargas uniformemente repartidas sobre porciones de la longitud</p>	<p>FORMULA</p> $\frac{G}{2} (a^2 + b (2L - b))$

ANEXOS
CAPÍTULO III

ANEXO 3.1

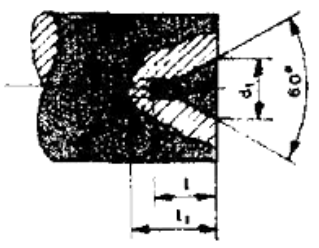
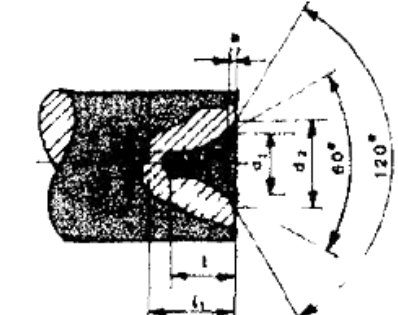
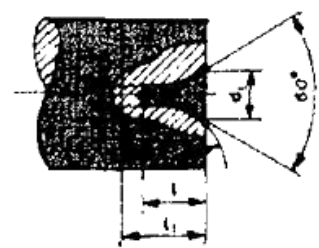
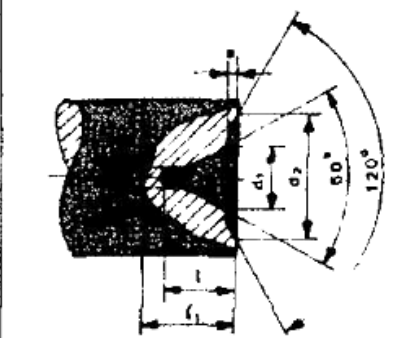
PARÁMETROS DE CONSTRUCCIÓN

MATERIAL	VELOCIDAD		
	TRABAJOS CORRIENTES		PARA PRODUCCIÓN CON BUENA REFRIGERACIÓN CON BROCAS DE ACERO RÁPIDO
	Con brocas de acero al carbono	Con brocas de acero rápido	
Fundición	8 a 12	15 a 20	30 a 45
Fundición Dura	6 a 8	10 a 15	20 a 30
Fundición Maleable	6 a 12	10 a 15	25 a 27
Acero Dulce	10 a 12	20 a 25	25 a 35
Acero Semiduro	8 a 10	15 a 20	20 a 25
Acero Duro	6 a 8	12 a 15	15 a 20
Bronce, latón y aluminio ordinarios	15 a 20	25 a 40	60 a 90
Acero Moldeado	6 a 10	10 a 15	10 a 20

Continuación Anexo 3.1: Velocidad de corte con cuchillas de acero rápido

Útiles de corte	CUCHILLAS PARA TORNEADO					TABLA 17 . 12
	VELOCIDADES DE CORTE CON UTILES DE ACERO RÁPIDO					
Material a tornear	Resistencia Dureza	Avance <i>s</i> mm por vuelta				
		0,2	0,4	0,8	1,6	3,2
		Velocidad <i>v</i> m por minuto				
Acero suave	45 kg/mm ²	43	32	24	18	13
Acero semiduro	60 kg/m ²	34	25	19	14	10
Acero duro	85 kg/m ²	26	21	16	12	8
Acero ligeramente aleado	90-110 kg/mm ²	18	13	10	7,5	6
Acero aleado	110-150 kg/mm ²	17	12	8,5	6	4
Acero fundido (moldeado)	50 kg/mm ²	34	25	19	14	10
Acero fundido duro	50-80 kg/mm ²	27	18	13	10	7,5
Fundición gris	HB 180	48	27	18	14	10
Fundición dura	HB 220	32	18	13	10	8
Fundición acerada	HB 250	22	14	11	7,5	5
Cobre	60-80 HB	56	53	38	28	21
Latón	80-120 HB	125	85	56	36	27
Bronce	100 HB	63	48	40	32	24
Aleaciones blandas de aluminio	20 HB	132	85	56	38	28
Aleaciones duras de aluminio	25 HB	118	75	50	38	28
Aleaciones de magnesio	20 HB	1000	900	800	750	700
Plásticos		60-200				
Goma dura		100				
<p>NOTA. — Las velocidades de corte indicadas son de aplicación para profundidades de corte de $s \leq 5$ mm; para profundidades $s \geq 5$ mm los valores indicados se reducirán en un 10 a 20%. Estas velocidades corresponden a operación de acabado, para otros se afectarán de los coeficientes siguientes:</p> <p>Desbastado, 0,7; Tronzado, 0,6 Taleadrado, 0,3 Mandriando 0,6 Roscado 0,1 a 0,4</p>						

Continuación Anexo 3.1: Centro para trabajo de torneado entre puntos

Accesorios para corte		CENTROS PARA TRABAJO DE TORNEADO ENTRE PUNTOS				TABLA 7 . 12				
<i>Centrado cónico sin protección</i>					<i>Centrado cónico con chafán de protección</i>					
										
Diámetro del extremo del árbol		d	d_1	l	d	d_1	d_2	l		
De 0 a 8		1	2,12	3	1	2,12	3,15	3,5		
8 12		1,6	3,35	5	1,6	3,35	5	5		
12 18		2	4,25	6	2	4,25	6,3	6,6		
18 25		2,5	5,3	7	2,5	5,3	8	8,3		
25 40		3,15	6,7	9	3,15	6,7	10	10		
40 80		4	8,5	11	4	8,5	12,5	12,7		
80 180		6,3	13,2	18	6,3	13,2	18	20		
más de 180		10	21,2	28	10	21,2	28	31		
<i>Centrado con perfil curvilíneo</i>					<i>Centrado cónico con rebaje protector</i>					
										
Diámetro del extremo del árbol		d	d_1	d_2	l	d	d_1	d_2	a	l
De 0 a 6		1	2,12	3	3,15	1	2,5	5,5	0,6	3,6
6 10		1,6	3,25	5	5	1,6	4	8,5	0,9	6
10 16		2	4,25	6	6,3	2	5	10	0,9	7
16 25		2,5	5,3	7	8	2,5	6,3	12,5	1,1	8,6
25 40		3,15	6,7	9	10	3,15	8	16	1,7	10,7
40 63		4	8,5	11	12,5	4	10	20	1,7	13,2
63 80		6,3	13,2	18	20	6,3	16	31,6	3	21
más de 80		10	21,2	28	31,5	10	25	45	4,3	31,5
<p>NOTA. — l, representa la longitud del árbol para que el centrado desaparezca (Centros para torneado de acuerdo con ISO).</p>										

Continuación Anexo 3.1: Tren de ruedas para roscas de paso en milímetros (Husillo = 10.5 mm)

Operaciones para torneado		TORNO CON HUSILLO DE PASO EN MILÍMETROS <i>Tren de ruedas para rosca de paso en milímetros</i>				TABLA 2 . 12			
$P_r = P_h \cdot \frac{A \cdot B}{B \cdot D}$									
PASO DEL HUSILLO, $P_h = 10$ MILÍMETROS					PASO DEL HUSILLO, $P_h = 5$ MILÍMETROS				
Paso de la rosca en milímetros P_r	Número de dientes de la rueda				Paso de la rosca en milímetros P_r	Número de dientes de la rueda			
	A	B	C	D		A	B	C	D
0,4	20	100	25	125	0,25	20	80	25	125
0,5	20	80	25	125	0,3	20	80	30	125
0,6	20	80	30	125	0,4	20	50	25	125
0,7	20	80	35	125	0,5	20	40	25	125
0,8	20	50	25	125	0,6	20	40	30	125
1	20	40	25	125	0,7	20	40	35	125
1,25	20	40	25	100	0,8	40	50	25	125
1,5	20	40	30	100	1	50	40	20	125
1,75	20	40	35	100	1,25	50	40	25	125
2	20	40	30	75	1,5	30	40	50	125
2,5	20	50	25	40	1,75	50	80	70	125
3	20	50	30	40	2	30	25	20	80
3,5	20	50	35	40	2,5	50	25	30	120
4	40	60	30	50	3	40	25	30	80
4,5	40	50	45	80	3,5	35	25	40	80
5	40	50	75	120	4	30	45	60	50
5,5	30	60	55	50	4,5	40	25	45	80
6	45	30	20	50	5	40	50	75	60
7	35	20	40	100	5,5	45	30	55	75
8	40	25	50	100	6	45	30	40	50
9	40	20	45	100	7	35	20	40	50
10	40	20	30	60	8	60	25	50	75
12	50	25	45	75	9	40	20	45	50
14	60	30	35	50	10	80	20	30	60
16	70	35	40	50	12	80	20	30	50
18	80	50	40	50	14	60	30	70	50
20	75	30	40	50	16	70	35	40	25
24	60	20	40	50	18	80	50	45	20
26	65	20	40	50	20	75	30	40	25
28	60	30	70	50	24	60	20	40	25
					26	65	20	40	25
					28	60	30	70	25

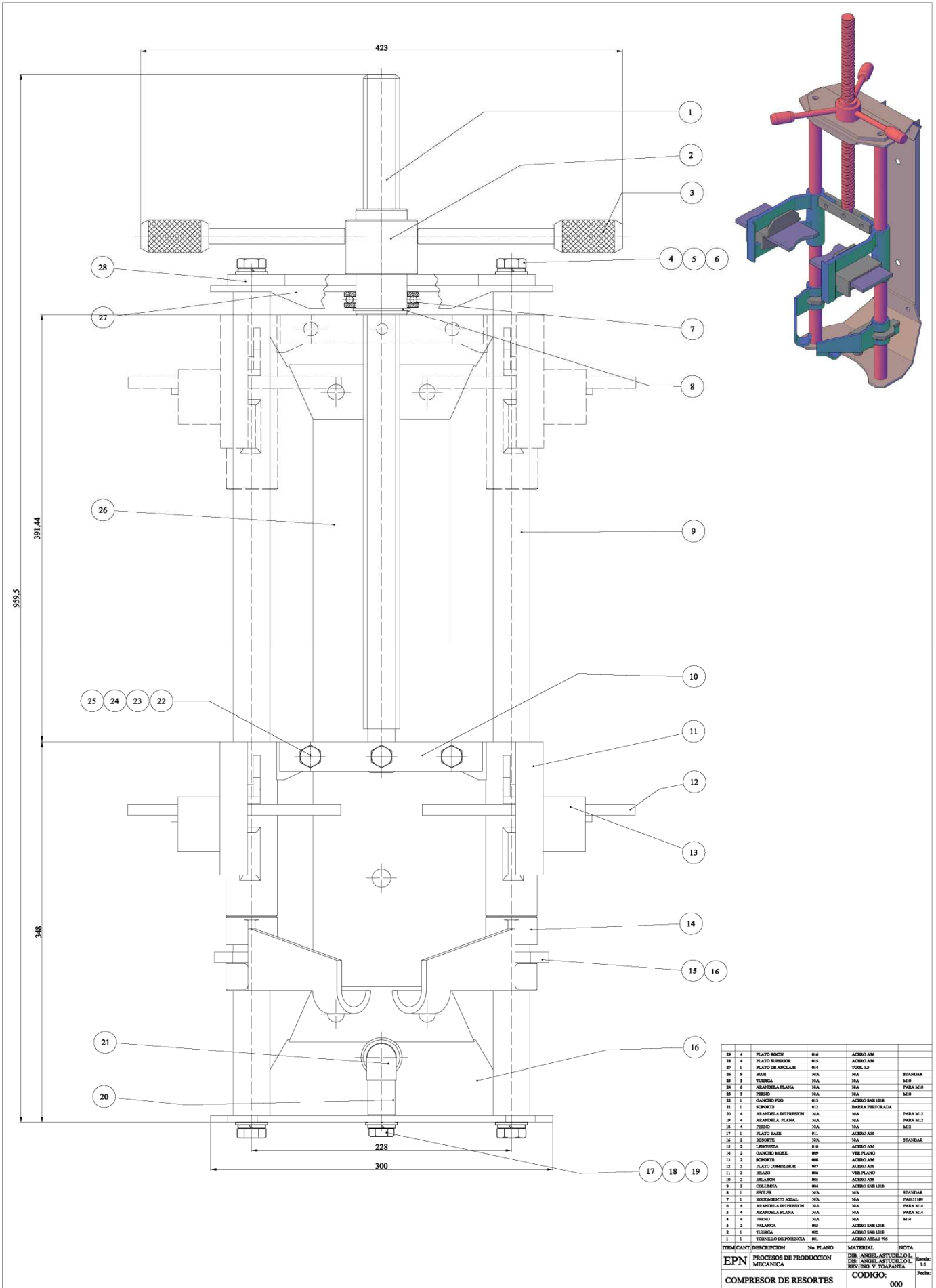
Continuación Anexo 3.1: Tren de ruedas para roscas de paso en milímetros
(Husillo = 1/2", 1/4")

Operaciones para torneado		TORNO CON HUSILLO DE PASO EN PULGADAS <i>Tren de ruedas para rosca de paso en milímetros</i>				TABLA 4 . 12			
PASO DEL HUSILLO, $P_h = 1/2$ PULGADA = 12,7 MILÍMETROS					PASO DEL HUSILLO, $P_h = 1/4$ PULGADA = 6,35 MILÍMETROS				
Paso de la rosca en milímetros P_r	Número de dientes de la rueda				Paso de la rosca en milímetros P_r	Número de dientes de la rueda			
	A	B	C	D		A	B	C	D
0,4	20	125	25	127	0,25	20	100	25	127
0,5	20	100	25	127	0,3	20	100	30	127
0,6	20	100	30	127	0,4	20	100	40	127
0,7	20	100	35	127	0,5	20	50	25	127
0,8	20	75	30	127	0,6	20	50	30	127
1	25	50	20	127	0,7	20	50	35	127
1,25	25	60	30	127	0,8	20	50	40	127
1,5	30	50	25	127	1	20	Rueda intermedia		127
1,75	35	50	25	127	1,25	25	Rueda intermedia		127
2	20	Rueda intermedia		127	1,5	30	Rueda intermedia		127
2,5	25	Rueda intermedia		127	1,75	35	Rueda intermedia		127
3	30	Rueda intermedia		127	2	40	Rueda intermedia		127
3,5	35	Rueda intermedia		127	2,5	50	Rueda intermedia		127
4	40	Rueda intermedia		127	3	60	Rueda intermedia		127
4,5	45	Rueda intermedia		127	3,5	50	25	35	127
5	50	Rueda intermedia		127	4	50	25	40	127
5,5	55	Rueda intermedia		127	4,5	50	25	45	127
6	60	Rueda intermedia		127	5	50	20	40	127
7	40	20	35	127	5,5	55	20	40	127
8	40	25	50	127	6	60	20	40	127
9	40	20	45	127	7	60	30	70	127
10	60	30	50	127	8	70	35	80	127
12	60	40	80	127	9	90	30	60	127
14	70	40	80	127	10	75	30	80	127
16	80	30	60	127	12	90	30	80	127
18	90	30	60	127	14	105	30	80	127
20	100	30	60	127	16	100	25	80	127
24	100	25	60	127	18	100	25	90	127
26	100	25	65	127	20	100	20	80	127
28	100	25	70	127	24	100	25	120	127

Anexo 3.2: Selección de arandelas

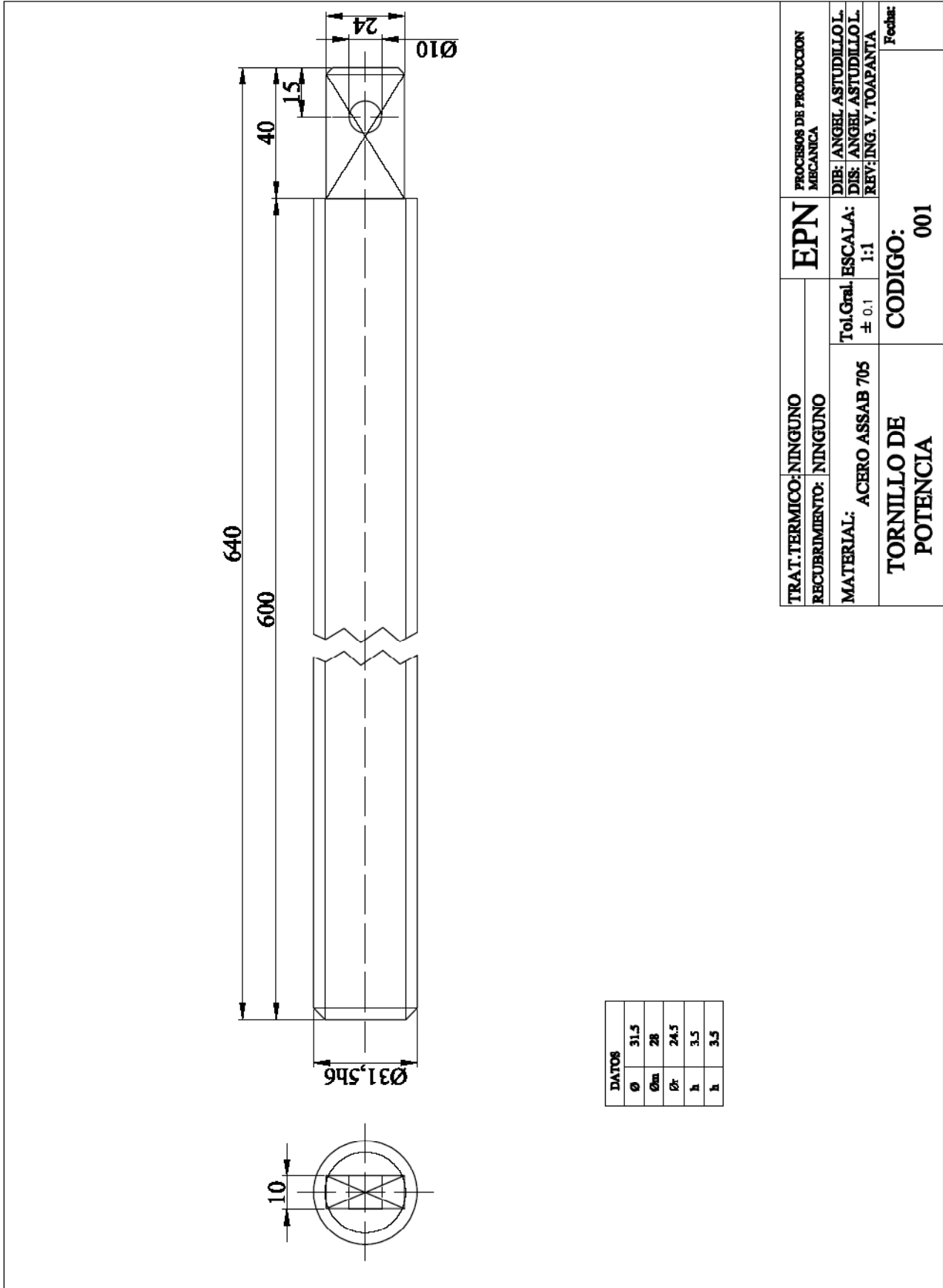
TORNILLERIA										
Diámetro nominal	Tornillo cabeza exagonal DIN 931				Arandela elástica DIN 127			Arandelas DIN 125		
	Altura cabeza	entrecaras	diagonal	Altura tuerca DIN 934	Ø Exterior d ₂	Ø Interior d ₁	Espesor	Ø Exterior d ₂	Ø Interior d ₁	Espesor
2	1,2	4,0	4,6	1,6	3,9	2,1	0,5	5,5	2,2	0,5
2,5	1,8	5,0	5,7	2,0	4,6	2,6	0,6	7,0	2,7	0,5
3	2,0	5,5	6,4	2,4	5,7	3,1	0,8	7,0	3,2	0,5
3,5	2,4	6,0	6,9	2,8	6,2	3,6	0,8	8,0	3,7	0,5
4	2,8	7,0	8,1	3,2	7,1	4,1	0,9	9,0	4,3	0,8
5	3,5	9,0	10,4	4,0	8,7	5,1	1,2	11,0	5,3	1,0
6	4,5	10,0	11,5	5,0	11,1	6,1	1,6	12,0	6,4	1,5
8	5,5	14,0	16,2	6,5	14,2	8,2	2,0	17,0	8,4	2,0
10	7,0	17,0	19,6	8,0	17,2	10,2	2,2	21,0	10,5	2,5
12	8,0	19,0	21,9	9,5	20,2	12,2	2,5	24,0	13,0	3,0
14	9,0	22,0	25,4	11,0	23,2	14,2	3,0	28,0	15,0	3,0
16	10,5	24,0	27,7	13,0	26,2	16,2	3,5	30,0	17,0	3,0
18	12,0	27,0	31,2	15,0	28,2	18,2	3,5	34,0	19,0	4,0
20	13,0	30,0	34,6	16,0	32,2	20,2	4,0	36,0	21,0	4,0
22	14,0	32,0	36,9	17,0	34,5	22,5	4,0	40,0	23,0	4,0
24	15,0	36,0	41,6	18,0	38,5	24,5	5,0	44,0	25,0	4,0
27	17,0	41,0	47,3	20,0	41,5	27,5	5,0	50,0	28,0	5,0
30	19,0	46,0	53,1	22,0	46,5	30,5	6,0	56,0	31,0	5,0
33	21,0	50,0	57,7	25,0	53,5	33,5	6,0	60,0	34,0	5,0
36	23,0	55,0	63,5	28,0	56,5	36,5	6,0	68,0	37,0	6,0
39	25,0	60,0	69,3	30,0	59,5	39,5	6,0	72,0	40,0	6,0
42	26,0	65,0	75,0	32,0	66,5	42,5	7,0	78,0	43,0	7,0
45	28,0	70,0	80,8	35,0	69,5	45,5	7,0	85,0	46,0	7,0
48	30,0	75,0	86,5	38,0	73,0	49,0	7,0	92,0	50,0	8,0
52	32,0	80,0	92,4	40,0	81,0	53,0	8,0	98,0	54,0	8,0

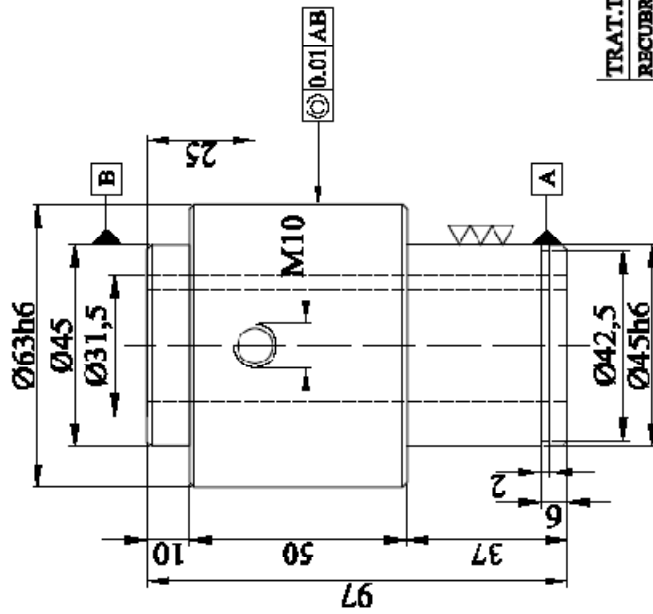
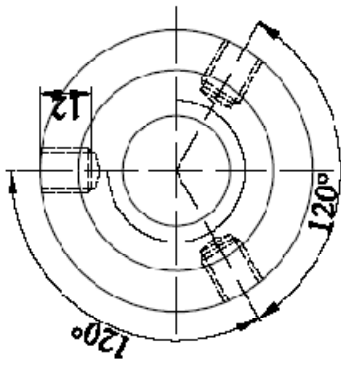
PLANOS DE LA PRENSA



ITEM	CANT.	DESCRIPCION	No. PLANO	MATERIAL	NOTA
28	4	PLATO BOCIN	006	ACERO AISI	
28	4	PLATO REFREN	002	ACERO AISI	
27	1	PLATO DE ANCLAJE	004	TOOL ST	
26	9	BUSH	004	004	STANDAR
25	3	TORNILLO	004	004	M10
24	6	ABANDELA PLANA	004	004	PARA M10
23	3	PERNO	004	004	M10
22	1	GANCHO FIJO	002	ACERO SAE 1018	
21	1	SOPORTE	012	BARRA PERFORADA	
20	4	ABANDELA DE PRESION	004	004	PARA M12
19	4	ABANDELA PLANA	004	004	PARA M12
18	4	PERNO	004	004	M12
17	1	PLATO BASE	001	ACERO AISI	
16	2	RESORTE	004	004	STANDAR
15	2	LINQUETA	000	ACERO AISI	
14	2	GANCHO MOVIL	000	VER PLANO	
13	2	SOPORTE	008	ACERO AISI	
12	2	PLATO COMPRESOR	007	ACERO AISI	
11	2	BRASO	006	VER PLANO	
10	2	BIELINQUETA	000	ACERO AISI	
9	3	COILINCUVA	004	ACERO SAE 1018	
8	1	SEÑAL	004	004	STANDAR
7	1	ESQUEMADO AXIAL	004	004	PAG 01000
6	4	ABANDELA DE PRESION	004	004	PARA M14
5	4	ABANDELA PLANA	004	004	PARA M14
4	4	PERNO	004	004	M14
3	2	PALANCA	000	ACERO SAE 1018	
2	1	TORNILLO	002	ACERO SAE 1018	
1	1	TORNILLO DE POTENCIA	001	ACERO AISI 4140	

ITER CANT. DESCRIPCION No. PLANO MATERIAL. NOTA
EPN PROCESOS DE PRODUCCION DISE. ANGELO ASTUDILLO F. DISE. ANGELO ASTUDILLO F. Fecha
 MECANICA REVISION Y TORPANTA 1.1.1. Fecha
COMPRESOR DE RESORTES CODIGO: 000



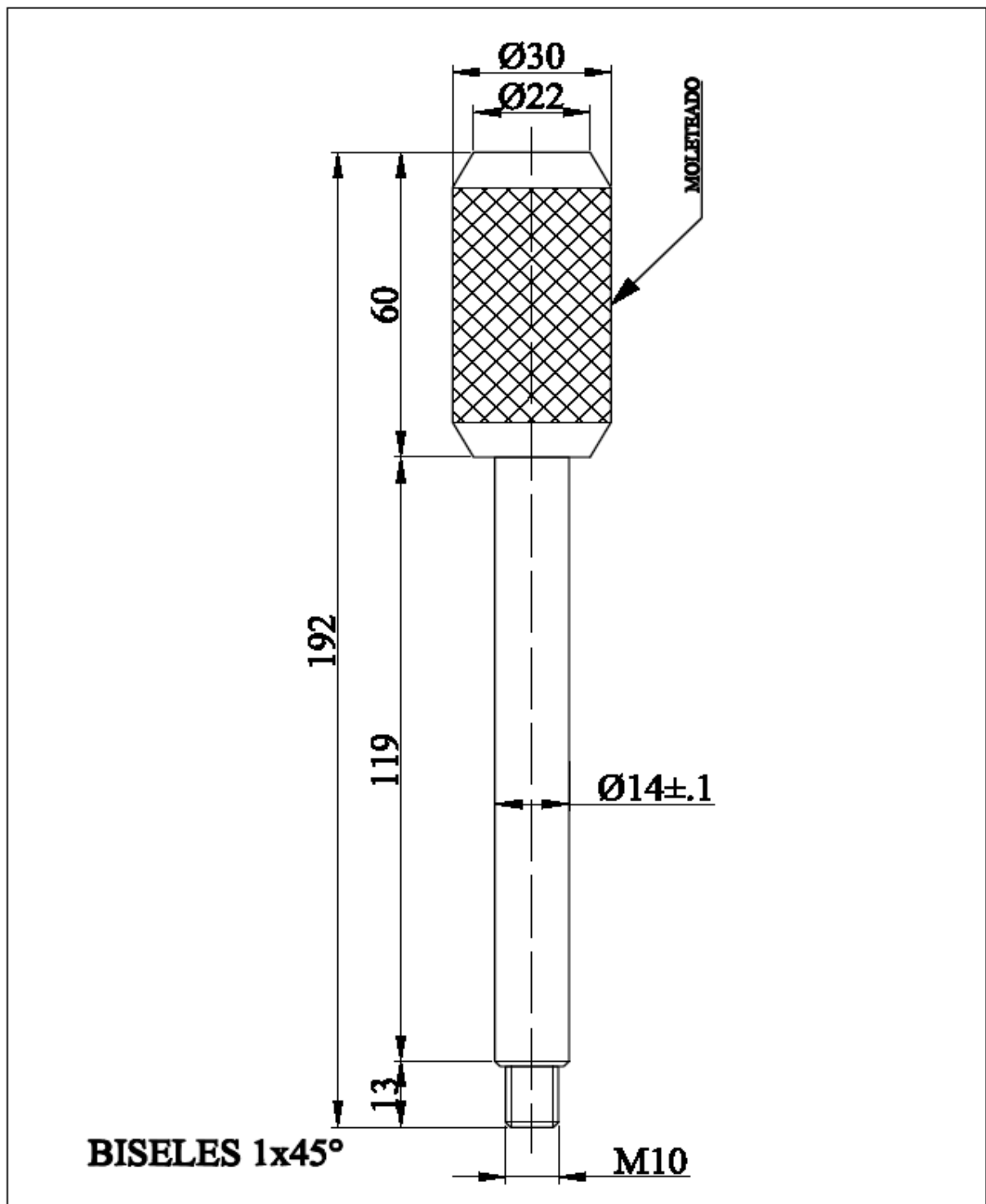


DATOS	
Ø	31,5
Øm	28
Ør	24,5
h	3,5
h	3,5

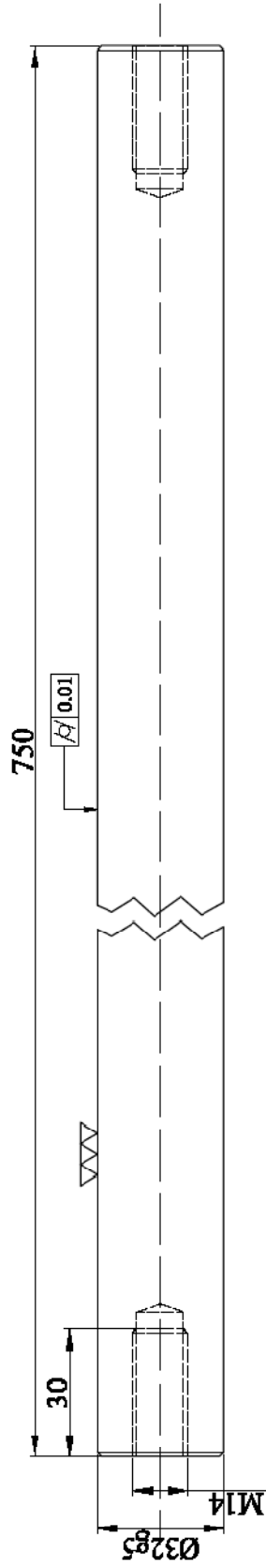
Ⓢ 0.01/AB

TRAT. TERMICO: NINGUNO	EPN	PROCESOS DE PRODUCCION
RECUBRIMIENTO: NINGUNO		MECANICA
MATERIAL: ACERO SAE 1018	Tol. Gral. ± 0.1	DIB: ANGEI. ASTUDILLO L.
	ESCALA: 1:1	DIS: ANGEI. ASTUDILLO L.
		REV: ING. V. TOAPANTA
TUERCA	CODIGO: 002	Fecha:

BISELES 1x45°

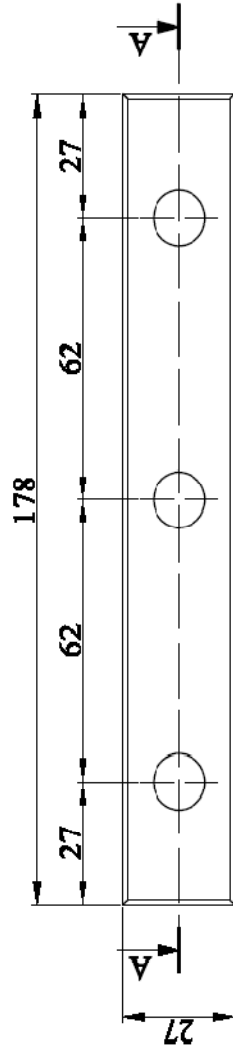


TRAT. TERMICO: NINGUNO	EPN		PROCESOS DE PRODUCCION MECANICA	
RECUBRIMIENTO: PINTURA			DIB: ANGEL ASTUDILLO L.	
MATERIAL: ACERO SAE 1018	Tol. Gral. ± 0.1	ESCALA: 1:1	DIS: ANGEL ASTUDILLO L.	REV: ING. V. TOAPANTA
PALANCA	CODIGO: 003			Fecha:

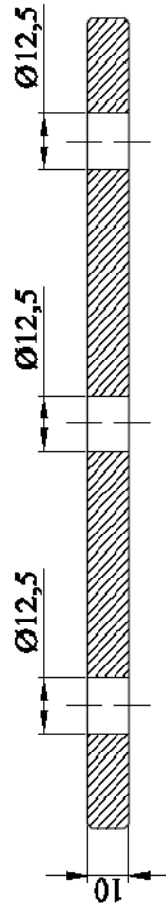


BISELES 1x45°

TRAT. TERMICO: NINGUNO	EPN	PROCESOS DE PRODUCCION MECANICA
RECUBRIMIENTO: NINGUNO		
MATERIAL: ACERO SAE 1018	Tol. Gral. ESCALA: 1:1	DIB: ANGEL ASTUDILLO L. DIS: ANGEL ASTUDILLO L. REV: ING. V. TOAPANTA
COLUMNA	CODIGO: 004	Fecha:

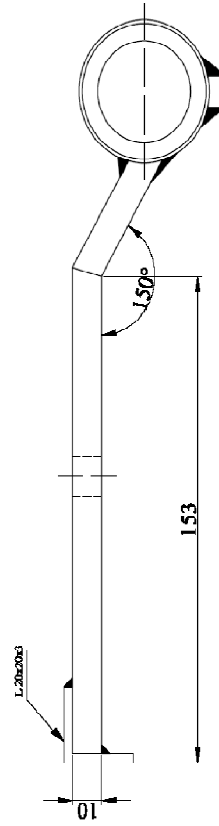
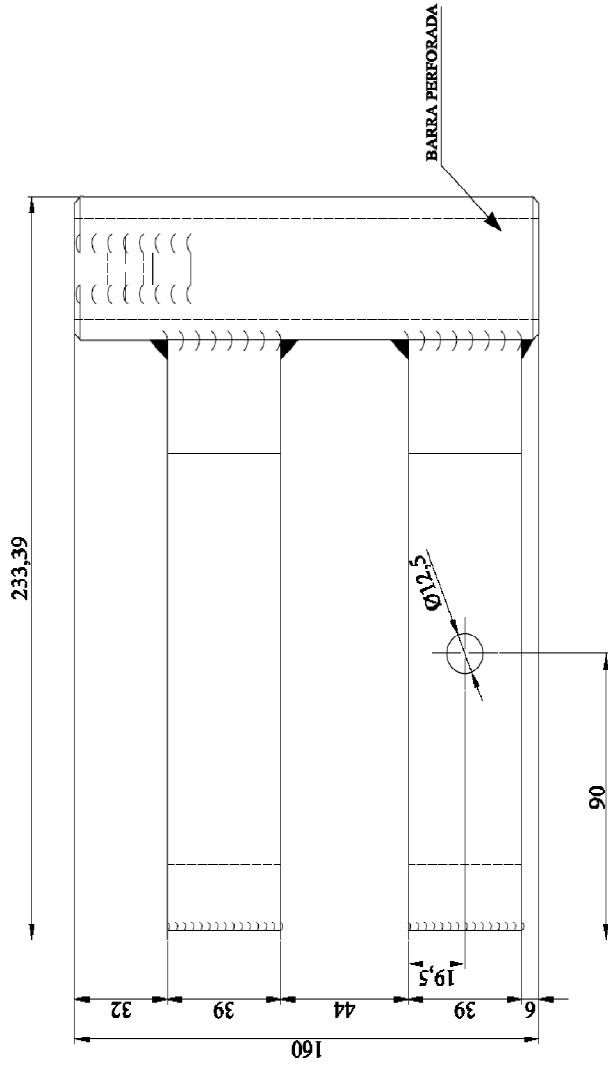
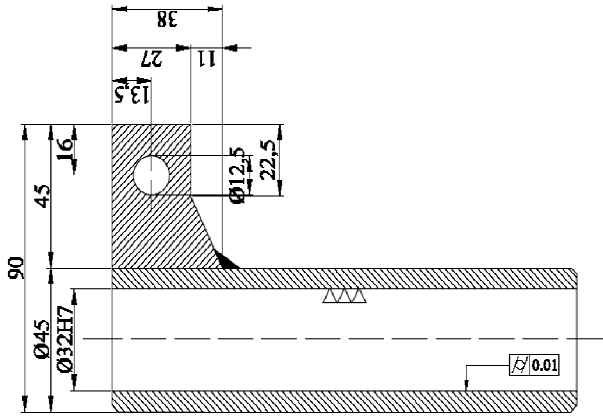


CORTE A-A

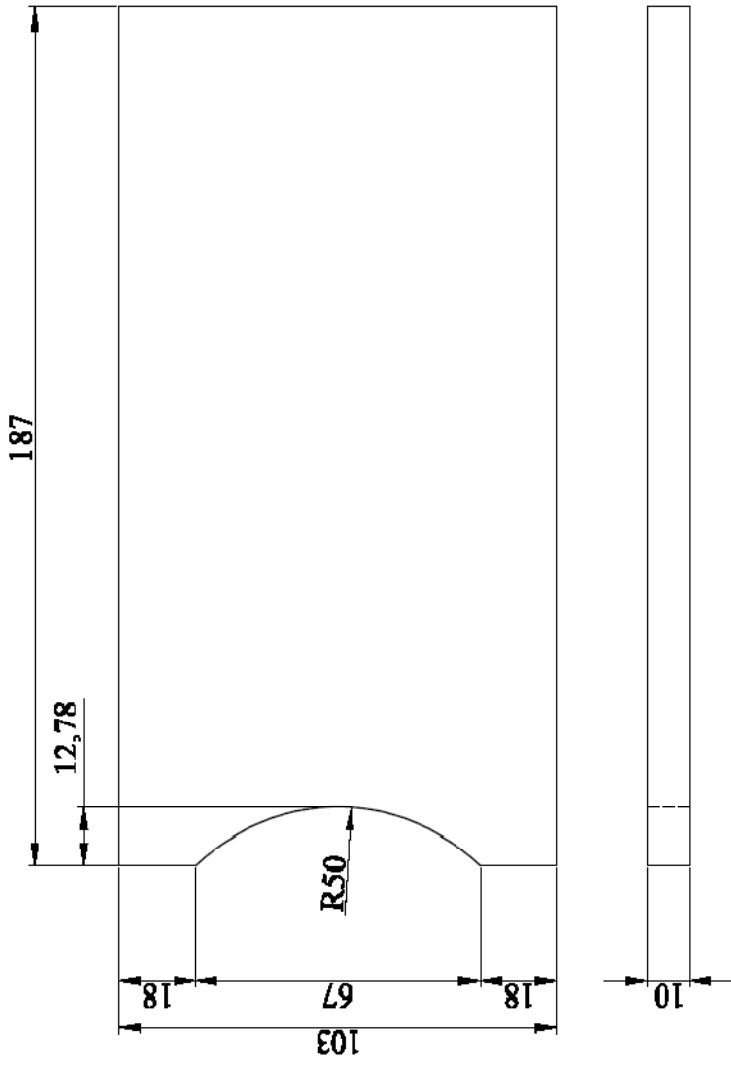


BISELES 1x45

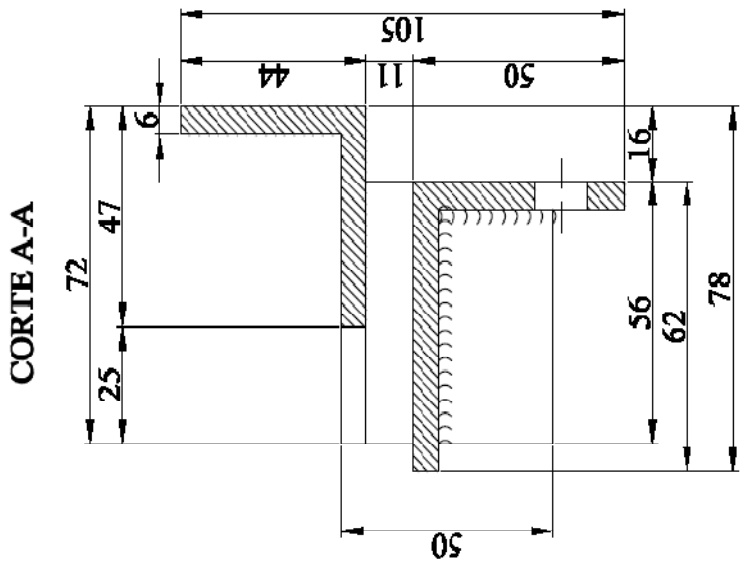
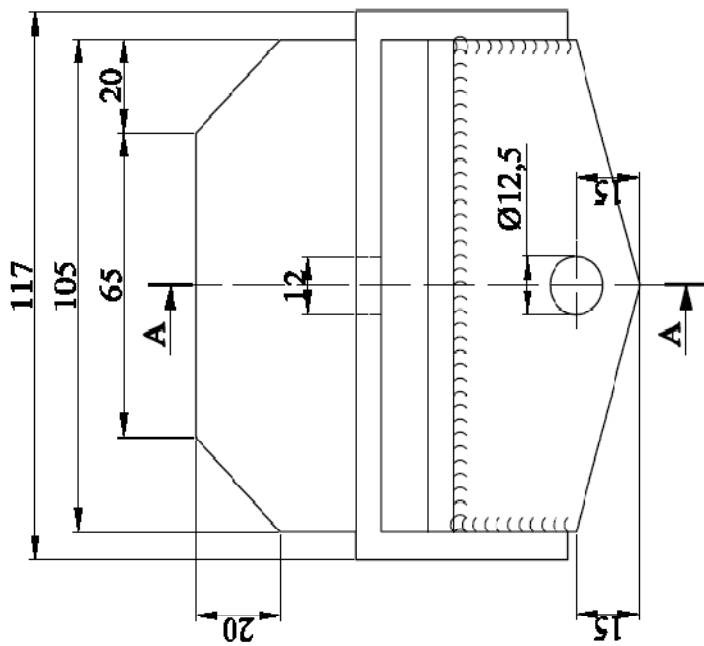
TRAT. TERMICO: NINGUNO	EPN	PROCESOS DE PRODUCCION MECANICA
RECUBRIMIENTO: PINTURA		DIB: ANGHIL ASTUDILLO L. DISE: ANGHIL ASTUDILLO L. REV: ING. V. TOAPANTIA
MATERIAL: ACERO A36	Tol. Gral. ESCALA: 1:1	Fecha:
ESLABON	CODIGO: 005	



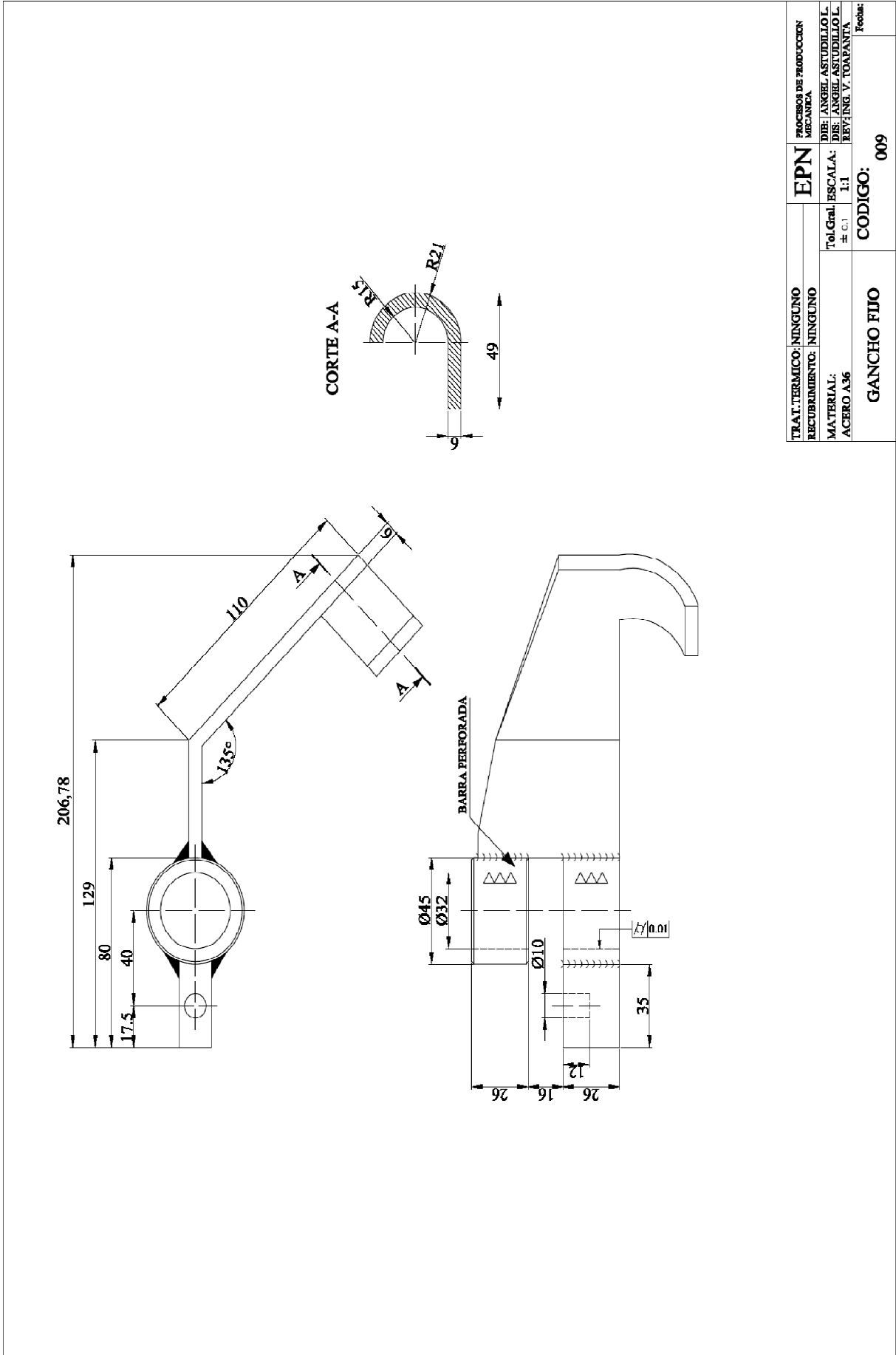
TRAT. TERMICO: NINGUNO	EPN	PROCESOS DE PRODUCCION
RECUBRIMIENTO: PINTURA		MECANICA
MATERIAL: ACERO A36	Tol. Genl. ± 0.1	DIB: ANGEL ASTUDILLO L.
	ESCALA: 1:1	DIS: ANGEL ASTUDILLO L.
		REV: ING. V. TOAPANTA
BRAZOS	CODIGO: 006	Fecha:



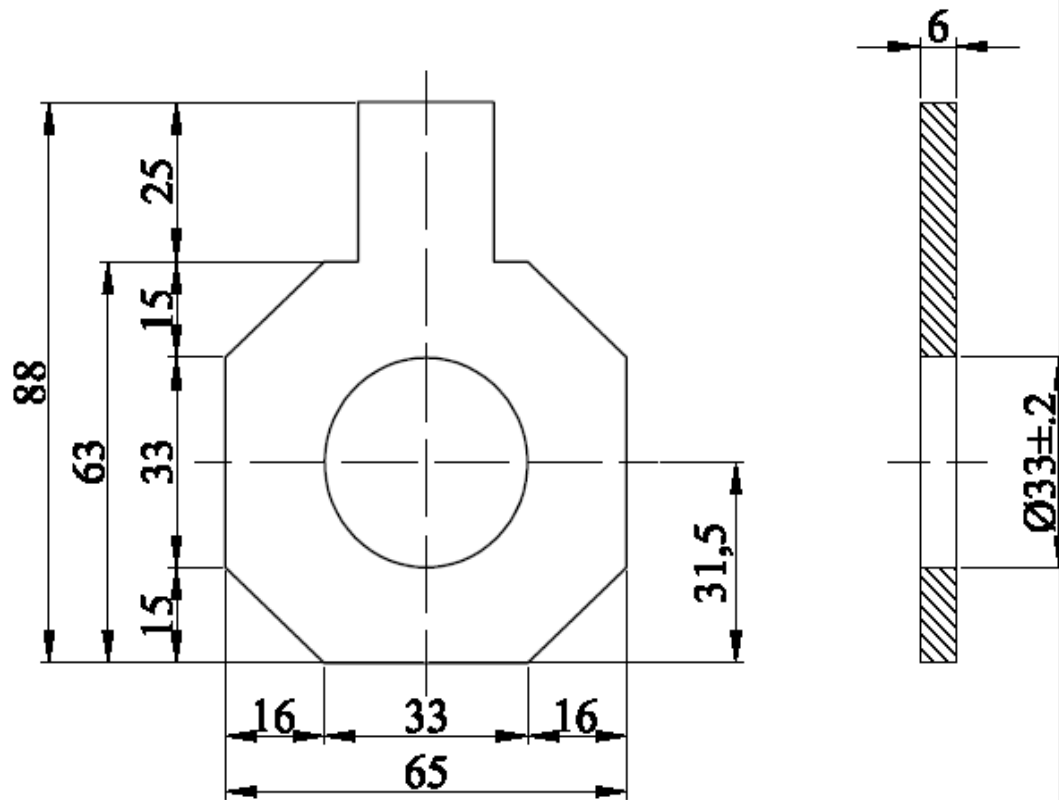
TRAT.TERMICO: NINGUNO	EPN	PROCESOS DE PRODUCCION
RECUBRIMIENTO: PINTURA		MECANICA
MATERIAL: ACERO A36	Tol.Gral. ± 0.1	DIB: ANGEL ASTUDILLO L.
	ESCALA: 1:1	DISE: ANGEL ASTUDILLO L.
PLATO COMPRESOR	CODIGO: 007	REV: ING. V. TOAPANTA
		Fecha:



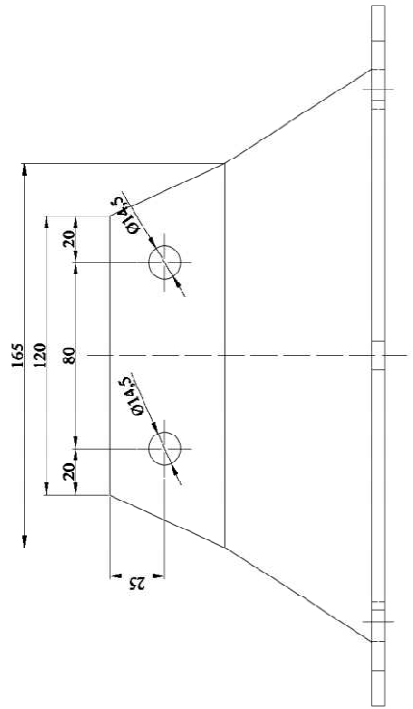
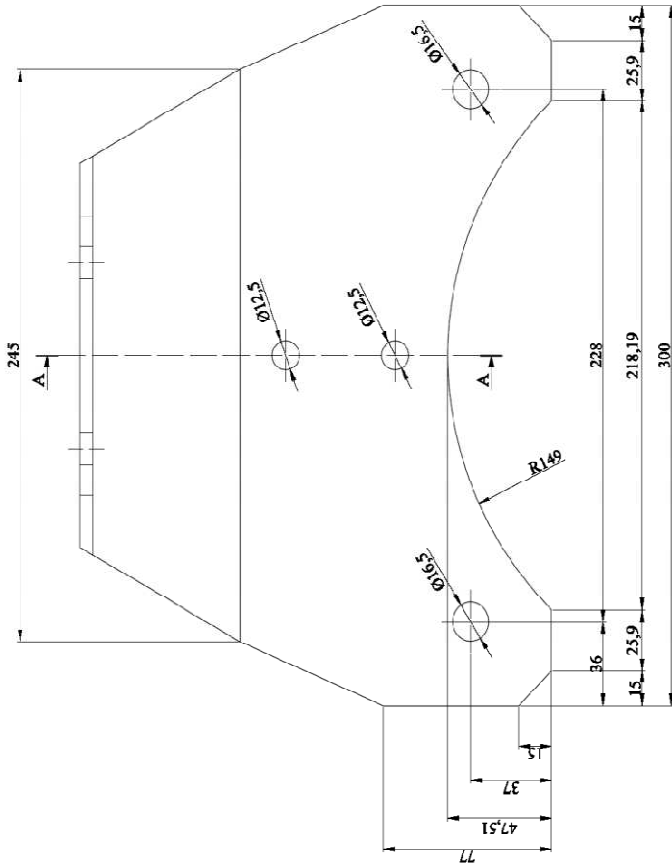
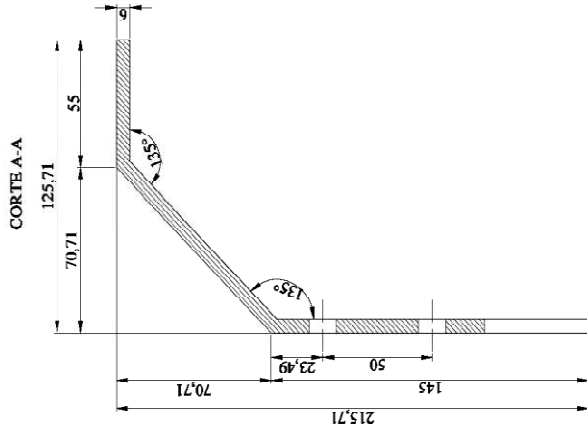
TRAT. TERMICO: NINGUNO	EPN	PROCESOS DE PRODUCCION
RECUBRIMIENTO: PINTURA		MECANICA
MATERIAL: ACERO A36	Tol. Gral. ± 0.1	DIB: ANGEL ASTUDILLO L. DIS: ANGEL ASTUDILLO L. REV: ING. V. TOAPANTA
SOPORTE	ESCALA: 1:1	Fecha:
	CODIGO: 008	



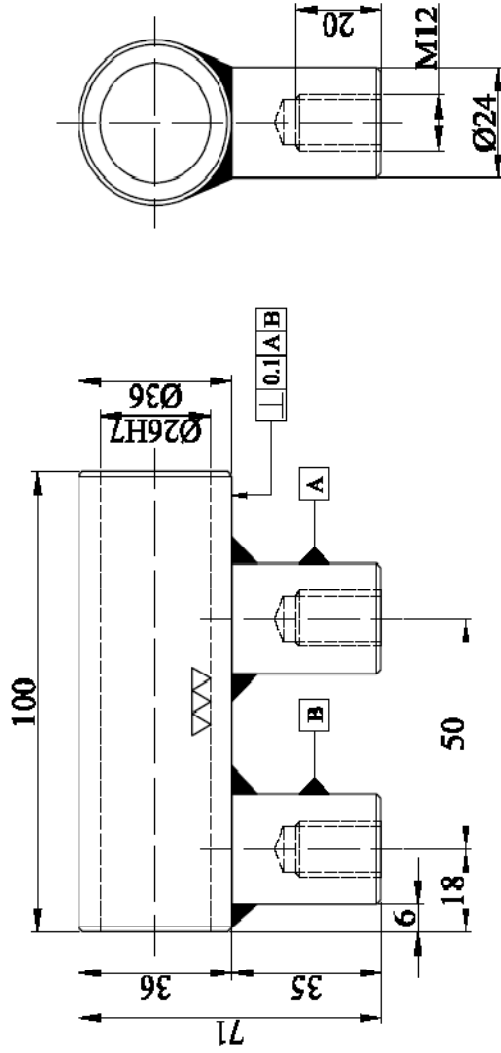
TRAT. TERMICO: NINGUNO	EPN	PROCESOS DE PRODUCCION MECANICA
RECUBRIMIENTO: NINGUNO		
MATERIAL: ACERO A36	Tol. Gral. ± 0,1	DIB: ANGEL ASTUDILLO DIB: ANGEL ASTUDILLO REV: ING. V. TOAPANTA
GANCHO FIJO	ESCALA: 1:1	Fecha:
	CODIGO: 009	



TRAT. TERMICO: NINGUNO	EPN	PROCESOS DE PRODUCCION MECANICA
RECUBRIMIENTO: NINGUNO		
MATERIAL: ACERO SAE 1018	Tol. Gral. ± 0.1	ESCALA: 1:1
		DIB: ANGEL ASTUDILLO L. DIS: ANGEL ASTUDILLO L. REV: ING. V. TOAPANTA
LENGUETA	CODIGO: 010	Fecha:

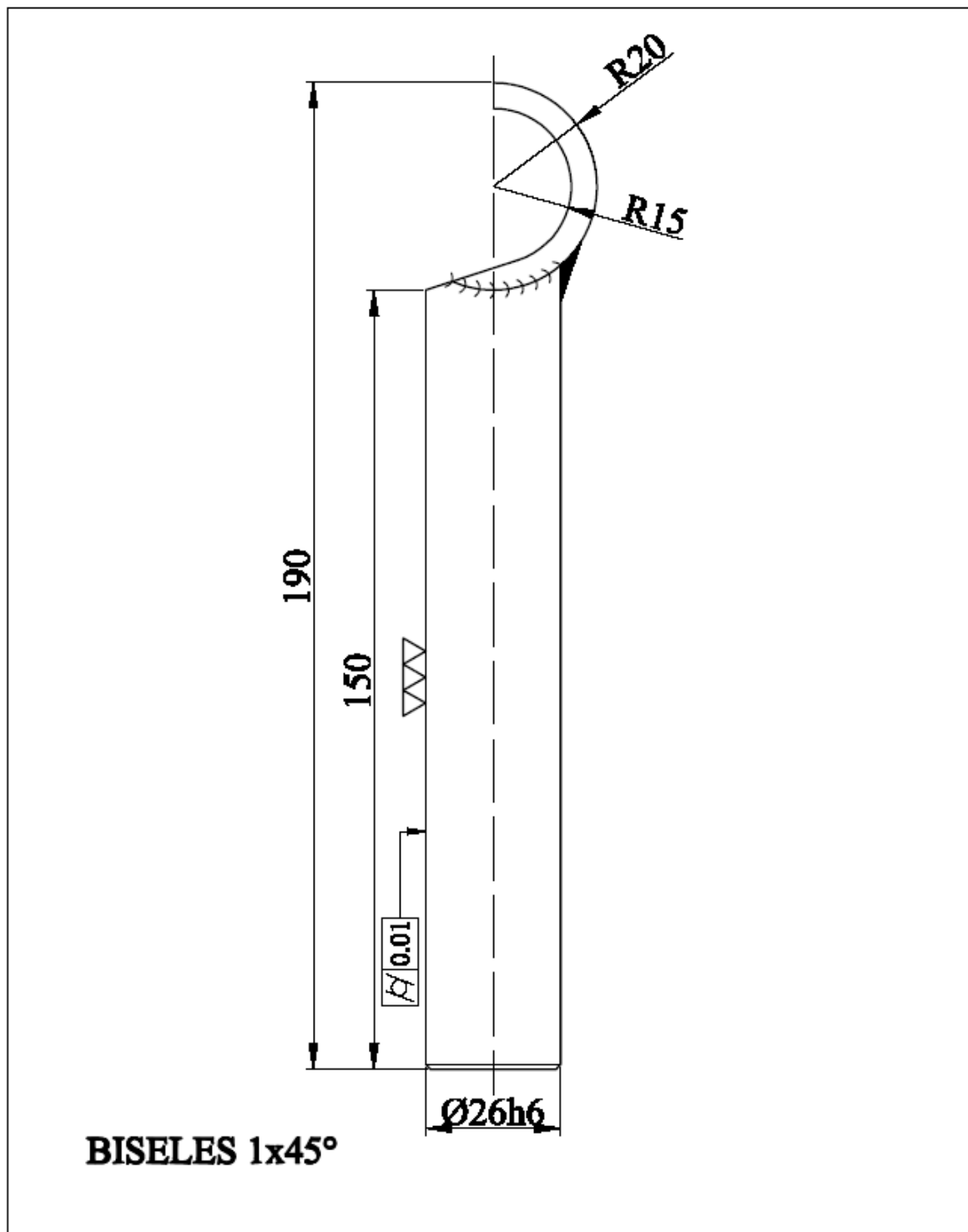


TRAT.TERMICO:NINGUNO	EPN	PROCESO DE FABRICACION
RECOBRIMIENTO: PINTURA		DESIGNADOR: ANGEL ASTIBOLLO
MATERIAL: ACERO A36		DESIGNADOR: ANGEL ASTIBOLLO
		REV: ING. Y. TOBAYANA
PLATO INFERIOR	CODIGO: 011	Fecha

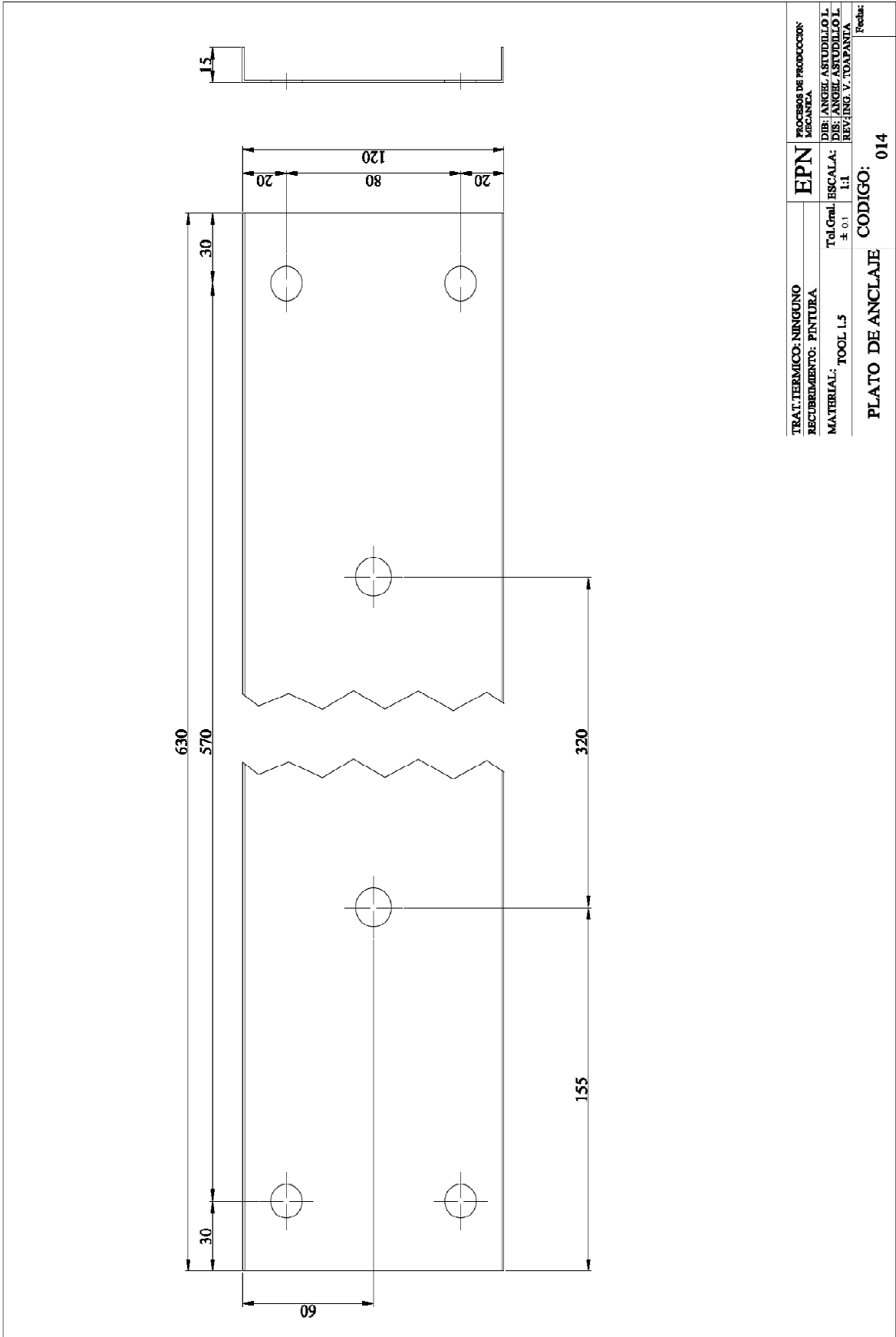


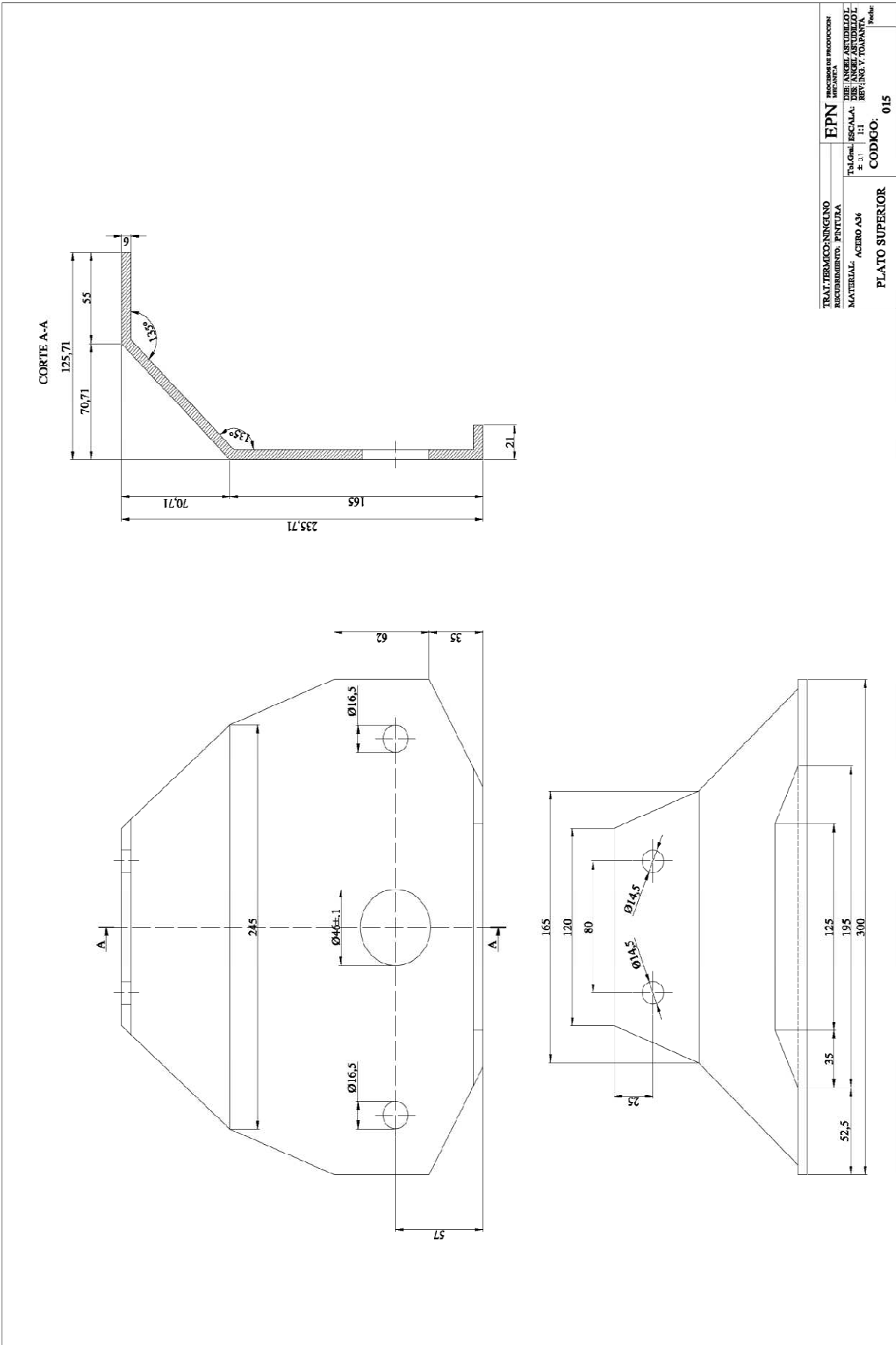
BISELES 1x45°

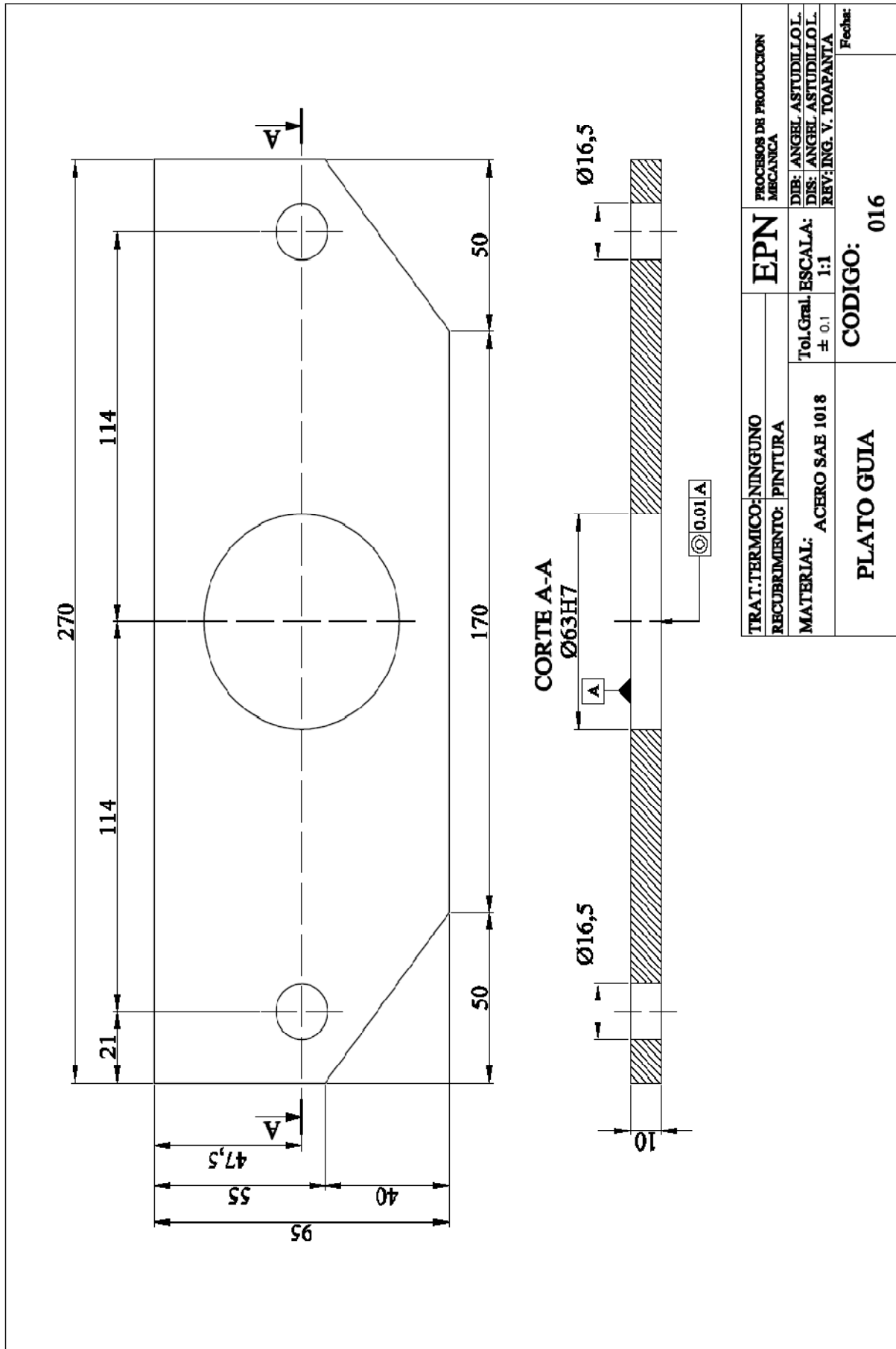
TRAT. TERMICO: NINGUNO	EPN	PROCESOS DE PRODUCCION MECANICA	
RECUBRIMIENTO: PINTURA		DIB: ANGEL ASTUDILLO L. DIS: ANGEL ASTUDILLO L. REV: ING. V. TOAPANTA	
MATERIAL: BARRA PERFORADA	Tol. Gral. ESCALA: ± 0.1 1:1	Fecha:	
GUIA PARA GANCHO	CODIGO: 012		



TRAT. TERMICO:	NINGUNO	EPN	PROCESOS DE PRODUCCION MECANICA	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO		DIB:	ANGEL ASTUDILLO L.
MATERIAL:	ACERO SAE 1018	Tol. Gral.	ESCALA:	DIS: ANGEL ASTUDILLO L.
		± 0.1	1:1	REV: ING. V. TOAPANTA
GANCHO FLJO		CODIGO:		Fecha:
		013		







TRAT. TERMICO: NINGUNO	EPN	PROCESOS DE PRODUCCION MECANICA
RECUBRIMIENTO: PINTURA		
MATERIAL: ACERO SAE 1018	Tol. Genl. ± 0.1	DIB: ANGEL ASTUDILLO L. DIS: ANGEL ASTUDILLO L. REV: ING. V. TOAPANTA
	ESCALA: 1:1	Fecha:
PLATO GUIA	CODIGO: 016	