

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UTILLAJES, CALIBRES,
HERRAMIENTAS Y MANUALES DE UTILIZACIÓN DE LOS
MISMOS, EN EL MANTENIMIENTO DE RECUPERACIÓN DE
LOS FUSILES HK33E CALIBRE. 5,56 MM, A
DESARROLLARSE EN LA FMSB S.A.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO**

**SRTA. MARÍA BELÉN GUACHAMÍN ABATA
SR. OSCAR JAVIER CALVACHE REYES**

DIRECTOR: ING. FRANCISCO TERNEUS.

CODIRECTOR: ING. MELTON TAPIA.

Sangolquí, 03 diciembre 2010

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UTILLAJES, CALIBRES, HERRAMIENTAS Y MANUALES DE UTILIZACIÓN DE LOS MISMOS, EN EL MANTENIMIENTO DE RECUPERACIÓN DE LOS FUSILES HK33E CALIBRE. 5,56 MM, A DESARROLLARSE EN LA FMSB S.A.” fue realizado en su totalidad por la Srta. María Belén Guachamín Abata y el Sr. Oscar Javier Calvache Reyes, como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniero Mecánico.

**Ing. Francisco Terneus
DIRECTOR**

**Ing. Melton Tapia
CODIRECTOR**

Sangolquí, 03 de diciembre 2010

LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UTILLAJES, CALIBRES,
HERRAMIENTAS Y MANUALES DE UTILIZACIÓN DE LOS
MISMOS, EN EL MANTENIMIENTO DE RECUPERACIÓN DE
LOS FUSILES HK33E CALIBRE. 5,56 MM, A
DESARROLLARSE EN LA FMSB S.A.”**

ELABORADO POR:

Srta. María Belén Guachamín Abata

Sr. Oscar Javier Calvache Reyes

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Ing. Xavier Sánchez
DIRECTOR DE CARRERA

Sangolquí, 03 de diciembre 2010

DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado a las dos personas que siempre han sido mi fuerza y coraje JOHIS y CARLA, para que se den cuenta que aunque existen obstáculos cuando uno lo quiere lo obtiene, siempre con la cabeza en alto y con nuestro orgullo intacto.... PARA USTEDES MININAS.

MA. BELÉN GUACHAMÍN ABATA

Dedico esta tesis en primer lugar a Dios, que me ha dado la vida y la fuerza para poder terminar mi carrera y por darme una familia con tanto amor hacia mí y por poner en mi camino amigos tan valiosos como los que he hallado.

Dedico todo este esfuerzo a mis padres quienes siempre me han dado su amor incondicional y todo su apoyo en cada momento de mi vida, siendo mi fuerza para poder lograr mis objetivos y siempre han estado junto a mí en cada momento difícil de mi vida.

Ofrezco esta tesis a una persona muy importante para mí, mi hermana, que siempre me dio su apoyo incondicional y que siempre me ha alentado a seguir adelante.

Dedico todo este esfuerzo a las personas que han estado junto a mí, durante toda mi vida, como mi familia, amigos que siempre me han apoyado para alcanzar mis metas.

OSCAR JAVIER CALVACHE REYES

AGRADECIMIENTOS

AGRADEZCO:

A Dios por permitirme levantarme día tras día para seguir luchando y viviendo en este mundo.

A mis Padres que siempre estuvieron ahí alentándome para culminar con alegría este sueño.

A mis maestr@s porque lo poco o mucho que me enseñaron sirvió de algo, en el camino que he seguido, gracias por sus consejos, ánimos y enseñanzas.

Y por ultimo pero lo más importante a mis amig@s quienes estuvieron en las buenas, en las malas y re malas, son la familia que elegí y la cual nunca me decepciona.

MA. BELÉN GUACHAMÍN ABATA

Agradezco a todas las personas que estuvieron conmigo durante todos estos años de carrera en la ESPE y que compartieran tantos buenos momentos, al Ing. Figueroa quien prestó sus conocimientos y experiencia durante la realización de esta tesis.

Gratifico la colaboración en la revisión de esta tesis del Director de la Tesis Ing. Terneus y el Codirector Ing. Tapia, quienes con su experiencia y conocimientos ayudaron en la realización de este proyecto.

Agradezco a mi compañera de tesis Belén Guachamín, que estuvo junto a mí durante toda la realización de la tesis y que fue un aporte indispensable para que este proyecto se haya realizado y culminado de excelente manera, todos mis agradecimientos para con ella.

Agradezco todo el apoyo incondicional de mis padres, quienes siempre están junto a mí apoyándome en cada uno de mis objetivos, metas y sueños.

OSCAR JAVIER CALVACHE REYES

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.....	ii
LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
INDICE DE CONTENIDOS.....	vi
INDICE DE TABLAS.....	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xiii
INDICE DE ANEXOS.....	xix
NOMENCLATURA.....	xx
RESUMEN.....	xxiv
1. Introducción Para El Desarrollo Del Proyecto De: “Diseño Y Construcción De Utillajes, Calibres, Herramientas Y Manuales De Utilización De Los Mismos, En El Mantenimiento De Recuperación De Los Fusiles HK33E Calibre 5.56mm.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Definición del problema.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.4 Alcance del proyecto.....	4
1.5 Justificación e Importancia.....	4
2. Marco teórico.....	5
2.1 Haplogía Del fusil HK 33E.....	5
2.1.1 Generalidades.....	5
2.1.2 Características del fusil.....	5
2.1.3 Análisis del grupo de piezas del fusil.....	6

2.1.4 Manejo y servicio.....	10
2.1.5 Funcionamiento.....	13
2.1.6 Desmontaje del fusil.....	15
2.1.7 Montaje del fusil.....	16
2.1.8 Ajustes de los dispositivos de puntería.....	17
2.1.9 Datos técnicos para HK 33 E.....	19
2.2 Normas de seguridad de las armas.....	20
2.3 Elementos especiales para el mantenimiento del fusil.....	23
2.3.1 Calibres.....	23
2.3.2 Herramientas.....	23
2.3.3 Utillajes.....	24
2.4 Procesos de manufactura utilizados en la construcción de Calibres, Herramientas y Utillajes.....	24
2.4.1 Clasificación de los procesos de manufactura.....	24
2.4.2 Diagramas de procesos de manufactura.....	32
2.5 Acabado superficial.....	33
2.5.1 Tipos generales de acabados.....	33
2.5.2 Necesidad del acabado superficial.....	33
2.5.3 Estado de las superficies.....	34
2.6 Tolerancias.....	35
2.6.1 Tolerancia dimensional.....	35
2.7 Ajustes.....	36
2.7.1 Ajustes con juego.....	36
2.7.2 Ajustes con apriete.....	36
2.7.3 Sistemas de ajuste ISO.....	36

2.8 Tratamiento térmico.....	37
2.8.1 Mejora de las propiedades a través del tratamiento térmico.....	37
2.8.2 Tipos de tratamientos térmicos.....	38
3. Diseño.....	39
3.1 Diseño de calibres de control.....	39
3.1.1 Descripción.....	39
3.1.2 Elección del Material.....	41
3.1.3 Planos.....	42
3.2 Diseño de las herramientas.....	51
3.2.1 Descripción.....	51
3.2.2 Elección del Material.....	54
3.2.3 Planos.....	55
3.3 Diseño del Utillaje.....	83
3.3.1 Matriz para Expulsión de la Caja de mecanismos – Tubo cañón.....	83
3.3.1.1 Bosquejo del diseño.....	83
3.3.1.2 Análisis de cargas y esfuerzos.....	84
3.3.1.3 Elección del material.....	86
3.3.1.4 Planos.....	87
3.3.2 Rectificadora de cañones deformados.....	97
3.3.2.1 Bosquejo del diseño.....	97
3.3.2.2 Análisis de cargas y esfuerzos.....	97
3.3.2.3 Elección del material.....	107
3.3.2.4 Planos.....	114
3.3.3 Matriz para el ensamble de la caja de mecanismos – tubo cañón.....	127

3.3.3.1 Bosquejo del diseño.....	127
3.3.3.2 Análisis de cargas y esfuerzos.....	128
3.3.3.3 Elección del material.....	130
3.3.3.4 Planos.....	131
3.3.4 Mecanismos de alineación de los elementos de puntería.....	142
3.3.4.1 Bosquejo del diseño.....	142
3.3.4.2 Elección del material.....	142
3.3.4.3 Planos.....	142
4. Construcción Y Montaje.....	153
4.1 Recursos de fabricación.....	153
4.1.1 Máquinas herramientas.....	153
4.1.2 Equipos.....	155
4.1.3 Herramientas.....	155
4.1.4 Instrumentos.....	156
4.1.5 Equipo de seguridad.....	157
4.1.6 Mano de obra.....	157
4.2 Construcción.....	158
4.3 Montaje.....	160
5. Manuales de utilización.....	165
5.1 Introducción.....	165
5.1.1 Manuales.....	165
5.2 Manuales de calibres de control.....	169
5.3 Manuales de herramientas.....	181
5.4 Manuales de Utilajes.....	201

6. Análisis de resultados.....	217
6.1 Prueba.....	217
6.2 Análisis de resultados.....	218
7. Análisis económico y financiero.....	221
7.1 Análisis económico.....	221
7.1.1 Costos indirectos.....	221
7.1.2 Costos directos.....	222
7.1.3 Costos totales invertidos en el proyecto.....	232
7.2 Análisis Financiero.....	233
7.2.1 Financiamiento.....	233
7.2.2 Depreciación.....	233
8. Conclusiones y Recomendaciones.....	237
8.1 Conclusiones.....	237
8.2 Recomendaciones.....	240
Referencias bibliográficas.....	241

TABLAS

Tabla 2.1 Clasificación procesos de manufactura.....	25
Tabla 2.2 Valores de rugosidad Ra y su equivalente en grados.....	34
Tabla 4.1 Ficha de Rectificadora.....	153
Tabla 4.2 Ficha de Rectificadora.....	153
Tabla 4.3 Ficha de Rectificadora.....	154
Tabla 4.4 Ficha de Taladro de Pedestal.....	154
Tabla 4.5 Ficha de Torno.....	155
Tabla 4.6 Ficha de Prensa Manual.....	155
Tabla 4.7 Personal de Mano de Obra.....	157
Tabla 5.1 Tabla de contenido de los calibres.....	166
Tabla 5.2 Tabla de contenidos de las Herramientas.....	167
Tabla 5.3 Tabla de contenido de Utillajes.....	168
Tabla 7.1 Misceláneos.....	221
Tabla 7.2 Asesoramiento Profesional.....	222
Tabla 7.3 Mano de Obra Directa.....	222
Tabla 7.4 Presupuestos de Calibres, Herramientas y Utillajes para el Fusil HK 33E.....	223
Tabla 7.5 Presupuestos de Calibres, Herramientas y Utillajes para el Fusil HK 33E (continuación).....	224
Tabla 7.6 Presupuestos de Calibres, Herramientas y Utillajes para el Fusil HK 33E (continuación).....	225
Tabla 7.8 Presupuestos de Calibres, Herramientas y Utillajes para el Fusil HK 33E (continuación).....	226
Tabla 7.9 Presupuestos de Calibres, Herramientas y Utillajes para el Fusil HK 33E (continuación).....	227
Tabla 7.10 Presupuestos de Calibres, Herramientas y Utillajes para el Fusil HK 33E (continuación).....	228

Tabla 7.11 Presupuestos de Calibres, Herramientas y Utillajes para el Fusil HK 33E (continuación).....	229
Tabla 7.12 Presupuestos de Calibres, Herramientas y Utillajes para el Fusil HK 33E (continuación).....	230
Tabla 7.13 Presupuestos de Calibres, Herramientas y Utillajes para el Fusil HK 33E (continuación).....	231
Tabla 7.14 Costo de Equipo de seguridad.....	232
Tabla 7.15 Costos Totales del Proyecto.....	232
Tabla 7.16 Financiamiento.....	233
Tabla 7.17 Cuota de Depreciación.....	234
Tabla 7.18 Depreciación en línea recta.....	235

FIGURAS

Figura 1.1 Fusil HK 33 – E.....	1
Figura 1.2 Tubo cañón.....	2
Figura 1.3 Caja de mecanismos.....	2
Figura 1.4 Vista Del guión y alza.....	3
Figura 2.1 Fusil HK 33E.....	5
Figura 2.2 Grupo de piezas.....	6
Figura 2.3 Cajón de mecanismo con cañón, dispositivos de montar y puntería..	7
Figura 2.4 Cierre.....	8
Figura 2.5 Soporte de cierre.....	8
Figura 2.6 Varilla guía con muelle percutor.....	8
Figura 2.7 Conjunto de la cabeza de cierre.....	8
Figura 2.8 Porta percutor.....	8
Figura 2.9 Muelle-percutor.....	8
Figura 2.10 Percutor.....	8
Figura 2.11 Empuñadura con disco de disparo.....	9
Figura 2.12 Caja con mecanismo de dispara y seguro.....	9
Figura 2.13 Culatín fijo.....	9
Figura 2.14 Caja del Cargador.....	10
Figura 2.15 Elevador con muelle elevador y chapa de seguridad.....	10
Figura 2.16 Tapa de Fondo.....	10
Figura 2.17 Llenar el cargador.....	10
Figura 2.18 Posiciones del seguro (lado izquierdo).....	11
Figura 2.19 Posición de la aleta del seguro (lado derecho).....	11
Figura 2.20 Introducir el cargador.....	12
Figura 2.21 Extraer el cargador.....	12

Figura 2.22 Llevar hacia atrás la palanca de montar.....	12
Figura 2.23 Soltar hacia adelante la palanca de montar.....	13
Figura 2.24 Cierre cerrado.....	13
Figura 2.25 Cierre desarrojado.....	14
Figura 2.26 Tiro a tiro.....	14
Figura 2.27 Tiro continuo por ráfaga.....	15
Figura 2.28 Desmontar el culatín.....	15
Figura 2.29 Extraer el conjunto del cierre.....	15
Figura 2.30 Extraer las piezas del cierre.....	16
Figura 2.31 Desmontar el conjunto del cierre.....	16
Figura 2.32 Montar el arma.....	17
Figura 2.33 Montar el arma.....	18
Figura 2.34 Aflojar tornillo de apriete.....	18
Figura 2.35 Girar tornillo de ajuste.....	18
Figura 2.36 Diagramas de puntería.....	19
Figura 2.37 Giro y penetración en la superficie de la pieza.....	28
Figura 2.38 Taladradora sensitiva de columna.....	30
Figura 2.39 Operario trabajando en un torno paralelo.....	30
Figura 2.40 Fresadora universal con sus accesorios.....	31
Figura 2.41 Limadora Mecánica.....	32
Figura 2.42 Rugosidad en una pieza.....	34
Figura 2.43 Ondulación en una pieza.....	35
Figura 3.1 Calibre para cañones.....	39
Figura 3.2 Calibre para medir el resalte del extractor.....	40
Figura 3.3 Calibre pasa y de simetría – 1. Cabeza, 2. Dos pernos Allen CC/UNC mm, 3. Cuerpo y 4. Mango.....	40

Figura 3.4 Características del acero para trabajo en frío AISI 01.....	41
Figura 3.5 Características del acero plata.....	42
Figura 3.6 Baqueta de limpieza.....	51
Figura 3.7 Botador Cilíndrico.....	52
Figura 3.8 Botador Cónico.....	52
Figura 3.9 Llave de la culata - 1. Cuerpo, 2. Palanca, 3. Eje y 4. Prisionero M4x0.75.....	52
Figura 3.10 Llave universal.....	52
Figura 3.11 Mandril para alinear caja de mecanismos – 1. Bola, 2. Brazo del mango, 3. Mango, 4. Eje, 5. Chaveta, 6. Tornillo de Ajuste, 7. Pasador, 8. Mandril, 9. Arandela, 10. Perno Allen CC/UNC MM.....	53
Figura 3.12 Mandril para alinear tubo guía – 1. Eje para alinear tubo guía, 2. Eje, 3. Cabeza del mango, 4. Tornillo de ajuste, 5. Bola, 6. Chaveta, 7. Brazo del mango, 8. Perno Allen CC/UNC MM, 9. Arandela y 10. Pasador.....	54
Figura 3.14 Características del Acero AISI 4340.....	55
Figura 3.15 Bosquejo de la matriz para expulsión de la caja de mecanismos – tubo cañón.....	83
Figura 3.16 Eje de Mandril.....	84
Figura 3.17 Sección crítica del eje de mandril.....	84
Figura 3.18 Tabla de los factores de esfuerzos en relación D/d.....	86
Figura 3.19 Bosquejo de la rectificadora de Tubos.....	97
Figura 3.20 Cuerpo del Tornillo.....	98
Figura 3.21 Elementos de la rosca.....	99
Figura 3.22 Diagrama de Cuerpo libre del tornillo.....	102
Figura 3.23 Ficha de Propiedades Mecánicas del AISI 1045.....	107
Figura 3.23 Características del rodamiento.....	109
Figura 3.24 Tabla de resultados de rodamientos a poder utilizarse.....	110

Figura 3.25 Datos del Rodamiento rígido de bolas, de una hilera, obturada con protección a un lado.....	111
Figura 3.26 Cargas equivalentes y vida nominal.....	112
Figura 3.27 Vida del Rodamiento.....	113
Figura 3.28 Valores orientativos del factor de ajuste n_c para diferentes grados de contaminación.....	114
Figura 3.29 Bosquejo de la matriz para el ensamble de la caja de mecanismos – tubo cañón.....	127
Figura 3.30 Eje de Pedestal (trabaja como columna).....	128
Figura 3.31 Bosquejo del mecanismo de alineación de los elementos de puntería.....	142
Figura 4.1 Herramientas.....	156
Figura 4.2 Calibrador digital.....	156
Figura 4.3 Operarios de las máquinas.....	158
Figura 4.4 Proyectistas trabajando.....	158
Figura 4.5 Diagrama de procesos general.....	159
Figura 4.6 Calibre Para Cañones.....	160
Figura 4.7 Calibre Pasa Y De Simetría.....	160
Figura 4.8 Baqueta De Limpieza.....	160
Figura 4.9 Botadores.....	160
Figura 4.10 Llave De La Culata.....	161
Figura 4.11 Llave Universal.....	161
Figura 4.12 Mandril Para Alinear Caja De Mecanismos.....	161
Figura 4.13 Mandril Para Alinear Tubo Guía.....	162
Figura 4.14 Matriz Para Expulsión De La Caja De Mecanismos – Tubo Cañón.....	162

Figura 4.15 Rectificadora De Cañones Deformados.....	163
Figura 4.16 Matriz Para El Ensamble De La Caja De Mecanismos – Tubo Cañón.....	163
Figura 4.17 Mecanismos De Alineación De Los Elementos De Puntería.....	164
Figura 5.1 Calibre para cañones.....	171
Figura 5.2 Manera de comprobar el cilindro interno del tubo cañón parte delantera.....	172
Figura 5.3 Manera de comprobar el cilindro interno del tubo cañón parte trasera.....	173
Figura 5.4 Calibre para medir el resalte del extractor.....	175
Figura 5.5 Manera de ingresar el lado “pasa” del calibre.....	177
Figura 5.6 Calibre pasa y de simetría.....	178
Figura 5.7 Manera de introducir el calibre ‘pasa’ y de simetría en la caja de mecanismos.....	179
Figura 5.8 Baqueta de limpieza.....	183
Figura 5.9 Botador cilíndrico.....	186
Figura 5.10 Botador cónico.....	186
Figura 5.11 Botadores de diversas formas.....	187
Figura 5.12 Manera correcta de utilización de los botadores.....	188
Figura 5.13 Llave de la culata.....	189
Figura 5.14 Forma de empleo de la llave de la culata.....	190
Figura 5.15 Llave universal.....	191
Figura 5.16 Forma correcta de utilización de la herramienta cuando el apagallama se encuentra apretado.....	192
Figura 5.17 Forma correcta de utilización de la herramienta cuando el apagallama no requiere mayor fuerza.....	193
Figura 5.18 Forma de utilizar la uña de la llave universal.....	194

Figura 5.19 Mandril para alinear Caja de mecanismos.....	195
Figura 5.20 Muestra la utilización del Calibre “pasa” y de simetría.....	196
Figura 5.21 Muestra cómo eliminar la abolladura con el mandril.....	197
Figura 5.22 Mandril para alinear tubo guía.....	198
Figura 5.23 Muestra cómo utilizar el calibre “pasa” y de simetría.....	199
Figura 5.24 Muestra cómo utilizar el mandril.....	200
Figura 5.25 Matriz de expulsión de la caja de mecanismos-tubo cañón.....	203
Figura 5.26 Forma de colocar la base de la matriz.....	204
Figura 5.27 Ingreso del punzón en la caja de mecanismos.....	205
Figura 5.28 Forma adecuada de colocar el fusil con el tubo cañón.....	205
Figura 5.29 Rectificadora de cañones deformados.....	207
Figura 5.30 Matriz de ensamble de la caja de mecanismos-tubo cañón.....	210
Figura 5.31 Colocación de la guía del tubo cañón con la mira.....	211
Figura 5.32 Mecanismo de alineación de los elementos de puntería.....	214
Figura 6.1 Elementos en los que se comprobó las medidas.....	217
Figura 6.2 Diagrama de la depreciación del método de la línea recta donde Depreciación: CONSTANTE. Valor Neto: DECRECIENTE.....	235

ANEXOS

Anexo 1.....	247
Anexo 2.....	255
Anexo 3.....	263
Anexo 4.....	271

NOMENCLATURA

Capítulo 2

Ds	diferencia superior
Dmax	cota límite superior máxima
D	cota nominal
Di	diferencia inferior
Dmin	cota límite mínima

Capítulo 3

Nomenclatura en las ecuaciones de la matriz para expulsión de la caja de mecanismos – tubo cañón

L	longitud de sección
D	diámetro mayor de sección
D	diámetro menor de sección
P	carga de compresión
A	área de contacto del eje
Θ_x	esfuerzo de compresión
R	radio de la muesca
Kt	Factor geométrico de concentración de esfuerzos
Θ	esfuerzo bajo cargas estáticas por los concentradores
Sy	esfuerzo a la tracción/límite de fluencia (Mpa)
Fs	factor de seguridad

Nomenclatura en las ecuaciones de la rectificadora de cañones deformados

Y	Modulo de elasticidad
A	Tope del tubo cañón
L	Ancho de rodamiento
Pt	Carga de tensión para el tornillo
L	Avance
P	Paso
D	diámetro mayor
Dr	Diámetro menor
At	área de esfuerzo a tensión
A	Angulo ACME (grados)
A1	Angulo ACME (radianes)
M	Fricción al deslizamiento
Dp	Diámetro de paso
Tu	Par de torsión para elevar la carga
Td	Par de torsión para bajar la carga
P	Fuerza generada por una persona promedio de 75 kg
Ri	Radio menor del tornillo
T1	Momento total aplicada
Tu	Momento del Tornillo
Ss	Esfuerzo cortante torsional
Snn	Esfuerzo a tensión
As	Área cortante de barrido
Wo	Factor de área para el área de cortante de barrido de las roscas
Ssm	Esfuerzo cortante transversal

Lm	Longitud mínima del tornillo
Sy1	Límite de fluencia (Kg / mm ²)
HB	Dureza Brinell
Sut	Resistencia máxima a la tensión
Sys	Esfuerzo máximo a cortante
NF	Factor de seguridad por límite de fluencia
N	número de rodamientos
P	Carga dinámica equivalente del rodamiento, KN
Fr	Carga radial real del rodamiento, KN
Fa	Carga axial real del rodamiento, KN
X	Factor de carga radial del rodamiento
Y	Factor de carga axial del rodamiento
Nc	Factor de ajuste para los diferentes grados de lubricación
L ₁₀	Vida nominal (con un 90 % de fiabilidad), millones de revoluciones
l _{0h}	vida nominal (con un 90 % de fiabilidad), horas de funcionamiento

Nomenclatura en las ecuaciones en la matriz para el ensamble de la caja de mecanismos – tubo cañón

L	Longitud de la columna
D	Diámetro de la columna
A	Área
I	Inercia
R	Radio de giro
E	Módulo de elasticidad
L _{eff}	Longitud efectiva
P _{cr}	Carga crítica
Sy	Esfuerzo de fluencia

Sp1	Límite proporcional
Sr	Razón de esbeltez
Src	Razón de esbeltez crítica
SF	Factor de seguridad ASIC
Σ	Esfuerzo resultante permitido

RESUMEN

Dentro de La F.M.S.B Santa Bárbara S.A. se realizan varios proyectos en diversas áreas como por ejemplo en matricería, balística, estructuras, etc., que satisfacen las necesidades técnicas de la Fuerza Terrestre.

El mantenimiento de cuarto escalón de los Fusiles HK 33E calibre 5,56 mm, es uno de los proyectos adquiridos por la FMSB Santa Bárbara S.A., para el cual se requiere disponer de los utillajes, calibres, herramientas y manuales de utilización de los mismos, a utilizarse en dicho mantenimiento, y razón por la cual la empresa requirió de nuestro servicio en el área de diseño y construcción de dichos herramental.

El objetivo principal es el de diseñar y construir los utillajes, calibres, y herramientas del fusil HK 33E en su proceso de mantenimiento de recuperación, con los respectivos manuales de utilización, determinando la mejor técnica para el diseño y construcción de los utillajes, calibres, herramientas y manuales de utilización, certificando así el óptimo mantenimiento de recuperación del armamento.

En la ejecución de este proyecto se requirió definir algunos elementos especiales para el mantenimiento del fusil como son los calibres de fabricación, los cuales se emplean para el calibrado de una pieza terminada, y se diferencia de otros por el grado de desgaste al que se encuentran sometidos, así también estos calibres no precisan estar normalizados, ya que su utilización está basada en el límite de la tolerancia admisible, las herramientas, permitirán ejecutar de manera más apropiada, sencilla y con el uso de menor energía, tareas de reparación, que sólo con un alto grado de dificultad y esfuerzo se podrían hacer sin ellas y los utillajes, que son un conjunto de matrices especiales que faciliten el proceso de mantenimiento del fusil.

Existen diversas maneras de alterar la forma del material, en el presente proyecto se utilizara el proceso más conocido llamado Mecanizado por desprendimiento de

viruta, el cual consiste en arrancar en forma de viruta el exceso de materiales de un semiproducto previamente concebido, utilizando las máquinas y herramientas cortantes adecuadas, para conseguir la geometría de la pieza deseada y las especificaciones planteadas, permitiendo tener una exactitud del orden de micras con una tolerancia de $\pm 0,13$ mm, obtienen acabados superficiales muy finos los cuales son necesarios para la elaboración de los calibres en el mantenimiento del fusil HK.

En el diseño de los calibres de control, se requirió reconocer los utilizados en el mantenimiento, así como la función de cada uno de ellos determinando la existencia de tres calibres importantes que son el calibre de cañones, el calibre del resalte del extractor y el calibre pasa y de simetría, los cuales requerirán de un material de construcción que soporte el desgaste superficial por el paso del tiempo ya que estos no van a estar sometidos a ningún esfuerzo externo por lo que se analizó que el acero en frío AISI 01, es el mejor y someténdole a un tratamiento térmico llamado nitrurado, a excepción del calibre para cañones el cual requiere de un material de mayor precisión y exactitud como es el acero plata sometido a un tratamiento térmico que permita aumentar la dureza de los calibres.

Para conocer las herramientas que se requerían en el mantenimiento del arma se procedió a analizar varios puntos como el manual de mantenimiento y luego la ergonomía del fusil para lo cual recibimos la ayuda del armero al desarmar y armar este, concluyendo que se requiere de las siguientes herramientas: Baqueta de limpieza, Botadores, Llave de la culata, Llave universal, Mandril para alinear caja de mecanismos y Mandril para alinear tubo guía, los cuales requerirán de diversos materiales según su función como es la baqueta de limpieza que será fabricada en acero plata, los botadores se harán en acero DF-2 con un tratamiento térmico llamado temple ya que se requiere que la punta de la cabeza tenga una dureza de entre los 50 y 55 HRC, los elementos de la llave de la culata serán realizados en acero DF-2, la llave universal será hecha en 90 manganeso y los cuerpos de los mandriles en Acero Bonificado 4340, debido a que requieren tener una mejor tenacidad, además de que a cada uno de los elementos se requiere realizar un

tratamiento térmico adecuado para que tenga una mejor dureza superficial y sean resistentes al desgaste y a la corrosión.

En el caso de los utillajes, el diseño de estos se basó en la geometría del fusil, además de la manera cómo el armero desarmaba y armaba de forma manualmente el mismo.

El material a utilizarse para la construcción de estos utillajes, se determinó mediante el análisis de los elementos críticos de cada uno de los sistemas a construirse, además de que se determinó que tipo de tratamiento requerían por el desgaste que sufrirán las piezas críticas al ser utilizados en el tiempo.

Para la construcción y montaje de estos instrumentos se utilizaron las máquinas y equipos del taller de máquinas y herramientas de la empresa, con la ayuda de los obreros.

Al finalizar el proceso de construcción se procedió a chequear las medidas de cada uno de los elementos fabricados, procediendo a chequear las herramientas, calibres y matrices en el fusil, con la finalidad de comprobar su fiabilidad y el tiempo promedio de vida útil total de las herramientas, elaborando un manual de utilización de los calibres, herramientas y matrices.

El análisis económico nos permitirá establecer la factibilidad y rentabilidad del proyecto realizado, para la FMSB S.A, ya que en este se detalla los costos totales del proyecto, desglosados en directos e indirectos, y con un porcentaje por imprevistos.

Por tanto se concluyo en base al número de fusiles en el país (44 000), y a la frecuencia de mantenimiento de cuarto nivel se determinó que es necesario realizar mecanismos de fácil armado y desarmado, así como de cómodo mantenimiento, ya que no todos los fusiles van a ser chequeados en el mismo año, además de que los elementos construidos van a tener que ser armados y desarmados según como vayan llegando los fusiles para su mantenimiento.

CAPITULO 1

INTRODUCCION PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UTILLAJES, CALIBRES, HERRAMIENTAS Y MANUALES DE UTILIZACIÓN DE LOS MISMOS, EN EL MANTENIMIENTO DE RECUPERACIÓN DE LOS FUSILES HK33 E CALIBRE 5.56 mm”

1.1. ANTECEDENTES

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

Dentro de la empresa se realizan varios proyectos para satisfacer las necesidades existentes en la Fuerza Terrestre, lo que conlleva al diseño de productos en varias áreas, tales como: matricería, balística, estructuras, entre otras.

En año de 1995 la Fuerza Terrestre del Ecuador, adquirió 44000 Fusiles HK 33E calibre 5,56 mm, de fabricación Inglesa, con patente alemana, para la protección de la soberanía del Ecuador.



Figura 1.1 Fusil HK 33 – E

En la actualidad, los fusiles requieren de un mantenimiento de cuarto escalón, el cual se va a realizar en las instalaciones de la FMSB Santa Bárbara S.A.

Para realizar este mantenimiento la empresa requiere disponer de los utillajes, calibres, herramientas y manuales de utilización de los mismos, dichos elementos tienen que ser diseñados y contruidos por la fábrica, y para lo cual requieren de nuestro servicio.

1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La precisión de un arma depende de que los procesos de ensamblaje del cañón, alineación de los elementos de puntería y calibración de la precisión a 100 metros se realicen adecuadamente como se indica a continuación.

a.- Montaje del cañón en caja de mecanismos.- El cañón del fusil debe ser ensamblado a presión con el ajuste necesario, en una prensa disponiendo de matricería adecuada para la correcta alineación del cañón y la caja de mecanismos, y así evitar deformaciones en el cañón, determinando que debe chequear el tubo cañón, con lo calibres necesarios para afirmar que no existieran deformaciones, y si fuera el caso eliminar dichas deformaciones.



Figura 1.2 Tubo cañón



Figura 1.3 Caja de Mecanismos

b.- Alineación elementos guión – alza.- Esta actividad requiere disponer de un banco de fijación del fusil y el mecanismo que permita realizar el alineamiento del guión – alza, pudiendo ser mecánico.



Figura 1.4 Vista del guión y alza

Analizando el montaje del cañón en caja de mecanismos y la alineación elementos guión – alza, se definió que se requería diseñar y construir los calibres, herramientas, utillajes y manuales de utilización de los mismos para poder realizar de una mejor manera los dos procedimientos anteriormente descritos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBEJTIVO GENERAL

Diseñar y construir los utillajes, calibres, y herramientas del FUSIL HK 33E en su proceso de mantenimiento de recuperación, con sus manuales de procedimientos.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar y construir los calibres de control, para verificar desgaste en los elementos que conforman FUSIL HK 33E.
- Diseñar y construir el herramental del FUSIL HK 33E, para el proceso de mantenimiento de recuperación del armamento.
- Diseñar y construir los utillajes necesarios para el correcto mantenimiento del FUSIL HK 33E en los cuales constan: una matriz de expulsión de la caja de mecanismos-tubo cañón para evitar daños en el desmontaje, una matriz de ensamblaje de la caja de mecanismos-tubo cañón para garantizar la correcta alineación del cañón y caja de mecanismo, una rectificadora de cañones deformados para recobrar los cañones deteriorados y un mecanismo de alineación de los elementos de puntería para la correcta alineación del alza - guión.
- Elaborar los manuales de los procedimientos de empleo de los utillajes, calibres y herramientas en el mantenimiento de recuperación del fusil HK.

1.4. ALCANCE DEL PROYECTO

En la presente investigación tecnológica, tiene como principal alcance determinar la metodología para el diseño y construcción de los utillajes, calibres, herramientas y elaboración de los manuales de utilización para el proceso de mantenimiento de cuarto escalón en la recuperación del fusil certificando un óptimo proceso en la recuperación del armamento.

1.5.JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El presente proyecto de grado está orientado a satisfacer las necesidades de la FMSB Santa Bárbara S.A. en cuanto a diseñar y construir los utillajes, calibres, herramientas, y elaboración de los manuales de utilización de los mismos, garantizando el correcto mantenimiento de cuarto escalón a realizarse a los fusiles HK 33E.

En base a nuestros conocimientos adquiridos en la Carrera de Ingeniería Mecánica, asumimos la responsabilidad de diseñar y construir dichos elementos en base a las exigencias planteadas por la FMSB Santa Bárbara S.A. garantizando la confiabilidad en el ensamble del armamento así como su operatividad.

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 HAPLOLOGÍA DEL FUSIL HK 33E

2.1.1 GENERALIDADES

El fusil HK33E, calibre 5.56mm x 45, es un fusil de asalto, de pequeño calibre, individual, portátil (liviana), de tiro rasante y cuyo funcionamiento es automático, está provisto de un selector de tiro que le permite limitar su funcionamiento en semiautomático^{2.1} o automático^{2.2}. El fusil HK33E cuenta con un cañón fijo y cierre con rodillos de bloqueo que funciona mediante el principio del retroceso de masas, por medio de este se aprovecha la fuerza viva de retroceso, la cual vence a la inercia de reposo de la masa del cierre lanzándolo hacia atrás y poniéndolo en movimiento ejecutado de esta manera el funcionamiento del sistema de automatismo al ejecutar el ciclo de operaciones^{2.3} que realiza el arma al efectuar el disparo, después de haber sido preparada (abastecer, aprovisionar, cargar y armar).



Figura 2.1 Fusil HK 33E

2.1.2 CARACTERÍSTICAS DEL FUSIL

Entre las principales características tácticas se encuentra su ergonomía en la empuñadura permitiendo que la mano tenga una posición completamente natural,

^{2.1}Semiautomático: el arma dispara tiro por tiro

^{2.2} Automático: el arma dispara en ráfaga.

^{2.3} percusión, extracción, desacerrojado, apertura, eyección, alimentación, cierre y acerrojado

para así facilitar un alto grado de puntería y evitar la fatiga del tirador por tener mayor número de puntos de apoyo para el tiro.

Son armas de carga y disparo automático, lo que garantiza un buen número de disparos desarrollando un gran volumen de fuego.

Su funcionamiento es muy confiable garantizando por los seguros con los que cuenta, así como por la facilidad para ser maniobradas y transportadas.

Gracias a que son resistentes a los golpes, lo que permite que el mantenimiento y limpieza se lo pueda realizar mediante un desmontaje parcial, garantizando su uso inmediato

2.1.3 ANALISIS DEL GRUPO DE PIEZAS DEL FUSIL

Para poder describir de mejor manera al fusil se ha procedido a dividirlo según la importancia de las piezas y su lugar de ubicación determinando el siguiente orden:

- 1.Cajón de mecanismos con cañón, dispositivos de montar y puntería
- 2.Cierre
- 3.Empuñadura con mecanismo de disparo
- 4.Culatín fijo
- 5.Guardamanos
- 6.Cargador



Figura 2.2 Grupo de piezas

- **Cajón de mecanismo con cañón, dispositivos de montar y puntería.**

El cajón de mecanismos une el cañón, el dispositivo de montar y el de puntería y aloja todos los grupos de piezas (Figura 2.3). El cañón está sujeto a presión a la pieza de bloqueo y asegurado mediante un perno. Sobre la boca lleva roscado un apagallamas que sirve al mismo tiempo de guía a la granada de fusil. El dispositivo de montar está situado encima del cañón. Sirve para montar el arma y para dejar fijo el cierre en su posición más retrasada.

El dispositivo de puntería se compone de punto de mira y alza giratoria. El alza giratoria está provista de 3 orificios visores y una muesca abierta. Es regulable para distancias de 200, 300 y 400 m y graduable vertical y horizontalmente.



Figura 2.3 Cajón de mecanismo con cañón, dispositivos de montar y puntería.

- **Cierre**

El cierre (Figura 2.4) se compone de:

- a. Soporte de cierre con tubo para muelle recuperador y palanca de bloqueo (Figura 2.5)
- b. Varilla guía con muelle recuperador (Figura 2.6)
- c. Cabeza de cierre con rodillos de cierre, extractor y muelle-extractor (Figura 2.7)
- d. Porta percutor (Figura 2.8)
- e. Muelle-percutor (Figura 2.9)
- f. Percutor (Figura 2.10)



Figura 2.4 Cierre



Figura 2.5 Soporte de cierre



Figura 2.6 Varilla guía con muelle percutor



Figura 2.7 Conjunto de la cabeza de cierre



Figura 2.8 Porta percutor



Figura 2.9 Muelle-percutor



Figura 2.10 Percutor

El cierre se desliza en el cajón de mecanismos y sirve, en combinación con el muelle recuperador, para la alimentación y la percusión del cartucho, la extracción y expulsión de la vaina después del disparo y para montar el martillo.

• **Empuñadura con mecanismo de disparo**

La empuñadura (Figura 2.11) va dispuesta en forma rebatible y desmontable en el cajón de mecanismos y aloja el mecanismo de disparo (Figura 2.12) con los elementos de disparo y de seguridad. La empuñadura y la caja del mecanismo de disparo quedan unidas por el eje del seguro.



Figura 2.11 Empuñadura con disco de disparo

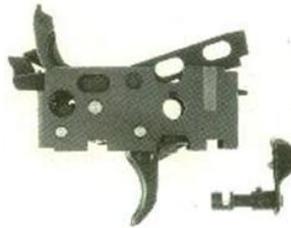


Figura 2.12 Caja con mecanismo de dispara y seguro

- **Culatín**

Culatín fijo (Figura 2.13): Este cierra la parte posterior del cajón de mecanismos. Está fijado a él mediante un pasador de fijación.



Figura 2.13 culatín fijo

- **Cargador**

El cargador de acero, tiene capacidad para 25 cartuchos, se compone de:

- a. Caja del cargador (Figura 2.14)
- b. Elevador con muelle elevador y chapa de seguridad (Figura 2.15)
- c. Tapa del fondo (Figura 2.16)



Figura 2.14 Caja del Cargador



Figura 2.15 Elevador con muelle elevador y chapa de seguridad



Figura 2.16 tapa de Fondo

2.1.4 MANEJO Y SERVICIO

- **Llenar el cargador**

La mano izquierda toma el cargador (Figura 2.17). La mano derecha coloca el cartucho en la abertura del cargador y presiona hacia abajo el cartucho superior hasta que resulte agarrado por la aleta del cargador.



Figura 2.17 Llenar el cargador

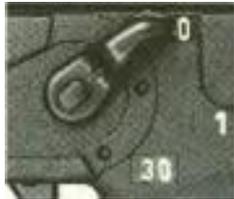
- **Vaciar el cargador**

Se toma el cargador con la mano izquierda con las puntas de los cartuchos dirigidas hacia adelante. Se empuja el cartucho superior fuera del cargador.

- **Características del seguro**

La aleta del seguro se encuentra en el lado izquierdo de la empuñadura y tiene 3 posiciones de giro:

0 = Seguro; 1= Tiro a tiro; 30 = Tiro continuo por ráfaga (Figura 2.18).



Seguro



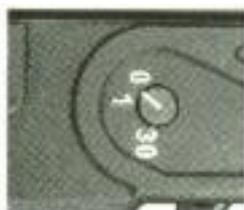
Tiro a Tiro



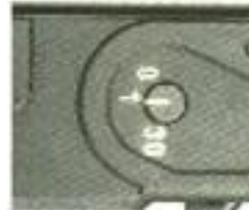
Tiro continuo ráfaga

Figura 2.18 Posición de la aleta del seguro lado izquierdo

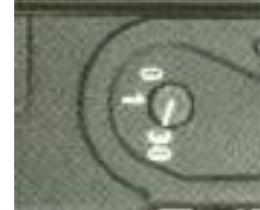
Por estar las posiciones de disparo (0, 1, 30) señaladas también en el lado derecho de la empuñadura, siempre se ve en qué estado se encuentra el arma. Una raya en el eje del seguro señala en cada caso la posición de la aleta del seguro (Figura 2.19).



Seguro



Tiro a Tiro



Tiro continuo ráfaga

Figura 2.19 Posición de la aleta del seguro lado derecho

- **Poner el seguro**

Póngase la aleta del seguro en "0". El gatillo quedará bloqueado. No obstante aún estando el arma en posición de seguro, ésta podrá ser montada.

- **Disparar**

Tiro a tiro: Poner aleta de seguro en "1". Tiro continuo por ráfagas: Poner aleta del seguro en "30".

- **Colocar y quitar el cargador**

Asegúrese de ¡Poner el seguro!, para introducir el cargador en el porta cargador (Figura 2.20). El pestillo del retén del cargador tiene que encastrar en forma segura. Para quitar el cargador, hay que zafar el pestillo del retén"(Figura 2.21).



Figura 2.20 Introducir el cargador



Figura 2.21 Extraer el cargador

- **Montar el arma**

Asegurarse de ¡Poner el seguro!

Llevar hacia atrás, con la mano izquierda, la palanca de montar, hasta que quede cogida en su enganche del tubo guía (Figura 2.22). Introducir el cargador en el porta cargador, hasta que el pestillo del retén quede encastrado en forma segura (Figura 2.21). Soltar la palanca de montar, que rápidamente volverá a su posición anterior. El arma estará entonces montada y asegurada (Figura 2.23).



Figura 2.22 Llevar hacia atrás la palanca de montar



Figura 2.23 Soltar hacia adelante la palanca de montar

2.1.5 FUNCIONAMIENTO

Supongamos el arma ya montada y sin asegurar.

Al apretar el gatillo, liberaremos el martillo, que golpea sobre el percutor, provocando éste el encendido de la cápsula del cartucho. Los gases de la pólvora impulsarán la bala, presionando al mismo tiempo sobre la vaina del cartucho.

La energía resultante, que actúa sobre y frente de la cabeza de cierre, es transmitida, a través de los rodillos de cierre, en parte al cajón de mecanismos y en parte a través del portapercutor, al soporte de cierre. El retroceso de la cabeza de cierre es retardado por la forma del portapercutor y de la pieza de bloqueo, teniéndose así la seguridad de que la recámara quede cerrada mientras el proyectil sale por la boca de fuego.

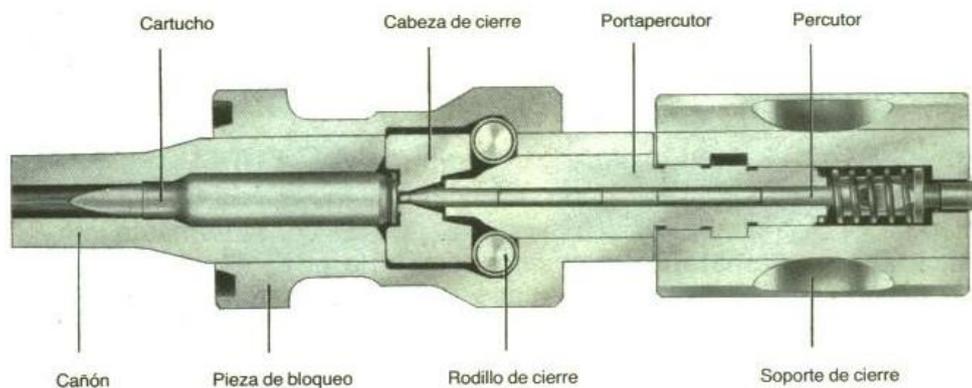


Figura 2.24 Cierre cerrado

Habiendo entrado completamente los rodillos en la cabeza de cierre, el cierre puede seguir retrocediendo, expulsando la vaina y volviendo a montar el martillo. El muelle

recuperador, que ha sido comprimido al mismo tiempo, empuja el cierre otra vez hacia adelante, mientras que la superficie frontal del cierre empuja el cartucho superior del cargador hasta introducirlo en la recámara. El extractor penetra en la garganta de extracción de la vaina y los planos inclinados del portapercutor empujan los rodillos hacia los rebajes (Figura 2.25) de la pieza de bloqueo. El arma queda lista para el disparo siguiente.

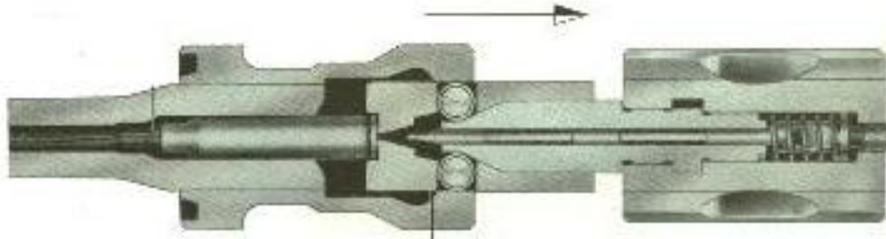


Figura 2.25 Cierre desarrojado

• **TIPOS DE FUNCIONAMIENTOS**

○ **Semi-automático (Disparando tiro a tiro) (Figura 2.26)**

El martillo queda retenido después de cada disparo y deberá ser liberado soltando y liberando el tirador el gatillo.

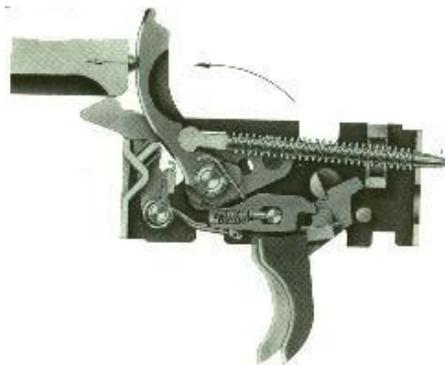


Figura 2.26 Tiro a tiro

○ **Automático (tiro continuo por ráfaga) (Figura 2.27)**

La palanca de disparo no es alcanzada por el diente del martillo. El martillo no es retenido sino por el conmutador de tiro, soltándose automáticamente mientras el gatillo permanece apretado.

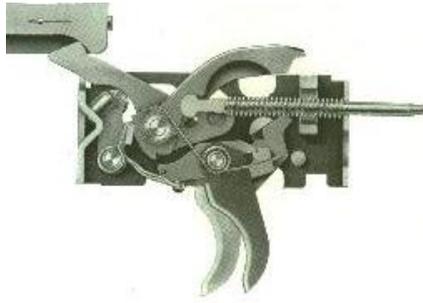


Figura 2.27 Tiro continuo por ráfaga

2.1.6 DESMONTAJE DEL FUSIL

Ponga el seguro y quite el cargador. Llevar hacia atrás la palanca de montar, y después de comprobar que la recámara se encuentra vacía, dejar dicha palanca libre para que el cierre sea impulsado adelante. Desenganchar correa de transporte del soporte del punto de mira. Extraer pasador de sujeción y alojarlo en el remanche hueco del culatín fijo (Figura 2.28). Desmontar el culatín, abatiendo o soltando la empuñadura. Haciendo uso de la palanca desmontar, impulsar cierre y muelle recuperador hacia atrás y sacarlos del cajón de mecanismos (Figura 2.29). Quitar guardamanos.



Figura 2.28 Desmontar el culatín



Figura 2.29 Extraer el conjunto del cierre

- **Desmontar el cierre**

Retirar el muelle recuperador del tubo guía en su posición más retrasada, inclinándolo hacia un lado.

Sacar la cabeza de cierre del portapercutor, efectuando un giro de 90° hacia la izquierda. Girar portapercutor hasta que su resalte salga del soporte de cierre. Retirar del soporte de cierre, el percutor y el muelle percutor (Figura 2.30 y 2.31).



Figura 2.30 Desmontar el conjunto del cierre



Figura 2.31 Extraer las piezas del cierre

- **Desmontar la empuñadura con el mecanismo de disparo. Sacar palanca de seguro, poniéndola vertical, hacia arriba.**

Sacar caja con mecanismo de disparo. El desmontaje completo del mecanismo de disparo debe ser efectuado únicamente por personal adiestrado. En caso de hallarse muy sucio, podrá ser lavado con un detergente.

2.1.7 MONTAJE DEL FUSIL

Fijar los guardamanos.

Introducir el conjunto del cierre completo con el muelle recuperador en el cajón de mecanismos.

Colocar la empuñadura. (Poner la palanca de seguro en la empuñadura en "O".)

Unir el culatín fijo o retráctil al cajón de mecanismos y colocar el pasador de fijación (Figura 2.32).

Enganchar portafusil universal.

Puede comprobarse que el arma ha sido bien montada, si la palanca de montar trabaja normalmente.



Figura 2.32 Montar el arma

- **Montaje del cierre se efectúa de forma inversa a la indicada para el desmontaje.**

Empujar cabeza de cierre con su superficie aplanada por debajo del resalte de la palanca de bloqueo, manteniendo una distancia de aproximadamente 5 mm al soporte de cierre, y girar cabeza hacia la izquierda hasta que las superficies de deslizamiento de la cabeza de cierre y del soporte de cierre estén en un plano.

Empujar muelle recuperador en su tubo guía.

2.1.8 AJUSTES DE LOS DISPOSITIVOS DE PUNTERIA

• **AJUSTE DEL ALZA GIRATORIA**

Un ajuste que fuese necesario en la prueba de tiro se efectúa regulando el alza vertical u horizontalmente.

○ **Ajuste de altura**

Introducir dispositivo de ajuste de altura en el tambor de alza (Figura 2.33), cuidando de que las cuñas del dispositivo entren en las dos ranuras del tambor en que los pernos de sujeción están alojados. Introducir destornillador para tornillos con ranuras en cruz en el orificio del dispositivo de ajuste y presionar hacia abajo.

Girar tambor de alza con la mano a la posición deseada. Girándolo a la derecha, el punto de impacto baja, y al girarlo a la izquierda, se levanta en 3,9 cm. por cada graduación a una distancia de 100 m. Terminado el ajuste, se saca el destornillador

y se quita el dispositivo de ajuste. Los pernos de presión vuelven a entrar en las ranuras. Después del ajuste de altura se volverá a graduar la deseada distancia de tiro.

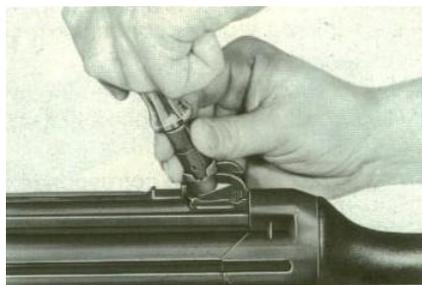


Figura 2.33 Montar el arma

○ **Ajuste lateral**

Arma tira a la izquierda: Aflojar tornillo de apriete (Figura 2.34). Girar tornillo de ajuste (Figura 2.35) a la izquierda según la corrección requerida. Volver a apretar el tornillo de apriete^{2.4}.

Arma tira a la derecha: Aflojar tornillo de apriete (Figura 2.34). Girar tornillo de ajuste (Figura 2.35) a la derecha hasta haber efectuado la corrección requerida. Volver a apretar el tornillo de apriete.

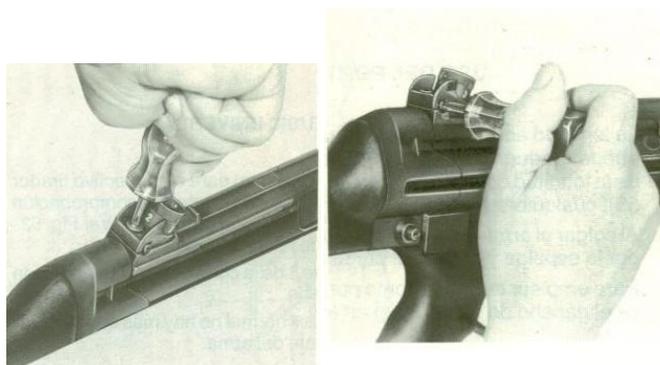


Figura 2.34 Aflojar tornillo de apriete **Figura 2.35 Girar tornillo de ajuste**

^{2.4} **Nota.** - Una vuelta del tornillo de ajuste corresponde a un desplazamiento lateral del punto medio de impacto en 15,7 cm. a la izquierda o a la derecha, si la distancia de tiro es de 100 m.

• Diagramas de puntería para el HK 33 E

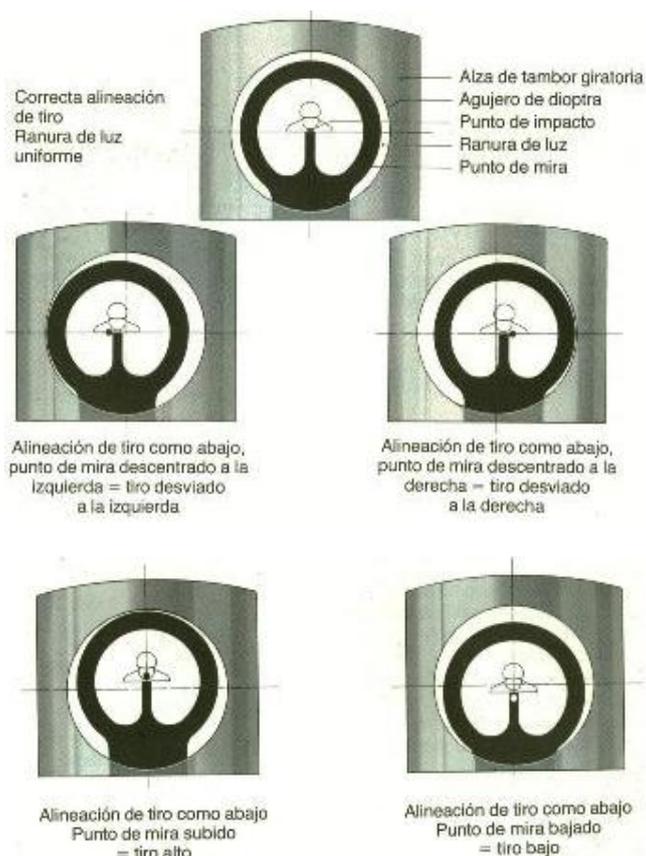


Figura 2.36 Diagramas de puntería

2.1.9 DATOS TÉCNICOS PARA HK 33 E

Calibre.....	5,56 mm x 45 (NATO)
Longitud del arma con culatín fijo.....	920 mm
Longitud de la arma con culatín recogido.....	735 mm
Longitud de la línea de mira.....	480 mm
Longitud del cañón.....	390 mm
Peso del arma con culatín fijo, sin cargador.....	3,65kg
Peso del arma con culatín retráctil, sin cargador.....	3,98 Kg.
Peso del cargador de acero vacío, con capacidad de 30 cartuchos (25).....	0,27 Kg.

Peso del cartucho.....0,012 Kg.
Cadencia de fuego.....aprox. 750 disparos/minuto
Velocidad inicial- V_0aprox. 890 m/seg.
Energía en la boca- E_0 -aprox. 1585 J
Graduaciones del alza.....200, 300,400 m
6 rayas, rayado dextrógiro de paso constante.....78 mm/rev.

2.2 NORMAS DE SEGURIDAD DE LAS ARMAS

Es de vital importancia anexar las normas de seguridad relacionadas a las armas de fuego ya que mediante estas se conocen también el procedimiento para realizar el mantenimiento de estas.

Las Normas de Seguridad se dictan para la armas tienen la finalidad de prevenir hechos y/o acontecimientos de gran consideración, tanto personales como con las armas de fuego. Tales como:

- a. Normas de Seguridad para evitar accidentes con Armas de Fuego
- b. Normas de Seguridad para evitar pérdidas, robos y/o sustracciones.
- c. Normas de Seguridad para evitar deterioros y desperfectos en las armas.

2.2.1 NORMAS DE SEGURIDAD PARA EVITAR DETERIOROS Y DESPERFECTOS EN LAS ARMAS

En éste punto, se puede mencionar una serie de medidas de seguridad, tanto para evitar deterioros y desperfectos en las armas de fuego, pero el principal punto que es una norma fundamental y que es de responsabilidad de todos los grados, es el mantenimiento en todas sus facetas y grados, por lo cual se van a dictar las normas con respecto a este parámetro.

• MANTENIMIENTO

Son actos realizados para conservar el armamento, evitando fallos funcionales o de precisión de tiro, con el fin de averiguar las causas de los daños para así evitarlos, garantizando las mejores condiciones para su utilización.

El personal especializado en trabajos de mantenimiento debe tener conocimientos fundados sobre armas portátiles en particular sobre:

1. La estructura del arma así como la función de sus conjuntos constructivos y piezas móviles⁵
2. El objetivo y los límites de sollicitación y desgaste de las piezas sueltas
3. El uso de los calibres y aparatos de comprobación
4. La ejecución correcta y sistemática de una revisión de armas.

Objetivos del mantenimiento

Los objetivos del mantenimiento son:

- a. Permitir que el Ejército Ecuatoriano mantenga su total capacidad operativa, de modo que estén en condiciones de cumplir las misiones que tiene asignada.
- b. Producir, prevenir, detectar y corregir a tiempo, las fallas por medio de las actividades de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo.
- c. Conservar el equipo en condiciones de ser utilizado en cualquier momento.
- d. Reducir la necesidad de reemplazar equipos o componentes.
- e. Asegurar la máxima duración de la vida económica del equipo.
- f. Poner el equipo no operativo y económicamente reparable en condiciones operativas, con un mínimo empleo de personal, material y una mínima inversión de recursos.
- g. Estar preparado para absorber mayor cantidad de trabajo de mantenimiento, por aumento en los planes operacionales.

⁵ Piezas de recambio deben ensamblarse en el arma solamente en caso de que el estado requerido de la misma no puede ser alcanzado después de haber eliminado todos los fallos o desperfectos.

Escalones de mantenimiento

- Primer escalón: Mantenimiento efectuado por el usuario u operador que tiene a cargo el arma.
- Segundo escalón: Mantenimiento efectuado por el Servicio de Armamento de las Unidades.
- Tercer escalón: Mantenimiento efectuado por los Servicios de Armamento Regionales o de las Grandes Direcciones a las que pertenecen las Sub-Unidades.
- Cuarto escalón: Mantenimiento efectuado por la FMSB S.A.. A través de la División de Armas y Municiones de dicha empresa.

Tipos de mantenimiento

Existen tres tipos reconocidos de operaciones de mantenimiento, los cuales están en función del momento en el tiempo en que se realizan, el objetivo particular para el cual son puestos en marcha, y en función a los recursos utilizados, así tenemos:

• El Mantenimiento Predictivo

Consiste en hacer revisiones periódicas (usualmente programadas) para detectar cualquier condición (presente o futura) que pudiera impedir el uso apropiado y seguro de arma y poder corregirla, manteniéndola de ésta manera en optimas condiciones de uso.

• El Mantenimiento Preventivo

Es hacer los ajustes, modificaciones, cambios, limpieza y reparaciones (generalment e sencillos) necesarios para mantener cualquier herramienta o equipo en condiciones seguras de uso, con el fin de evitar posibles daños al operador o al equipo mismo.

• El Mantenimiento Correctivo

Es reparar, cambiar o modificar cualquier herramienta, maquinaria o equipo cuando se ha detectado alguna falla o posible falla que pudiera poner en riesgo el funcionamiento seguro de la herramienta o equipo y de la persona que lo utiliza.

2.3 ELEMENTOS ESPECIALES PARA EL MANTENIMIENTO DEL FUSIL

2.3.1 CALIBRES

Para llevar a cabo un mantenimiento de cuarto escalón óptimo del fusil, se precisa de calibres de fabricación, y dentro de estos específicamente los calibres de control, los cuales se emplean para el calibrado de una pieza terminada, y se diferencia de otros por el grado de desgaste al que se encuentran sometidos, así también estos calibres no precisan estar normalizados, ya que su utilización está basada en el límite de la tolerancia admisible, definida en cada uno de los manuales de utilización de los mismos.

Tipos de calibres

La calibración se puede realizar mediante calibres de medición directa o indirecta.

- **Calibres de medición directa**

Ayuda a identificar las dimensiones adecuadas de los elementos, como por ejemplo, ver el tamaño adecuado del diámetro del percutor, con el calibre límite para el resalte del percutor.

- **Calibres de medición indirecta**

En este caso se utiliza un calibre que representa a la otra pieza en la comparación o calibración, como por ejemplo el calibre de montaje del portapercutor.

2.3.2 HERRAMIENTAS

En el presente proyecto se definirá a las herramientas como las herramientas manuales auxiliares de fácil uso, generalmente fabricadas en acero, que se utiliza para ejecutar de manera más apropiada, sencilla y con el uso de menor energía, tareas constructivas o de reparación, que sólo con un alto grado de dificultad y esfuerzo se podrían hacer sin ellas.

2.3.3 UTILLAJES

El término Utillajes se definirá como el conjunto de útiles, maquinaria, implementos y matrices especiales que faciliten el proceso de mantenimiento del fusil.

2.4 PROCESOS DE MANUFACTURA UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCION DE CALIBRES, HERRAMIENTAS Y UTILLAJES

Según la ingeniería industrial se observa a la manufactura como un mecanismo para la transformación de materias primas en artículos útiles para la sociedad, modificando las características de estos. Dichas características pueden ser de naturaleza muy variada tales como la forma, la densidad, la resistencia, el tamaño o la estética.

Además en los procesos de manufactura también se considera la estructuración y organización de las acciones que permiten a un sistema lograr una tarea determinada, analizadas desde la extracción de los recursos naturales hasta la venta del producto, así como las realizadas en un puesto de trabajo con una determinada máquina-herramienta.

2.4.1 CLASIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE MANUFACTURA

De manera general los procesos de manufactura se clasifican en cinco grupos definidos en la tabla 2.1, de los cuales para la realización de este proyecto de tesis nos enfocaremos en el grupo número 2 definido como Mecanizado por desprendimiento de viruta por medio de máquinas, y manteniendo especial interés en la sub clasificación de los métodos de mecanizado convencionales.

Tabla 2.1 Clasificación procesos de manufactura

GRUPO	TIPOS PRINCIPALES DE PROCESOS DE MANUFACTURA	SUB CLASIFICACIÓN
1	PROCESOS QUE CAMBIAN LA FORMA DEL MATERIAL	<ul style="list-style-type: none"> • Metalurgia extractiva • Fundición • Formado en frío y caliente • Metalurgia de polvos • Moldeo de plástico
2	MECANIZADO POR DESPRENDIMIENTO DE VIRUTA	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos de mecanizado convencional • Métodos de mecanizado especial
3	PROCESOS QUE CAMBIAN LAS SUPERFICIES	<ul style="list-style-type: none"> • Con desprendimiento de viruta • Por pulido • Por recubrimiento
4	PROCESOS PARA EL ENSAMBLADO DE MATERIALES	<ul style="list-style-type: none"> • Uniones permanentes • Uniones temporales
5	PROCESOS PARA CAMBIAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Temple de piezas • Temple superficial

Autores: Oscar Calvache, Ma. Belén Guachamín

• **Mecanizado por desprendimiento de viruta**

El proceso de mecanizado consiste en arrancar en forma de viruta el exceso de materiales de un semiproducto previamente concebido, utilizando las máquinas y

herramientas cortantes adecuadas, para conseguir la geometría de la pieza deseada y las especificaciones planteadas.

Para obtener mediante las dimensiones y geometría definitiva de la pieza, este proceso utiliza productos semi-elaborados como lingotes, tochos u otras piezas previamente conformados en el grupo 1 de la tabla 2.1 de la clasificación de los procesos de manufactura como la fundición.

Los productos requeridos para alcanzar el objetivo de este proyecto son llamados elementos finales, y se los puede realizar mediante el proceso de mecanizado por desprendimiento de viruta, permitiéndonos obtener una exactitud del orden de micras con una tolerancia de $\pm 0,13$ mm, mientras que los procesos que cambian la forma del material tienen una tolerancia que oscila ± 3 mm. Además mediante el mecanizado se obtienen acabados superficiales muy finos los cuales son necesarios para la elaboración de los calibres de control en el mantenimiento del fusil HK.

• **Materiales a mecanizar**

De manera general existen tres grandes grupos los metales, los plásticos y los cerámicos.

En el mencionado proyecto nos enfocaremos en el grupo de los metales, debido que los materiales para la construcción de los elementos requeridos van a utilizar materiales que se encuentran en este grupo, algunas veces aplicados tratamientos térmicos, ya que no todos tienen la misma maquinabilidad.

• **Maquinabilidad de los metales**

La maquinabilidad se define como la capacidad de arrancar material de la pieza con un útil de corte o la habilidad del material a ser mecanizado, esta se evalúa mediante la realización de una serie de ensayos en los que se determina las características siguientes:

- La duración del afilado de la herramienta
- La velocidad de corte que se debe aplicar

- La fuerza de corte en la herramienta/potencia
- La temperatura de corte
- La producción se viruta
- Acabado superficial

- **Factores que afectan la maquinabilidad de la pieza**

Uno de los factores más importantes para la maquinabilidad de una pieza es el material a utilizarse, ya que este debe poseer las mejores características mecánicas como composición química, tipo de microestructura, inclusiones, dureza, resistencia, ductibilidad, tamaño del grano, conductividad térmica y presencia de aditivos libres.

Otro factor importante para la maquinabilidad de la pieza son las condiciones de corte como por ejemplo la arista de corte, las máquinas y operaciones requeridas, el régimen de corte, a la que la pieza que va a ser sometida también influye en la maquinabilidad.

- **Procedimientos empleados en el arranque de material**

Para el presente trabajo se empleara el procedimiento mediante cuchillas, aunque existen muchos más como mediante abrasivos, chispas metálicas, ultrasonidos, electrolisis dirigida y otros, debido que este procedimiento es con el que cuenta la FMSB S.A.

- **Movimientos que se realiza en el mecanizado mediante cuchillas**

El arranque de la viruta se realiza mediante la penetración de una herramienta, cuyo material es de mayor dureza que el de la pieza a cortar. Este enclavamiento ocurre mientras se efectúa el movimiento relativo entre la pieza de trabajo y la herramienta de corte como se muestra en la figura 2.37.

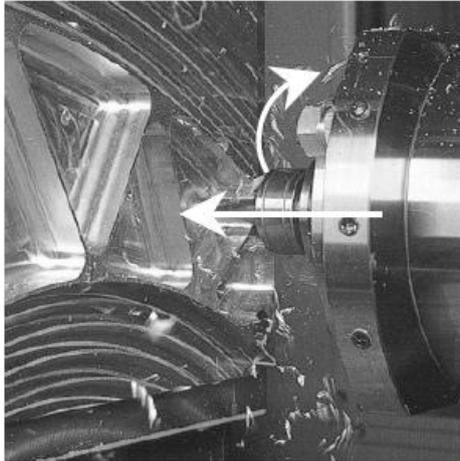


Figura 2.37 Giro y penetración en la superficie de la pieza

- **Tipos de movimientos a realizar en el mecanizado**

- **Movimiento de corte**

Es el que permite la herramienta penetra en el material, produciendo viruta, y se identifica a través de parámetro velocidad corte.

- **Movimiento de avance**

Es el desplazamiento del punto de aplicación de corte, identificado a través del parámetro velocidad de avance.

- **Movimiento de alimentación**

Es el que consigue cortar un espesor de material, identificando a través del parámetro profundidad de pasada.

Un ejemplo claro para identificar los tipos de movimiento es el torno universal, donde el movimiento de corte lo ejecuta la pieza cuando gira, el movimiento se avance es el de desplazamiento de la herramienta en la dirección longitudinal o transversal, y por último el movimiento de alimentación se lo realiza en la dirección perpendicular al avance

- **Tipos de mecanizado**

Según el acabado superficial que se requiere tanto para las herramientas, utillajes, calibres y matrices se han definido tres tipos de mecanizado.

- **Devastado**

El material eliminado es del orden de milímetros o décimas de milímetro, cuya finalidad es aproximar las dimensiones de la pieza a la medida final, en el menor tiempo posible desplazando la cuchilla de corte con altas velocidades de avance y de corte.

- **Acabado**

Con el objeto de obtener, no solo las medidas finales de la pieza, sino también poca rugosidad en la superficie, el material eliminado es del orden de centésimas de milímetro utilizando cuchillas de corte que trabajaran con velocidades de avance bajas y velocidades de corte mas altas que en el desbaste.

- **Superacabado o rectificado**

Con la finalidad de alcanzar medidas muy precisas y buen acabado superficial, el material rebajado es del orden de milésimas de milímetro y las velocidades de avance y de corte, con que se trabaja son muy altas, desprendiéndose partículas de material por abrasión.

Teniendo en cuenta las herramientas, utillajes, calibres y matrices a elaborarse, las operaciones a aplicarse, el acabado requerido y las máquinas que los construirán, existen diversos procesos de mecanizado, los cuales se muestran a continuación.

- **Procesos de mecanizado**

El mecanizado de las piezas se hace mediante una máquina herramienta, manual, semiautomática o automática, de la cual se toman el nombre para definir a cada uno de los procedimientos, entre los procesos que se van a utilizar están:

- **Taladrar**

En este proceso la pieza se encuentra fijada sobre la mesa de la máquina denominada taladro, mientras la herramienta, llamada broca, realiza el movimiento de corte giratorio y de avance lineal, realizando el mecanizado de un agujero o taladro teóricamente del mismo diámetro que la broca y de la profundidad deseada.



Figura 2.38 Taladradora sensitiva de columna

○ **Tornear**

.El torneado consiste en los mecanizados que se realizan en los ejes de revolución u otros componentes que tengan mecanizados cilíndricos concéntricos o perpendiculares a un eje de rotación tanto exteriores como interiores. Para efectuar el torneado los tornos disponen de accesorios adecuados para fijar las piezas en la máquina y de las herramientas adecuadas que permiten realizar todas las operaciones de torneado que cada pieza requiera.



Figura 2.39 Operario trabajando en un torno paralelo

○ **Fresar**

Este proceso utiliza una máquina denominada fresadora utilizada para realizar mecanizados por arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte denominada fresa. En la fresadora, la

pieza se desplaza acercando las zonas a mecanizar a la herramienta, permitiendo obtener formas diversas, desde superficies planas a otras más complejas.



Figura 2.40 Fresadora universal

○ **Limar**

Este proceso cuenta con una máquina herramienta llamada limadora, la cual realiza el mecanizado con una cuchilla montada sobre el porta herramientas del carnero, que realiza un movimiento lineal de corte, sobre una pieza fijada la mesa, que tiene el movimiento de avance perpendicular al movimiento de corte.

La mesa que sujeta la pieza a mecanizar realiza un movimiento de avance transversal, que puede ser intermitente para realizar determinados trabajos, como la generación de una superficie plana o de ranuras equidistantes. Asimismo, también es posible desplazar verticalmente la herramienta o la mesa, manual o automáticamente, para aumentar la profundidad de pasada.

La limadora mecánica permite el mecanizado de piezas pequeñas y medianas y, por su fácil manejo y bajo consumo energético, es preferible su uso al de otras máquinas herramienta para la generación de superficies planas de menos de 800 mm de longitud.

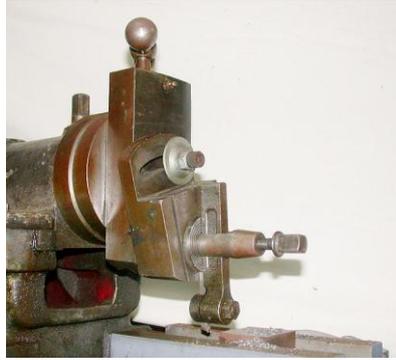


Figura 2.41 Limadora Mecánica

- **Electroerosión**

La electroerosión es un proceso de fabricación, también conocido como Mecanizado por Descarga Eléctrica, consiste en la generación de un arco eléctrico entre una pieza y un electrodo en un medio dieléctrico para arrancar partículas de la pieza hasta conseguir reproducir en ella las formas del electrodo. Ambos, pieza y electrodo, deben ser conductores, para que pueda establecerse el arco eléctrico que provoque el arranque de material.

El proceso de electro hilo se denomina así debido a que el electrodo utilizado es un hilo metálico o alambre fino, fabricado de latón o de zinc.

Las ventajas de este proceso son:

- No precisa el mecanizado previo del electrodo.
- Es un proceso de alta precisión.
- Figuras complejas pueden ser realizadas de manera fácil.
- Los resultados son constantes.

2.4.2 DIAGRAMAS DE PROCESOS DE MANUFACTURA

Para el mejor entendimiento de los procesos de manufactura es necesario el uso de diagrama de proceso que es la representación gráfica de las acciones necesarias para lograr la operación permitiendo la fácil identificación de actividades y sus relaciones.

Todo ingeniero industrial debe tener la capacidad de la representación sintética de las actividades de producción o de organización por medio de diagramas, en los que se muestren todas las acciones que dan como resultado productos o servicios de una organización.

2.5 ACABADO SUPERFICIAL

El acabado superficial es el estado final de la superficie de una pieza, que dependerá del trabajo al cual la pieza está destinada así como de la apariencia que se desee dar a su terminación.

Los procesos de acabado son empleados para mejorar la apariencia, adhesión, soldadura, resistencia a la corrosión, resistencia química, resistencia al desgaste, dureza, modificar la conductividad eléctrica, y otros defectos superficiales y control de la superficie de fricción.

En casos limitados algunas de estas técnicas pueden utilizarse para restaurar dimensiones originales para salvar o reparar un artículo.

2.5.1 TIPOS GENERALES DE ACABADOS

Básicamente se establecen tres tipos de acabados:

a) Superficies en bruto: es aquella que se conserva tal como queda después del proceso de fabricación: laminación, forja, corte, etc.

b) Superficies mecanizadas: es aquella que se consigue mediante una mecanizado, ya sea por separación de virutas (torneado, fresado, amolado, limado) , o mediante un mecanizado especial (esmerilado, rasqueteado, pulido).

c) Superficies tratadas: es aquella superficie mecanizada que además precisa una apariencia externa o propiedades particulares -niquelado, pintado, decapado, templado.

2.5.2 NECESIDAD DEL ACABADO SUPERFICIAL

El acabado superficial de una pieza es importante debido a que reduce la fricción entre elementos y controla el desgaste, debido a la fricción seca que existe entre diversas piezas en contacto.

Al controlar el acabado de una superficie ayudamos a eliminar las irregularidades agudas que son la mayor fuente potencial de grietas de fatiga, equilibrando la rugosidad y la suavidad de vida de servicio esperado, permitiendo que la pieza fabricada sea óptima en su funcionamiento.

2.5.3 ESTADO DE LAS SUPERFICIES

Las máquinas y herramientas utilizadas en la fabricación de las piezas no pueden conseguir siempre la perfección en el acabado dando por consecuencia imperfecciones en las superficies de la pieza, las que se pueden clasificar en dos tipos.

a) Rugosidad: su origen son las huellas que dejan las herramientas empleadas para mecanizar o trabajar una superficie, dando rango de valores de rugosidad (tabla 2.2).



Figura 2.42 Rugosidad en una pieza

Tabla 2.2 Valores de rugosidad Ra y su equivalente en grados

Valores de rugosidad Ra		Números de grados de rugosidad
μm	$\mu\text{pulgadas}$	
50	2000	N 12
25	1000	N 11
12.5	500	N 10
6.3	250	N 9
3.2	125	N 8
1.6	63	N 7
0.8	32	N 6
0.4	16	N 5
0.2	8	N 4
0.1	4	N 3
0.05	2	N 2
0.025	1	N 1

Fuente: www.monografias.com

b) Ondulación: Se produce como efecto de las holguras y desajustes que existen en las máquinas y herramientas que se emplean para trabajar su superficie.



Figura 2.43 Ondulación en una pieza

2.6 TOLERANCIAS

2.6.1 TOLERANCIA DIMENSIONAL

Las dimensiones de las piezas mecanizadas son válidas dentro de ciertos límites. La diferencia entre el valor máximo admisible y el mínimo se denomina tolerancia, y se mide en micras.

La tolerancia se expresa siempre por un número positivo. $\pm ds = D_{max} - D$

$$\pm ds = D_{max} - D \text{ Equation} \quad (2.1)$$

Donde:

ds= diferencia superior

D_{max}= cota límite superior máxima

D= cota nominal

Puede ser positiva o negativa. $\pm di = D_{min} - D$

$$\pm di = D_{min} - D \quad (2.2)$$

Donde:

di= diferencia inferior

D_{min}= cota límite mínima

D= cota nominal

Sea cual sea el signo, la diferencia superior se sitúa siempre encima de la diferencia inferior.

2.7 AJUSTES

Se define como ajuste al encaje de una pieza denominada eje en otra que contenga un agujero. Dependiendo del tipo de ajuste se puede considerar tres formas de ajuste.

2.7.1 AJUSTES CON JUEGO

Son aquellos en los que el eje puede girar o deslizar en el agujero. El diámetro del eje es siempre menor que el del agujero.

El juego (diferencia entre el diámetro del agujero y el del eje) es siempre positivo.

$$\text{Juego máximo} = \text{Diámetro máximo agujero} - \text{diámetro mínimo eje} \quad (2.3)$$

$$\text{Juego mínimo} = \text{Diámetro mínimo agujero} - \text{diámetro máximo eje} \quad (2.4)$$

2.7.2 AJUSTES CON APRIETE.

Son aquellos en los que el diámetro del eje es siempre mayor que el del agujero.

El juego (diferencia entre el diámetro del agujero y el del eje) es siempre negativo y corresponde a un apriete positivo.

$$\text{Apriete máximo} = \text{Diametro máximo eje} - \text{diametro mínimo agujero} \quad (2.5)$$

$$\text{Apriete mínimo} = \text{Diámetro mínimo eje} - \text{diámetro máximo agujero} \quad (2.6)$$

2.7.3 SISTEMAS DE AJUSTE ISO

a) Agujero único

Se adopta para los agujeros la posición H, es decir, que tengan un diámetro mínimo igual al nominal (diferencia inferior nula).

b) Eje único

Se adopta para los ejes la posición h, es decir, que tengan un diámetro máximo igual al nominal (diferencia superior nula).

El sistema de eje único se emplea muy poco.

2.8 TRATAMIENTO TÉRMICO

El procesamiento o tratamiento térmico es el calentamiento y enfriamiento que se hace con el propósito de lograr las propiedades mecánicas (dureza, resistencia, tenacidad) y el rendimiento deseados de un material mediante la modificación de su microestructura o de su patrón de esfuerzos residuales.

Los procesos térmicos se clasifican en endurecedores o no endurecedores, de conformidad con el hecho de si endurecen o no el material.

Los materiales a los que se aplica el tratamiento térmico son, básicamente, el acero y la fundición, formados por hierro y carbono.

Con el tratamiento térmico adecuado se pueden reducir los esfuerzos internos, el tamaño del grano, incrementar la tenacidad o producir una superficie dura con un interior dúctil.

Los tratamientos térmicos han adquirido gran importancia en la industria en general, ya que con las constantes innovaciones se van requiriendo metales con mayores resistencias tanto al desgaste como a la tensión. El tiempo y la temperatura son los factores principales y hay que fijarlos de antemano de acuerdo con la composición del acero, la forma y el tamaño de las piezas y las características que se desean obtener.

2.8.1 MEJORA DE LAS PROPIEDADES A TRAVÉS DEL TRATAMIENTO TÉRMICO

Los tratamientos térmicos modifican la estructura cristalina que forman los aceros sin variar la composición química de los mismos.

Esta propiedad de tener diferentes estructuras de grano con la misma composición química se llama polimorfismo y es la que justifica los tratamientos térmicos. Técnicamente el polimorfismo es la capacidad de algunos materiales de presentar distintas estructuras cristalinas, con una única composición química

Para comprender mejor la influencia del tratamiento térmico en el acero, primero hay que conocer los cambios estructurales de este a diferentes temperaturas. Estos cambios tienen bastante complejidad y dependen de la cantidad de carbono

presente y otros factores, que en la metalurgia se establecen con precisión en el llamado diagrama de equilibrio hierro-carbono.

2.8.2 TIPOS DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS

• Temple

El temple es un tratamiento térmico que consiste en calentar una pieza de aceros de alto y medio contenido de carbono para aumentar su dureza, resistencia a esfuerzos y tenacidad. Este proceso se lleva a cabo calentando el acero a una temperatura aproximada de 915°C en el cual la perlita se convierte en austenita, y en seguida se enfría súbitamente hasta la temperatura ambiente mediante su inmersión en agua o en aceite, con este enfriamiento rápido se consigue un aumento las característica mencionadas anteriormente, pero se incrementa la frágil.

• Nitrurado

La nitruración es un tratamiento termoquímico, en el que se modifica la composición del acero incorporando nitrógeno durante el proceso de tratamiento térmico, elevando la temperatura del material, en una atmósfera rica en nitrógeno.

Su objetivo principal es el de aumentar la dureza superficial del las piezas, además de aumentar su resistencia a la corrosión y a la fatiga.

Estas aplicaciones requieren que las piezas tengan un núcleo con cierta plasticidad, que absorba golpes y vibraciones, y una superficie de gran dureza que resista la fricción y el desgaste.

Las piezas que se hayan pasado por un proceso de nitruración se pueden usar en trabajos con temperaturas de hasta 500 °C (temperatura de nitruración), temperatura a la cual el nitrógeno comienza a escaparse de la pieza, eliminando los efectos de la nitruración y disminuyendo la dureza de la pieza.

CAPITULO 3

DISEÑO

3.1 DISEÑO DE CALIBRES DE CONTROL

3.1.1 DESCRIPCIÓN

Para iniciar con el diseño de los calibres se procedió a definir los calibres requeridos para el mantenimiento del fusil, basándonos en los manuales de mantenimiento del fusil, con los que cuenta la empresa, de los requerimientos de los obreros para que puedan verificar las medidas con los calibres a fabricarse de manera sencilla y rápida, y de algunos calibres desgastados que se encontraban en poder del Centro de Mantenimiento del Material de Guerra (CEMAG), llegando a definir la función y requerimiento de los siguientes calibres:

- **Calibre para cañones (figura 3.1):** Este calibre se encuentra dividido entre el calibre 5,56 mm que verifica la geometría del tubo cañón y la baqueta diseñada especialmente para el calibre 5,56 mm ya que posee ranuras que ayudan a identificar cualquier problema al paso del calibre por el interior del tubo cañón.

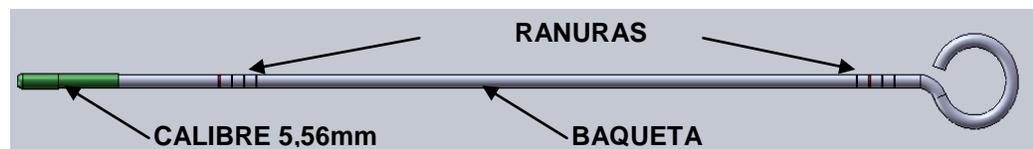


Figura 3.1 Calibre para cañones

- **Calibre para medir el resalte del extractor (figura 3.2):** Verifica la cabeza del cierre, girando el lado 'pasa' del calibre debajo de la garra del extractor, este lado pasa del calibre está diseñado para ser intercambiable, y chequea el resalte del extractor mediante la medida entre la cabeza del cierre y la uña extractora.

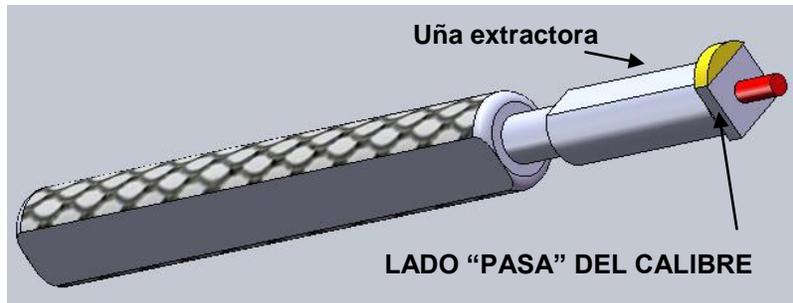


Figura 3.2 Calibre para medir el resalte del extractor

Calibre pasa y de simetría (figura 3.3). Controla la forma interna del cajón de mecanismos, este calibre está diseñado entre tres piezas entre el mango, el cuerpo, y la cabeza, unidos mediante pernos Allen.

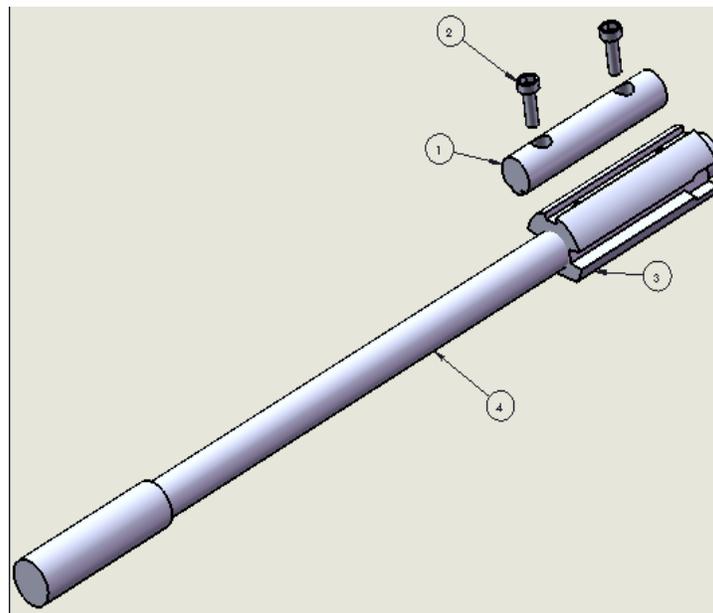


Figura 3.3 Calibre pasa y de simetría – 1. Cabeza, 2. Dos pernos Allen CC/UNC mm, 3. Cuerpo y 4. Mango

3.1.2 ELECCIÓN DEL MATERIAL

Para la elección de los materiales que se utilizaran en la construcción de los calibres, se analizó que estos no serían sometidos a ningún tipo de esfuerzo, sino a un desgaste superficial por el tiempo de uso de cada uno de ellos, además se definió que el material a utilizarse debía de ser de fácil maquinabilidad, y rectificado, llegando a identificar que los elementos a analizarse en los materiales eran la cantidad de carbono que contenían debido a que este forma un carburo con el hierro, lo que hace que responda al temple y, de esta manera aumentar la dureza, la resistencia mecánica para que sea fácil maquinar, e incrementa la resistencia al desgaste, la cantidad de cromo aumenta la resistencia al desgaste y la tenacidad, la cantidad de molibdeno, debido a que es un elemento fuerte para formar carburos aumenta la resistencia mecánica y la resistencia al desgaste y por último la cantidad de vanadio ya que ayuda a aumentar la resistencia a la abrasión.

Analizando las cantidades de los elementos que conforman los materiales utilizados en la construcción de las herramientas en general se concluyo que el mejor material es un acero para trabajo en frio AISI 01 (figura 3.4), en el área de taller mas conocido como acero DF-2, debido a que las cantidades de los elementos analizados son elevadas en el siguiente orden: carbono 0.95%, cromo 0.55%, molibdeno 1.10% y vanadio 0.10%, así también su dureza es adecuada ya que puede llegar hasta los 220 HB o 64 HRC.

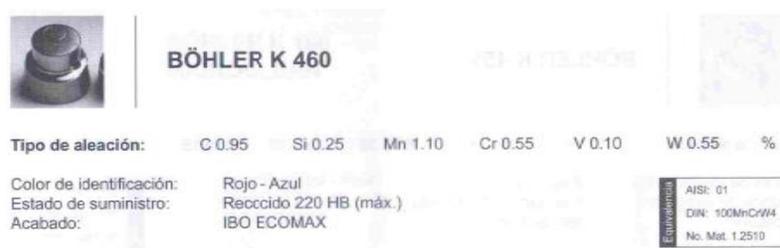


Figura 3.4 Características del acero para trabajo en frio AISI 01^{3.1}

El AISI 01 se utilizó en general para los calibres, teniendo en cuenta algunas excepciones como el calibre para cañones y el lado pasa del calibre para medir el

^{3.1} Datos obtenidos del catálogo de los aceros Böhler del Ecuador S.A.

resalte del extractor, en los cuales el material a utilizarse es el acero plata ya que es un acero de gran precisión dimensional, de superficie perfectamente lisa, excenta de todo defecto y carburación, así como de excelente mecanizado, además su dureza se encuentra entre los rangos de 50 a 60 HRC, dureza requerida para estos elementos, otro criterio importante es que en el mercado existen barras de diámetros desde 3 mm requeridos para estos elementos.

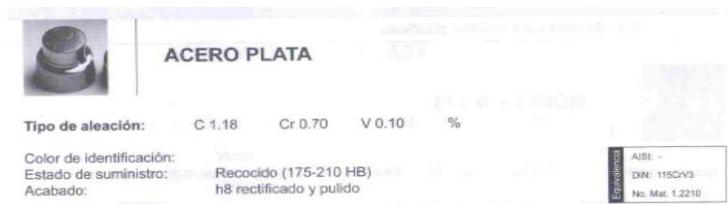


Figura 3.5 Características del acero plata^{3.2}

Debido a que los calibres van a estar sometidos a fricción y desgaste se analizó que dichos elementos deben someterse a un tratamiento térmico denominado nitrurado ya que este nos permitirá aumentar la dureza superficial del material.

3.1.3 PLANOS

Los planos de los calibres están basados en un plano tipo normalizado bajo el sistema europeo, el cual consta de las vistas y medidas requeridas, así como de los detalles más importantes, para su construcción, e indican la isometría de estos, ayudando a tener una mejor visión de cada uno de los calibres diseñados.

^{3.2} Datos obtenidos del catálogo de los aceros Böhler del Ecuador S.A.

1

2

3

4

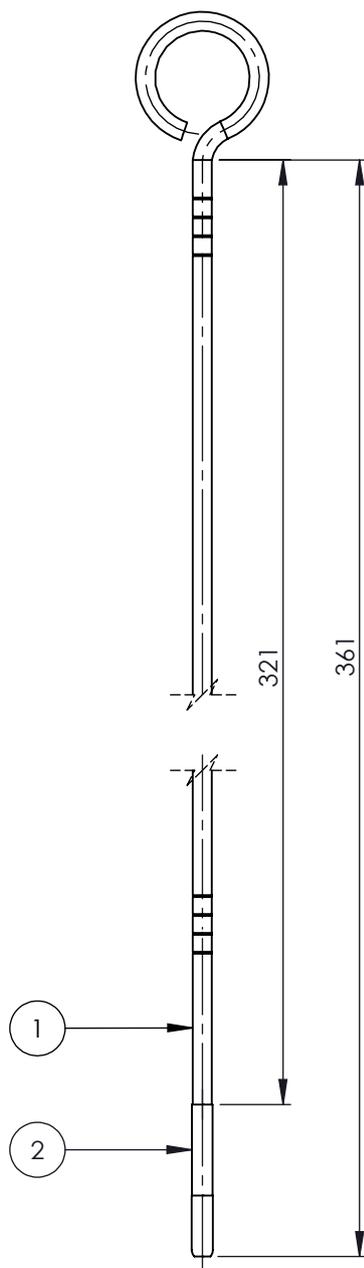
A

B

C

D

E



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Baqueta para Cañones	ACERO PLATA	1
2	Calibre 5,56 mm	ACERO PLATA	1

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		S/M	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CALIBRE DE LA RECAMARA DEL TUBO CAÑÓN CALIBRES-FUSIL HK	1: 2
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				CÓDIGO:	
				SUSTITUYE A:	
				CAL-01MO	
					HOJA: 1 / 3

1

2

3

4

A

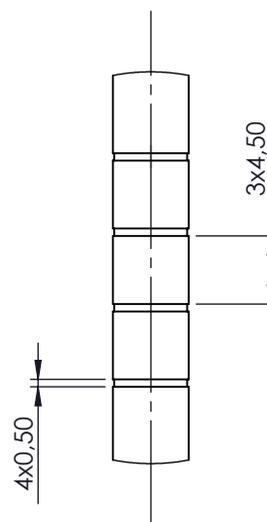
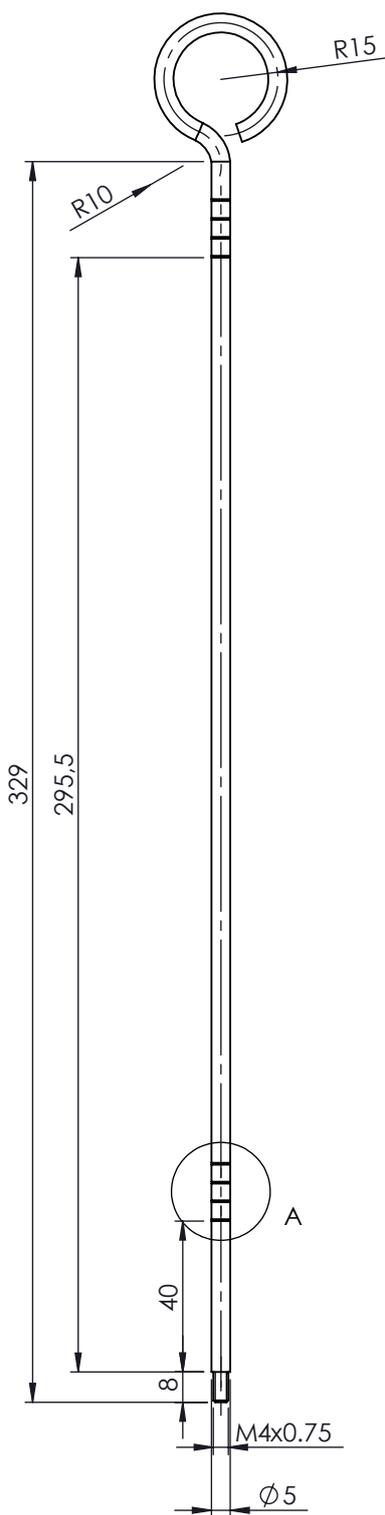
N6

B

C

D

E

DETALLE A
ESCALA 2 : 1TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		ACERO PLATA	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		55-60 HRC	
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
				BAQUETA DEL CALIBRE DE LA RECAMARA DEL TUBO CAÑÓN	1:2
				CALIBRES-FUSIL HK	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				CÓDIGO:	
					CAL-01MO
				SUSTITUYE A:	HOJA: 2/3

1

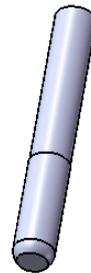
2

3

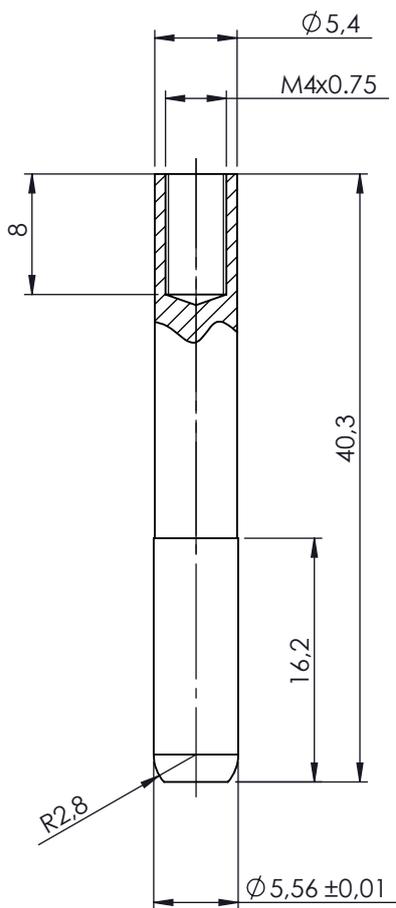
4

A

N4



B



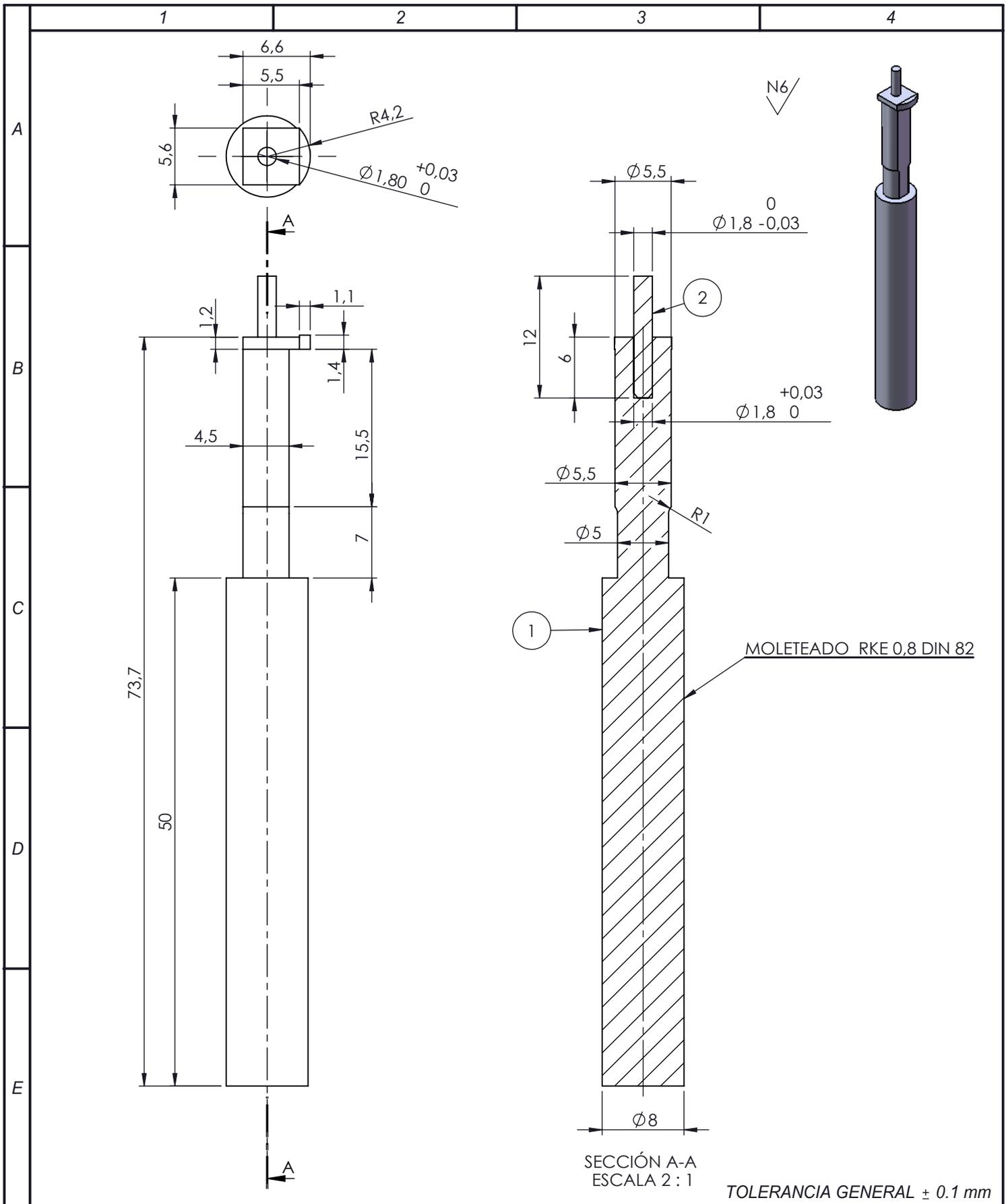
C

D

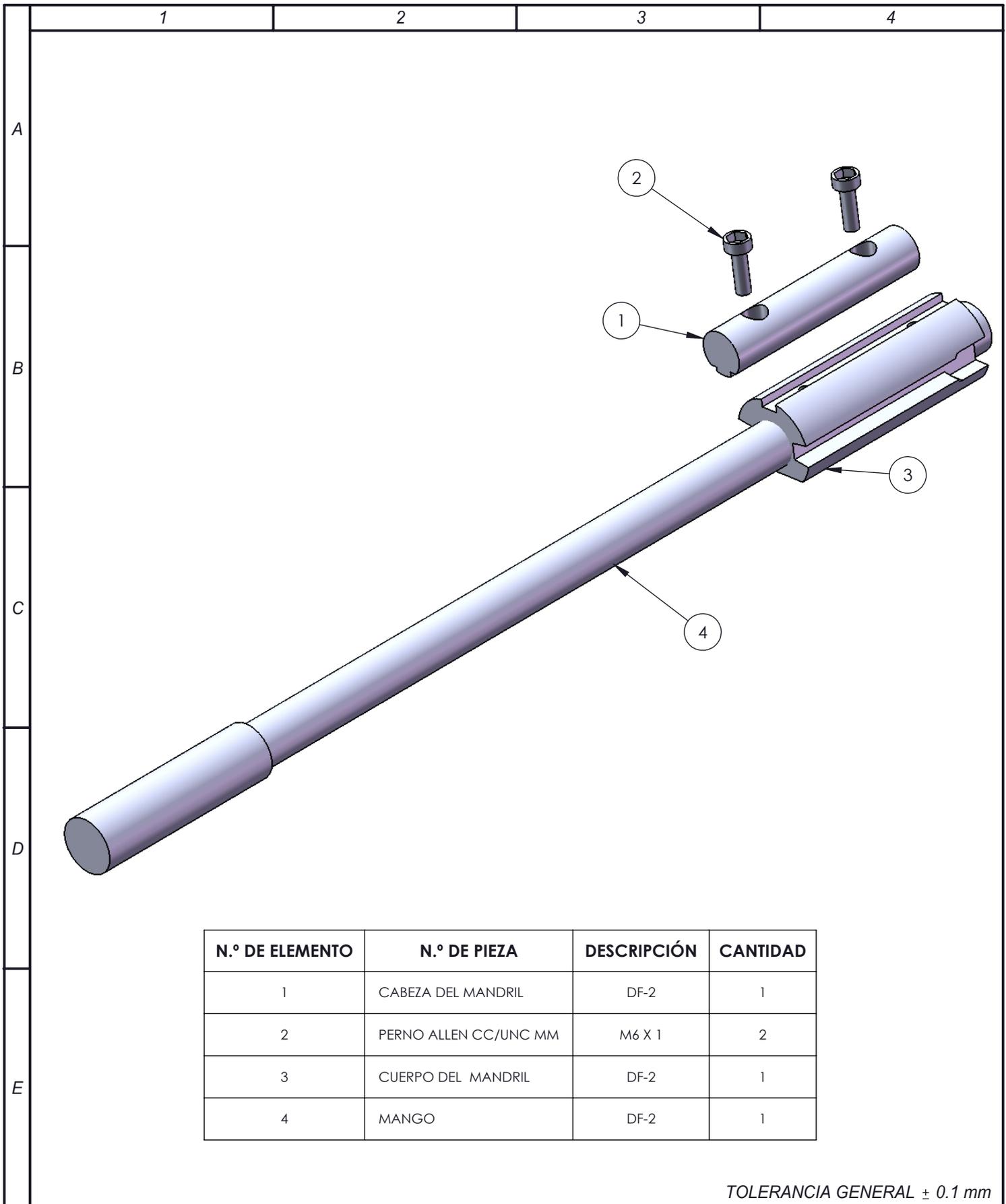
E

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:	
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		ACERO PLATA	1	
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:		
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		55-60 HRC		
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				CALIBRE DE LA RECAMARA DEL TUBO CAÑÓN	2:1	
				CALIBRES-FUSIL HK		
				CÓDIGO:	CAL-01MO	
				SUSTITUYE A:	HOJA: 3/3	



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		1:DF-2; 2:ACERO PLATA	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		S/D	
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
				CALIBRE PARA MEDIR RESALTE DEL EXTRACTOR	2:1
				CALIBRES-FUSIL HK	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				CÓDIGO:	
				SUSTITUYE A:	
					HOJA: 1 / 1



TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	S/ M	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING.TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:		1
REVISADO	15/12/2010	ING.TERNEUS-ING. TAPIA		CONTIENE:	CALIBRE PASA Y DE SIMETRIA	ESCALA:
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CÓDIGO:	CAL-03MO	1:2
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		SUSTITUYE A:		HOJA: 1 / 4
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						

1

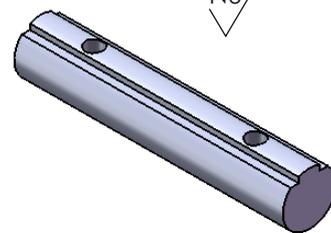
2

3

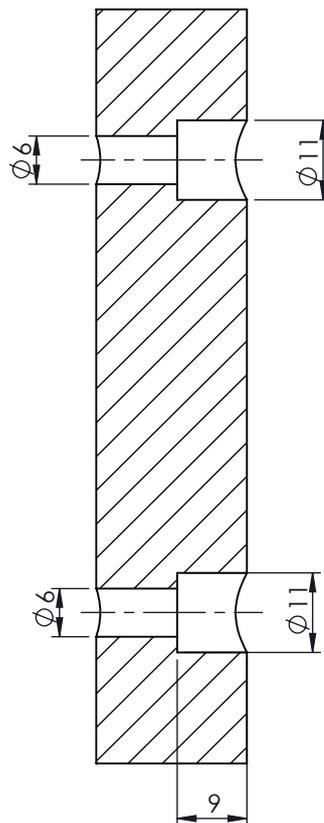
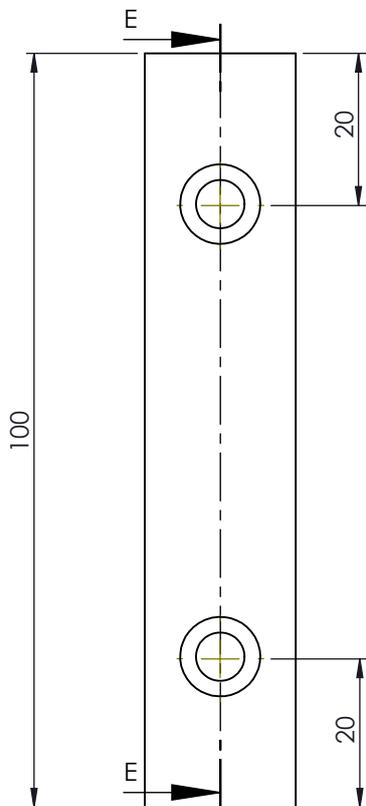
4

A

N6/

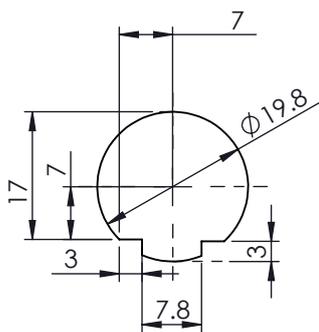


B

SECCIÓN E-E
ESCALA 1 : 1

C

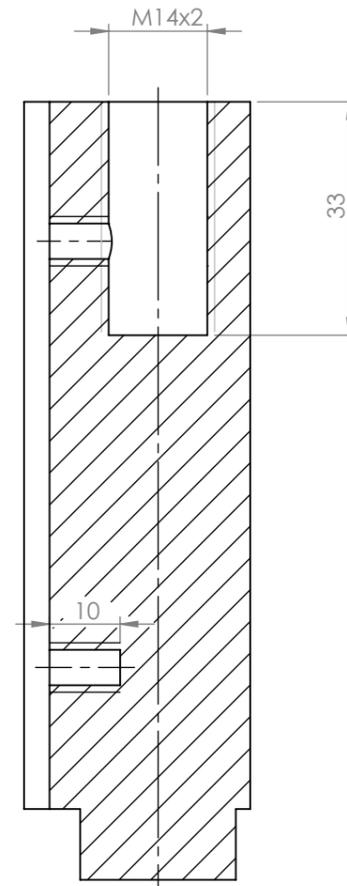
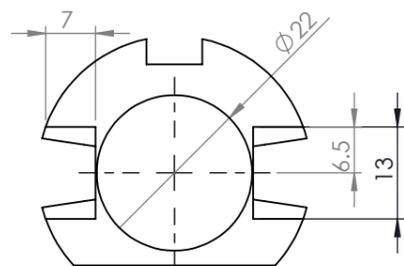
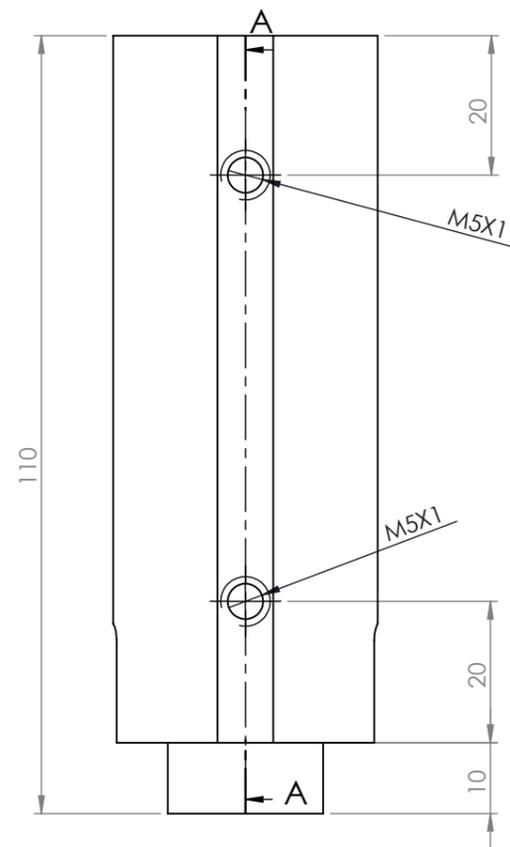
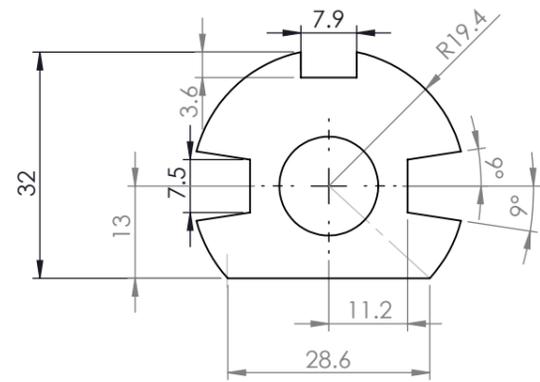
D



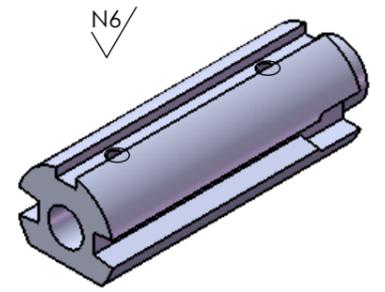
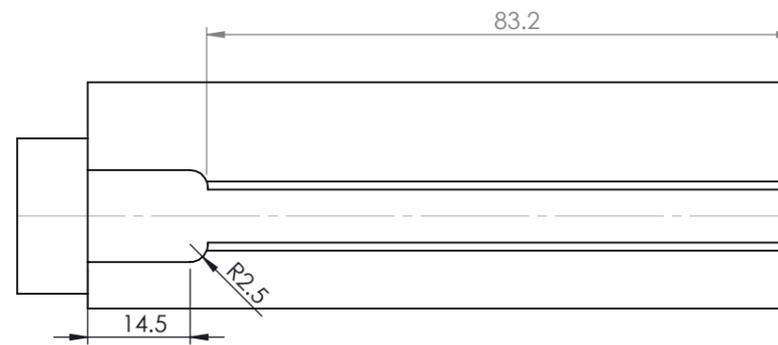
E

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:	
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1	
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:		
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		60-65 HRC		
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				CABEZA DEL MANDRIL	1:1	
				CALIBRES-FUSIL HK		
				CÓDIGO:	CAL-03 MO	
				SUSTITUYE A:	HOJA: 2 / 4	

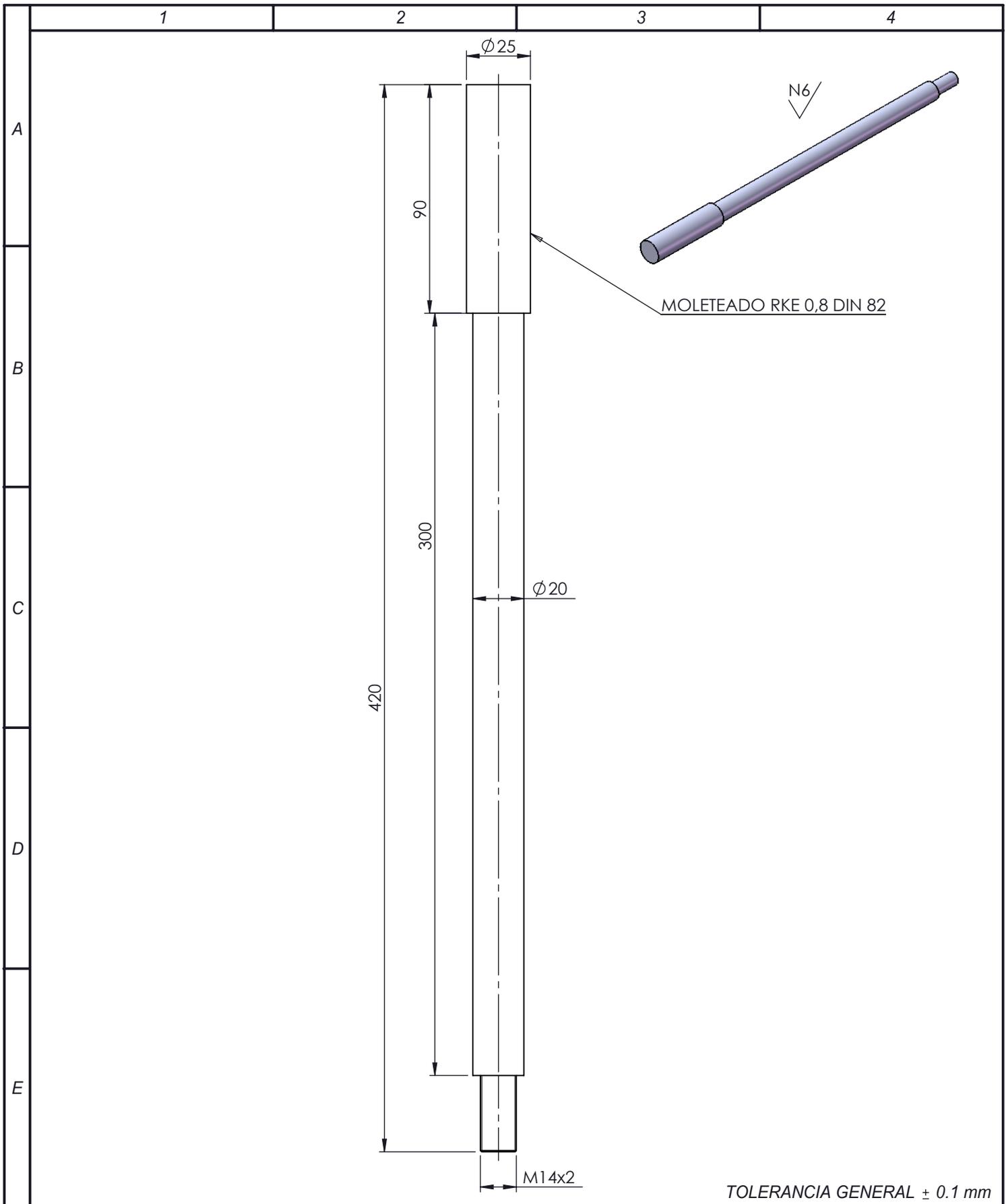


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1



TOLERANCIA GENERAL $\pm 0.1 \text{ mm}$

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:	
APROBADO	15/12/2010	ING TERNEUS-ING TAPIA		DF-2	1	
REVISADO	15/12/2010	ING TERNEUS-ING TAPIA		50-55 HRC		
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:	
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CUERPO DEL MANDRIL	1:1	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				CALIBRES-FUSIL HK		
				CÓDIGO:	CAL-03MO	
				SUSTITUYE A:		HOJA: 3/4



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		40-45 HRC	
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
				MANGO	1 : 2
				CALIBRES-FUSIL HK	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				CÓDIGO:	
				SUSTITUYE A:	
				CAL-03MO	HOJA: 4 / 4

3.1 DISEÑO DE LAS HERRAMIENTAS

3.1.1 DESCRIPCIÓN

Para conocer las herramientas que se requerían procedió a chequear el manual de mantenimiento del fusil, además de observar la manera como el armero desarma y arma esta arma, concluyendo que se requiere de las siguientes herramientas: baqueta de limpieza, botadores cónicos y cilíndricos, llave de la culata, llave universal, mandril para alinear caja de mecanismos y mandril para alinear el tubo guía.

.Baqueta de limpieza (figura 3.6): es una varilla metálica provista de un mango adecuado para asirla firmemente, en cuyo extremo se montan los cepillos, pasa trapos, etc.



Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..1 **Baqueta de limpieza**

Botadores: Básicamente se utilizan para extraer pasadores que puedan existir en piezas acopladas a ejes cuando se procede a su desmontaje. Se clasifican de acuerdo a la forma de su cabeza en cilíndricos (figura 3.7) y cónicos (figura 3.8), y la variación de cada uno se da en el diámetro de la punta de la cabeza, para este proyecto se requirió de botadores cónicos de 2.0 y 4.0 mm de diámetro de la cabeza, y botadores cilíndricos de 0.8, 1.8, 2.4, 3.5, 4.0, 5.0 y 7.0 mm de diámetro de la cabeza.



Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**2 Botador Cilíndrico** **Figura** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**3 Botador Cónico**

Llave de la culata (Figura 3.9): Herramienta utilizada para aflojar la culata del fusil.

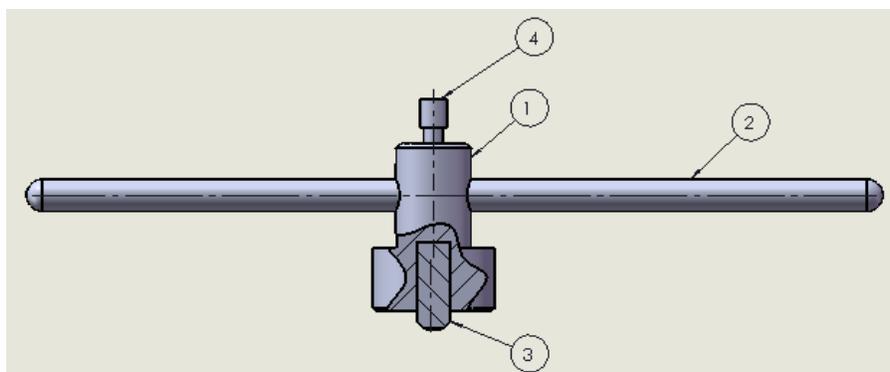


Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**4 Llave de la culata - 1. Cuerpo, 2. Palanca, 3. Eje y 4. Prisionero M4x0.75**

Llave universal (Figura 3.10): Sirve para aflojar el apagallama, y expulsar los elementos de la mira del fusil.

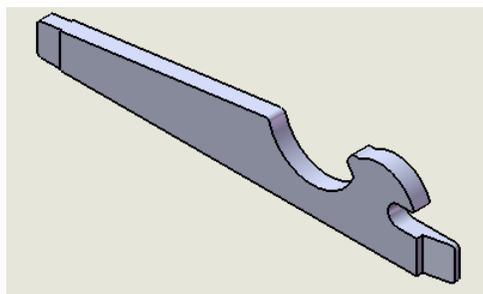


Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..5 Llave universal

Mandril para alinear caja de mecanismos (Figura 3.11): Una vez chequeada la caja de mecanismos con el calibre pasa y de simetría, y al identificar que existe alguna abolladura, se utiliza esta herramienta para eliminarla.

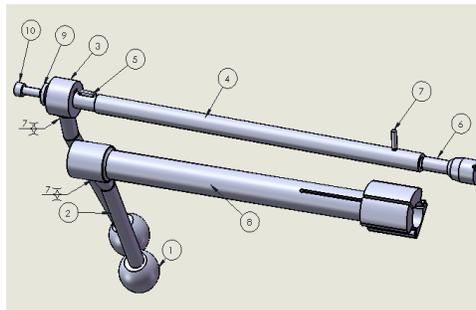


Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..6 Mandril para alinear caja de mecanismos – 1. Bola, 2. Brazo del mango, 3. Mango, 4. Eje, 5. Chaveta, 6. Tornillo de Ajuste, 7. Pasador, 8. Mandril, 9. Arandela, 10. Perno Allen CC/UNC MM

Mandril para alinear tubo guía (Figura 3.12): al igual que con el mandril para alinear la caja de mecanismos, este mandril también se cheque con el calibre pasa y de simetría, identificando la abolladura para ser eliminada con esta herramienta.

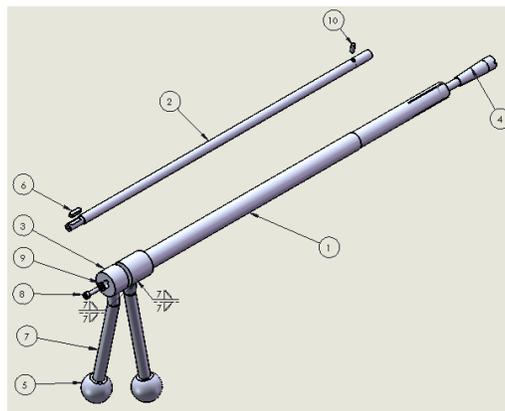


Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**7 Mandril para alinear tubo guía – 1. Eje para alinear tubo guía, 2. Eje, 3. Cabeza del mango, 4. Tornillo de ajuste, 5. Bola, 6. Chaveta, 7. Brazo del mango, 8. Perno Allen CC/UNC MM, 9. Arandela y 10. Pasador**

3.1.2 ELECCIÓN DEL MATERIAL

Para la elección del material requerido para las herramientas se analizó una por una llegando a la conclusión de que:

La baqueta de limpieza será construida en acero plata ya que en el mercado existen barras del diámetro requerido para esta herramienta, y es un material de gran precisión dimensional, de superficie perfectamente lisa, exenta de todo defecto y carburación, así como de excelente mecanizado.

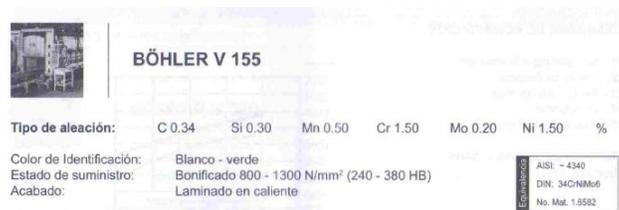
Los botadores se harán en acero DF-2 según normas conocido como acero para trabajo en frio AISI 01 con un tratamiento térmico llamado temple debido a que la punta de la cabeza debe tener una dureza de entre los 50 y 55 HRC, además que se requiere que el material sea más resistente y tenaz.

Los elementos de la llave de la culata serán realizados en acero DF-2, a excepción del eje que se lo construirá en acero plata, realizándolos un templado para mejorar la resistencia de esta herramienta.

La llave universal se fabricara en 90 manganeso, debido a que la fabricación de esta se realizará por medio del proceso de manufactura llamado electro hilo, debido a la complejidad de la forma de la herramienta, además se realizará un nitrurado, para aumentar su dureza superficial.

Los mandriles tiene diversos elementos de los cuales, las bolas de los mangos se fabricaran en Duralón, los mandriles requieren un acero bonificado, que entre sus características principales se define que es un material elástico ya que se requiere que se expanda sin deformarse por lo cual se decidió utilizar el AISI 4340, más conocido

como acero 705 (figura 3.13), y para el proveedor utilizado se lo conoce como acero bonificado V155, al cual se le realizará el debido tratamiento térmico denominado nitrurado para que aumente la dureza superficial, además de que sean resistentes a la corrosión y la fatiga, y por último los pasadores se construirán en acero plata debido a su diámetro.



Tipo de aleación:	C 0.34	Si 0.30	Mn 0.50	Cr 1.50	Mo 0.20	Ni 1.50	%
Color de Identificación:	Blanco - verde						
Estado de suministro:	Bonificado 800 - 1300 N/mm ² (240 - 380 HB)						
Acabado:	Laminado en caliente						

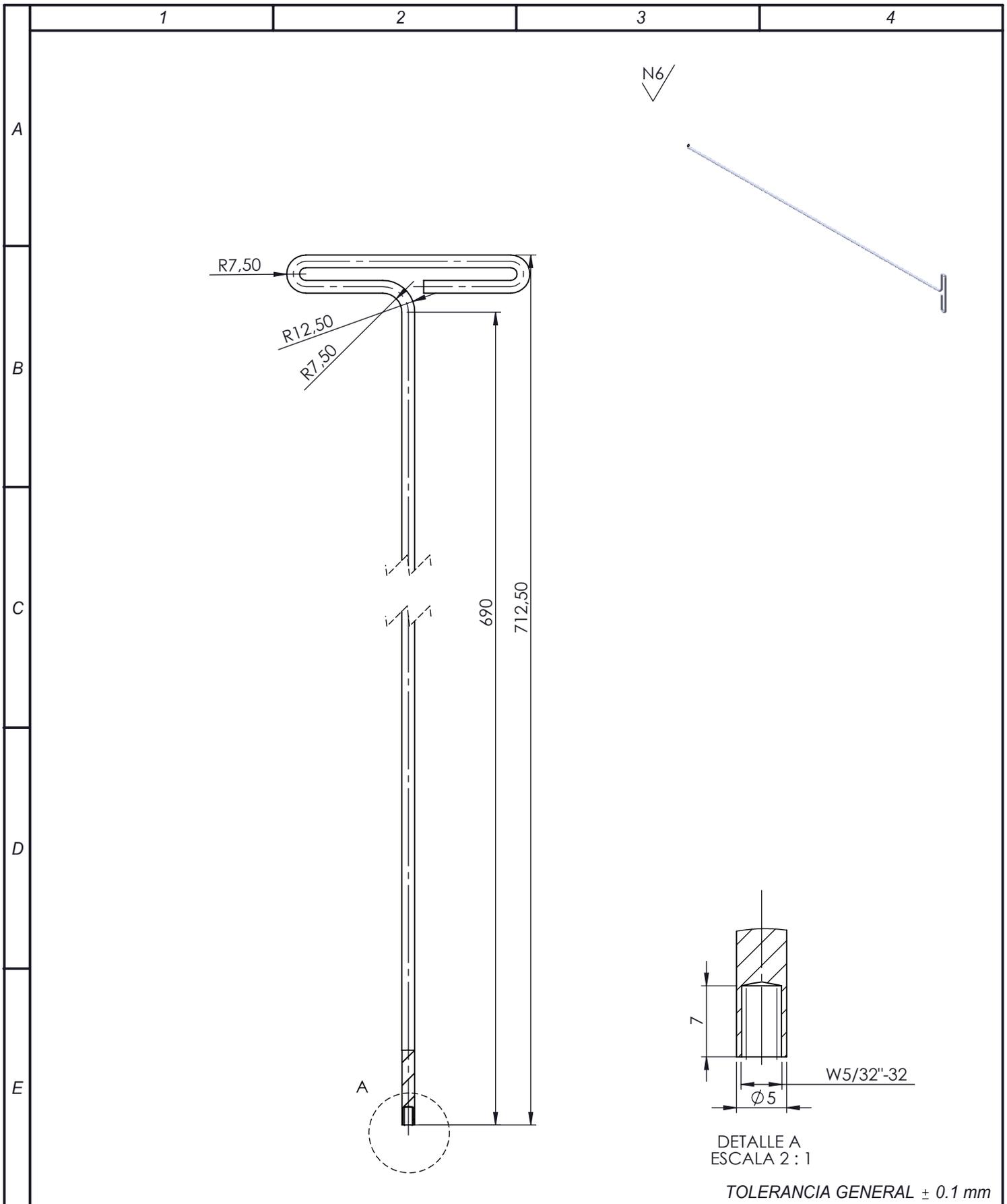
AISI - 4340
DIN: 34CrNiMo6
No. Mat. 1.6582

Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..8
Características del Acero AISI 4340^{3.1}

3.1.3 PLANOS

Para continuar con la siguiente fase, que consiste en el dibujo se procedió a realizar un plano tipo normalizado bajo el sistema europeo, que consta de las vistas y medidas requeridas, así como de los detalles más importantes, para su construcción, e indicando la isometría de estos, ayudando a tener una mejor visión de su diseño.

^{3.1} Datos obtenidos del catálogo de los aceros Böhler del Ecuador S.A.



DETALLE A
ESCALA 2 : 1

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		ACERO PLATA	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		55-60 HRC	
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				BAQUETA DE LIMPIEZA	1: 2
				HERRAMIENTA-FUSIL HK	
				CÓDIGO:	HER-01MO
				SUSTITUYE A:	HOJA: 1 / 1

1

2

3

4

A

N6/

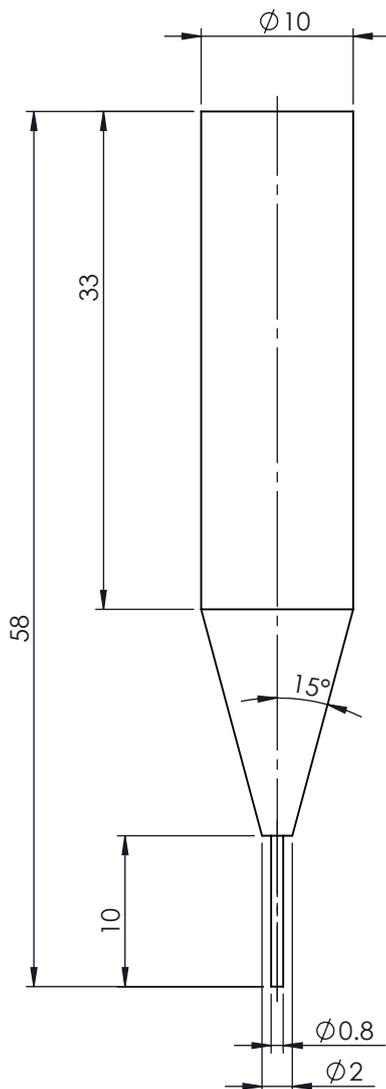


B

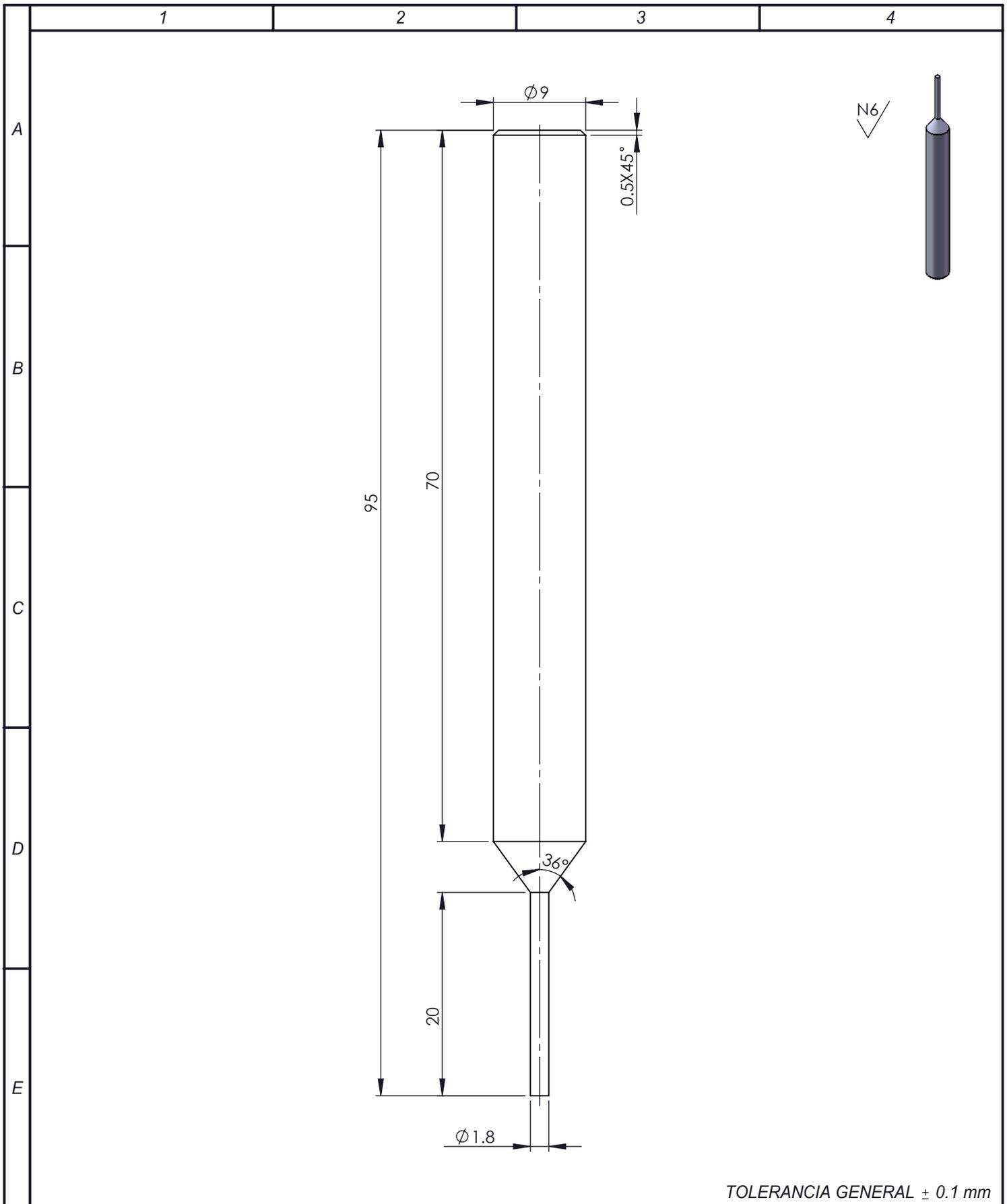
C

D

E

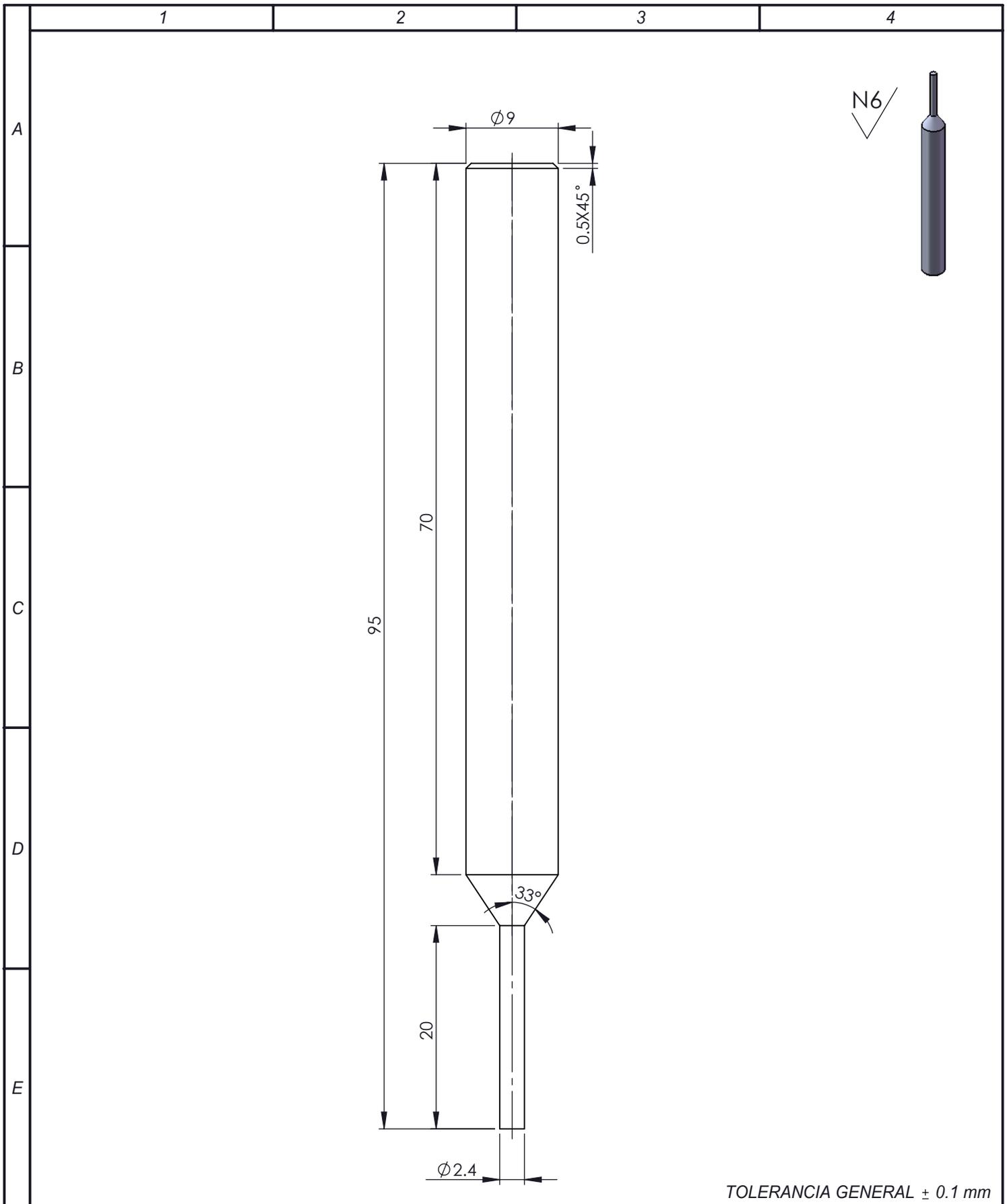
TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:	
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1	
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:		
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		50-55 HRC		
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				BOTADOR d=0.8 mm	2 : 1	
				HERRAMIENTA-FUSIL HK		
				CÓDIGO:	HER -02MO	
				SUSTITUYE A:	HOJA: 1 / 1	



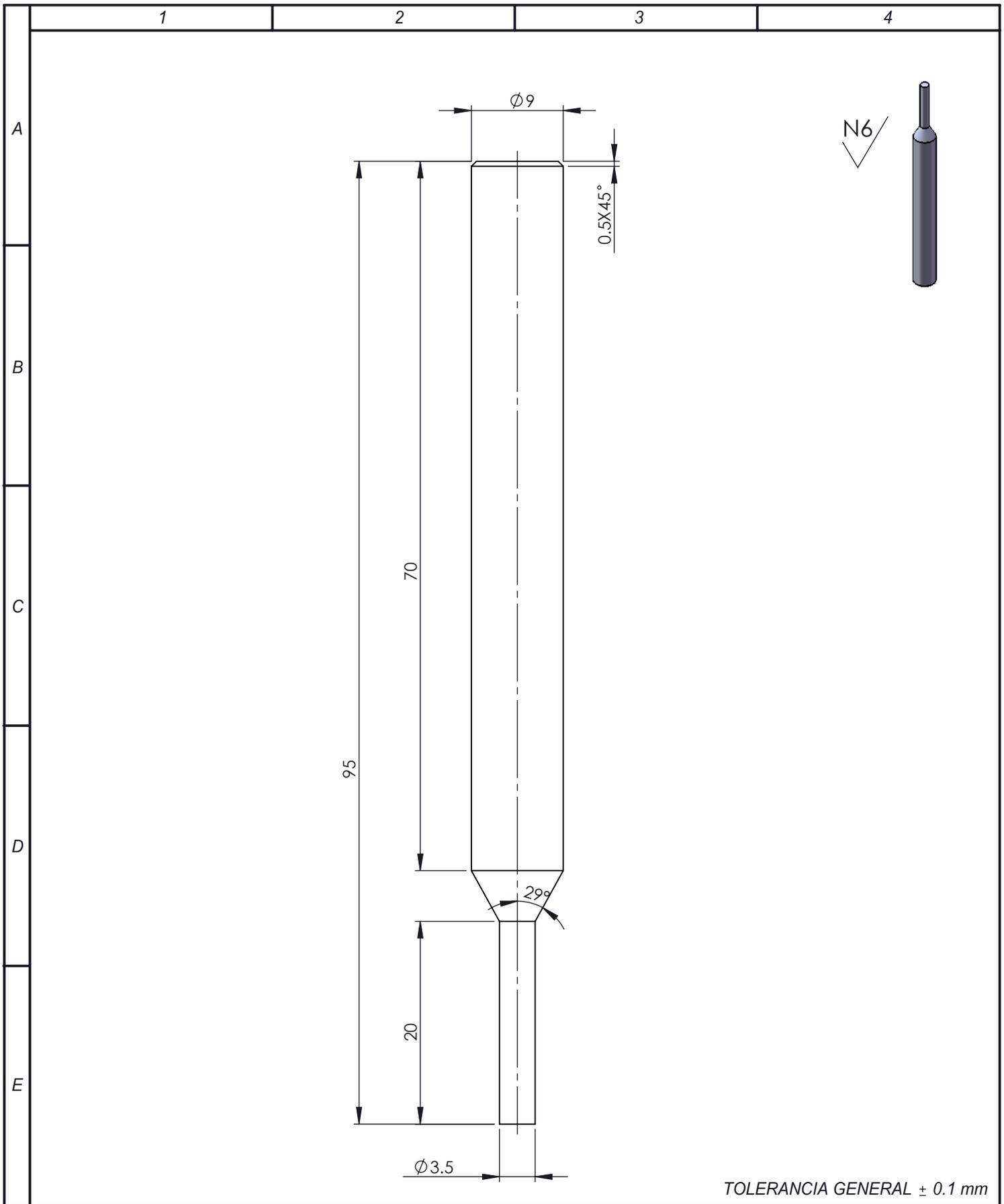
TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:	
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1	
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:		
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		50-55 HRC		
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				BOTADOR D=1.8 mm	2:1	
				HERRAMIENTA-FUSIL HK		
				CÓDIGO:	HER-02MO	
				SUSTITUYE A:	HOJA: 1 / 1	



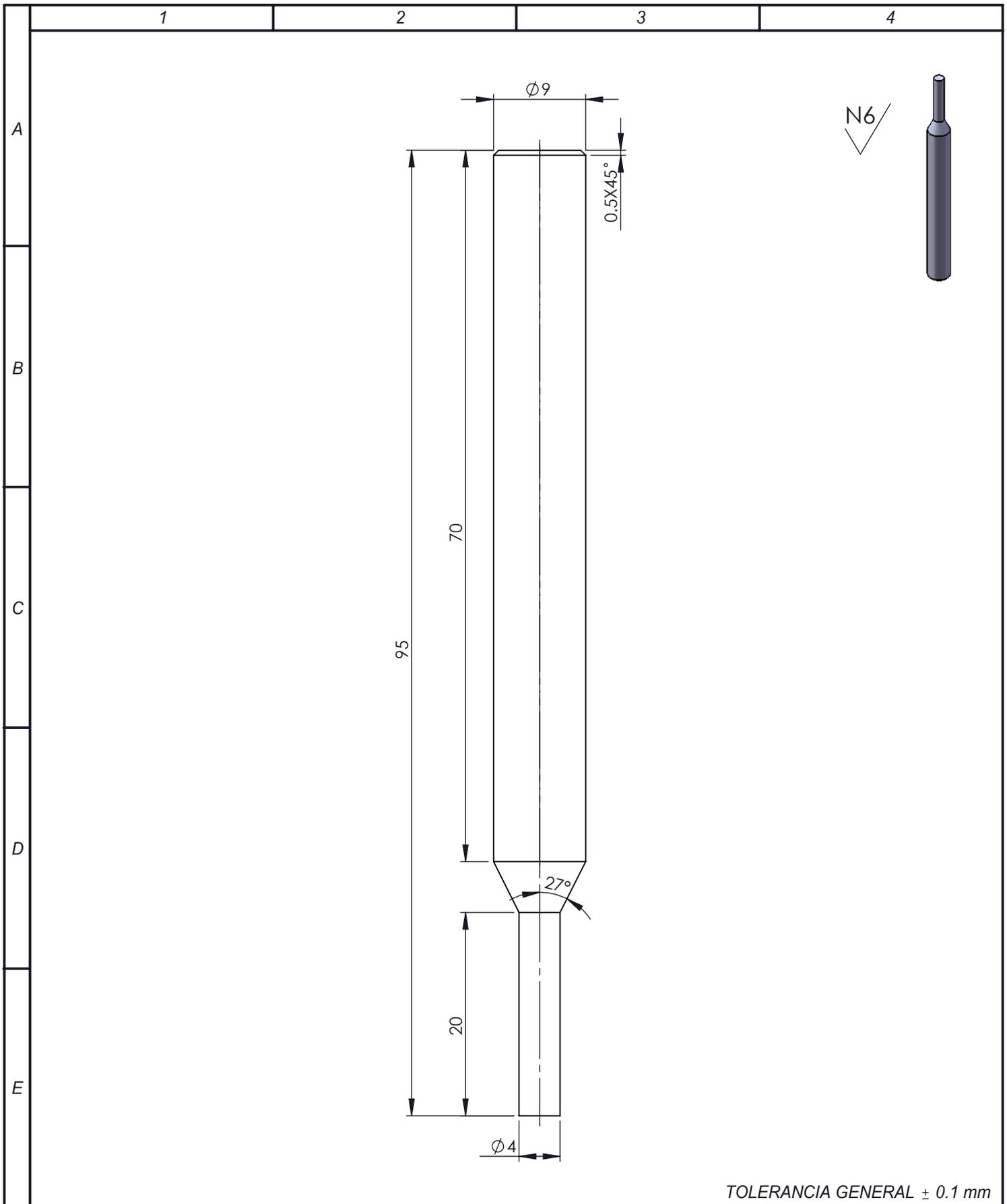
TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:	
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1	
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:		
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		50-55 HRC		
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				BOTADOR D=2.4 mm	2:1	
				HERRAMIENTA-FUSIL HK		
				CÓDIGO:	HER-02MO	
				SUSTITUYE A:	HOJA: 1 / 1	



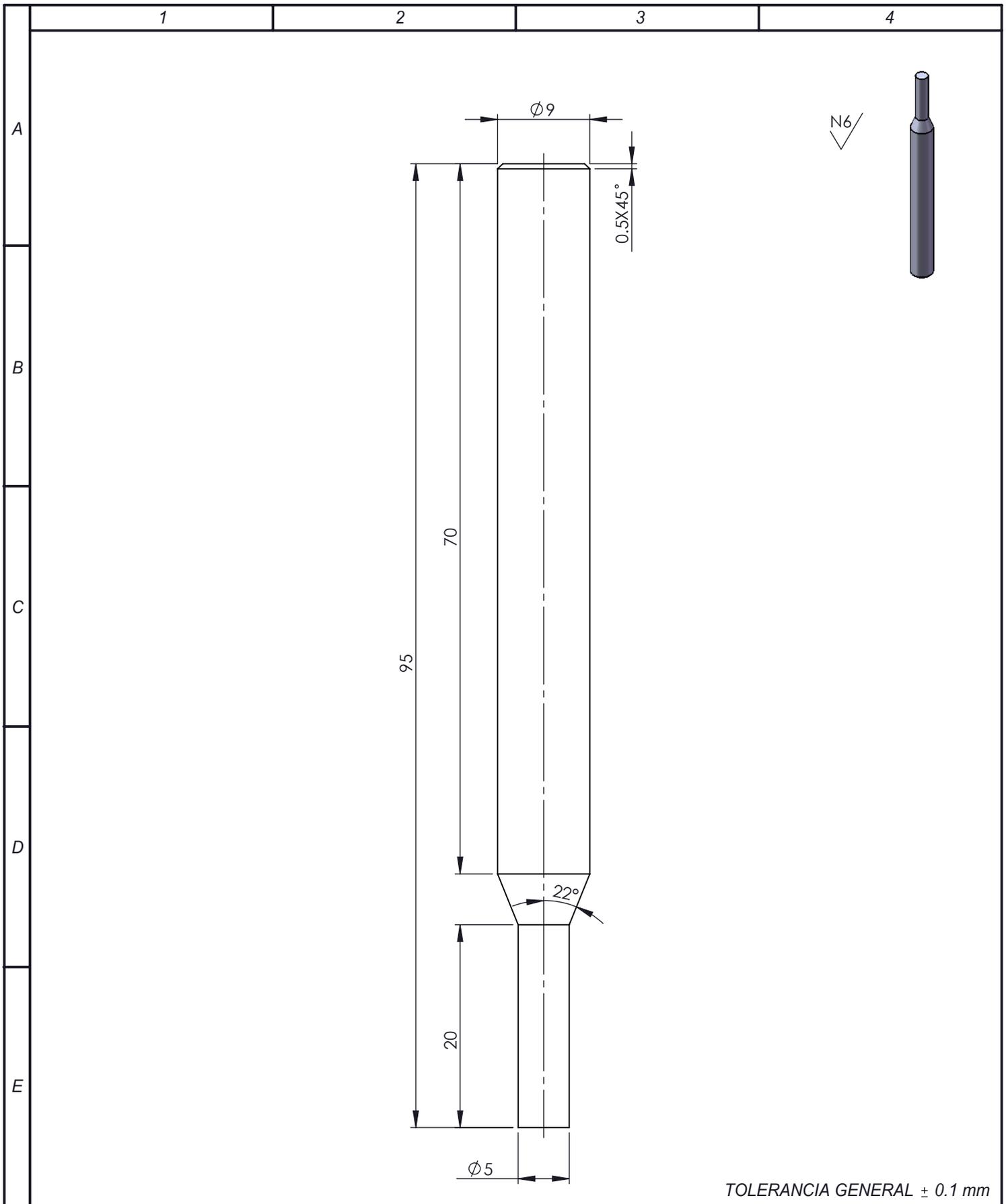
TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:	
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1	
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:		
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		50 - 55 HRC		
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				BOTADOR D=3.5 mm	2:1	
				HERRAMIENTA-FUSIL HK		
				CÓDIGO:	HER-02MO	
				SUSTITUYE A:	HOJA: 1 / 1	



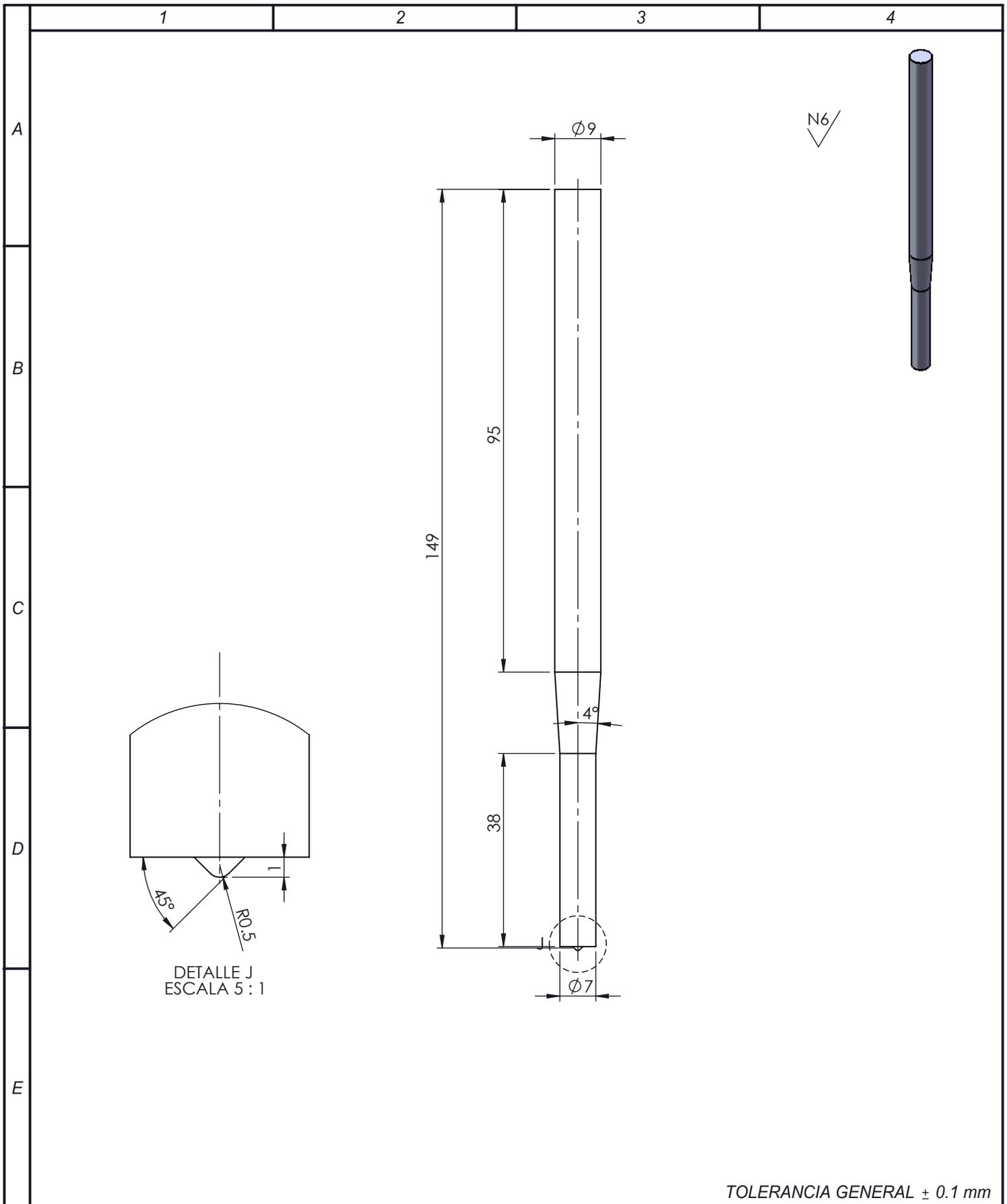
TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:	
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1	
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:		
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		50-55 HRC		
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				BOTADOR D=4.0 mm	2:1	
				HERRAMIENTA-FUSIL HK		
				CÓDIGO:	HER-02MO	
				SUSTITUYE A:	HOJA: 1/1	



TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		50 - 55 HRC	
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				BOTADOR D=5.0 mm	2:1
				HERRAMIENTA-FUSIL HK	
				CÓDIGO:	
				HER-02MO	
				SUSTITUYE A:	



TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:	
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1	
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:		
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		50 - 55 HRC		
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				BOTADOR D=7.0 mm	1:1	
				HERRAMIENTA-FUSIL HK		
				CÓDIGO:	HER-02MO	
				SUSTITUYE A:	HOJA: 1 / 1	

1

2

3

4

A

N6

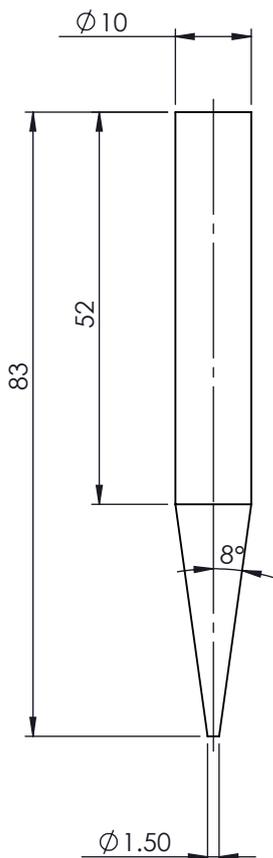


B

C

D

E

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		50-55 HRC	
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				BOTADOR CÓNICO D=1.5 mm	1 : 1
				HERRAMIENTA-FUSIL HK	
				CÓDIGO:	
				HER-02MO	
				SUSTITUYE A:	HOJA: 1 / 1

1

2

3

4

A

N6

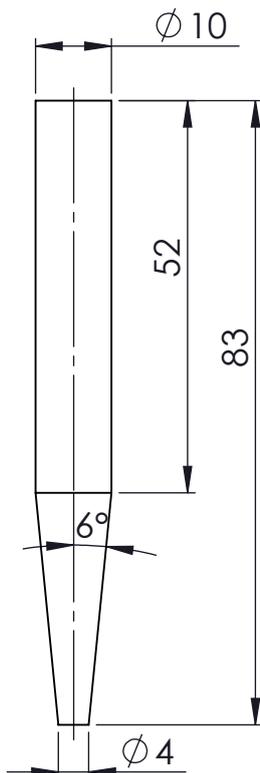


B

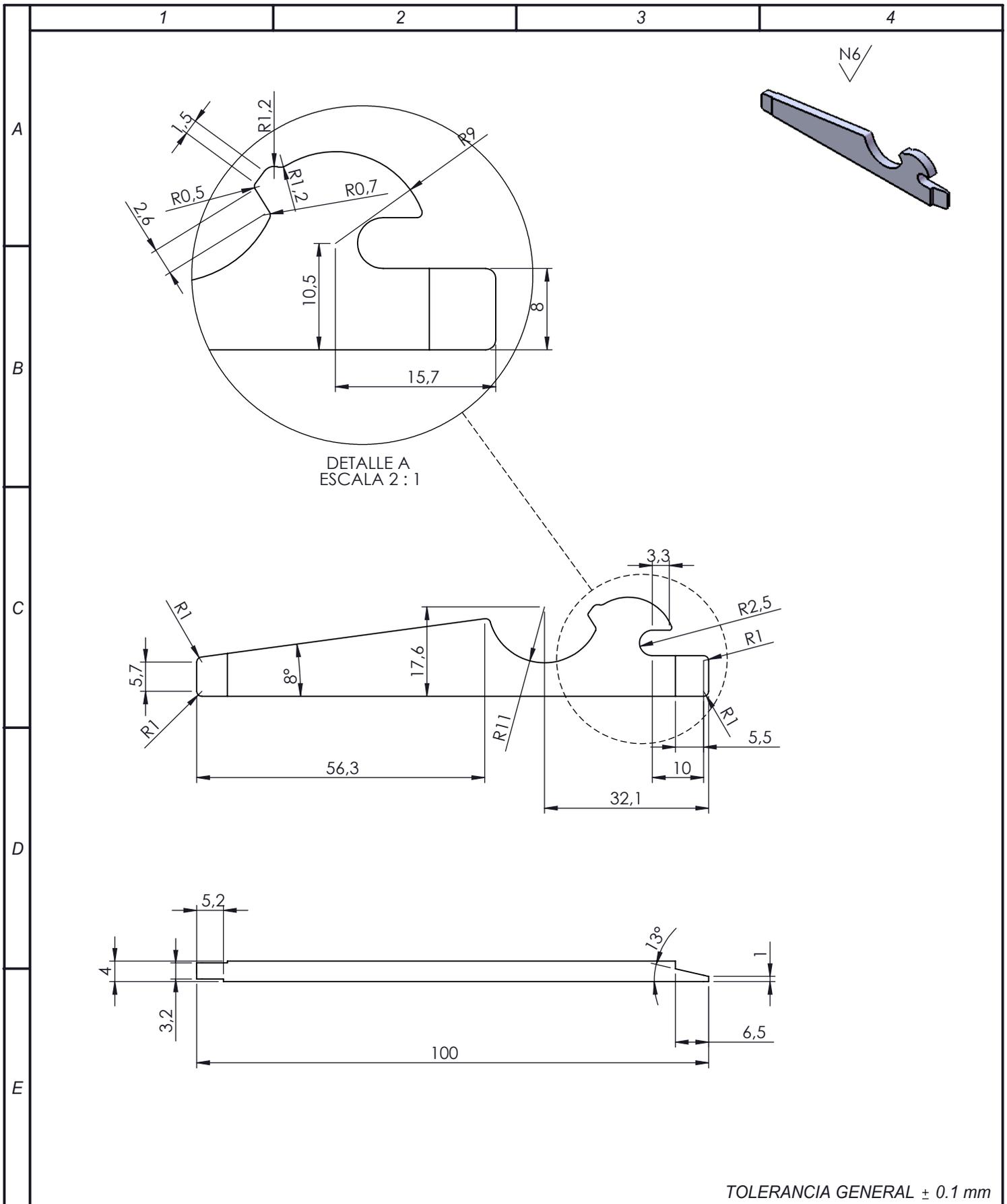
C

D

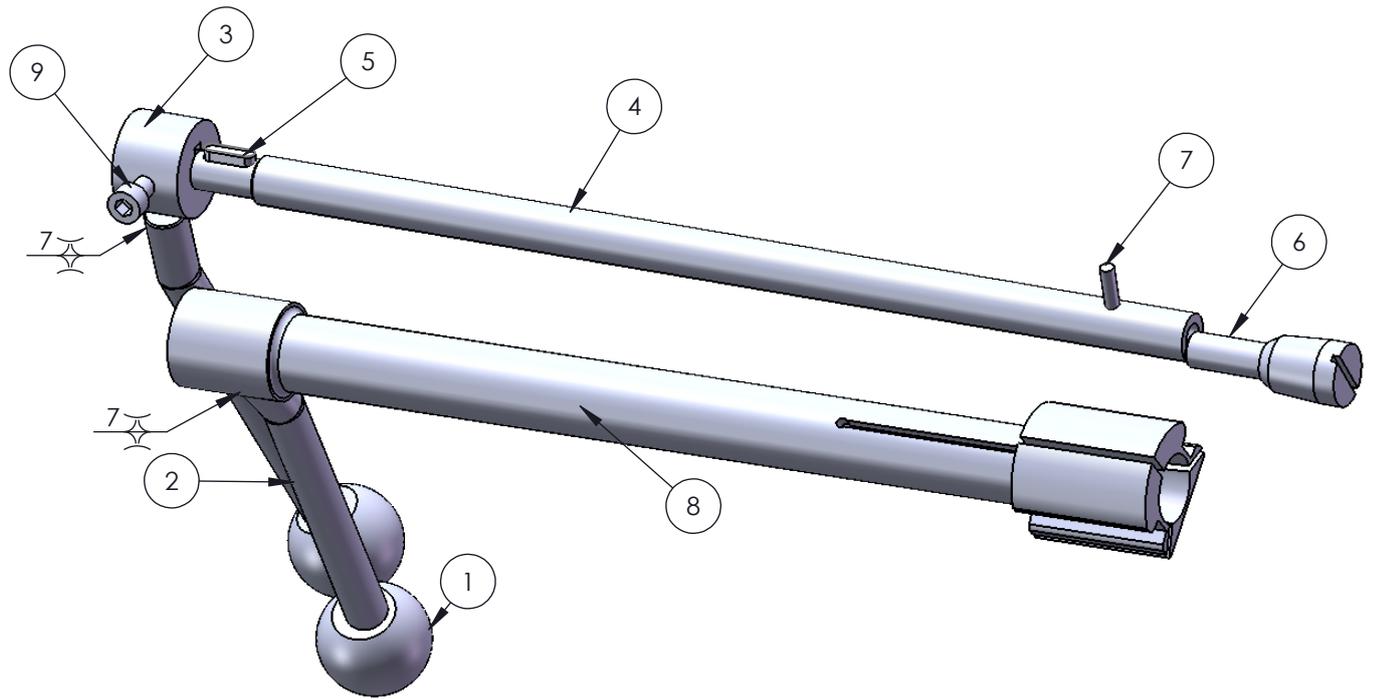
E

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		50-55 HRC	
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				BOTADOR CÓNICO D=4.0 mm	1 : 1
				HERRAMIENTA-FUSIL HK	
				CÓDIGO:	
				HER-02MO	
				SUSTITUYE A:	HOJA: 1 / 1



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	90 MANGANESO	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	40-45 HRC	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		CONTIENE:	LLAVE UNIVERSAL	ESCALA:
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN			HERRAMIENTA-FUSIL HK	1 : 1
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CÓDIGO:	HER-04MO	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				SUSTITUYE A:		HOJA: 1 / 1



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
1	Bola	DURALON	2
2	Brazo del Mango	DF-2	2
3	Mango	DF-2	1
4	Eje	DF-2	1
5	Chaveta	DF-2	1
6	Tornillo de Ajuste	DF-2 (M10x1.5)	1
7	Pasador	ACERO PLATA	1
8	Mandril	AISI 4340	1
9	Perno Allen CC/UNC	M6x1.0	1

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	S/M	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING.TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	S/D	1
REVISADO	15/12/2010	ING.TERNEUS-ING. TAPIA		CONTIENE:	DESPIECE	ESCALA:
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		MANDRIL PARA ALINEAR CAJA DE MECANISMOS		1 : 2
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		HERRAMIENTA-FUSIL HK		
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				CÓDIGO:	HER-05MO	
				SUSTITUYE A:		HOJA: 1 / 7

1

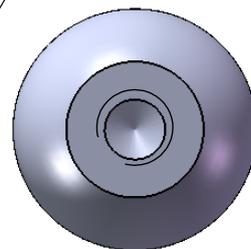
2

3

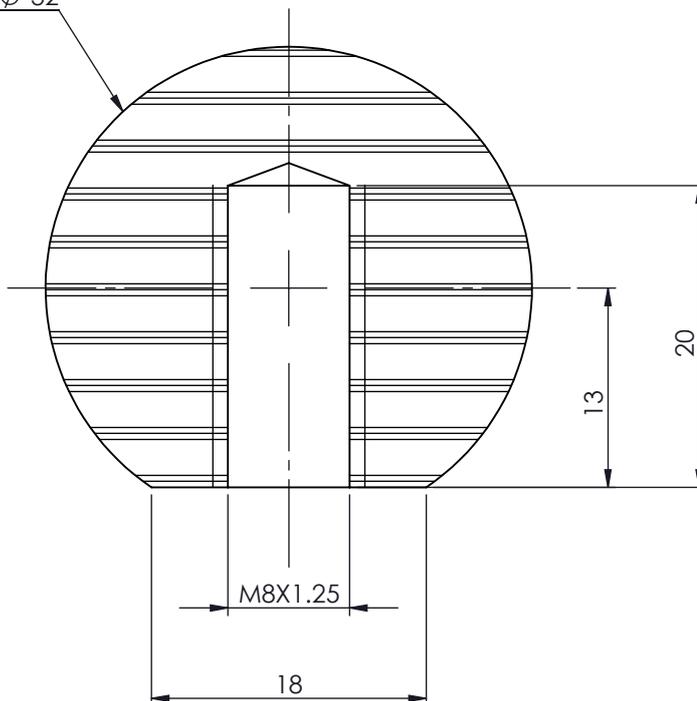
4

A

N6/



B

ESFERA \varnothing 32

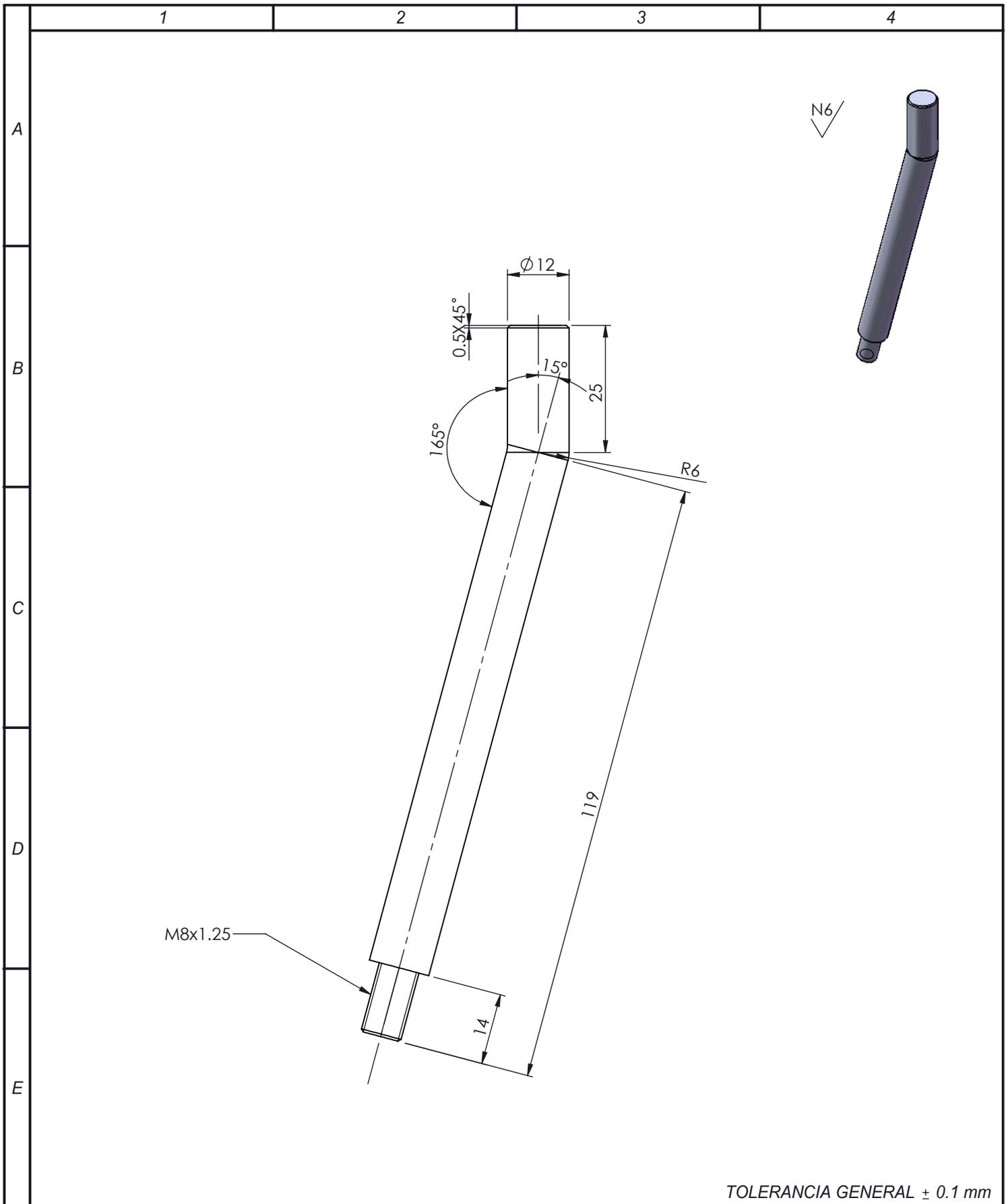
C

D

E

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	DURALÓN	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	S/D	2
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		CONTIENE:	BOLA	ESCALA:
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		MANDRIL PARA ALINEAR CAJA DE MACANISMOS		2 : 1
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		HERRAMIENTA-FUSIL HK		
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				CÓDIGO:	HER-05MO	
				SUSTITUYE A:		HOJA: 2 / 7



TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	2
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		40-45 HRC	
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				CUERPO DEL MANGO	1 : 1
				MANDRIL PARA ALINEAR CAJA DE MACANISMOS	
				HERRAMIENTA-FUSIL HK	
				CÓDIGO:	
				HER-05MO	
				SUSTITUYE A:	HOJA: 3 / 7

1

2

3

4

A

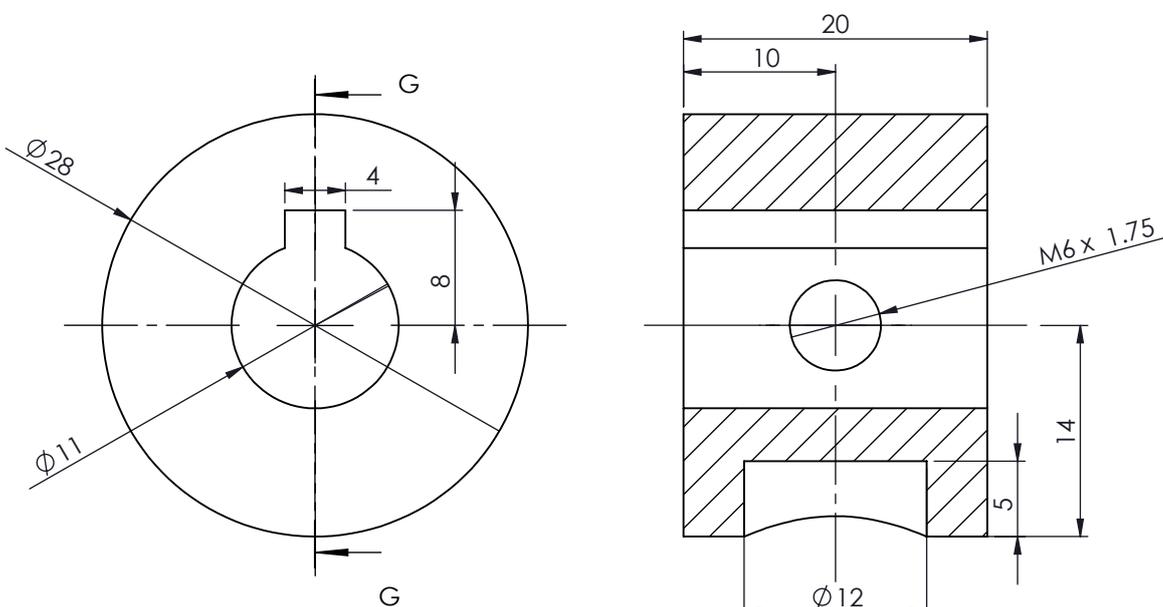
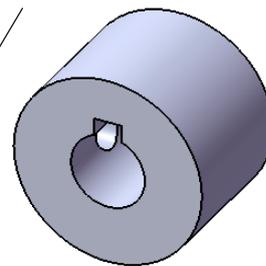
B

C

D

E

N6



SECCIÓN G-G

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		40-45 HRC	
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				CABEZA DEL MANGO MANDRIL PARA ALINEAR CAJA DE MACANISMOS HERRAMIENTA-FUSIL HK	2:1
				CÓDIGO:	HER-05MO
				SUSTITUYE A:	HOJA: 4 / 7

1

2

3

4

A

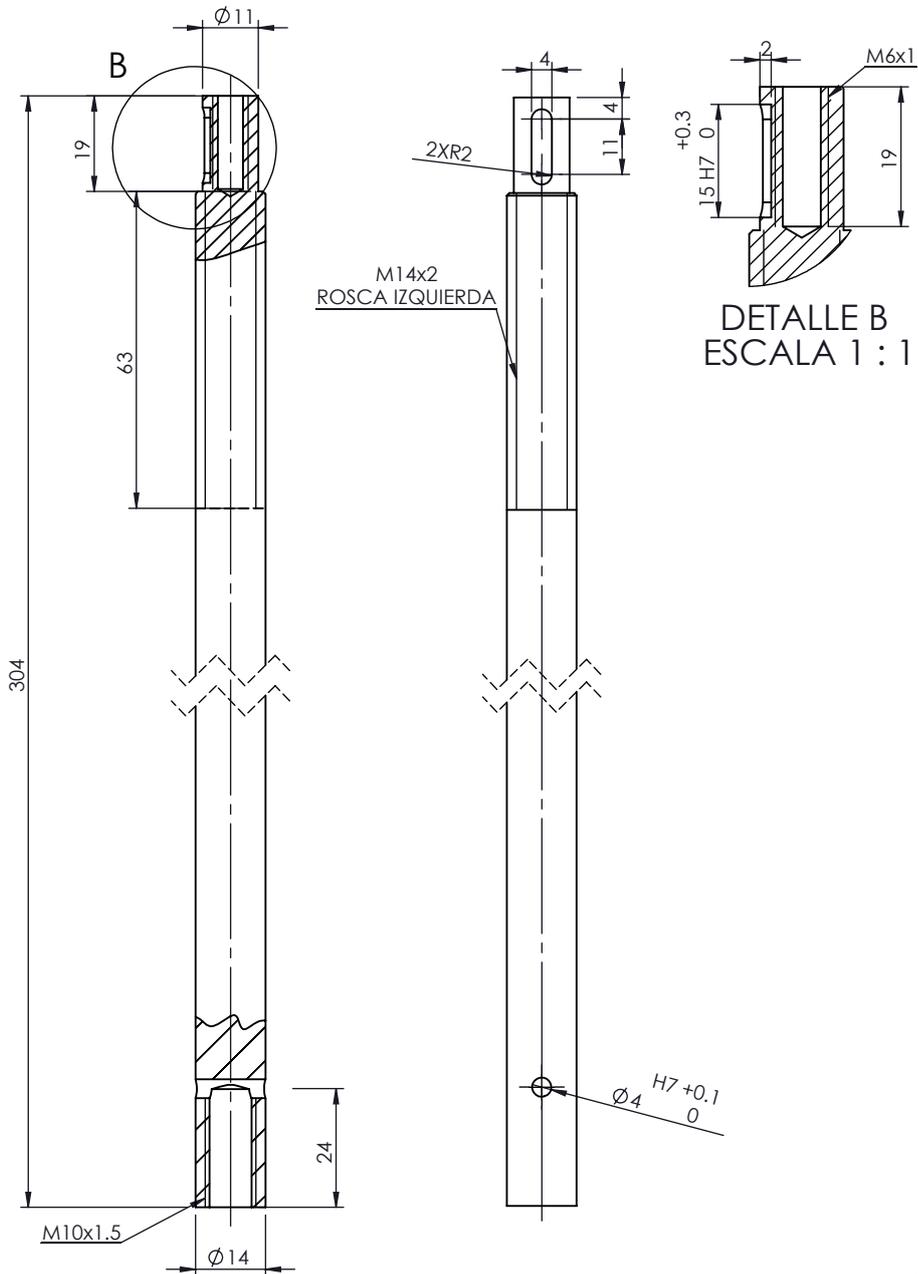
B

C

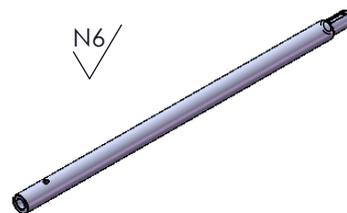
D

E

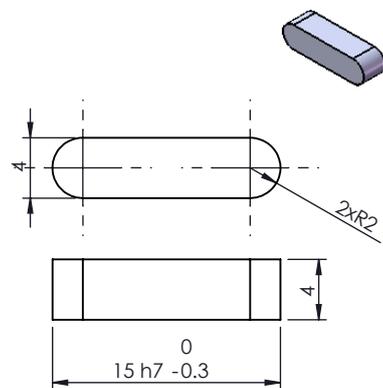
PIEZA N° 4



N6/

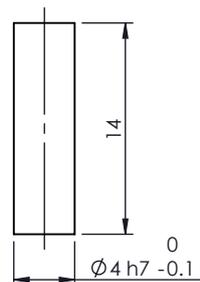


PIEZA N° 5



ESCALA 2:1

PIEZA N° 7



ESCALA 2:1
MATERIAL: ACERO PLATA

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		40-45 HRC	
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE: PIEZA 4,5,7	ESCALA:
				MANDRIL PARA ALINEAR CAJA DE MECANISMOS	1:2
				HERRAMIENTA-FUSIL HK	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				CÓDIGO:	
					HER-05MO
				SUSTITUYE A:	HOJA: 5 / 7



1

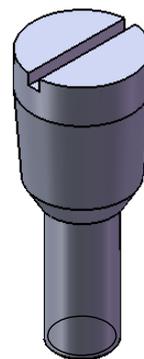
2

3

4

A

N6/ (N4/)

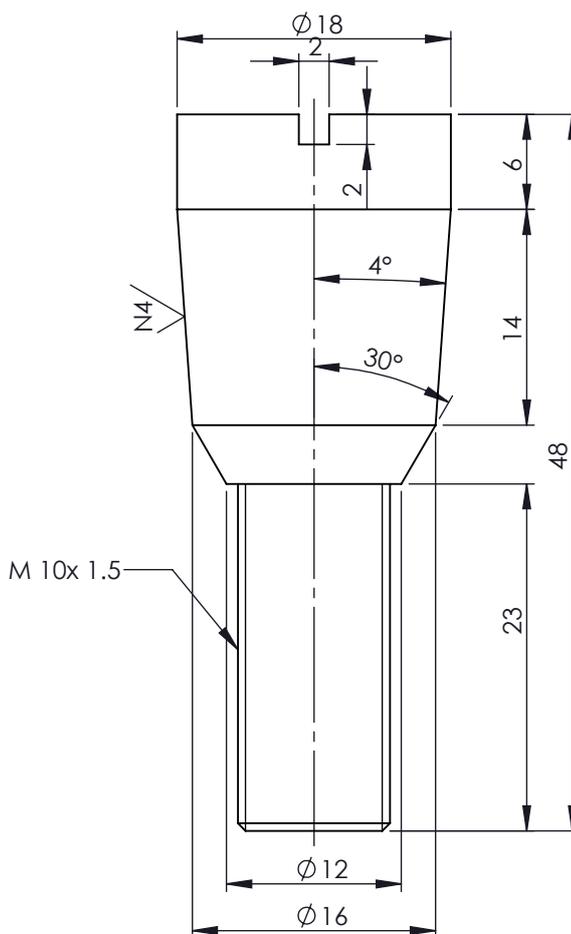


B

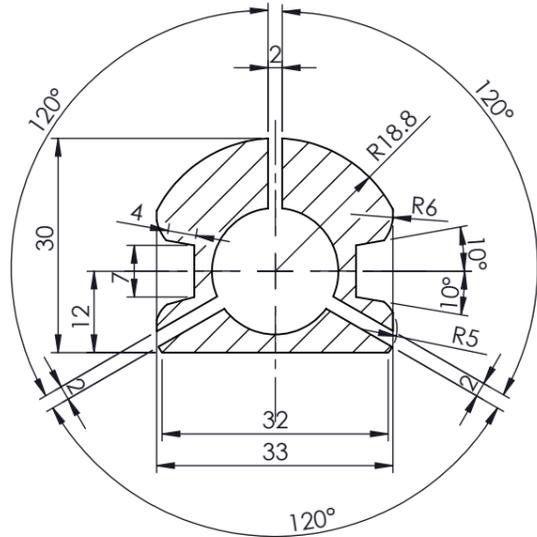
C

D

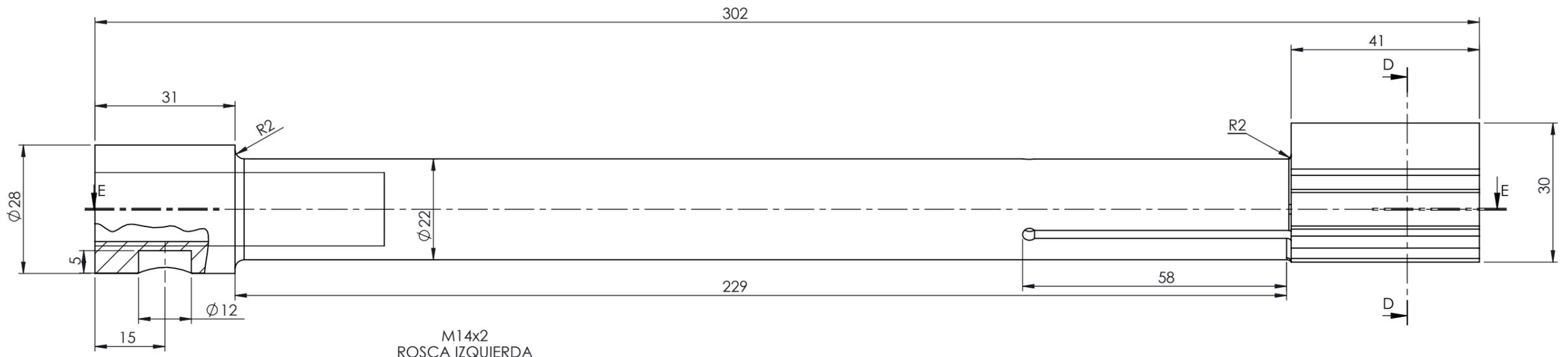
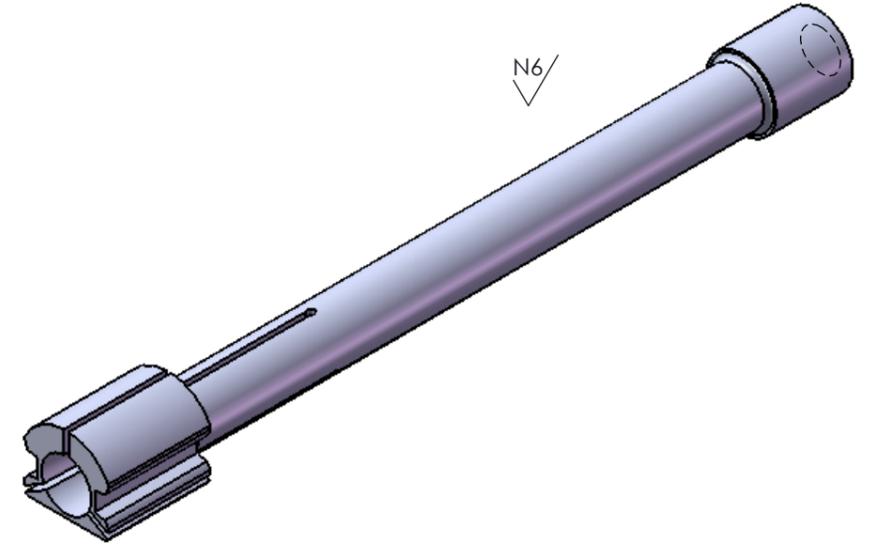
E

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		40-45 HRC	
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE: TORNILLO DE AJUSTE MANDRIL PARA ALINEAR CAJA DE MECANISMO HERRAMIENTA-FUSIL HK	ESCALA: 2:1
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				CÓDIGO:	
				SUSTITUYE A:	
				HER-05MO	HOJA: 6 / 7



SECCIÓN D-D
ESCALA 1 : 1



302

$\phi 28$

31

R2

5

$\phi 12$

15

M14x2
ROSCA IZQUIERDA

229

58

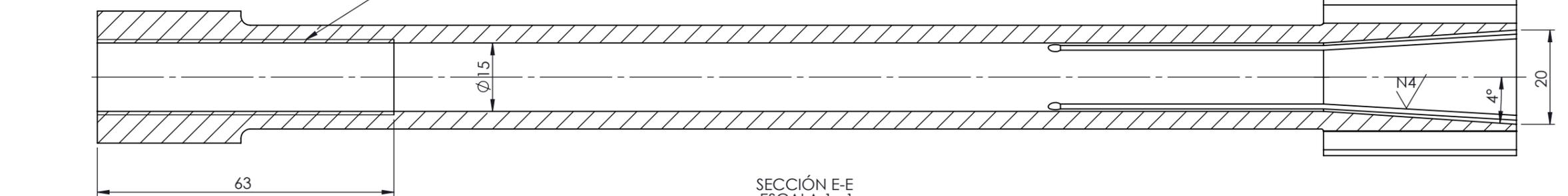
R2

41

D

D

30

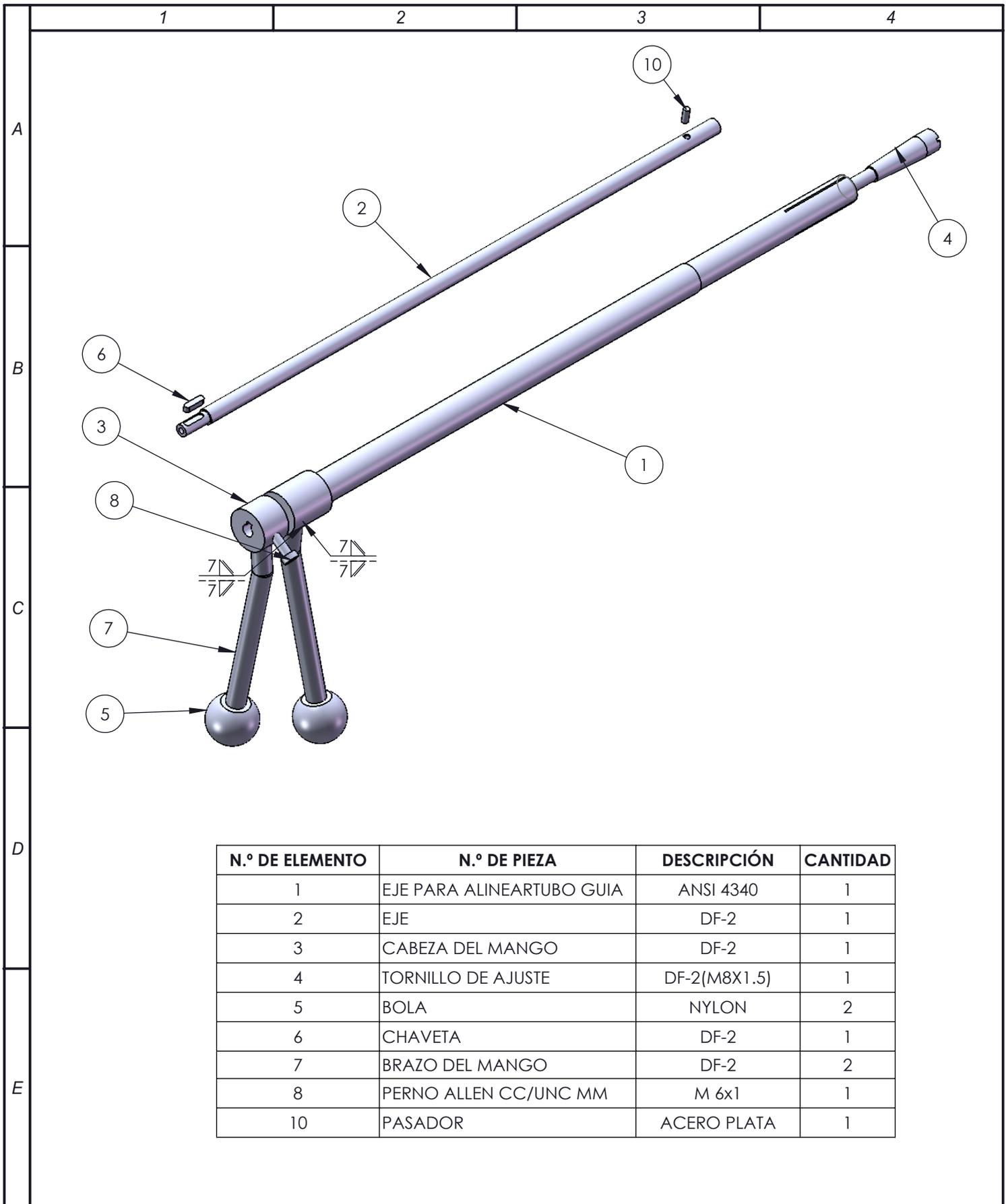


63

SECCIÓN E-E
ESCALA 1 : 1

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		ANSI 4340	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		25-30 HRC	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE: CUERPO DEL MANDRIL MANDRIL PARA ALINEAR CAJA DE MECANISMOS	ESCALA: 1:1
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		HERRAMIENTA-FUSIL HK	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				CÓDIGO:	
				SUSTITUYE A:	HOJA: 7/7



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	EJE PARA ALINEAR TUBO GUIA	ANSI 4340	1
2	EJE	DF-2	1
3	CABEZA DEL MANGO	DF-2	1
4	TORNILLO DE AJUSTE	DF-2(M8X1.5)	1
5	BOLA	NYLON	2
6	CHAVETA	DF-2	1
7	BRAZO DEL MANGO	DF-2	2
8	PERNO ALLEN CC/UNC MM	M 6x1	1
10	PASADOR	ACERO PLATA	1

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		S/M	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		DESPIECE MANDRIL PARA ALINEAR TUBO GUIA HERRAMIENTA-FUSIL HK	1 : 3
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				CÓDIGO:	
				HER-06MO	
				SUSTITUYE A:	HOJA: 1 / 7

1

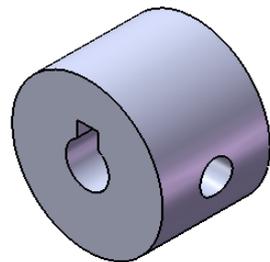
2

3

4

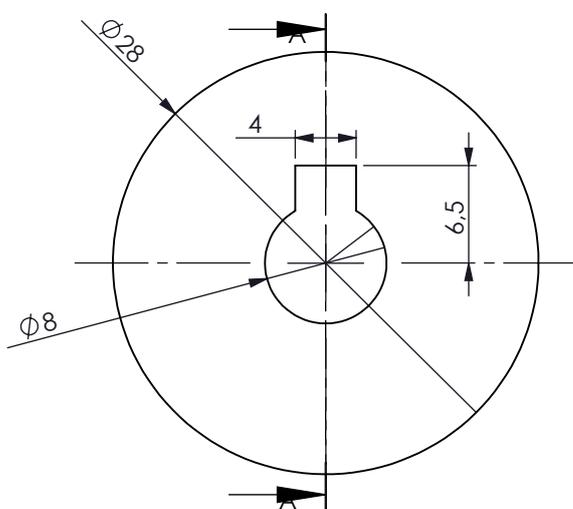
A

N6

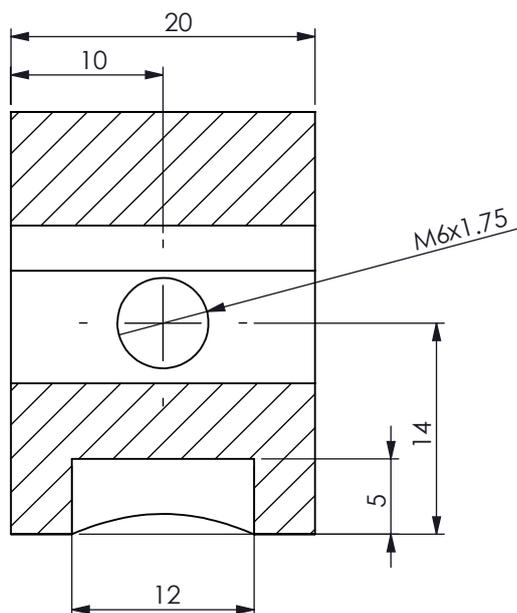


B

C



D

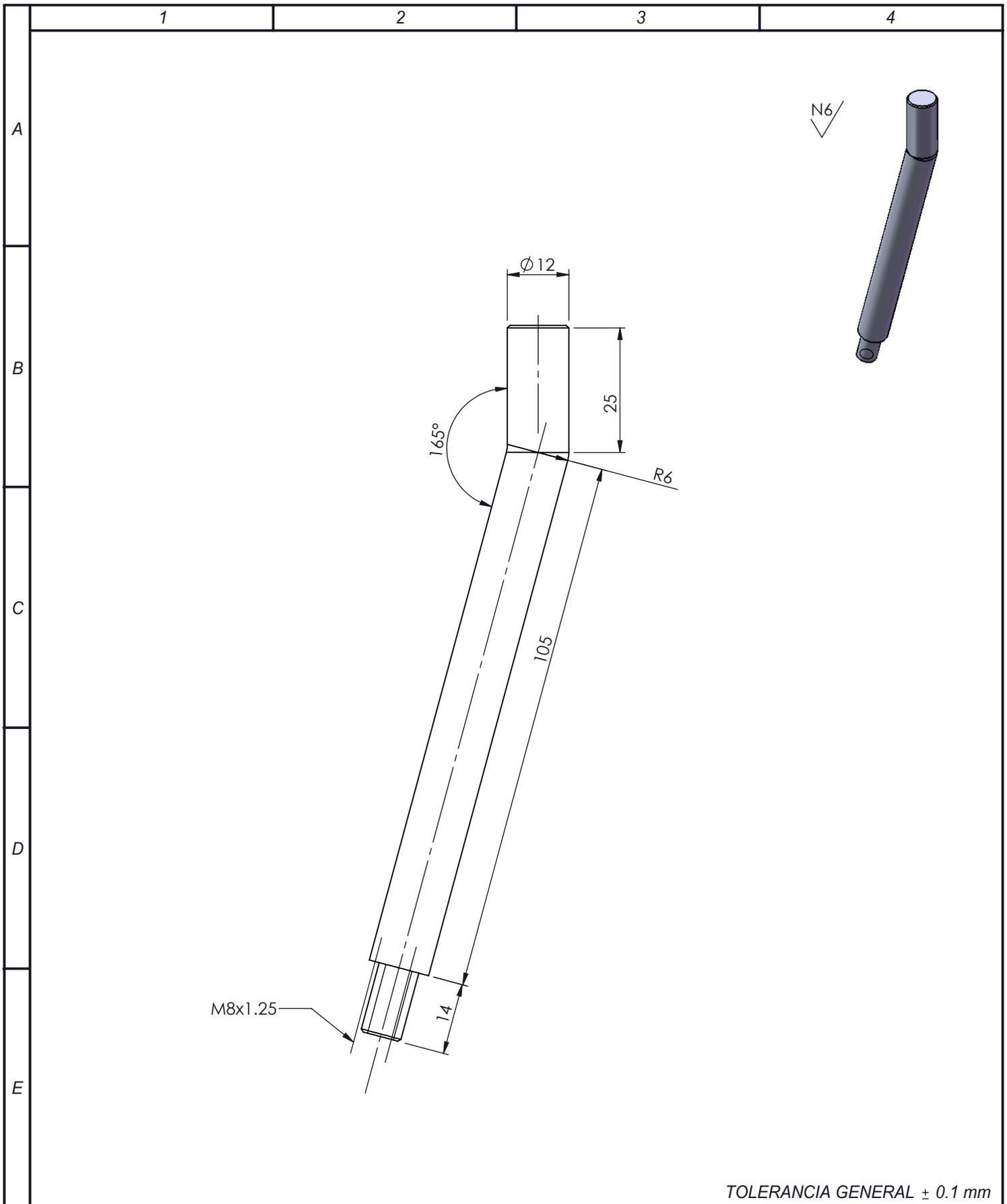


SECCIÓN A-A

E

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:	
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1	
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:		
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		40-45 HRC		
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				CABEZA DEL MANGO MANDRIL PARA ALINEAR TUBO GUIA HERRAMIENTA-FUSIL HK	2:1	
				CÓDIGO:	HER-06MO	
				SUSTITUYE A:		HOJA: 2 / 7



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	2
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	
				40-45 HRC	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		BRAZO DEL MANGO MANDRIL PARA ALINEAR TUBO GUIA HERRAMIENTA-FUSIL HK	1 : 1
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				CÓDIGO:	
				SUSTITUYE A:	
				HER-06MO	
					HOJA: 3 / 7

1

2

3

4

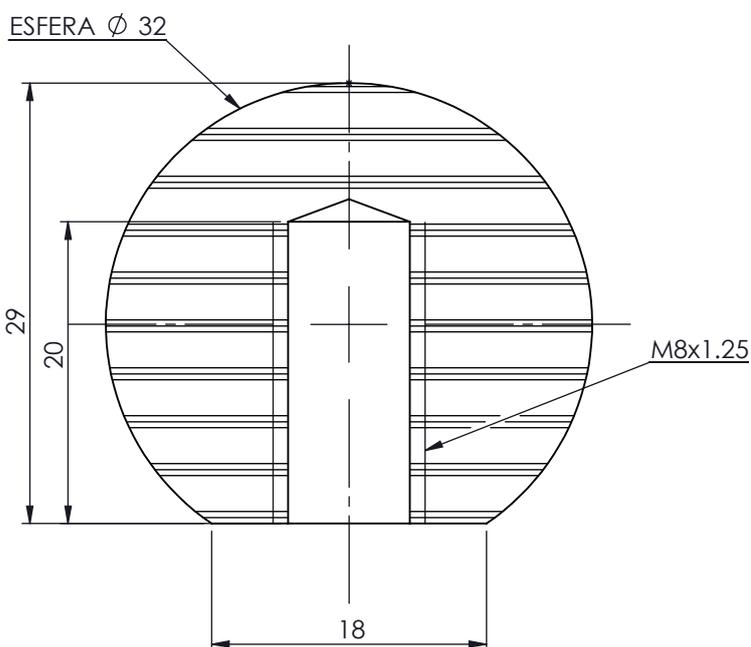
A

N6/



B

C



D

E

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	DURALON	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	S/D	2
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		CONTIENE:	BOLA	ESCALA:
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN			MANDRIL PARA ALLINEAR TUBO GUIA	2:1
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN			HERRAMIENTA-FUSIL HK	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				CÓDIGO:	HER-06MO	
				SUSTITUYE A:		HOJA: 4 / 7

1

2

3

4

A

B

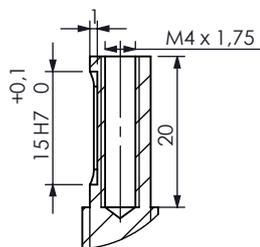
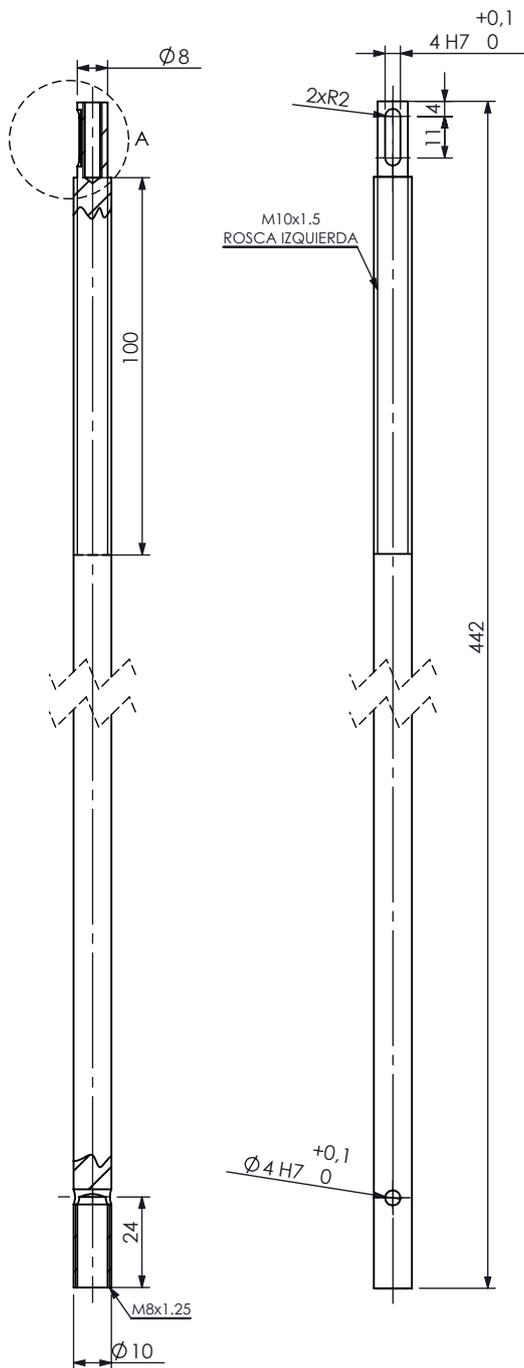
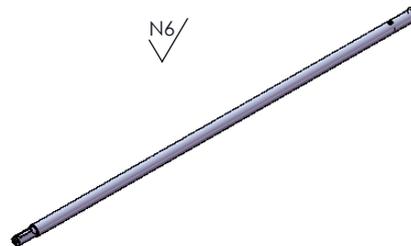
C

D

E

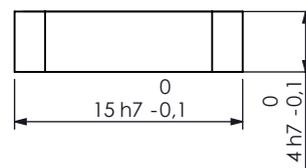
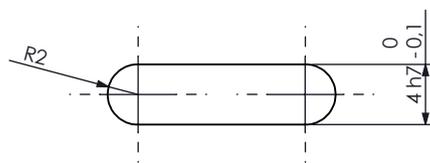
PIEZA 2

N6



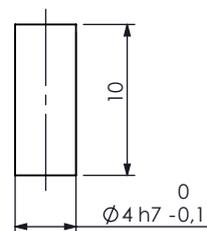
DETALLE A
ESCALA 1 : 1

PIEZA 6



ESCALA 2:1

PIEZA 10



ESCALA 2:1
MATERIAL:ACERO PLATA

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING.TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1
REVISADO	15/12/2010	ING.TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		40-45 HRC	
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				PIEZA 2,6 Y 10 MANDRIL PARA ALINEAR TUBO GUIA HERRAMIENTA-FUSIL HK	1 : 2
				CÓDIGO:	HER-06MO
				SUSTITUYE A:	HOJA: 5 / 7

1

2

3

4

A

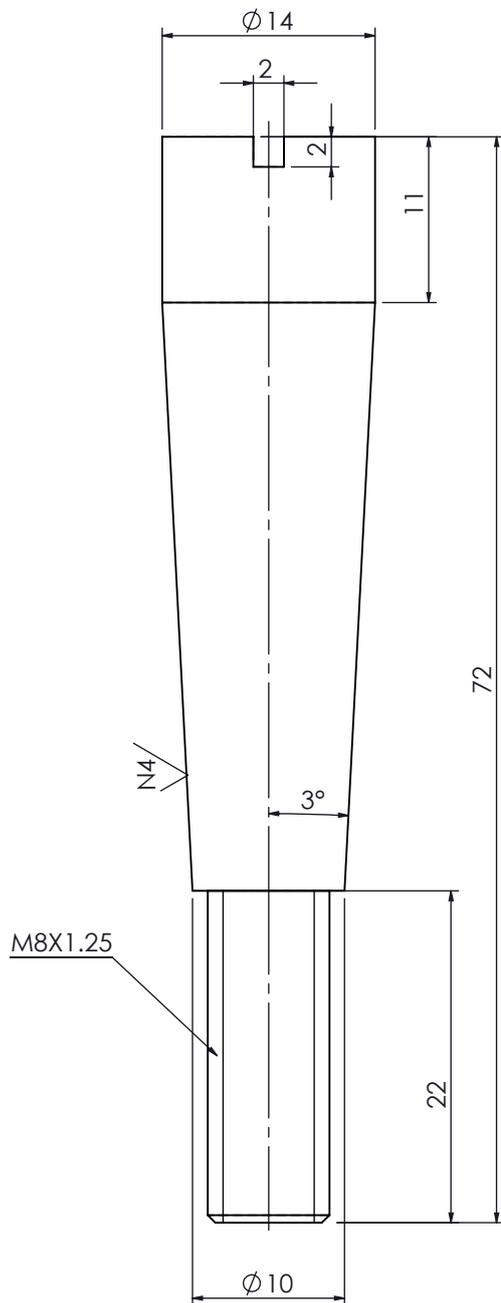
B

C

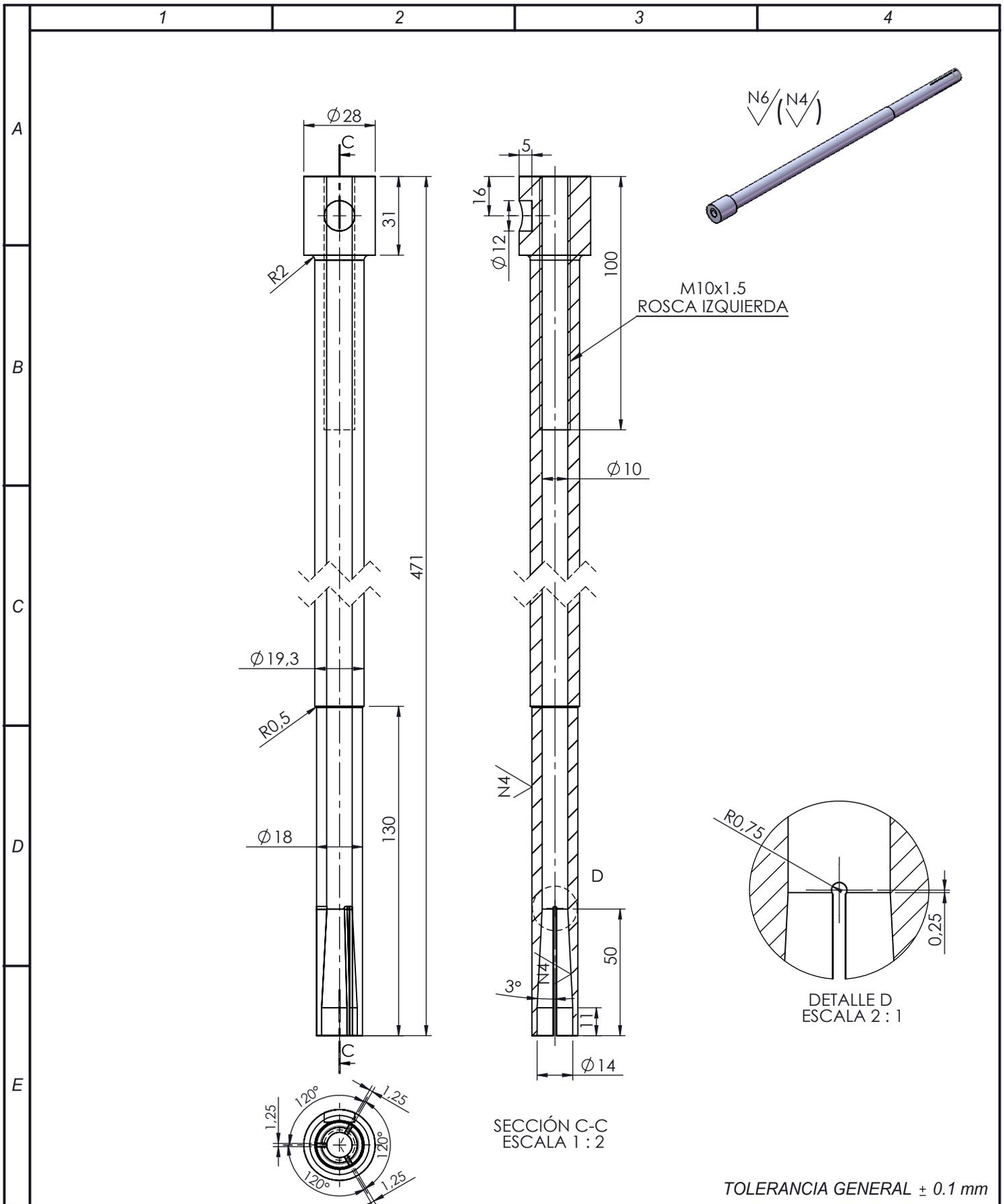
D

E

N6/ (N4/)

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		40-45 HRC	
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				TORNILLO DE AJUSTE MANDRIL PARA ALINEAR TUBO GUIA HERRAMIENTA-FUSIL HK	2:1
				CÓDIGO:	HER-06MO
				SUSTITUYE A:	HOJA: 6 / 7



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		ANSI 4340	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA: 25-30 HRC	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE: CUERPO DEL MANDRIL MANDRIL PARA ALINEAR TUBO GUIA HERRAMIENTA-FUSIL HK	ESCALA: 1 : 2
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CÓDIGO: HER-06MO	HOJA: 7 / 7
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				SUSTITUYE A:	

3.1 UTILLAJE

3.1.1 MATRIZ PARA EXPULSIÓN DE LA CAJA DE MECANISMOS – TUBO CAÑÓN

3.1.1.1 Bosquejo del diseño

El diseño de la matriz expulsora se baso en la geometría del fusil, además de la manera cómo el armero desarmaba manualmente dicho fusil, así como las herramientas utilizadas para este tipo de desmontaje, como es la prensa manual, ya que esta fue utilizada debido a que la fuerza que se requiere para expulsar el tubo cañón es mínima y la prensa hidráulica existente en la fábrica es genera una fuerza demasiado grande.

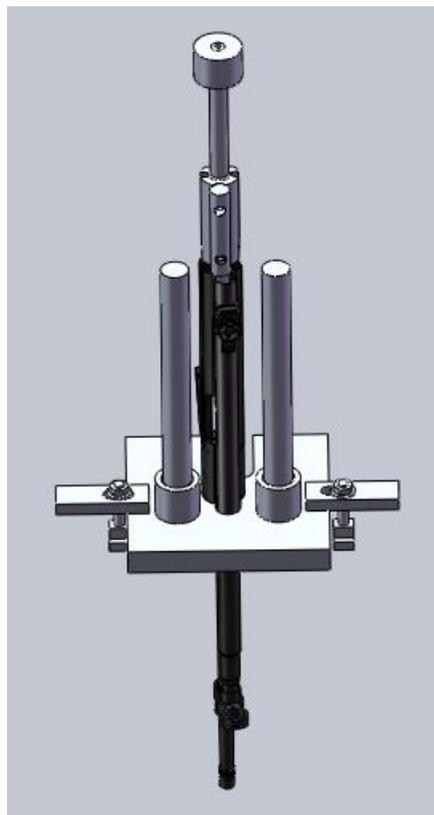


Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..1 **Bosquejo de la matriz para expulsión de la Caja de mecanismos – tubo cañón**

3.1.1.2 Análisis de cargas y esfuerzos

Este análisis de cargas se realizó en base al elemento más crítico del conjunto, para lo cual se analizó la transmisión de la fuerza por medio del conjunto hasta el elemento donde se requiere dicha fuerza, así como la geometría entre el eje de contacto con el tubo cañón y el elemento guía, además de los concentradores de esfuerzos que se formaron al variar los diámetros de los ejes de dicho elemento, determinando que el elemento más crítico es el llamado por nuestra determinación como eje de mandril (Figura 3.15).

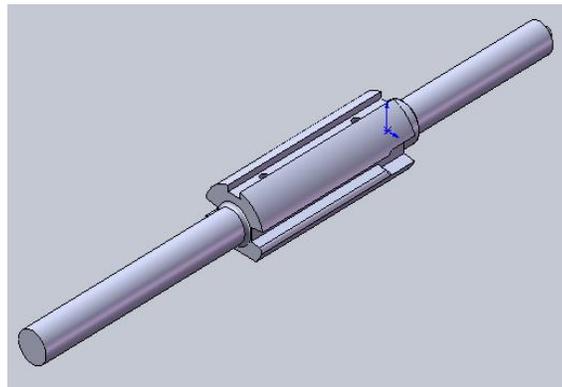


Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..2 Eje de Mandril

Así para verificar los cálculos matemáticos se realizó simulaciones mediante SolidWorks 2009 con el asistente de cálculos llamado SolidWorks Simulation, anexadas en este documento (anexo 1), y mediante los cuales se pudo elegir el material tanto del elemento crítico como del resto de piezas del conjunto.

- **Cálculo del esfuerzo de compresión**

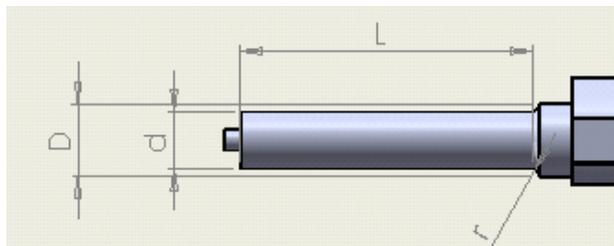


Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**3 Sección crítica del eje de mandril**

Datos de la sección crítica del elemento

$L := 90$ mm Longitud de sección del eje de mandril

$d := 17$ mm Diámetro menor de sección del eje de mandril

$P := 2000$ N Carga de Compresión

○ **Calculo de las propiedades geométricas de la sección crítica**

Área de contacto del eje

$$A := \frac{\pi d^2}{4} \text{ mm}^2$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..1)

$$A = 227 \text{ mm}^2$$

○ **Calculo del esfuerzo de compresión**

$$\sigma_x := \frac{P}{A}$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..2)

$$\sigma_x = 88.113 \text{ MPa}$$

○ **Datos de la sección crítica del eje**

$r := 2$ mm Radio de la Muesca

$d = 17$ mm Diámetro menor de sección del eje de mandril

$D := 22$ mm Diámetro mayor de sección del eje de mandril

$\sigma_x = 88.1$ ° Esfuerzo de compresión

Factores geométricos de concentración de esfuerzos en relación D/d (figura 3.17)

$$D/d = 1.3$$

$$b := -0.2575 \quad A := 0.9968$$

$$K_t := A \cdot \left(\frac{r}{D} \right)^b$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..3)

$$K_t = 1.8$$

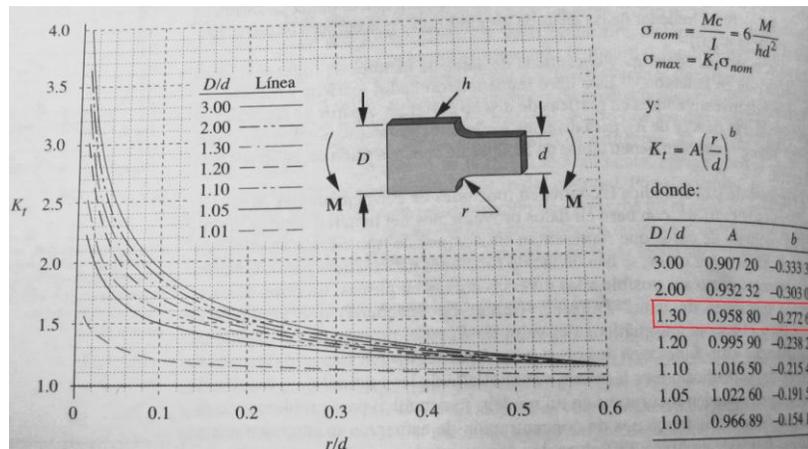


Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..4 Tabla de los factores de esfuerzos en relación D/d

- **Calculo del esfuerzo bajo cargas estáticas por los concentradores**

$$\theta := K_t \cdot \theta_s$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..4)

$$\theta = 162.9 \text{ Mpa}$$

3.1.1.3 Elección del material

Para seleccionar el material a utilizarse en él se analizó los esfuerzos calculados en la sección 3.3.1.2, utilizando el esfuerzo más crítico que en este caso es el esfuerzo bajo cargas estáticas por los concentradores con un valor de 162.9 Mpa., para así poder

seleccionar el material en el eje del mandril, mediante el factor de seguridad que se dé al definir un material que exista en el mercado nacional.

- **Datos de material**

Nombre: Acero para trabajo en frio AISI 01

Esfuerzo a la tracción o compresión: $S_y := 250 \text{ MPa}$

- **Calculo del factor de seguridad**

Para realizar el cálculo del factor de seguridad se comparan el límite elástico del material con el esfuerzo bajo cargas estáticas por los concentradores calculados en la sección anterior.

$$FS := \frac{S_y}{\sigma}$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..5)

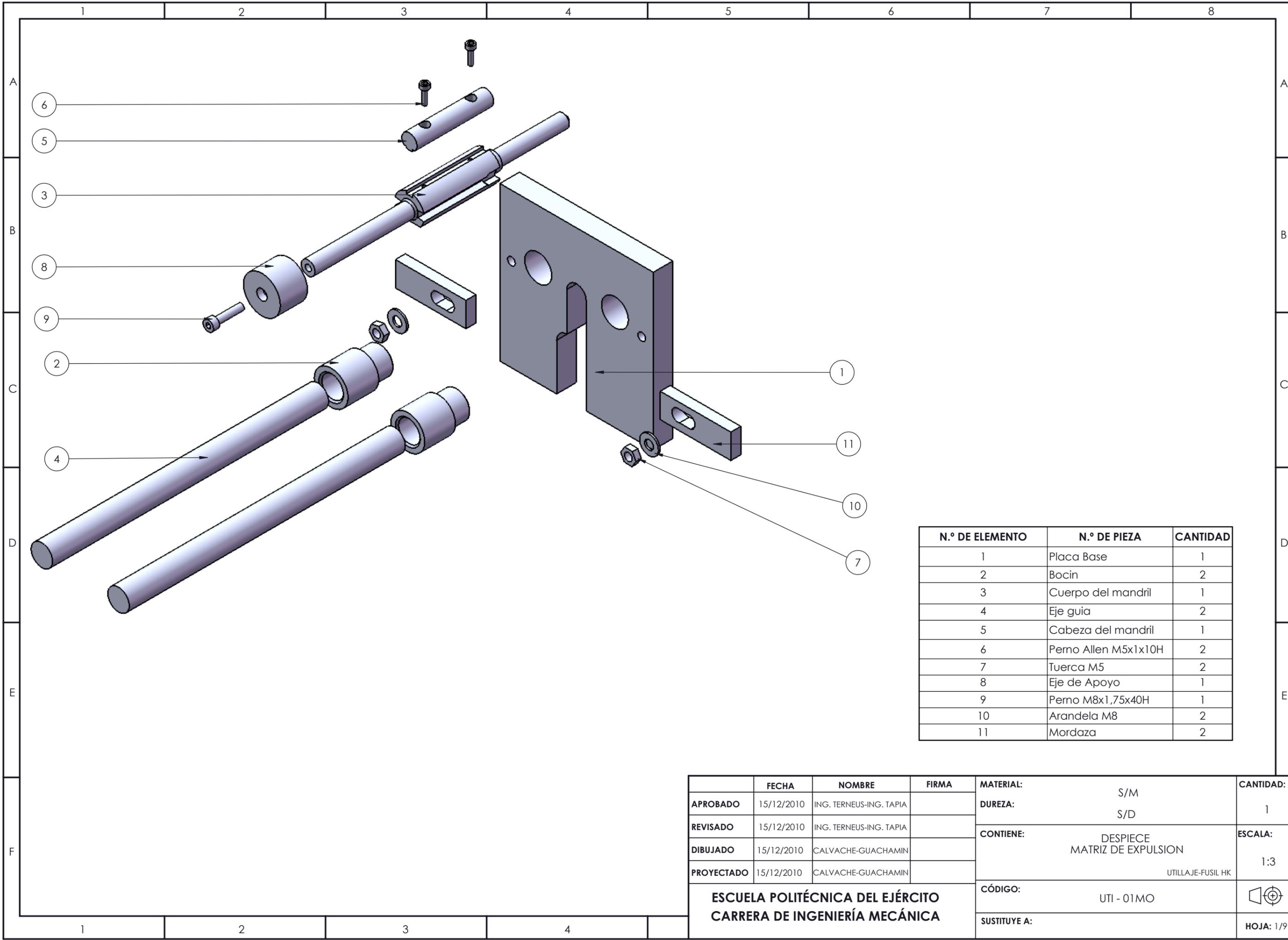
$$FS = 1.5$$

Bajo el criterio de que un factor de seguridad de 1.5 es aceptable, y gracias a la verificación de las simulaciones (anexo 1), se define que el acero para trabajo en frio AISI 01 será utilizado en la construcción de este elemento, y en el resto de elementos de la matriz.

Debido a que el mandril se encontrara sometido a desgaste se ha analizado que el mandril requiere ser sometido a un tratamiento térmico denominado templado para así aumentar su dureza.

3.1.1.4 Planos

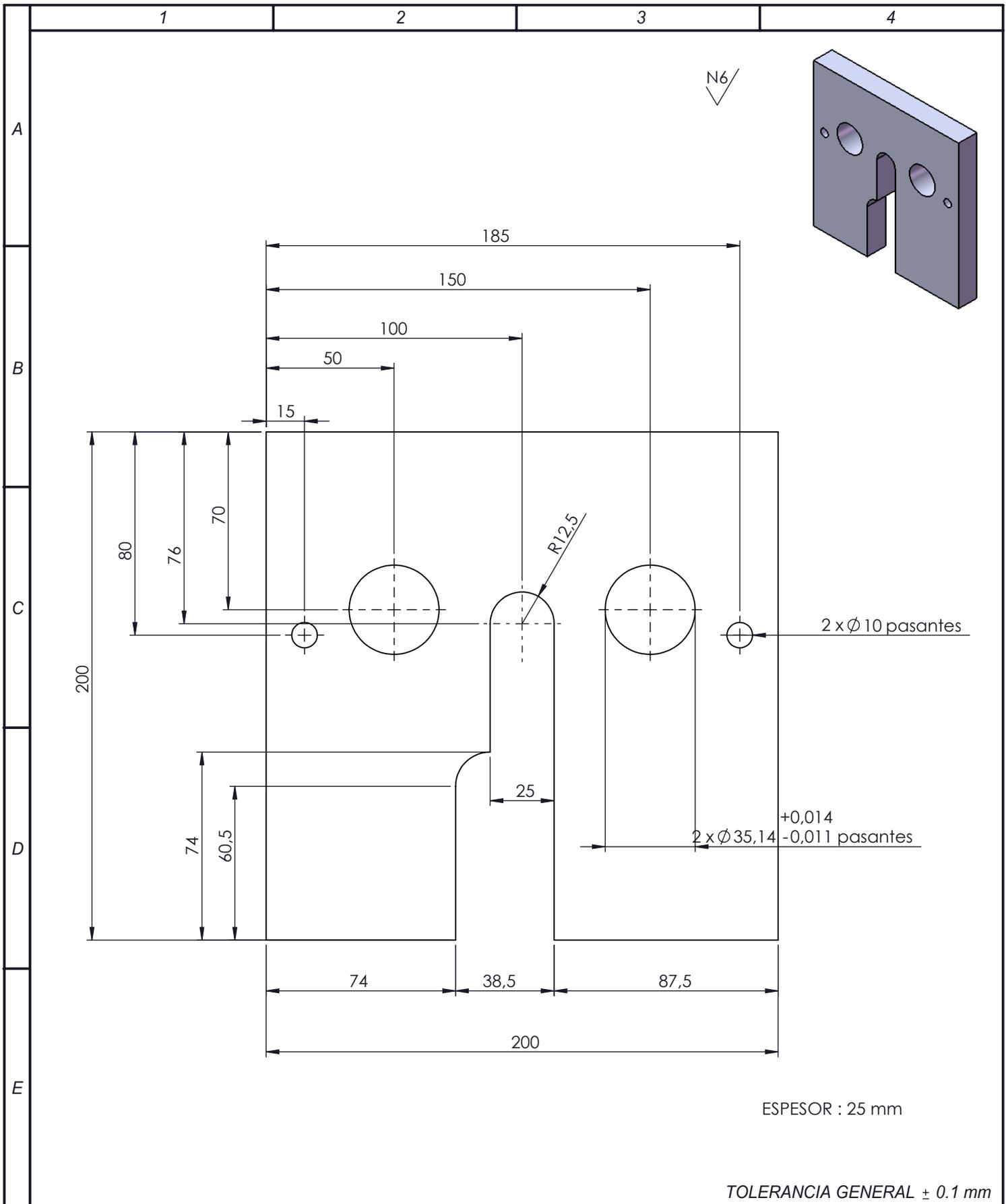
Los planos realizados están basados en un plano tipo normalizado bajo el sistema europeo, que consta de las vistas y medidas requeridas, así como de los detalles más importantes, para su construcción, e indicando la isometría de estos, ayudando a tener una mejor visión de su diseño.



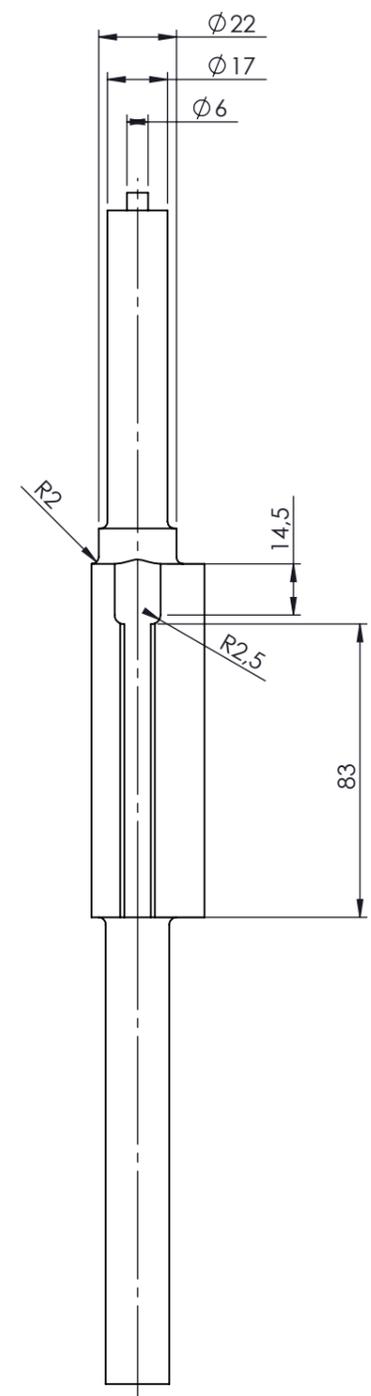
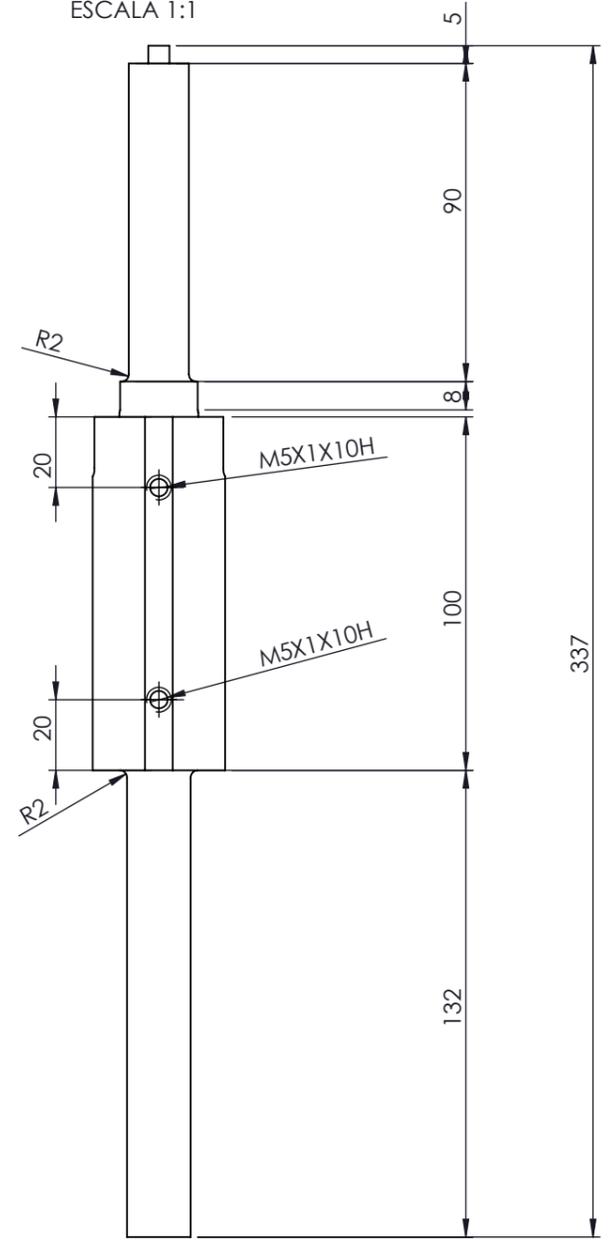
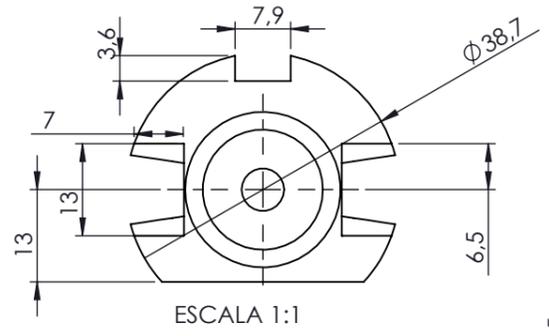
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Placa Base	1
2	Bocin	2
3	Cuerpo del mandril	1
4	Eje guia	2
5	Cabeza del mandril	1
6	Perno Allen M5x1x10H	2
7	Tuerca M5	2
8	Eje de Apoyo	1
9	Perno M8x1,75x40H	1
10	Arandela M8	2
11	Mordaza	2

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		S/M	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		S/D	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		DESPIECE MATRIZ DE EXPULSION UTILLAJE-FUSIL HK	1:3
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				CÓDIGO:	UTI - 01MO
				SUSTITUYE A:	

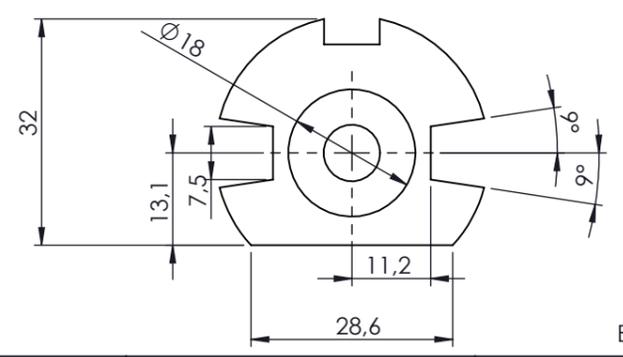
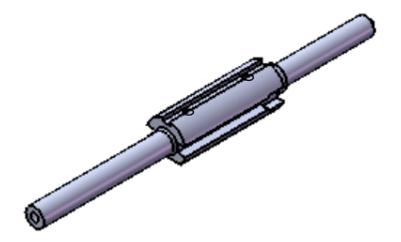




	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		40-45 HRC	
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				PLACA BASE	1:2
				MATRIZ DE EXPULSION	
				CÓDIGO:	UTI-01MO
				SUSTITUYE A:	HOJA: 2 / 9

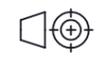


N6



TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		60-65 HRC	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CUERPO MANDRIL MATRIZ DE EXPULSION	1 : 2
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				CÓDIGO:	UTI-01MO
				SUSTITUYE A:	



HOJA: 3/9

1

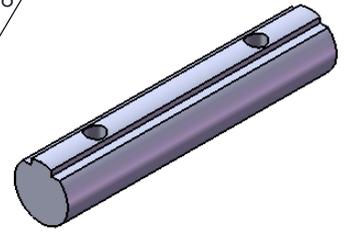
2

3

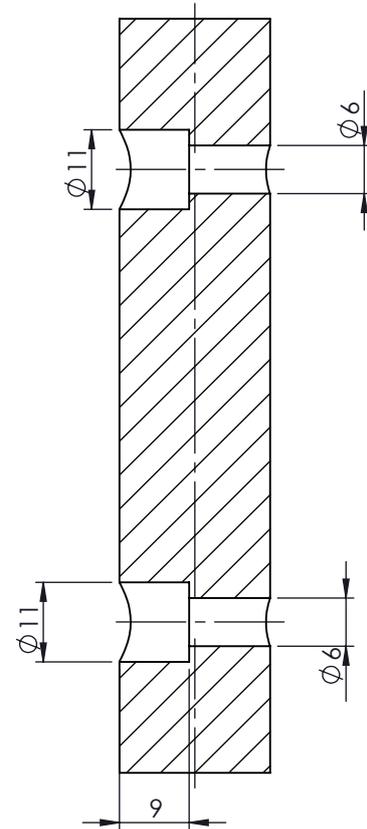
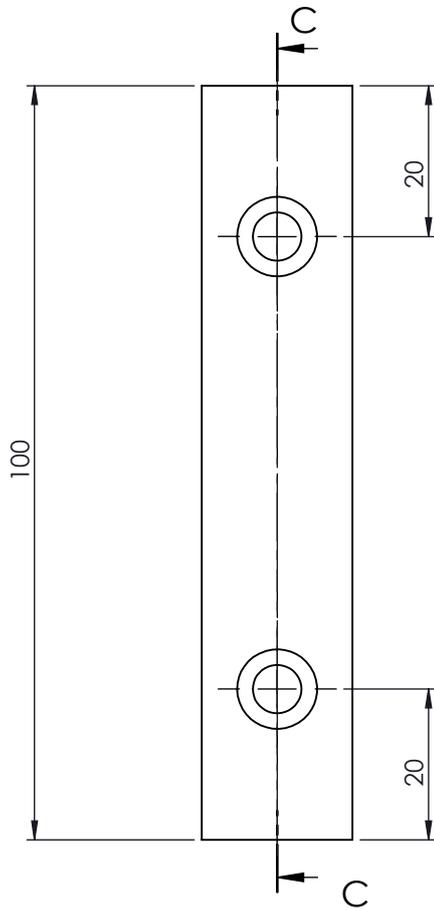
4

A

N6/

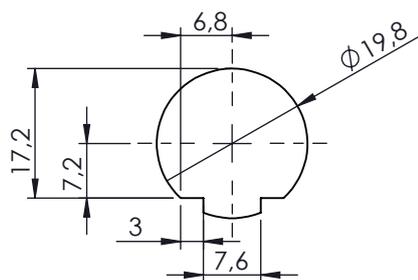


B

SECCIÓN C-C
ESCALA 1 : 1

C

D



E

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:	
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1	
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:		
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		60-65 HRC		
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				CABEZA MANDRIL MATRIZ DE EXPULSION	1:1	
				CÓDIGO:	UTI-01MO	
				SUSTITUYE A:		HOJA: 4/9

1

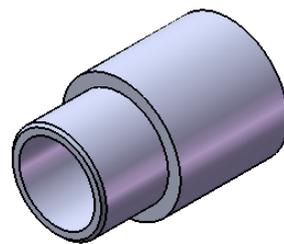
2

3

4

A

N6/

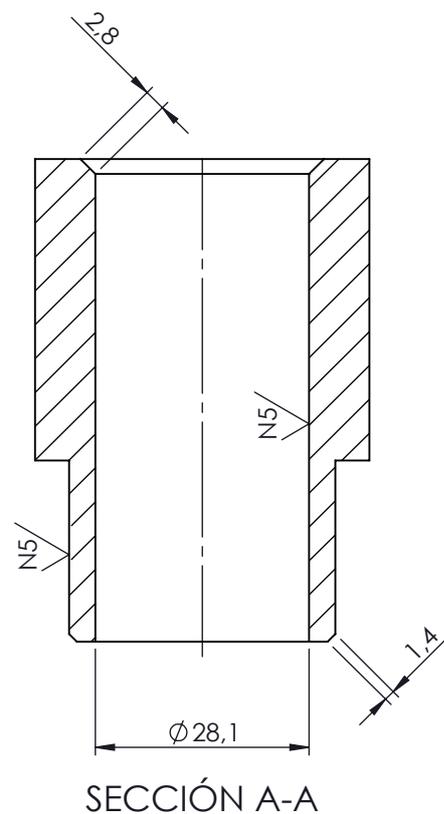
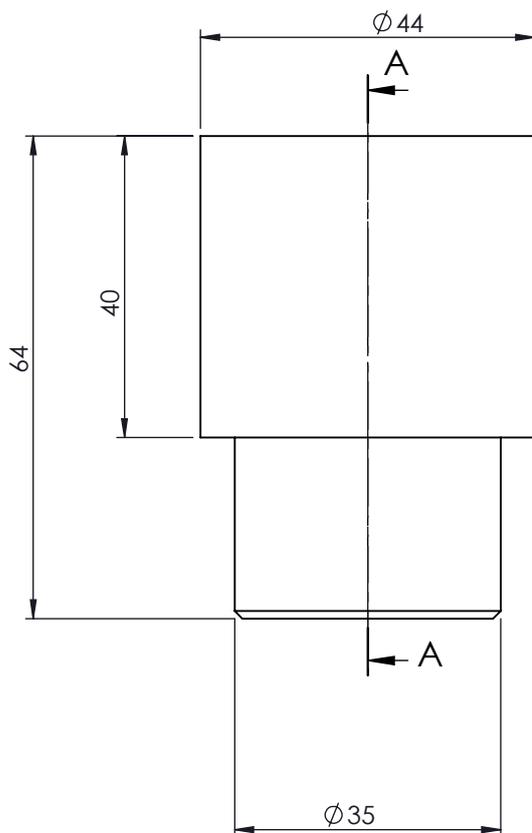


B

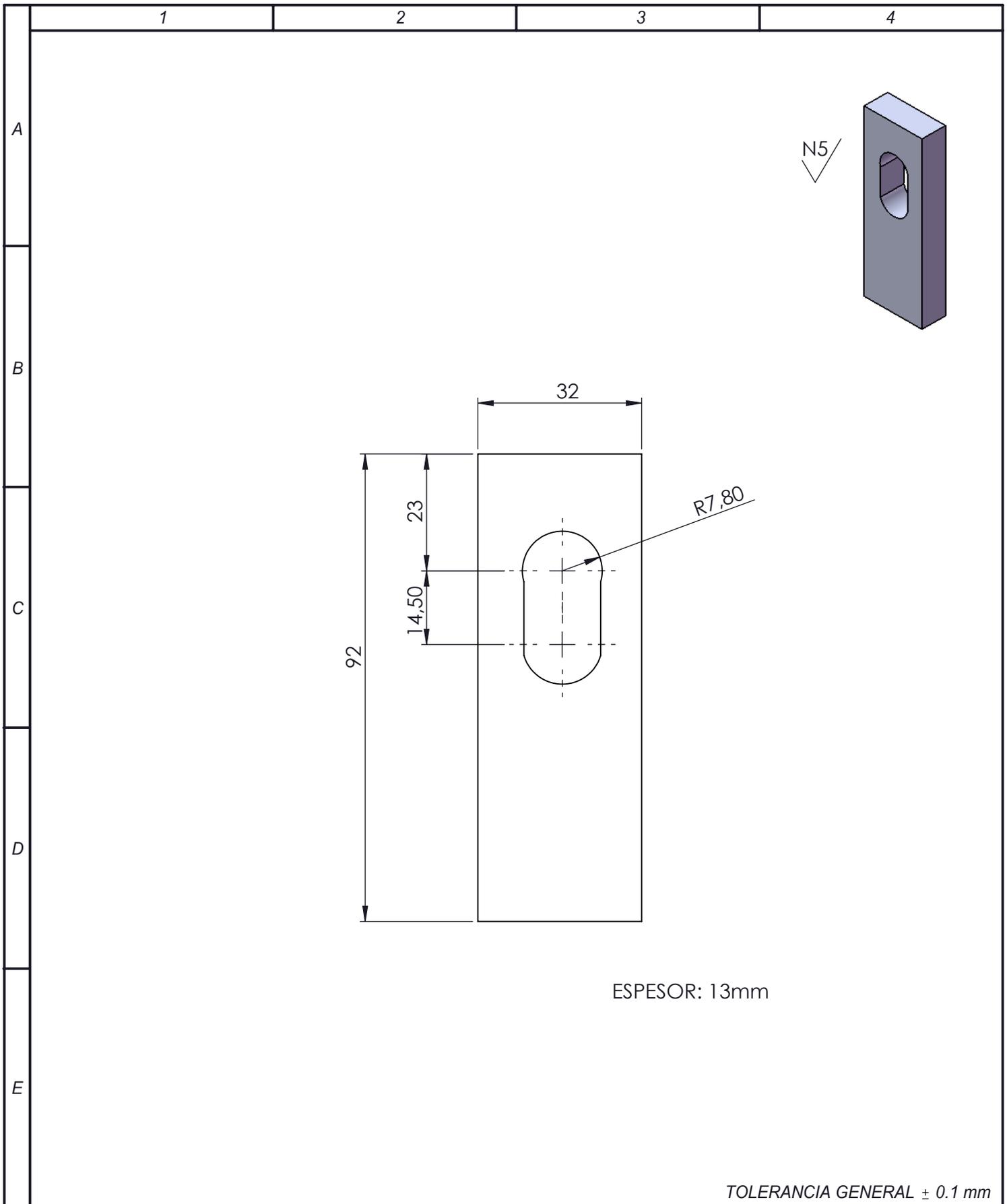
C

D

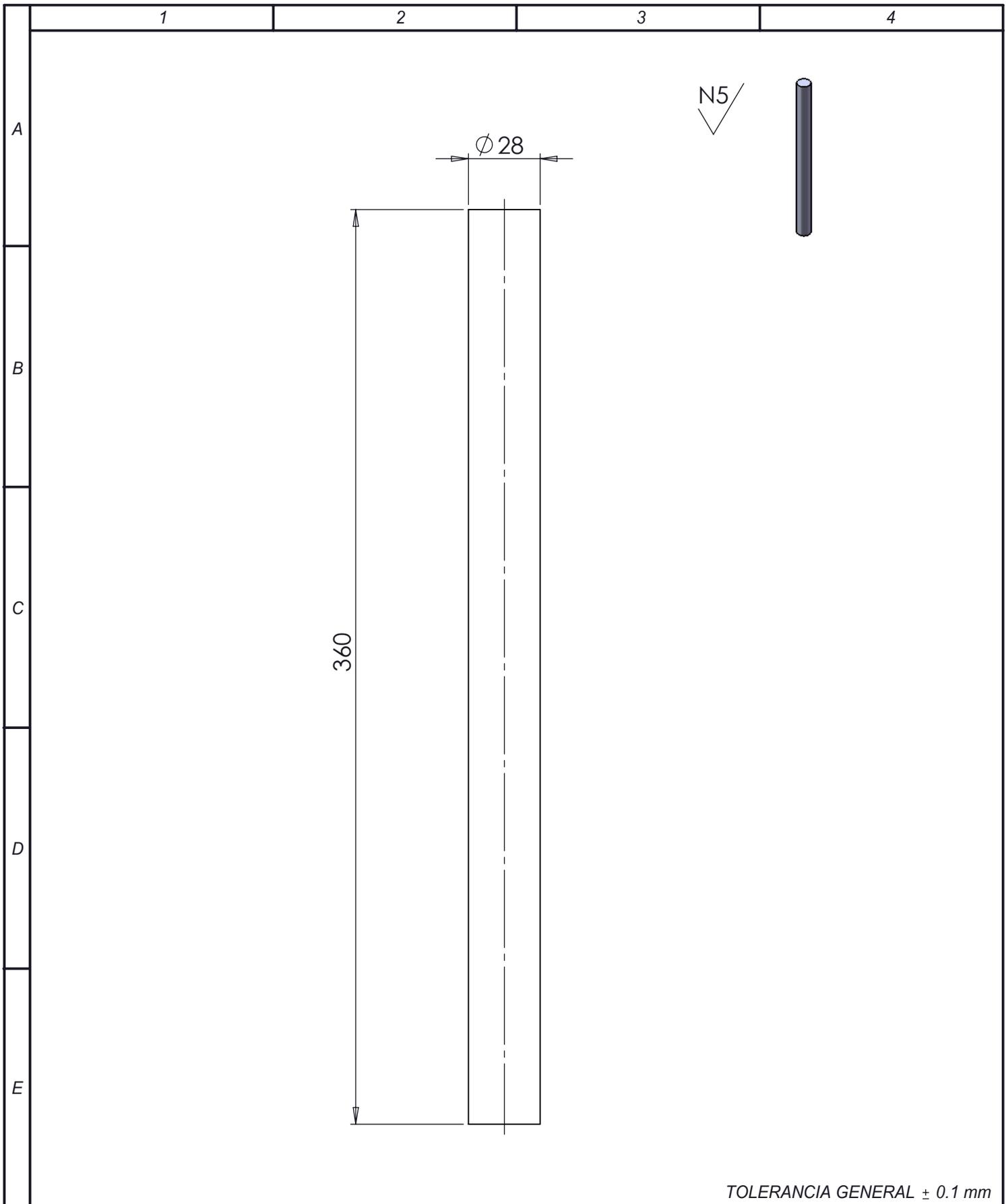
E

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:	
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	2	
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:		
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		40-45 HRC		
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				BOCIN MATRIZ DE EXPULSION	1:1	
				CÓDIGO:	UTI-01MO	
				SUSTITUYE A:		HOJA: 5/9

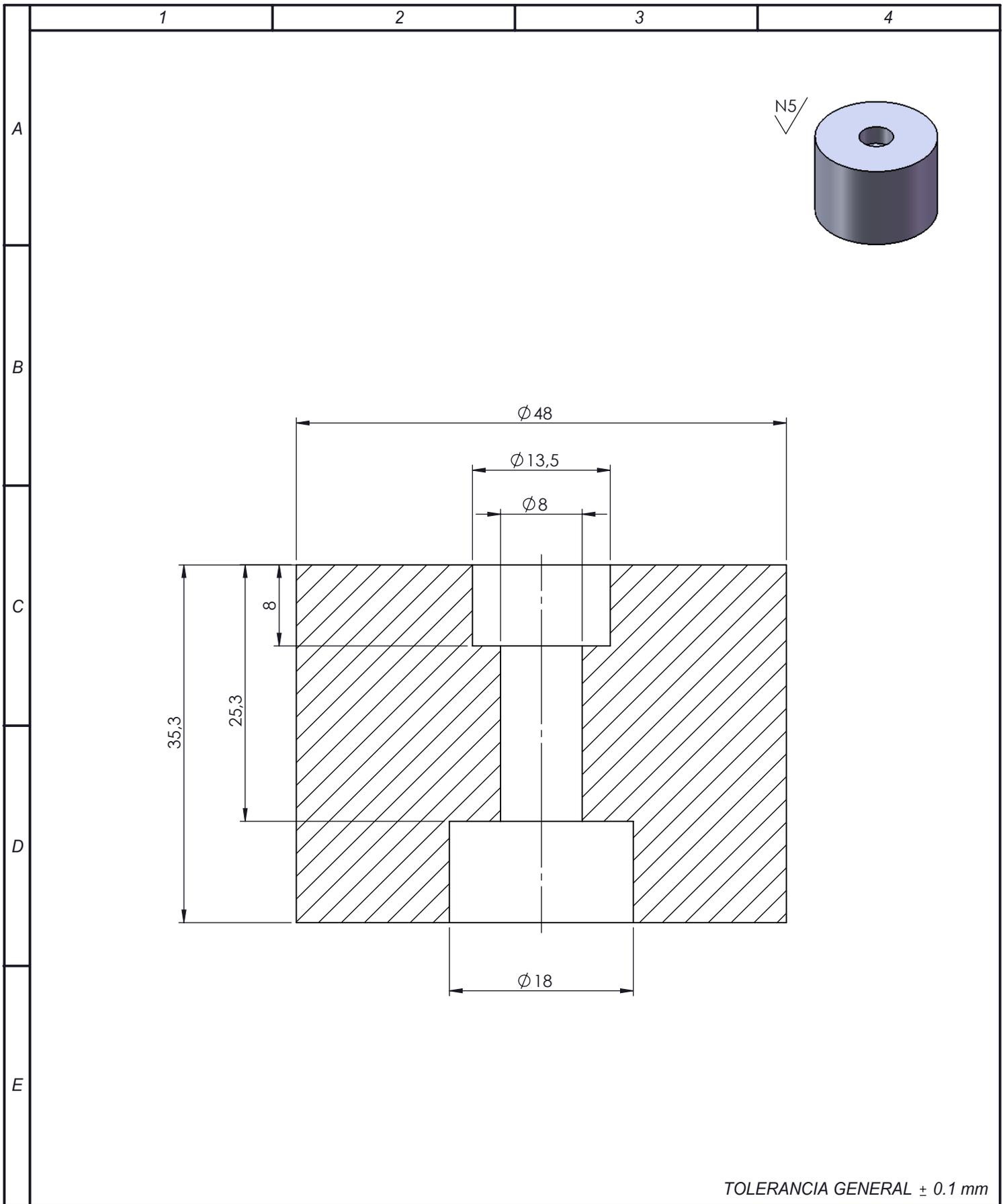


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:	
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1	
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:		
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		40-45 HRC		
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				BRIDAS MATRIZ DE EXPULSION	1:1	
				CÓDIGO:	UTI-01MO	
				SUSTITUYE A:		HOJA: 6/9



TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	2
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		40-45 HRC	
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				EJE DE MATRIZ	1: 2
				MATRIZ DE EXPULSION	
				CÓDIGO:	
				UTI-01MO	
				SUSTITUYE A:	HOJA: 7/9



TOLERANCIA GENERAL $\pm 0.1 \text{ mm}$

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		40-45 HRC	
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				EJE DE APOYO	2:1
				MATRIZ DE EXPULSION	
				CÓDIGO:	UTI-01MO
				SUSTITUYE A:	HOJA: 8/9

1

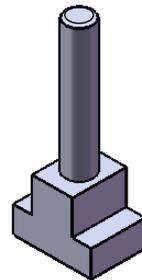
2

3

4

A

N6/

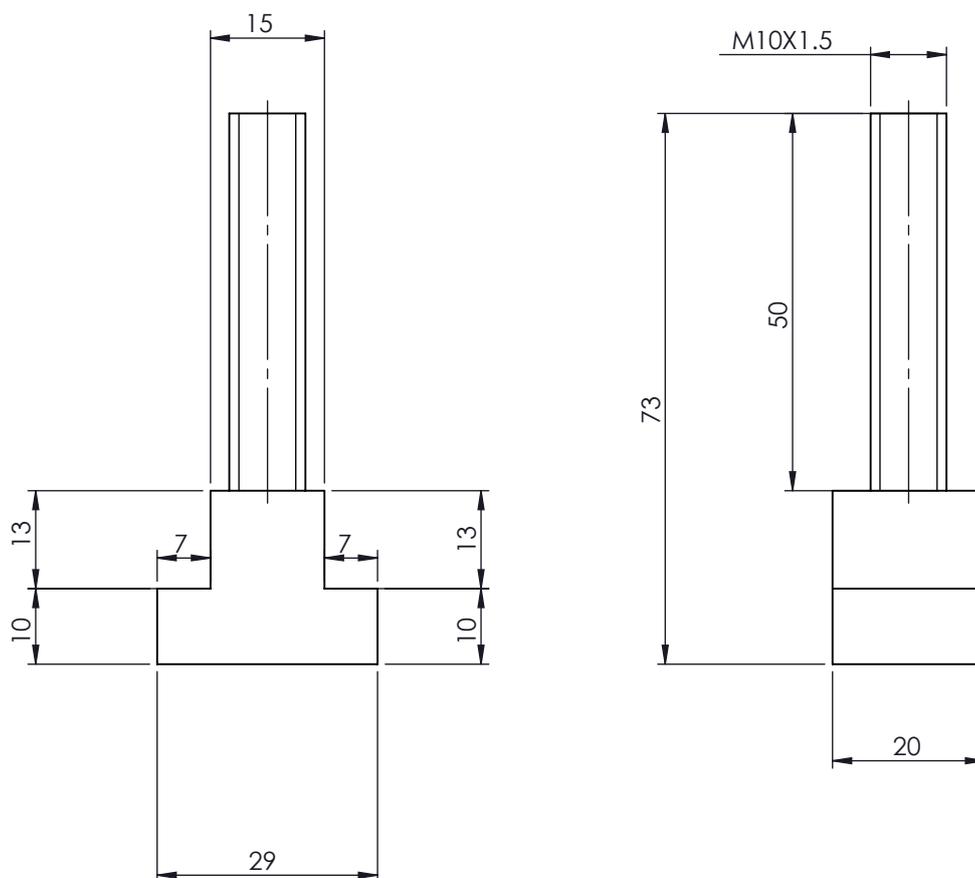


B

C

D

E

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	2
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		40-45 HRC	
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				PERNO MORDAZA	1:1
				MATRIZ DE EXPULSION	
				CÓDIGO:	UTI-01MO
				SUSTITUYE A:	HOJA: 9/9

3.1.1 RECTIFICADORA DE CAÑONES DEFORMADOS

3.1.1.1 Bosquejo del diseño

Para el diseño de esta rectificadora de tubos cañones se analizó una rectificadora existente para el fusil FALK, procediendo a realizar un bosquejo de una nueva rectificadora especial para el fusil HK, realizando modificaciones en el diseño original para que sea apto.

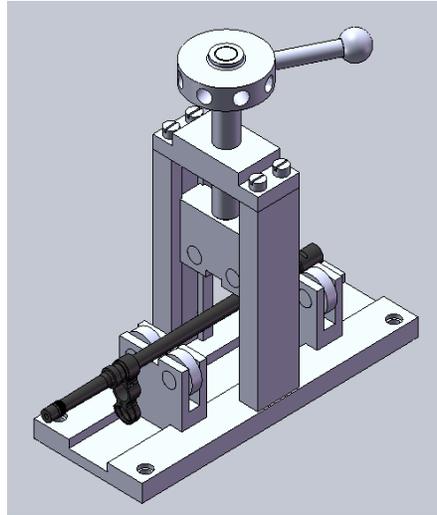


Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..1 **Bosquejo de la rectificadora de Tubos**

3.1.1.2 Análisis de cargas y esfuerzos

El análisis de cargas se realizó en base al elemento más crítico del sistema, para lo cual se analizó la transmisión de la fuerza por medio del conjunto hasta el elemento donde se requiere dicha fuerza, determinando que el elemento más crítico debido a su geometría y dificultad de fabricación es el cuerpo del tornillo (figura 3.19).

Este análisis se realizó con el propósito de elegir el material tanto del elemento crítico como del resto de piezas del conjunto, en base a los esfuerzos generados por un estudio matemático y verificado mediante un estudio tecnológico por medio de las simulaciones realizadas en el SolidWorks 2009, con el asistente de cálculos llamado SolidWorks Simulation, anexadas en este documento (anexo 2).



Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..2 **Cuerpo del Tornillo**

- **Cálculo de la fuerza que requiere generar el tornillo para enderezar el tubo cañón del fusil HK 33E**

Para conocer esta fuerza se analizó en primer lugar el material del fusil llegando a la conclusión que lo trataremos como un acero con un módulo de elasticidad de 915 Mpa y una densidad de $7,85 \text{ g/cm}^3$, despreciando el peso que tiene que soportar el tornillo en el tope, el cual se suma entre el peso del punzón, los ejes y los rodamientos, debido a que el material de estos elementos se conocerá cuando se determine el material del tornillo.

- **Calculo de la fuerza ejercida en el tubo cañón**

$Y := 915$ Mpa Módulo de elasticidad

$a := 14$ mm Ancho de rodamiento

$l := 2$ mm Tope del tubo cañón

- **Análisis del mecanismo de tornillo**

Elementos de la rosca

$$Y = \underline{P}$$

A

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..1)

$$Y = \frac{P}{a \cdot l}$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..2)

$$P_t := Y \cdot a \cdot l$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..3)

$$P_t = 25620 \quad N$$

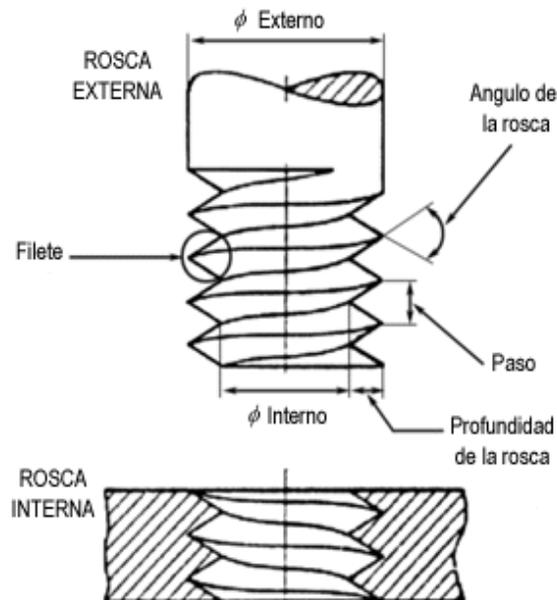


Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..3 **Elementos de la rosca**

Rosca: es un filete continuo de sección uniforme y arrollada como una elipse sobre la superficie exterior e interior de un cilindro.

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.

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

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

Diámetro de paso: 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.

- **Datos del tornillo a utilizarse**

Especificación de la rosca: Rosca Trapecial ACME

Tipo de rosca: Rosca de dos entradas

AVANCE $L := 3 \text{ mn}$

PASO $p := 6 \text{ mn}$

DIAMETRO MAYOR $d := 30 \text{ mn}$

DIAMETRO MENOR $d_r := 25.7 \text{ mn}$

AREA DE ESFUERZO A TENSION $A_t := 560.5 \text{ mn}^2$

ANGULO ACME (grados) $\alpha := 14.5^\circ$

ANGULO ACME (radianes) $\alpha_1 := \frac{\alpha \cdot \pi}{180} = 0.3 \text{ radianes}$

FRICCION AL DESLIZAMIENTO $\mu := 0.15$

DIAMETRO DE PASO $dp := d - 0.649519p$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..4)

$$dp = 26.1 \text{ mm}$$

- **Par de torsión para elevar la carga**

$$Pt = 25620 \text{ N}$$

$$Tu := \frac{Pt \cdot dp \cdot (\mu \cdot \pi \cdot dp + L \cdot \cos(\alpha 1))}{2 \cdot (\pi \cdot dp \cdot \cos(\alpha 1) - \mu \cdot L)}$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..5)

$$Tu = 64404.6 \text{ Nmrr}$$

- **Par de torsión para bajar la carga**

$$Pt = 25620 \text{ N}$$

$$Td := \frac{Pt \cdot dp \cdot (\mu \cdot \pi \cdot dp - L \cdot \cos(\alpha 1))}{2 \cdot (\pi \cdot dp \cdot \cos(\alpha 1) + \mu \cdot L)}$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..6)

$$Td = 39351.2 \text{ Nmrr}$$

- **Eficiencia**

$$Eficiencia = \frac{100 * W * (avance)}{2 * \pi * T} \%$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..7)

- **Calculo de la eficiencia**

$$\text{Eficiencia} := \frac{100P_t \cdot L}{2 \cdot \pi \cdot T_u}$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..8)

Eficiencia = 19 %

- Calculo de la fuerza que se tiene que generar una persona promedio de 75 kg

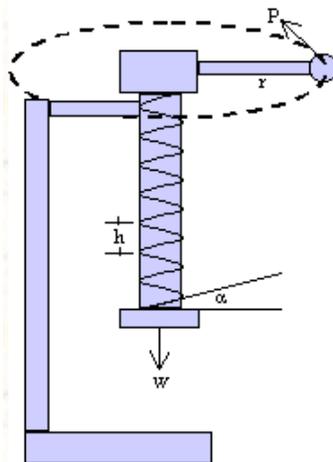


Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..4 Diagrama de Cuerpo libre del tornillo

Para calcular la fuerza "P" que se requiere ejercer en el tornillo se aplicó una analogía entre las orillas de la rosca en el tornillo que actúan como el plano inclinado, analizando que por cada vuelta que se da a la manivela se logra un avance de "h", generando una fuerza de "W", todo esto producto de la fuerza aplicada en la manivela "P" en una

trayectoria igual al perímetro "2Pi x r". Con lo anterior se puede construir la siguiente expresión.

$$P \times 2\pi \times r = W \times h$$

Pero como la fricción en la rosca genera una pérdida de la fuerza de un 40% se tendrá:

$$W_r = \frac{W \times 100}{60}$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..9)

Despejando "P"

$$P = \frac{W \times h \times 100}{2\pi \times r \times 60}$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..10)

DATOS

Fuerza requerida $W := P_1$

$$W = 25620 \text{ N}$$

Radio de la trayectoria $r := 300 \text{ mm}$

Avance $h := L = 3 \text{ mm}$

CALCULO

$$P = 68 \text{ N}$$

$$\text{PrKg} := \frac{P}{9.8}$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..11)

$$PrKg = 7 \text{ Kg}$$

- **Esfuerzos en el núcleo del tornillo**

Pueden calcularse considerando que las cargas y los momentos son soportados por el cilindro desnudo (despreciando el aumento de resistencia por presencia de la rosca).

El esfuerzo cortante torsional es:

$$s_s = \frac{2 * T}{\pi * r_i^3} \quad (\text{¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..12})$$

El esfuerzo a tensión puede ser de tracción o compresión, es:

$$s_n = \frac{W}{\text{áreabase}} = \frac{W}{\pi * r_i^2} \quad (\text{¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..13})$$

Una modificación de la fórmula anterior se utiliza frecuentemente en los cálculos de los sujetadores roscados para tener en cuenta, aproximadamente el esfuerzo del aumento de resistencia producido por la rosca. Básicamente la modificación consiste en suponer que el cilindro tiene un radio mayor que el real. Entonces:

$$s_n = \frac{W}{\text{áreadeesfuerzo}}$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..14)

Donde

$$r_i := \frac{dr}{2} \quad \text{Radio menor del tornillo}$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..15)

$$r_i = 12.9 \text{ mn}$$

$P = 68 \text{ N}$ Fuerza generada por una persona promedio de 75 kg

El momento de torsión al cual está sometida la sección considerada. Puede ser el momento total aplicado o el momento del tornillo solamente. Cada caso debe examinarse con cuidado para ver cual se aplica.

- **Análisis de los momentos aplicados**

$$T1 := P \cdot r$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..16)

$$T1 = 20387.7 \text{ Nm}$$
 Momento total aplicado

$$Tu = 64404.6 \text{ Nm}$$
 Momento del tornillo

$$At = 560.6 \text{ mm}^2$$
 Área de esfuerzo

Se concluyo que para el análisis de los esfuerzos se utilizara el momento más alto llegando a observar que el momento del tornillo es el más elevado con un valor de 64404.6 N.mm.

- **Calculo de los esfuerzos**

Esfuerzo cortante torsional

$$S_{sn} := \frac{2 \cdot Tu}{\pi \cdot r^3}$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..17)

$$S_{sn} = 19.3 \text{ MPa}$$

Esfuerzo a tensión

$$S_{nn} := \frac{P_t}{A_t}$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..18)

$$S_{nn} = 45.7 \text{ MP}\epsilon$$

Esfuerzos en la rosca

Para el cálculo del esfuerzo en la rosca se requiere conocer el área cortante de barrido A_s , que se encuentra en función del área del cilindro de su diámetro mayor y está dada por:

$$A_s = \pi \times d \times w_o \times p \quad (\text{¡Error!})$$

No hay texto con el estilo especificado en el documento..19)

Donde p es el paso de la rosca y w_o es un factor que define el porcentaje del paso ocupado por el metal en el diámetro mayor.

Por tanto el esfuerzo cortante transversal en la rosca es:

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..20)

$$S_s = \frac{W}{A_s}$$

Datos:

$P_t = 25620 \text{ N}$ Carga paralela al eje del tornillo

$p = 6 \text{ mm}$ Paso

$d = 30 \text{ mm}$ Diámetro mayor

$w_o := 0.6$ Factor de área para el área de cortante de barrido de las roscas

- **Calculo esfuerzo cortante transversal**

$$S_{sm} := \frac{P_t}{\pi \cdot d \cdot w_o \cdot p}$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..21)

$$S_{sm} = 71.9 \text{ MPa}$$

Longitud mínima del tornillo

Para una rosca Acme de $d \geq 1 \text{ in}$, la longitud de barrido debe ser de por lo menos $L \geq 0.6d$, para que así exceda la resistencia a la tensión del tornillo, para lo cual el tornillo y la tuerca se construirán del mismo material.

Datos

$d = 30 \text{ mm}$ Diámetro mayor

Calculo

$$L_m := 0.6d$$

$$L_m = 18 \text{ mm}$$

Por la longitud calculada se ha concluido que la longitud mínima del tornillo es extremadamente pequeña para la requerida por el diseño que es de 120 mm, por lo cual se acepta la longitud definida en el diseño.

- **Longitud del acoplamiento mínimo en una perforación roscada**

Debido a que el tornillo se enroscara en una perforación se requiere que el acoplamiento se lo realice en una longitud más larga que la rosca y como la

combinación se la construirá del mismo material según el libro de Diseño de Máquinas de Robert Norton en su sección de elementos roscados se recomienda que la longitud de acoplamiento de la rosca por lo menos sea igual al diámetro nominal de la rosca en este caso mayor a 30 mm, por lo cual la longitud de diseño aceptada fue de 33 mm.

3.1.1.3 Elección del material

- **Selección del material para el tornillo**

Para seleccionar el material a utilizarse en el tornillo se analizó los esfuerzos calculados en la sección 3.3.2.2, utilizando el esfuerzo más crítico que el esfuerzo cortante transversal en la rosca con un valor de 71.9 Mpa, dato con el cual se puede seleccionar el material en el tornillo y la rosca, mediante el factor de seguridad que se dé al definir un material que exista en el mercado nacional.

- **Datos de material**

Nombre: AISI 1045 Acero al carbono para maquinaria

Limite de fluencia:

$$S_y = 313.6 \text{ MP}\epsilon$$

<i>Resistencia a la Tracción</i>	<i>65 Kg/mm²</i>
Esfuerzo de cedencia	32 Kg/mm ²
Elongación, A5	min 10%
Reducción de área	40%
Dureza	220-235

Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..5 **Ficha de Propiedades Mecánicas del AISI 1045¹**

- **Calculo del factor de seguridad**

¹ Datos obtenidos del catálogo de los aceros Ivan Bohman C.A.

Esfuerzo máximo a cortante

$$S_{ys} := 0.577S_y$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..22)

$$S_{ys} = 180.9 \text{ MP}\epsilon$$

Factor de seguridad por límite de fluencia

$$NF := \frac{S_{ys}}{S_{sm}}$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..23)

$$NF = 2.5$$

Analizando que el factor de seguridad calculado y que las simulaciones (anexo 2) realizadas para este elemento, son aceptables se concluyo que el material seleccionado (AISI 1045) es excelente para la construcción del tornillo.

- **Elección del material de la rosca**

Como se sugirió en la longitud del acoplamiento mínimo, se prefiere utilizar el mismo material para la rosca interna, por lo que el Acero AISI 1045 se utilizara también para la fabricación de este elemento.

- **Elección del material para el resto de elementos**

Como el elemento que se analizó para la elección del material es el más crítico, se analizó que para el resto de elementos el HIERRO es el mejor elemento a excepción de los ejes y el pasador que se fabricara en ACERO DF-2.

Los elementos que se fabricaran de hierro como son las columnas guías, la base, el punzón y las bases guías serán sometidas a un templado para así garantizar la resistencia y tenacidad del material.

- **Elección de los rodamientos**

Para la elección de los rodamientos se analizó por medio del portal Interactive Engineering Catalogue-SKF.com, en el icono de búsqueda por diseño/rendimiento, se colocó las características del rodamiento y su rendimiento, generándonos una lista de resultados, de la cual se eligió por la vida útil del rodamiento.

Selección de características	
Rango de diámetro del agujero	:0 - 20 mm
Rango de diámetro exterior	:0 - 47 mm
Diámetro del agujero	:Todos los diseños
Obturación	:Todos los diseños
Autoalineable	:No
Desmontable	:Todos los diseños
Muecas de fijación en el aro exterior	:No
Ranura para el anillo elástico	:Todos los diseños
Pestaña en el aro exterior	:Todos los diseños
Acero inoxidable	:No
Rodamientos con Solid Oil	:No
Rodamientos INSOCOAT	:Todos los diseños
Unidades de rodamientos con sensor	:No
Alta temperatura	:Todos los diseños
Rodamientos híbridos	:Todos los diseños
Rodamientos sobre manguitos de fijación o de desmontaje	:Todos los diseños

Nota importante:

- Las comparaciones se basan en rodamientos con un diámetro de agujero y una sección transversal aparentemente iguales
- No se deben comparar los resultados de listas diferentes
- Con respecto a criterios de rendimiento, se deben tratar con cuidado los resultados de la búsqueda
- El rendimiento de ciertos parámetros puede variar sustancialmente según factores no tenidos en cuenta por este sistema
- La adecuación de un rodamiento para una aplicación específica puede depender de factores no tenidos en cuenta por este sistema

Criterios de rendimiento	Grado de importancia	Carga [kN]	Velocidad,r/min	Vida requerida [h]
Carga axial de simple efecto	:3			
Carga de momento	:3			
Funcionamiento silencioso	:3			
Baja fricción	:3			

Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..6

Características del Rodamiento a elegir

Resultados	Clasificaciones individuales	Tipo de rodamiento
63	3 1 7 10	Rodamientos rígidos de bolas, de una hilera, rodamientos SKF energéticamente eficientes (E2)
60	5 5 5 5	Rodamientos de bolas con contacto angular, de dos hileras, obturadas con protecciones en ambos lados
60	5 5 5 5	Rodamientos de bolas con contacto angular, de dos hileras, no están obturados
60	5 5 5 5	Rodamientos de bolas con contacto angular, de una hilera, para un montaje emparejado, disposiciones espalda con espalda
60	3 3 7 7	Rodamientos rígidos de bolas, de dos hileras
60	3 1 8 8	Rodamientos rígidos de bolas, de una hilera, con ranura para anillo elástico, no están obturados
60	3 1 8 8	Rodamientos rígidos de bolas, de una hilera, no están obturados, con dimensiones en pulgadas
60	3 1 8 8	Rodamientos rígidos de bolas, de una hilera, no están obturados
57	3 1 7 8	Rodamientos rígidos de bolas, de una hilera, con ranura para anillo elástico, obturadas con protecciones en uno lado
57	3 1 7 8	Rodamientos rígidos de bolas, de una hilera, obturadas con protecciones en uno lado
54	5 5 5 3	Rodamientos de bolas con contacto angular, de dos hileras, obturaciones rozantes en ambos lados
54	3 1 7 7	Rodamientos rígidos de bolas, de una hilera, con ranura para anillo elástico, obturadas con protecciones en ambos lados
54	3 1 7 7	Rodamientos rígidos de bolas, de una hilera, obturación rozante de baja fricción en uno lado
54	3 1 7 7	Rodamientos rígidos de bolas, de una hilera, obturadas con protecciones en ambos lados, rodamientos en pulgadas
54	3 1 7 7	Rodamientos rígidos de bolas, de una hilera, obturadas con protecciones en ambos lados
54	3 1 7 7	Rodamientos rígidos de bolas, de una hilera, obturaciones rozantes de baja fricción en ambos lados
51	6 1 5 5	Rodamientos de bolas con contacto angular, de una hilera, para un montaje emparejado, disposición en tandem
51	5 2 5 5	Rodamientos de bolas con contacto angular, de una hilera, para un montaje emparejado, disposición cara a cara
51	3 1 7 6	Rodamientos rígidos de bolas, de una hilera, rodamientos híbridos, obturaciones rozantes de baja fricción en ambos lados
42	3 1 7 3	Rodamientos rígidos de bolas, de una hilera, obturación rozante en uno lado
42	3 1 7 3	Rodamientos rígidos de bolas, de una hilera, obturaciones rozantes en ambos lados, rodamientos en pulgadas
42	3 1 7 3	Rodamientos rígidos de bolas, de una hilera, obturaciones rozantes en ambos lados
42	3 1 6 4	Rodamientos rígidos de bolas, unidades de rodamientos obturadas con aceite ICOS
30	2 2 3 3	Rodamientos de rodillos cilíndricos, de dos hileras, lleno de elementos rodantes, no están obturados, pestañas para carga axial de simple efecto
24	2 2 3 1	Rodamientos de rodillos cilíndricos, de dos hileras, lleno de elementos rodantes, obturaciones rozantes en ambos lados, pestañas para carga axial de doble efecto
24	3 1 2 2	Rodamientos rígidos de bolas, de una hilera, para altas temperaturas, obturadas con protecciones en ambos lados
24	3 1 2 2	Rodamientos rígidos de bolas, de una hilera, para altas temperaturas, no están obturados

Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..7 Tabla de resultados de rodamientos a poder utilizarse

Observando la tabla de resultados obtenida y por medio de las calificaciones arrojadas por el programa se escogió el rodamiento rígido de bolas, de una hilera, obturadas con protecciones a un lado, procediendo a realizar los cálculos necesarios en el mismo programa de la SKF, para determinar cuál será la vida útil del rodamiento seleccionado.

Deep groove ball bearings, single row, shield on one side
Product information

Tolerances, see also text
Radial internal clearance, see also text
Recommended fits
Shaft and housing tolerances

Principal dimensions			Basic load ratings		Fatigue load limit P_u	Speed ratings		Mass	Designation
d	D	B	dynamic	static		Reference speed	Limiting speed		
mm			kN	C_0	kN	r/min		kg	* - SKF Explorer bearing
20	52	15	16,8	7,8	0,335	30000	19000	0,14	6304-Z'

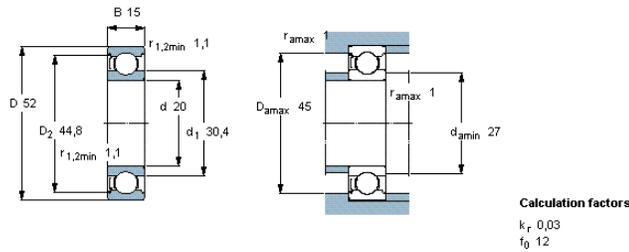


Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..8 **Datos del Rodamiento rígido de bolas, de una hilera, obturada con protección a un lado, $d_{int} = 20$ mm y $d_{ext} = 52$ mm**

Calculo de la vida útil de un rodamiento por medio del portal Interactive Engineering Catalogue-skf.com

Calculo de las cargas equivalentes y vida nominal

$P_t = 25620$ N Carga paralela al eje del tornillo

$n := 4$ Número de rodamientos

$P_{t4} := \frac{P_t}{n}$ Carga ejercida en cada rodamiento (¡Error!)

No hay texto con el estilo especificado en el documento..24)

$P_{t4} = 6405$ N

Cargas equivalentes y vida nominal

Se ha tenido el máximo cuidado para garantizar la exactitud de este cálculo, pero no se acepta ninguna responsabilidad por pérdidas o daños, ya sean directos, indirectos o consecuentes, que se produzcan como resultado del uso de dicho cálculo.

Véase la sección "Carga dinámica equivalente del rodamiento"

Véase la sección "Carga estática equivalente"

Rodamiento	6304-Z
C [kN]	27.2
C ₀ [kN]	15.6
f ₀	12
F _r [kN]	0
F _a [kN]	6.4
<input type="button" value="Calcular"/>	

- Rodamiento individual
- Dos rodamientos dispuestos en tándem
- Dos rodamientos dispuestos espalda con espalda o cara a cara

Comprobar la disponibilidad de los rodamientos emparejados

e	0.492	X ₀	1
X	0.75	Y ₀	1.7
Y	1.53	P ₀ [kN]	10.9
P [kN]	9.8		
L ₁₀ [Mrev]	5		

Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..**9 Cargas equivalentes y vida nominal**

Donde:

P = Carga dinámica equivalente del rodamiento, KN

Fr = Carga radial real del rodamiento, KN

Fa = Carga axial real del rodamiento, KN

X = Factor de carga radial del rodamiento

Y = Factor de carga axial del rodamiento

Vida del rodamiento

Se ha tenido el máximo cuidado para garantizar la exactitud de este cálculo, pero no se acepta ninguna responsabilidad por pérdidas o daños, ya sean directos, indirectos o consecuentes, que se produzcan como resultado del uso de dicho cálculo.

Véase la sección "Vida nominal SKF"

Seleccionar n_c	Rodamiento	6304-Z			
0.5	d [mm]	20			
	D [mm]	52			
	C [kN]	16.8			
	P_u [kN]	0.335			
	P [kN]	10.9			
	n [r/min]	10			
	v [mm ² /s]	0			
		<input type="button" value="Calcular"/>			
	L_{10}	4	L_{10h}	6100	
κ	xx				
v_1	1082				
a_{SKF}	xx	L_{10m}	xx	L_{10mh}	xx

Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..10 **Vida del Rodamiento**

Donde:

n_c = Factor de ajuste para los diferentes grados de lubricación (Tabla 4)

L_{10} = Vida nominal (con un 90 % de fiabilidad),

Millones de revoluciones L_{10h} =Vida nominal, horas de funcionamiento

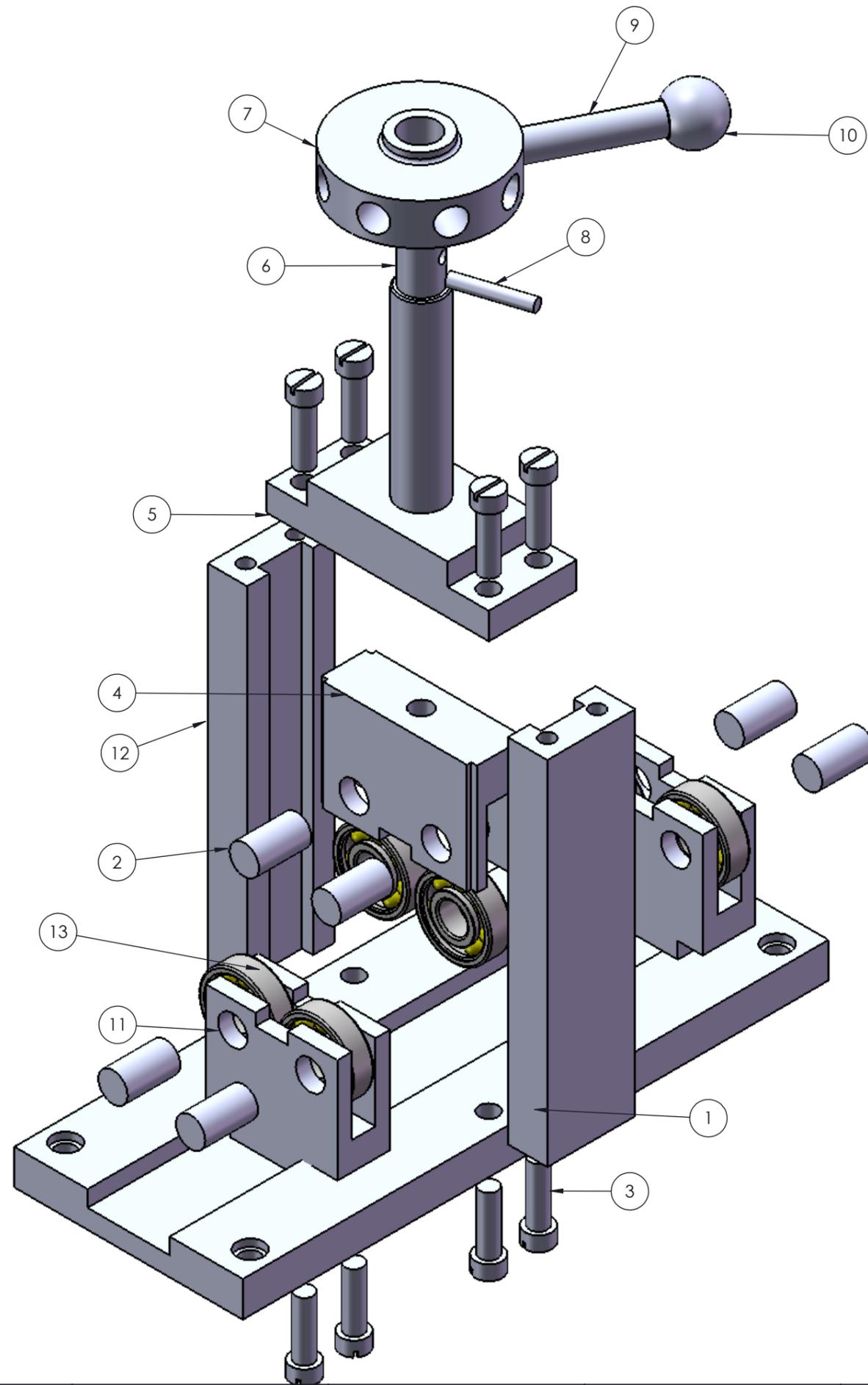
Condición	Factor η_c ¹⁾	
	$d_m < 100$	$d_m \geq 100$ mm
Limpieza extrema Tamaño de las partículas del orden del espesor de la película de lubricante Condiciones de laboratorio	1	1
Gran limpieza Aceite filtrado a través de un filtro extremadamente fino Condiciones típicas de los rodamientos engrasados de por vida y obturados	0,8 ... 0,6	0,9 ... 0,8
Limpieza normal Aceite filtrado a través de un filtro fino Condiciones típicas de los rodamientos engrasados de por vida y con placas de protección	0,6 ... 0,5	0,8 ... 0,6
Contaminación ligera Contaminación ligera del lubricante	0,5 ... 0,3	0,6 ... 0,4
Contaminación típica Condiciones típicas de los rodamientos sin obturaciones integrales, filtrado grueso, partículas de desgaste y entrada de partículas del exterior	0,3 ... 0,1	0,4 ... 0,2
Contaminación alta Entorno del rodamiento muy contaminado y disposición de rodamientos con obturación inadecuada	0,1 ... 0	0,1 ... 0

Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..11 valores orientativos del factor de ajuste n_c para diferentes grados de contaminación

Por los cálculos realizados se ha determinado que el rodamiento elegido es aceptable ya que puede trabajar has 6100 horas de funcionamiento continuo, es decir 254 días, pero como el trabajo es intermitente no existe problema.

3.1.1.4 Planos

Los planos realizados están basados en un plano tipo normalizado bajo el sistema europeo, que consta de las vistas y medidas requeridas, así como de los detalles más importantes, para su construcción, e indicando la isometría de estos, ayudando a tener una mejor visión de su diseño.

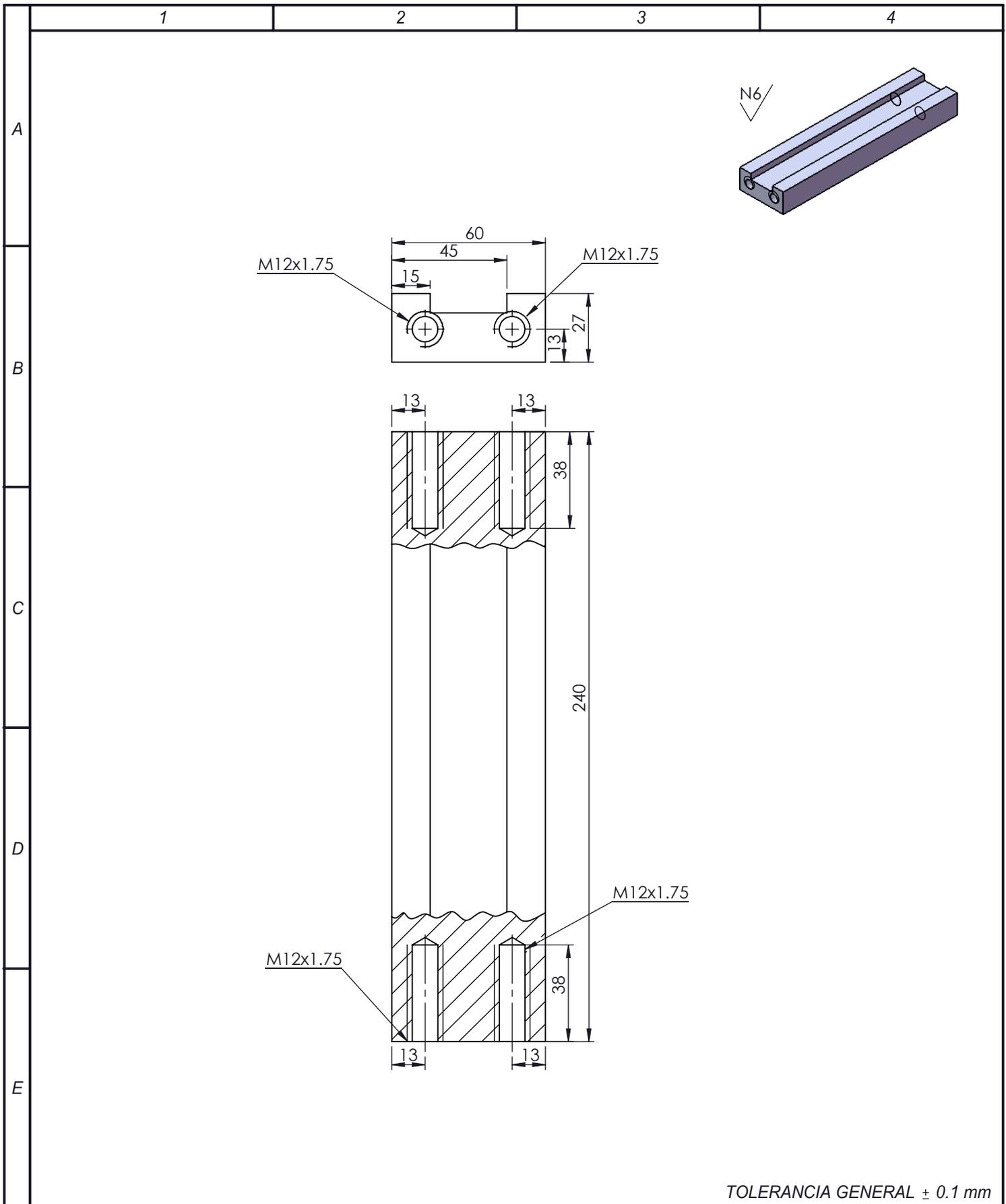


N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DEL ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	BASE PRINCIPAL	HIERRO	1
2	EJE	DF-2	6
3	TORNILLO	M12x1.75	8
4	PUNZON	HIERRO	1
5	CUBIERTA	ACERO 705	1
6	CUERPO TORNILLO	ACERO 705	1
7	CABEZA TORNILLO	HIERRO	1
8	PASADOR L=48	DF-2	1
9	BRAZO	DF-2	1
10	BOLA	DURALON	1
11	GUIA DE BASE	HIERRO	2
12	COLUMNA GUIA	HIERRO	2
13	RODAMIENTO	6304_Z	6

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		S/M	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		S/D	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		DESPIECE RECTIFICADORA DE TUBOS	S/E
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				CÓDIGO:	UTI-02MO
				SUSTITUYE A:	



HOJA: 1/11



TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	HIERRO	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	S/D	2
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		CONTIENE:	COLUMNA GUIA RECTIFICADORA DE TUBOS	ESCALA:
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN				1:2
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CÓDIGO:	UTI-02MO	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				SUSTITUYE A:		

1

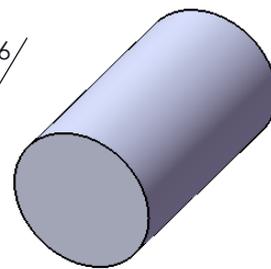
2

3

4

A

N6/

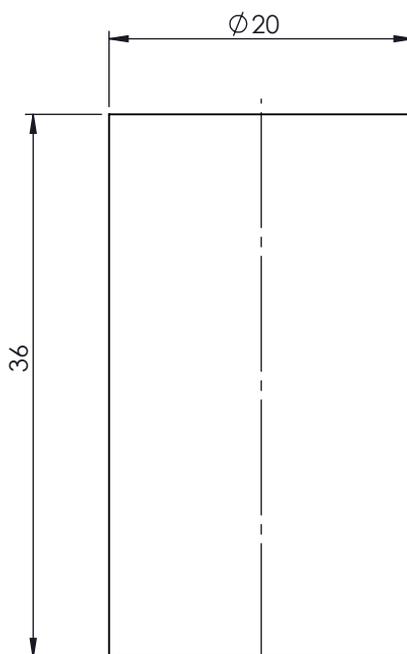


B

C

D

E

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	6
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		40-45 HRC	
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				EJE RECTIFICADORA DE TUBOS	2:1
				CÓDIGO:	
				UTI-02MO	
				SUSTITUYE A:	HOJA: 3/11



1

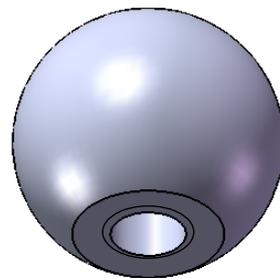
2

3

4

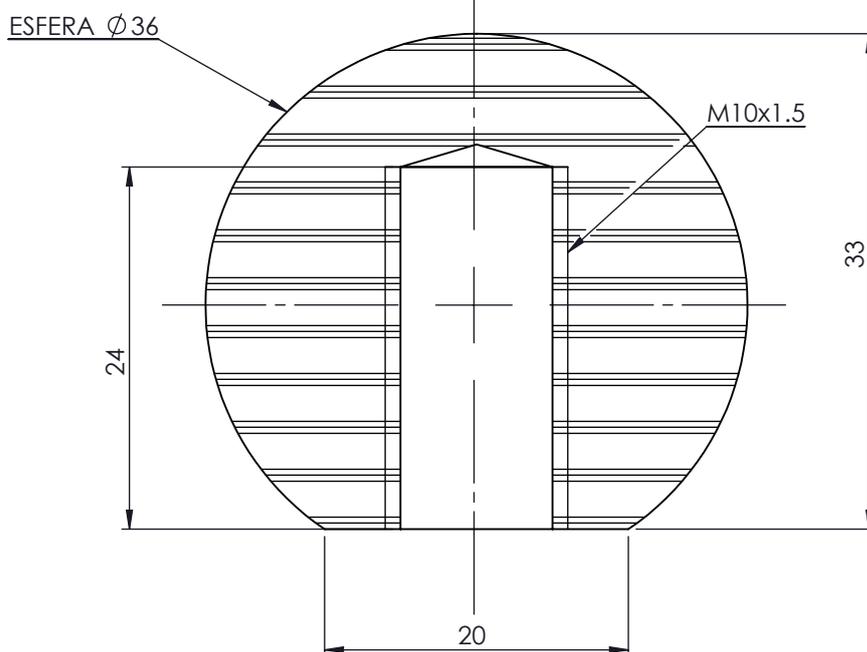
A

N6



B

C

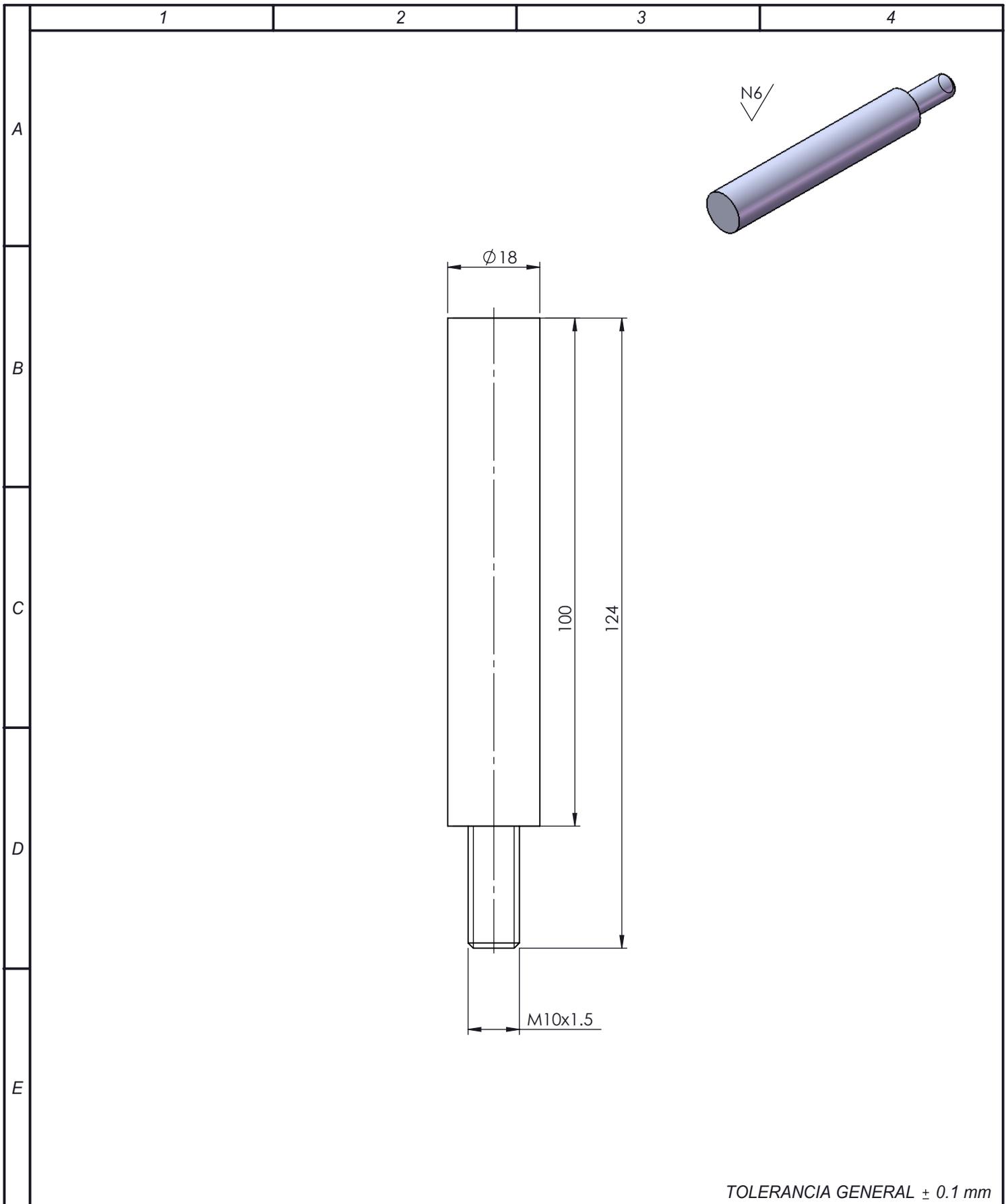


D

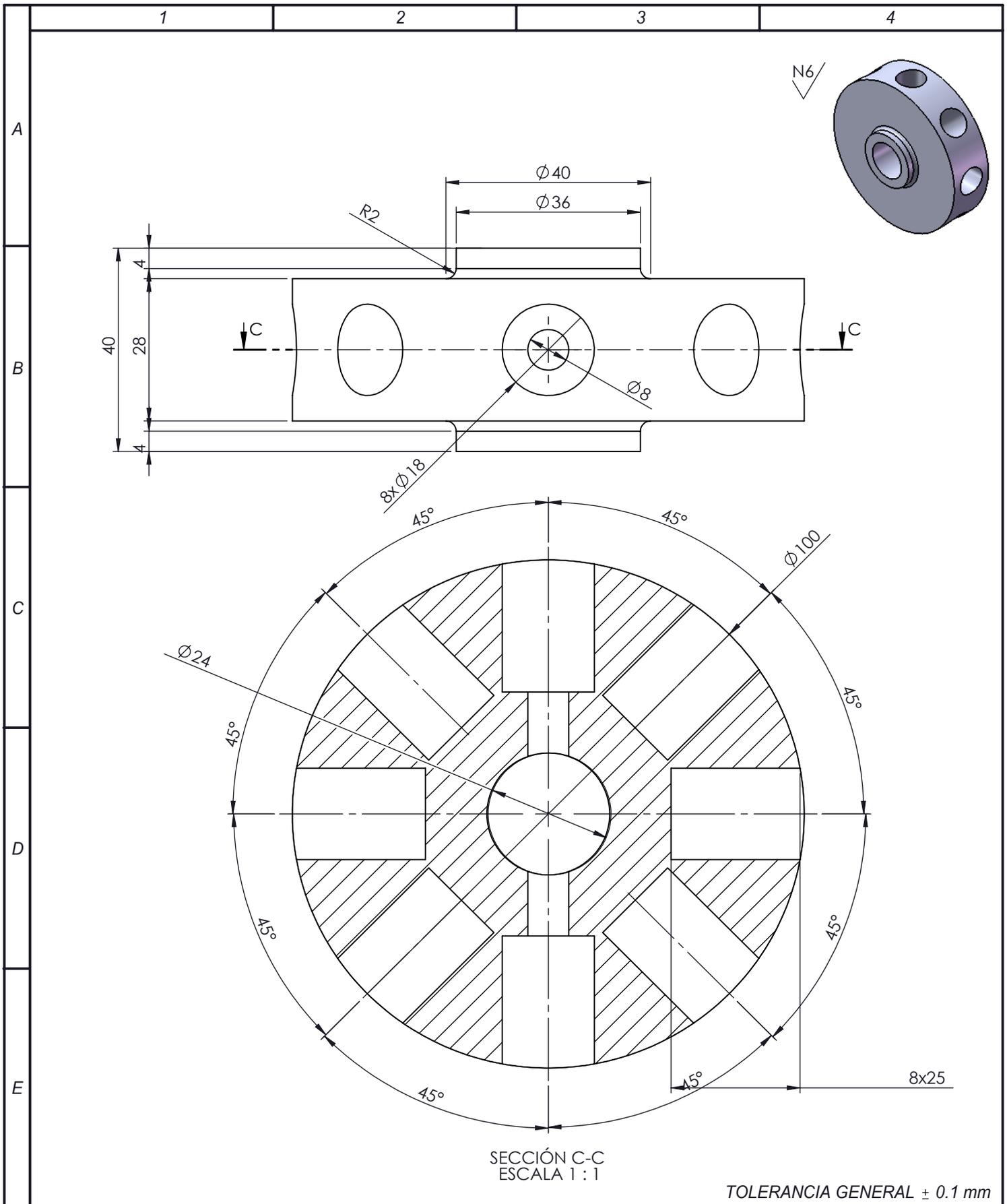
E

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	DURALON	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	S/D	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		CONTIENE:	ESFERA RECTIFICADORA DE TUBOS	ESCALA: 2:1
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CÓDIGO:	UTI-02MO	
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		SUSTITUYE A:		
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						



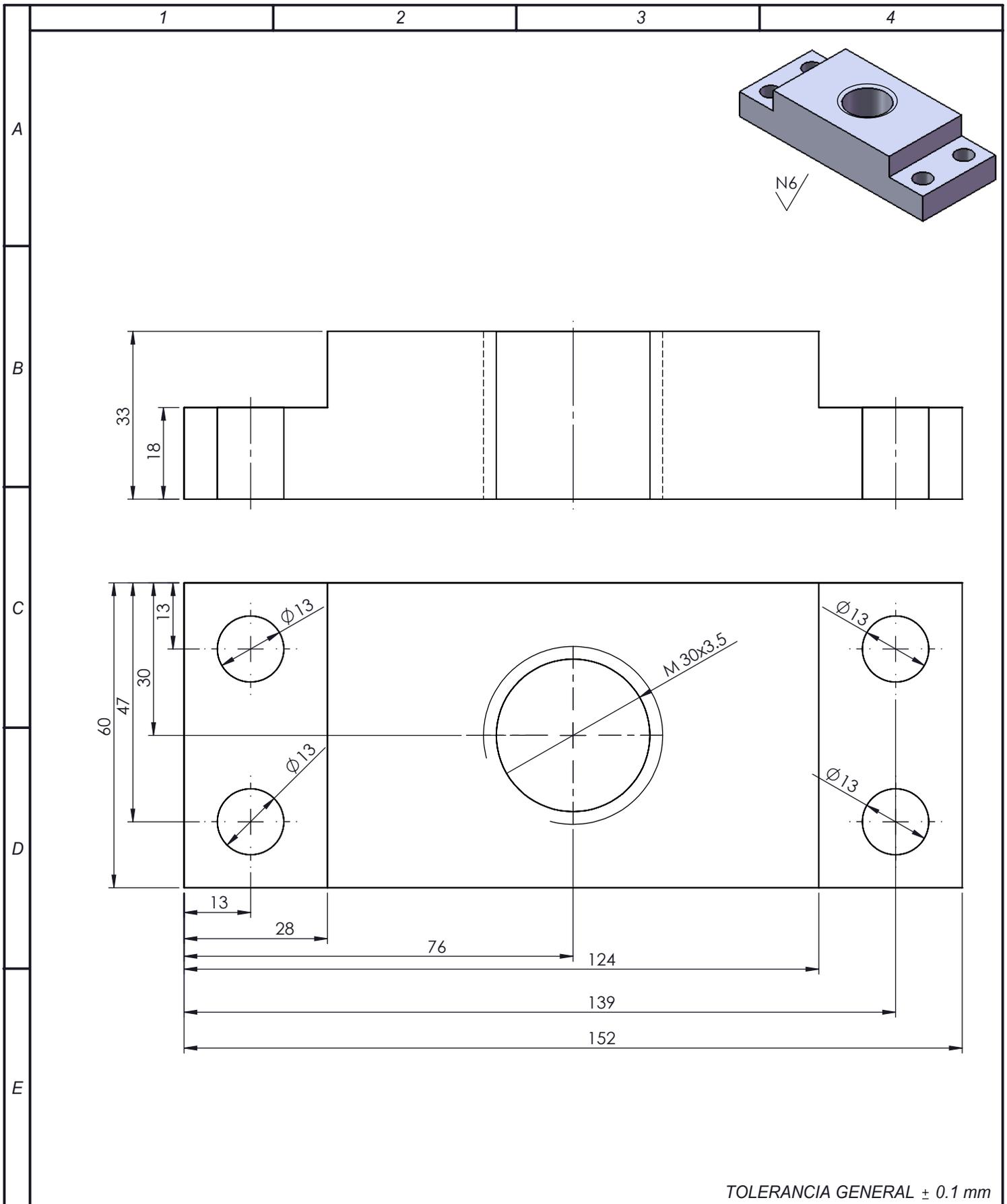
	<i>FECHA</i>	<i>NOMBRE</i>	<i>FIRMA</i>	<i>MATERIAL:</i>	DF-2	<i>CANTIDAD:</i>
APROBADO	15/12/2010	ING.TERNEUS-ING. TAPIA		<i>DUREZA:</i>	S/D	1
REVISADO	15/12/2010	ING.TERNEUS-ING. TAPIA		<i>CONTIENE:</i>	MANGO RECTIFICADORA DE TUBOS	<i>ESCALA:</i>
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN				1:1
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		<i>CÓDIGO:</i>	UTI-02MO	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				<i>SUSTITUYE A:</i>		<i>HOJA: 6/11</i>



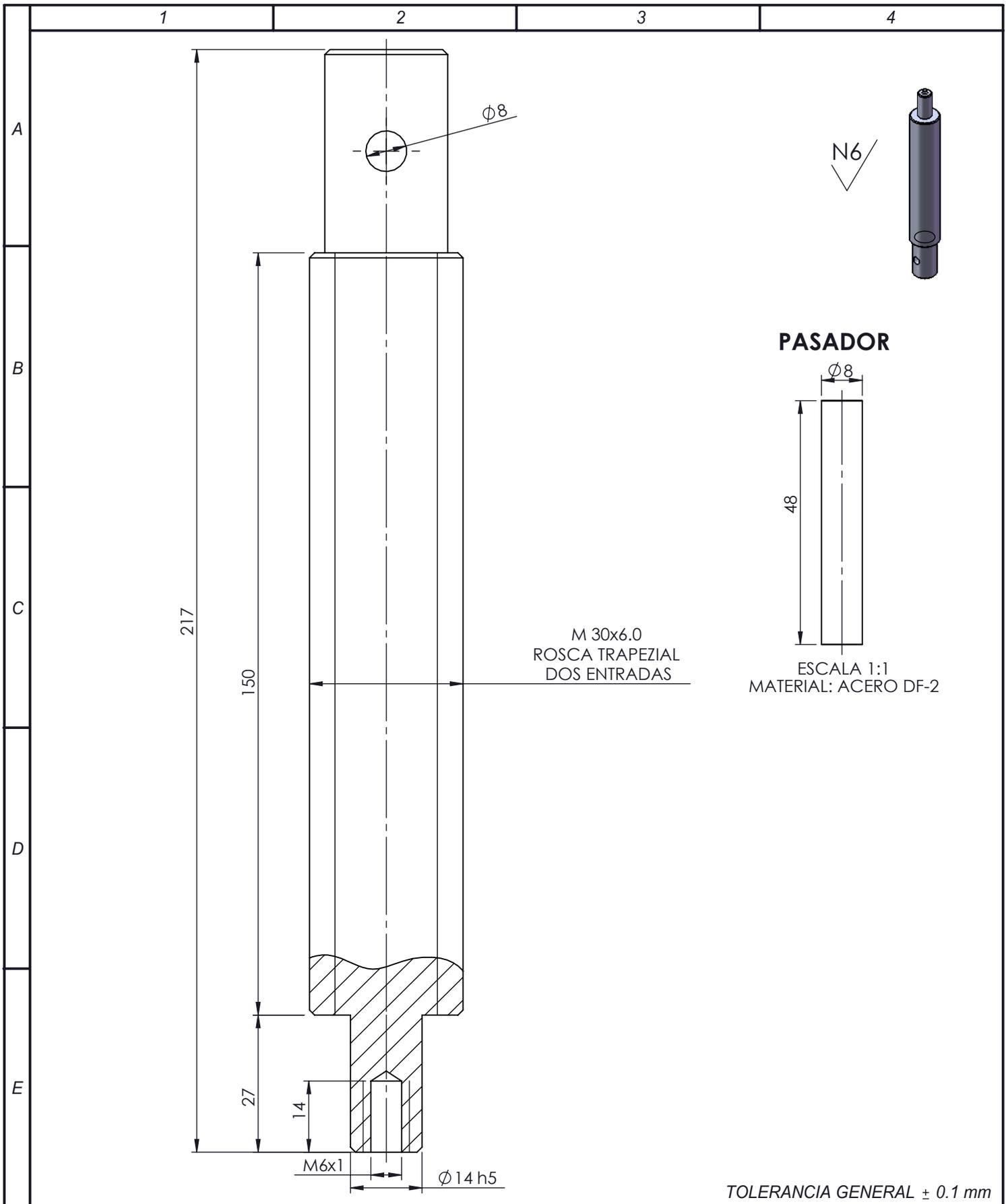
SECCIÓN C-C
ESCALA 1 : 1

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

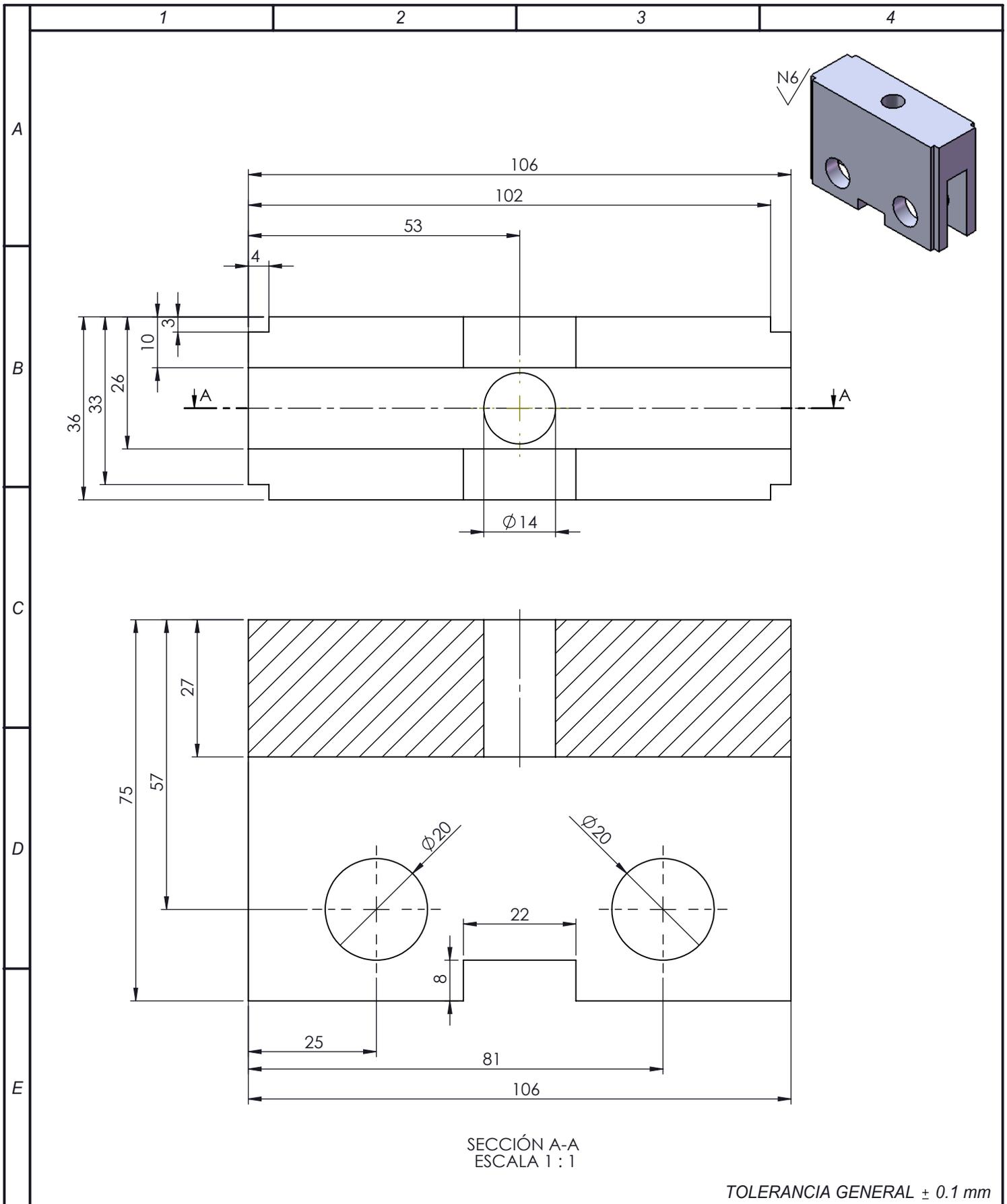
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	HIERRO	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	S/D	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		CONTIENE:	CABEZA DEL TORNILLO RECTIFICADORA DE TUBOS	ESCALA: 1:2
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CÓDIGO:	UTI-02MO	 HOJA: 7/11
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		SUSTITUYE A:		
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						



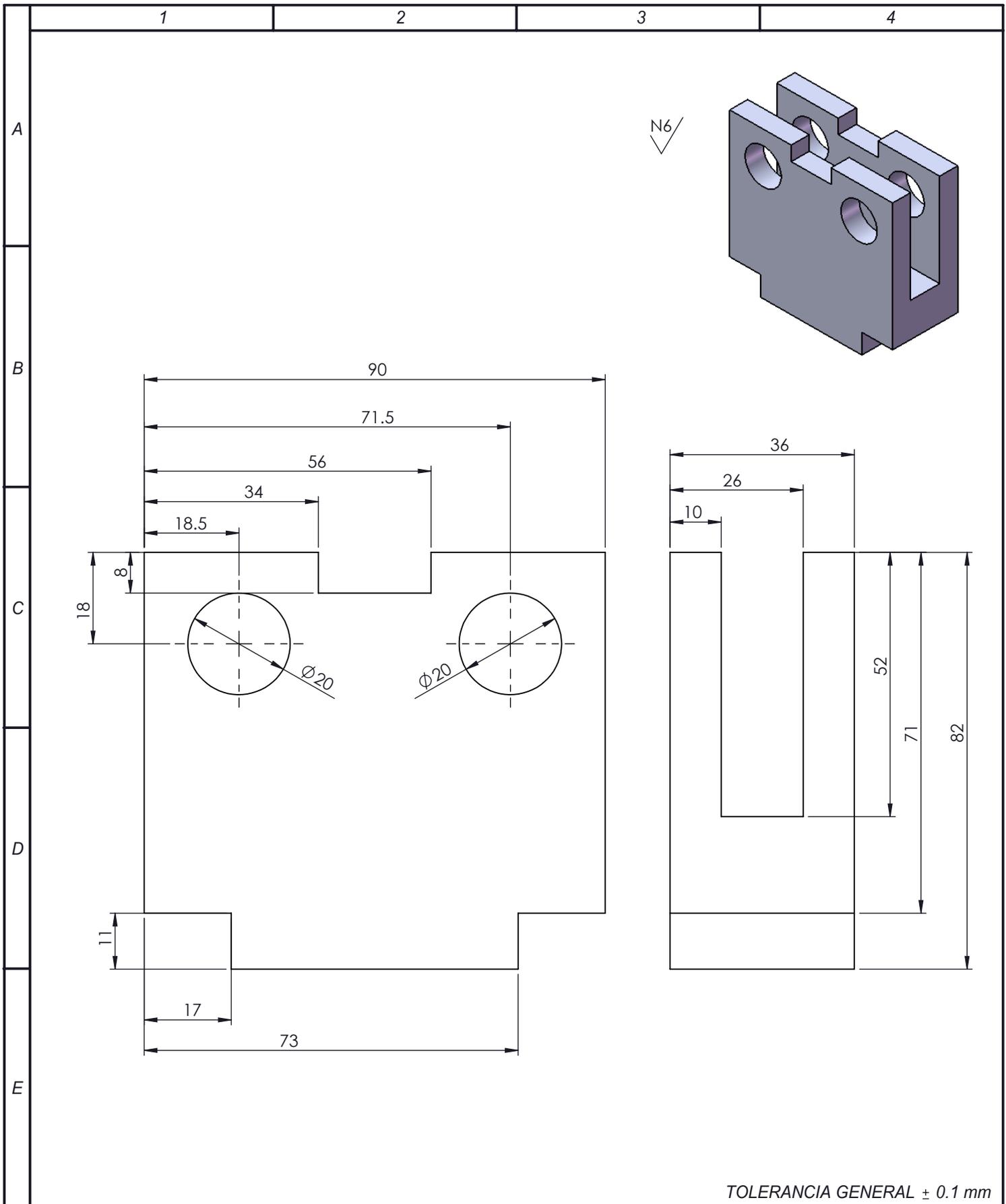
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	ACERO 705	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	60-65 HRC	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		CONTIENE:	CUBIERTA RECTIFICADORA DE TUBOS	ESCALA:
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN				1:1
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CÓDIGO:	UTI-02MO	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				SUSTITUYE A:		



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		ACERO 705	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA: 60-65 HRC	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE: CUERPO DEL TORNILLO RECTIFICADORA DE TUBOS	ESCALA: 1:1
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN			
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				CÓDIGO: UTI-02MO	 HOJA: 9/11
				SUSTITUYE A:	



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	HIERRO	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	S/D	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		CONTIENE:	PUNZON RECTIFICADORA DE TUBOS	ESCALA: 1:1
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CÓDIGO:	UTI-02MO	 HOJA: 10/11
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		SUSTITUYE A:		
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						



TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	HIERRO	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	S/D	2
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		CONTIENE:	BASE RECTIFICADORA DE TUBOS	ESCALA: 1:1
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CÓDIGO:	UTI-02MO	 HOJA: 11/11
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		SUSTITUYE A:		
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						

3.1.1 MATRIZ PARA EL ENSAMBLE DE LA CAJA DE MECANISMOS – TUBO CAÑÓN

3.1.1.1 Bosquejo del diseño

El diseño de la matriz de ensamble, al igual que para la matriz de expulsión analizamos la geometría del fusil, además de la técnica como el armero ensambla manualmente el fusil, así como de las herramientas utilizadas para este tipo de montaje, como es la prensa manual, otra de los parámetros utilizados fueron los puntos fijos que existen en el fusil los cuales tomamos como referencia en el momento del armado, para realizar guías con respecto a estos puntos.

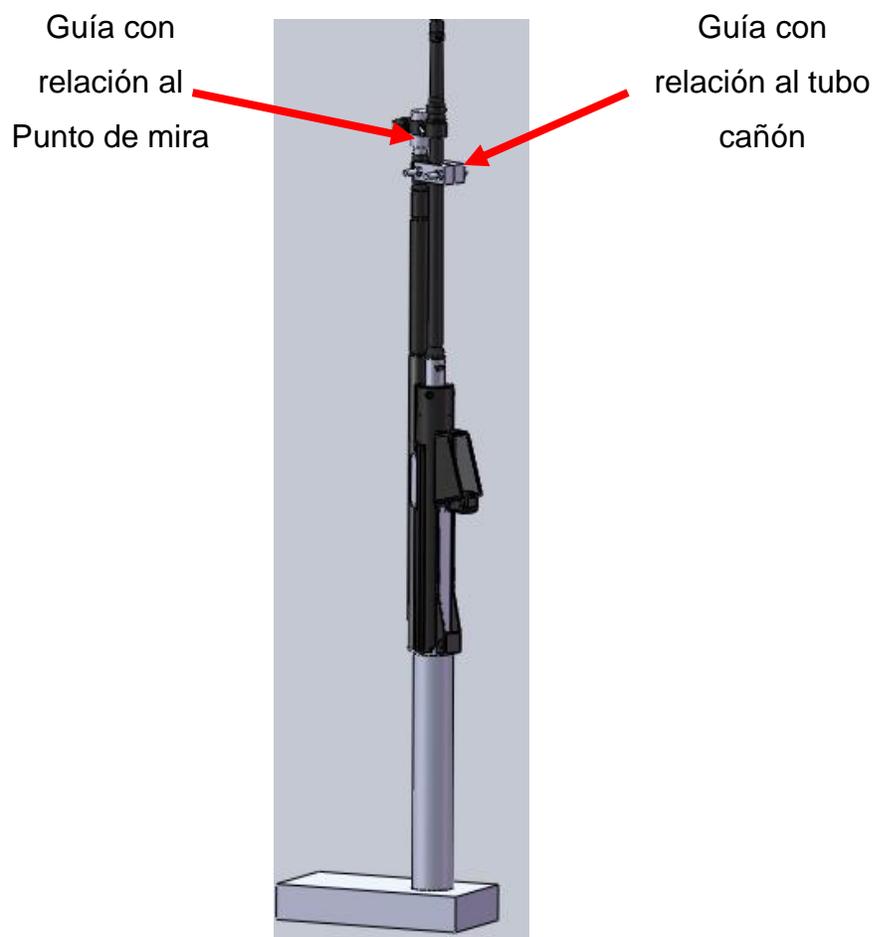


Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..1 **bosquejo de la matriz para el ensamble de la Caja de mecanismos – tubo cañón**

3.1.1.2 Análisis de cargas y esfuerzos

El análisis de cargas se realizó en base al elemento más crítico del conjunto, para lo cual se analizó la transmisión de la fuerza por medio del conjunto hasta el elemento donde se requiere dicha fuerza, determinando que el elemento más crítico es el llamado por nuestra determinación como eje de pedestal, (Figura 3.31), el cual trabaja como una columna, por tanto el análisis de las cargas y esfuerzos serán realizados para una columna.

Además para verificar los cálculos matemáticos se realizó simulaciones mediante SolidWorks 2009 con el asistente de cálculos llamado SolidWorks Simulation, incorporadas en este documento (anexo 3), y mediante los cuales se pudo elegir el material tanto del elemento crítico como del resto de piezas del conjunto.



Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..2 Eje de Pedestal (trabaja como columna)

- **ANALISIS DE EJE**

Datos

$D := 44 \text{ mm}$

$L := 261 \text{ mm}$

- **CACULO DE LAS PROPIEDADES GEOMETRICAS**

- **Área**

$$A := \frac{\pi D^2}{4}$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..1)

$$A = 1520.53 \text{ mm}^2$$

○ Inercia

$$I := \frac{\pi D^4}{64}$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..2)

$$I = 183984.23 \text{ mm}^4$$

○ Radio de Giro

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

(¡Error!

No hay texto con el estilo especificado en el documento..3)

$$r = 11 \text{ mn}$$

Ya que para el análisis de la carga crítica se requiere del módulo de elasticidad, se analizó que la columna será de acero sin determinar cual acero será, y gracias a que el módulo de elasticidad de 200000 Mpa, es el mismo para todas las aleaciones de acero.

• **CALCULO LONGITUD EFECTIVA**

La longitud efectiva crítica se calculó según la condición terminal de la columna, y mediante la recomendación por AISC^{3.1}.

^{3.1} American Institute Of Steel Construction, En Su Manual Os Steel Construction

Condición para una columna fija libre

$$L_{\text{eff}} := 2 \cdot l$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..4)

$$L_{\text{eff}} = 548.1 \text{ mm}$$

- **CALCULO CARGA CRÍTICA**

$$P_{\text{cr}} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_{\text{eff}}^2}$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..5)

$$P_{\text{cr}} = 1.21 \times 10^6 \text{ N}$$

3.1.1.3 Elección del material

Analizando únicamente la carga crítica se establece que cualquier aleación de acero es recomendable, ya que la carga crítica es mayor a la que se tiene que soportar la cual tiene un valor de $1.21 \times 10^6 \text{ N}$, por tanto se selecciona al acero para trabajo en frío AISI 01 como material para realizar el cálculo del factor de seguridad ASIC.

- **DATOS DEL MATERIAL**

NOMBRE DEL MATERIAL: Acero para trabajo en frío AISI 01

MODULO DE ELASTICIDAD $E := 20000 \text{ MP}\epsilon$

ESFUERZO DE FLUENCIA $S_y := 400 \text{ MP}\epsilon$

LIMITE PROPORCIONAL^{3.2} $S_{pl} := 200 \text{ MP}\epsilon$

- **CALCULO DE LA RAZÓN DE ESBELTEZ**

$$S_r := \frac{L_{\text{eff}}}{r}$$

(¡Error!

No hay texto con el estilo especificado en el documento..6)

^{3.2} Este límite de proporción es 50% del esfuerzo de fluencia

$$S_r = 49.83$$

- **CALCULO RAZÓN DE ESBELTEZ CRÍTICA**

$$S_{rc} := \sqrt{E \cdot \frac{\pi^2}{S_{pl}}}$$

(¡Error!

No hay texto con el estilo especificado en el documento..7)

$$S_{rc} = 99.35$$

Debido a que la razón de esbeltez es menor que la razón de esbeltez crítica se considera una columna corta o intermedia, por lo cual un pandeo inelástico es probable que sea la causa del fracaso, donde el acento no sobrepase el límite proporcional antes de llegar a la carga crítica. Por tanto el factor de seguridad y el esfuerzo permitido se calcula con las siguientes formulas:

- **FACTOR DE SEGURIDAD ASIC**

$$SF := \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \frac{\left(\frac{L_{eff}}{r}\right)}{S_{rc}} - \frac{1}{8} \frac{\left(\frac{L_{eff}}{r}\right)^3}{S_{rc}^3}$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..8)

$$SF = 1.84$$

- **ESFUERZO RESULTANTE PERMITIDO**

$$\sigma := \frac{1}{SF} \left[S_y - S_{pl} \frac{\left(\frac{L_{eff}}{r}\right)^2}{S_{rc}^2} \right]$$

(¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..9)

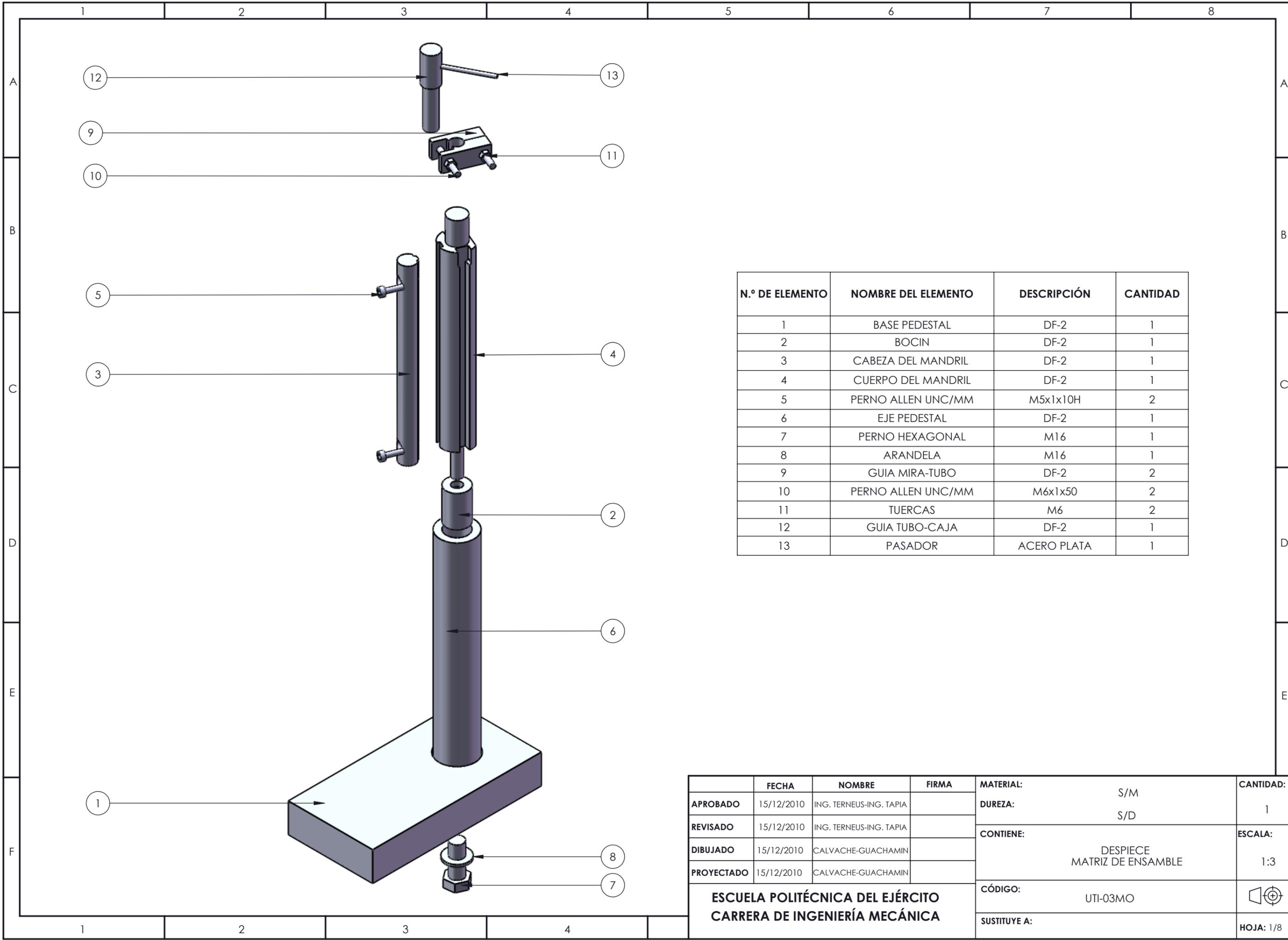
$$\sigma = 190.15 \text{ MP}\epsilon$$

Como el valor del factor de seguridad recomendado por AISC está comprendido entre 1,67 a 1,92 se determina que el material seleccionado es el más aceptable, y por tanto como este material se acepta para todos los elementos de la matriz de expulsión.

Determinando que el mandril y las guías diseñadas serán sometidos a un templado para garantizar una dureza, además de evitar la corrosión y hacerles más resistente debido a la fricción que tendrán dichos elementos con el tubo cañón y la caja de mecanismos.

3.1.1.4 Planos

Los planos realizados están basados en un plano tipo normalizado bajo el sistema europeo, que consta de las vistas y medidas requeridas, así como de los detalles más importantes, para su construcción, e indicando la isometría de estos, ayudando a tener una mejor visión de su diseño.



N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DEL ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	BASE PEDESTAL	DF-2	1
2	BOCIN	DF-2	1
3	CABEZA DEL MANDRIL	DF-2	1
4	CUERPO DEL MANDRIL	DF-2	1
5	PERNO ALLEN UNC/MM	M5x1x10H	2
6	EJE PEDESTAL	DF-2	1
7	PERNO HEXAGONAL	M16	1
8	ARANDELA	M16	1
9	GUIA MIRA-TUBO	DF-2	2
10	PERNO ALLEN UNC/MM	M6x1x50	2
11	TUERCAS	M6	2
12	GUIA TUBO-CAJA	DF-2	1
13	PASADOR	ACERO PLATA	1

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	S/M	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	S/D	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		CONTIENE:	DESPIECE MATRIZ DE ENSAMBLE	ESCALA: 1:3
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CÓDIGO:	UTI-03MO	
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		SUSTITUYE A:		HOJA: 1/8
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						

1

2

3

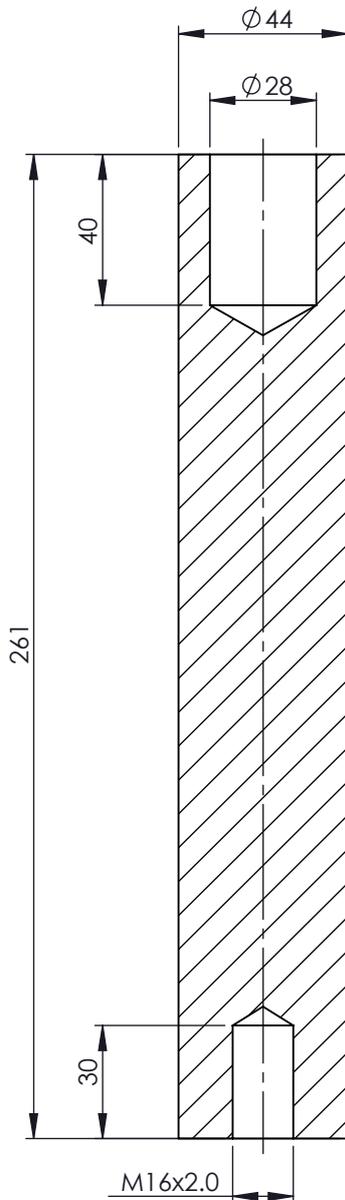
4

A

N6



B



C

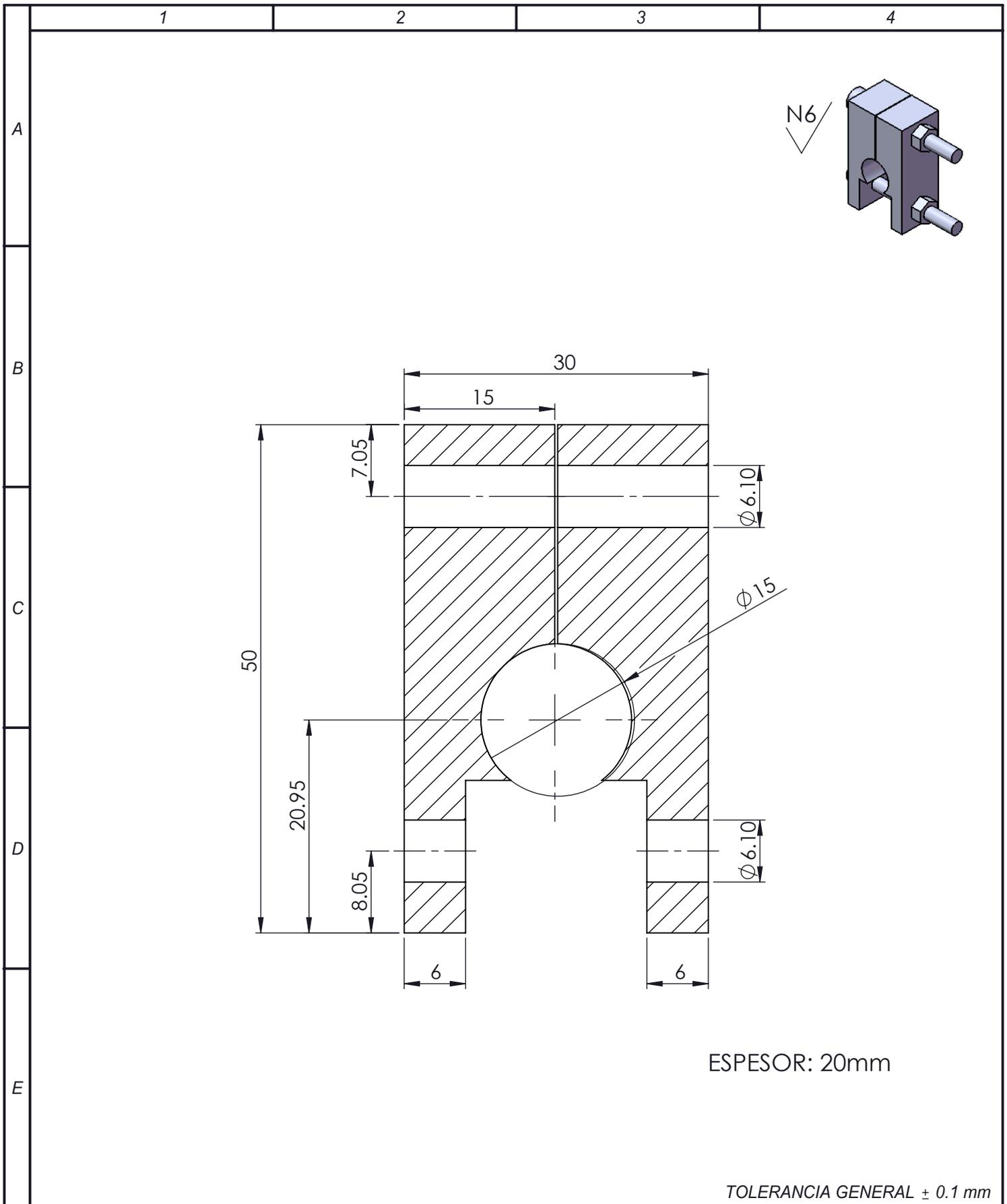
D

E

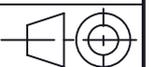
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		40-45 HRC	
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				EJE PEDESTAL	1 : 2
				MATRIZ DE ENSAMBLE	
				CÓDIGO:	
				UTI-03MO	
				SUSTITUYE A:	HOJA: 3 / 8



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		S/D	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		GUIA TUBO-CAJA MATRIZ DE ENSAMBLE	2:1
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				CÓDIGO:	UTI-03MO
				SUSTITUYE A:	



1

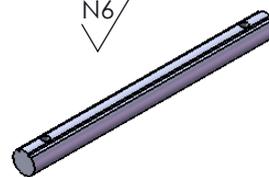
2

3

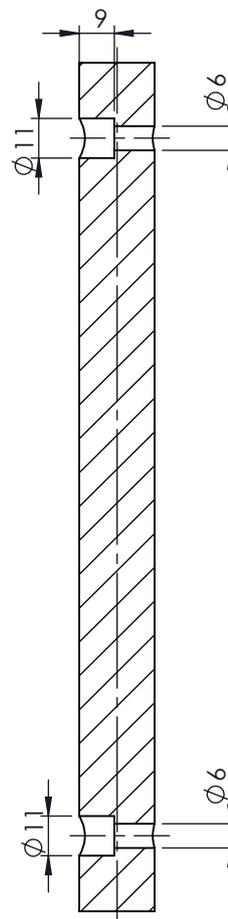
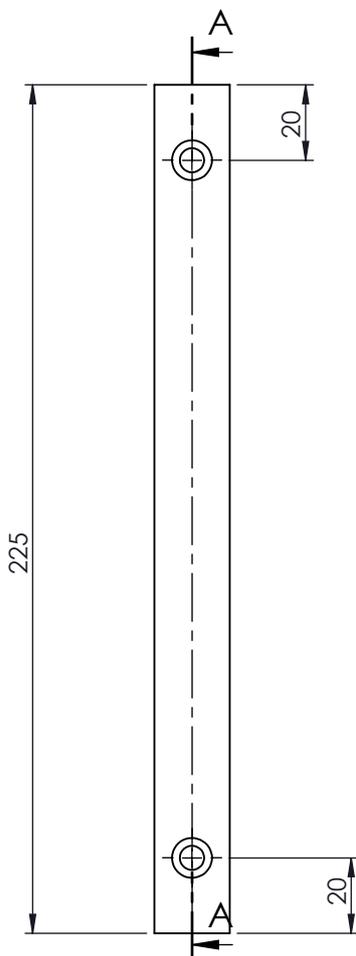
4

A

N6



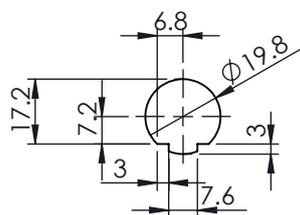
B



C

D

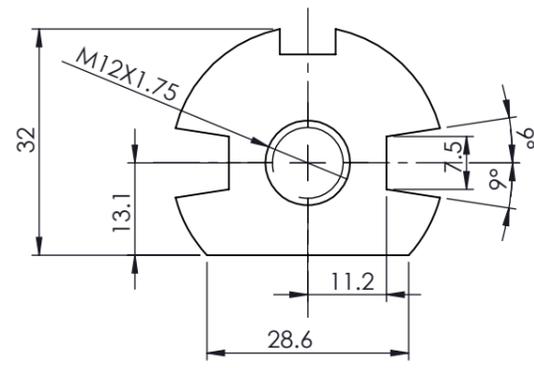
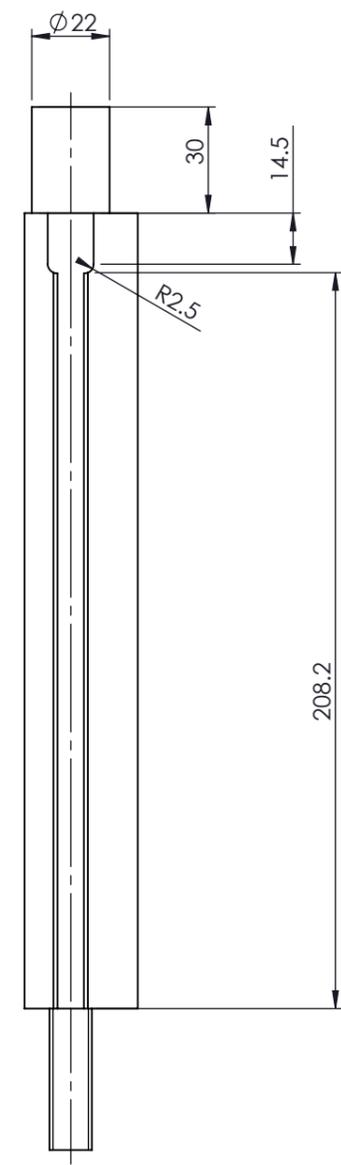
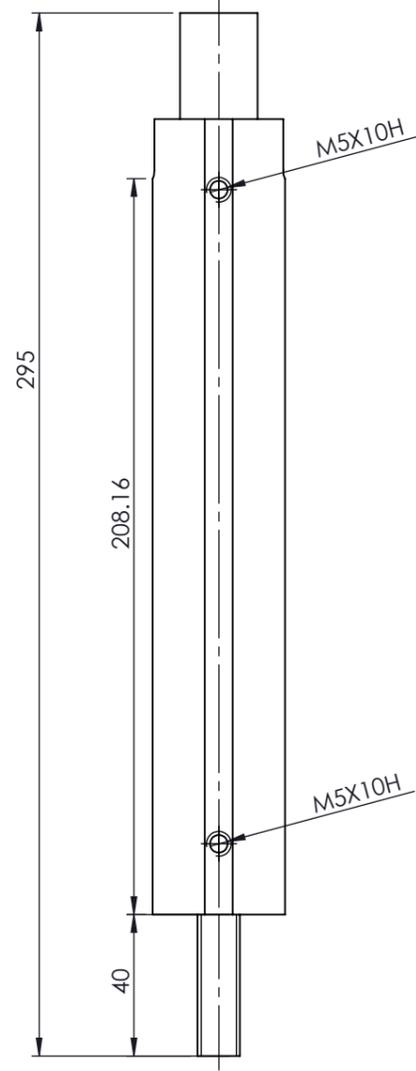
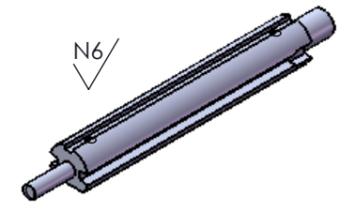
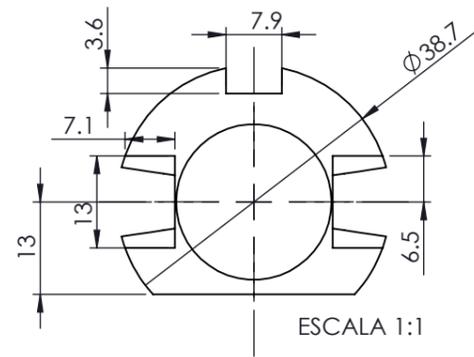
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2



E

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:	
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1	
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:		
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		40-45 HRC		
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				CABEZA DEL MANDRIL MATRIZ DE ENSAMBLE	1 : 2	
				CÓDIGO:	UTI-03MO	
				SUSTITUYE A:		HOJA: 5 / 8



TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		40-45 HRC	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CUERPO DEL MANDRIL MATRIZ DE ENSAMBLE	1 : 2
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				CÓDIGO:	
				SUSTITUYE A:	
				UTI-03MO	HOJA: 6 / 8

1

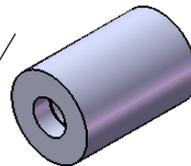
2

3

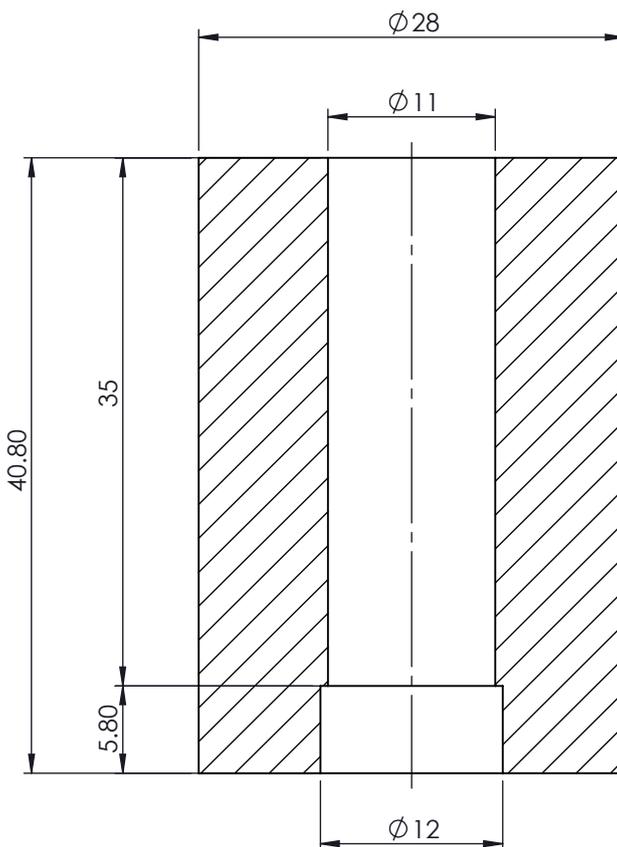
4

A

N6



B



C

D

SECCIÓN C-C
ESCALA 2 : 1

E

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		40-45 HRC	
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				BOCIN MATRIZ DE ENSAMBLE	2:1
				CÓDIGO:	
				UTI-03MO	
				SUSTITUYE A:	HOJA: 7 / 8



1

2

3

4

A

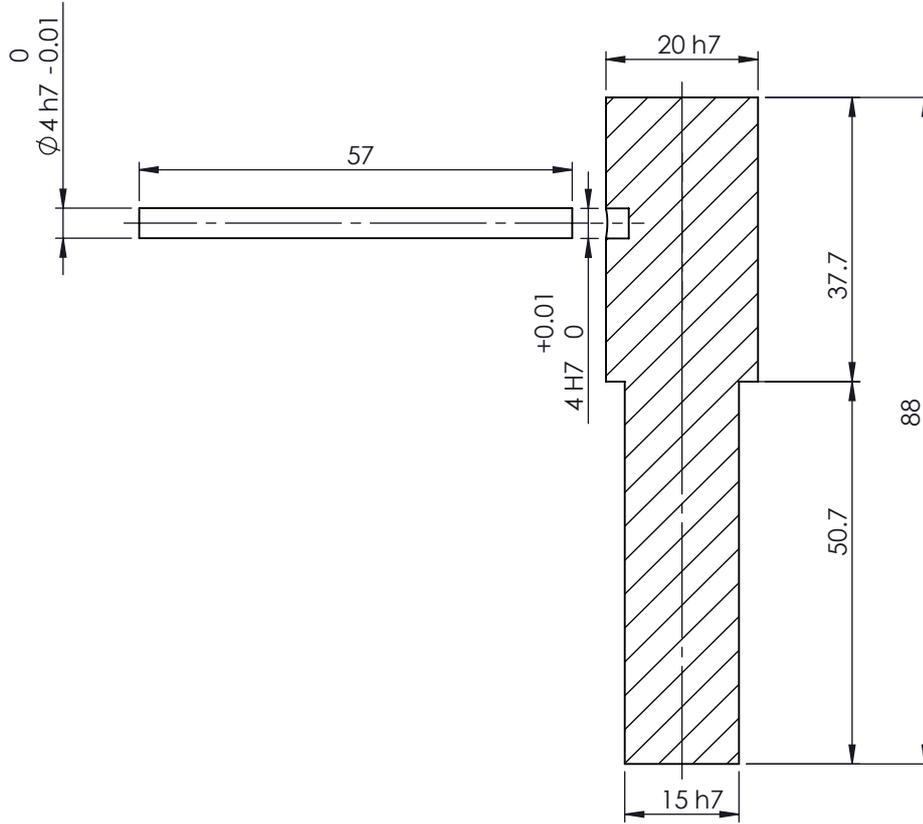
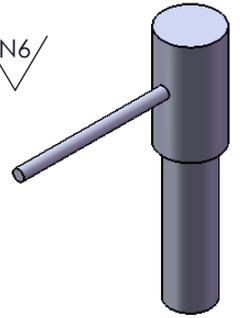
B

C

D

E

N6/



SECCIÓN A-A

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:	
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1	
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:		
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		40-45 HRC		
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				GUIA MIRA-TUBO MATRIZ DE ENSAMBLE	1 : 1	
				CÓDIGO:	UTI-03MO	
				SUSTITUYE A:		HOJA: 8 / 8

3.1.1 MECANISMOS DE ALINEACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE PUNTERÍA

3.1.1.1 Bosquejo del diseño

En el caso del mecanismo de alineación, ya se tenía una base de la idea en las matrices de expulsión y ensamble, analizando solo la forma de verificar la desviación mediante regletas colocadas en los elementos de puntería

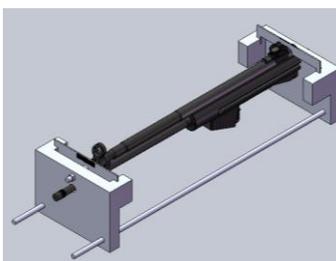


Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..1 **Bosquejo del mecanismo de Alineación de los elementos de puntería**

3.1.1.2 Elección del material

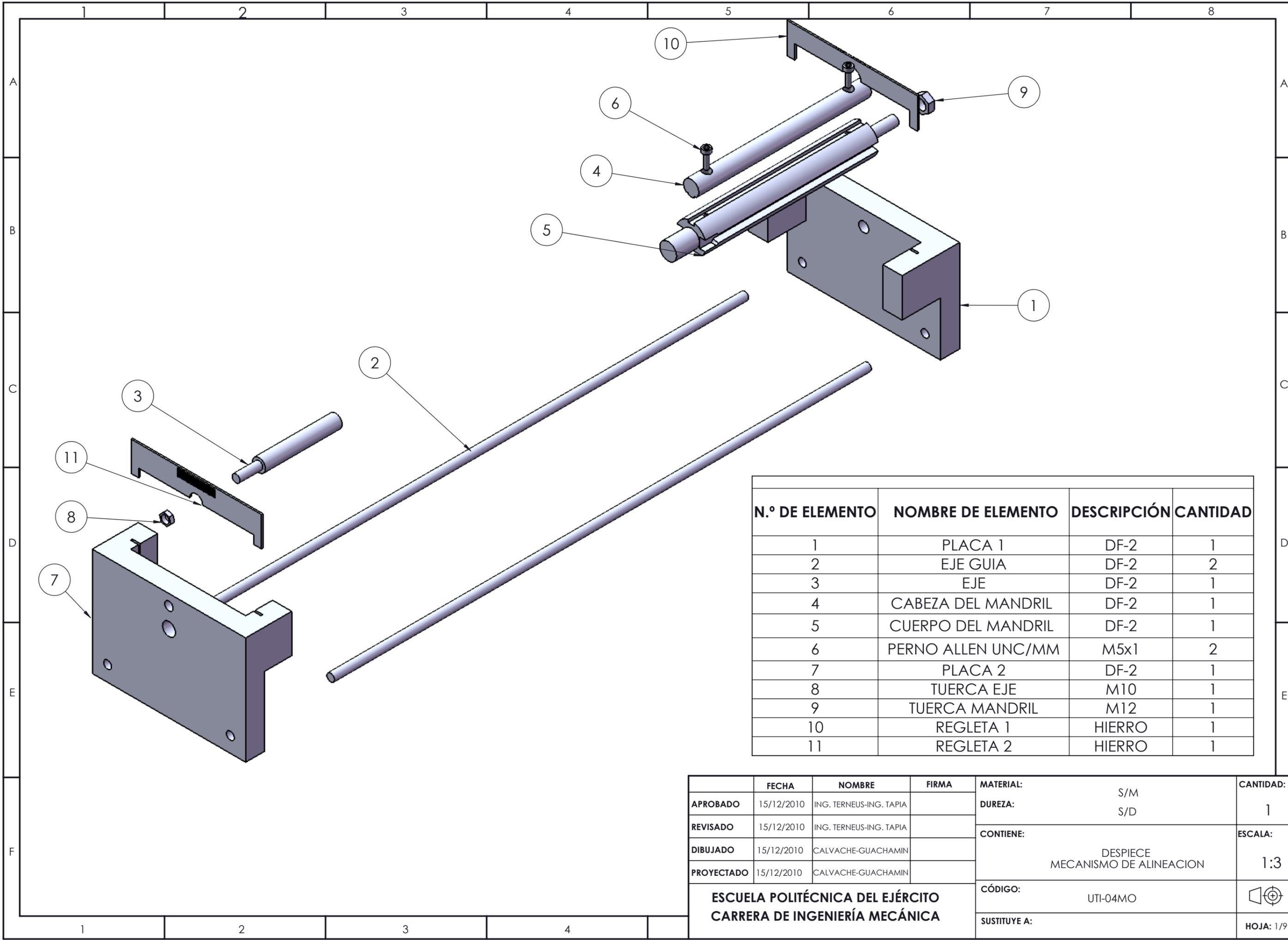
Debido a que este mecanismo no va estar ejercido a ninguna carga, se determina que no existen esfuerzos a calcular, por lo cual el material se ha seleccionado en relación a la aplicación a realizarse sin importar la resistencia mecánica ya que esta es relativamente pequeña, del mismo modo que el factor peso no es primordial. De esta forma, un acero al Carbono común, simplemente laminado, es plenamente satisfactorio, determinando que el ASTM 36 es el más apropiado, a excepción del mandril que será fabricado en acero DF-2, ya que es un material resistente para trabajos en frío.

Además se analizó que las regletas y el mandril a ser utilizados en este mecanismo tendrán que tener un tratamiento térmico denominado nitrurado, que garantice la dureza superficial del material.

3.1.1.3 Planos

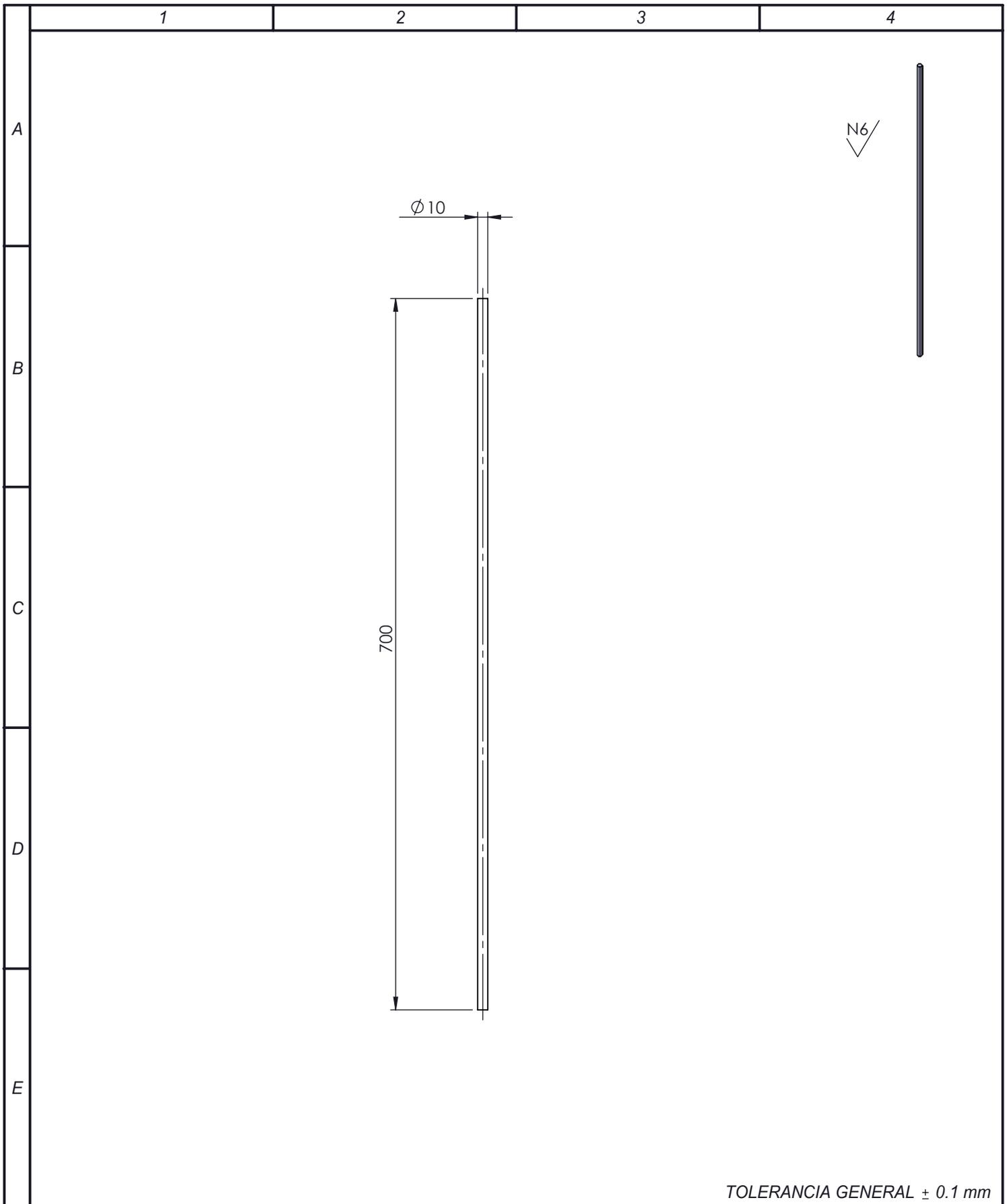
Los planos realizados están basados en un plano tipo normalizado bajo el sistema europeo, que consta de las vistas y medidas requeridas, así como de los detalles más

importantes, para su construcción, e indicando la isometría de estos, ayudando a tener una mejor visión de su diseño.

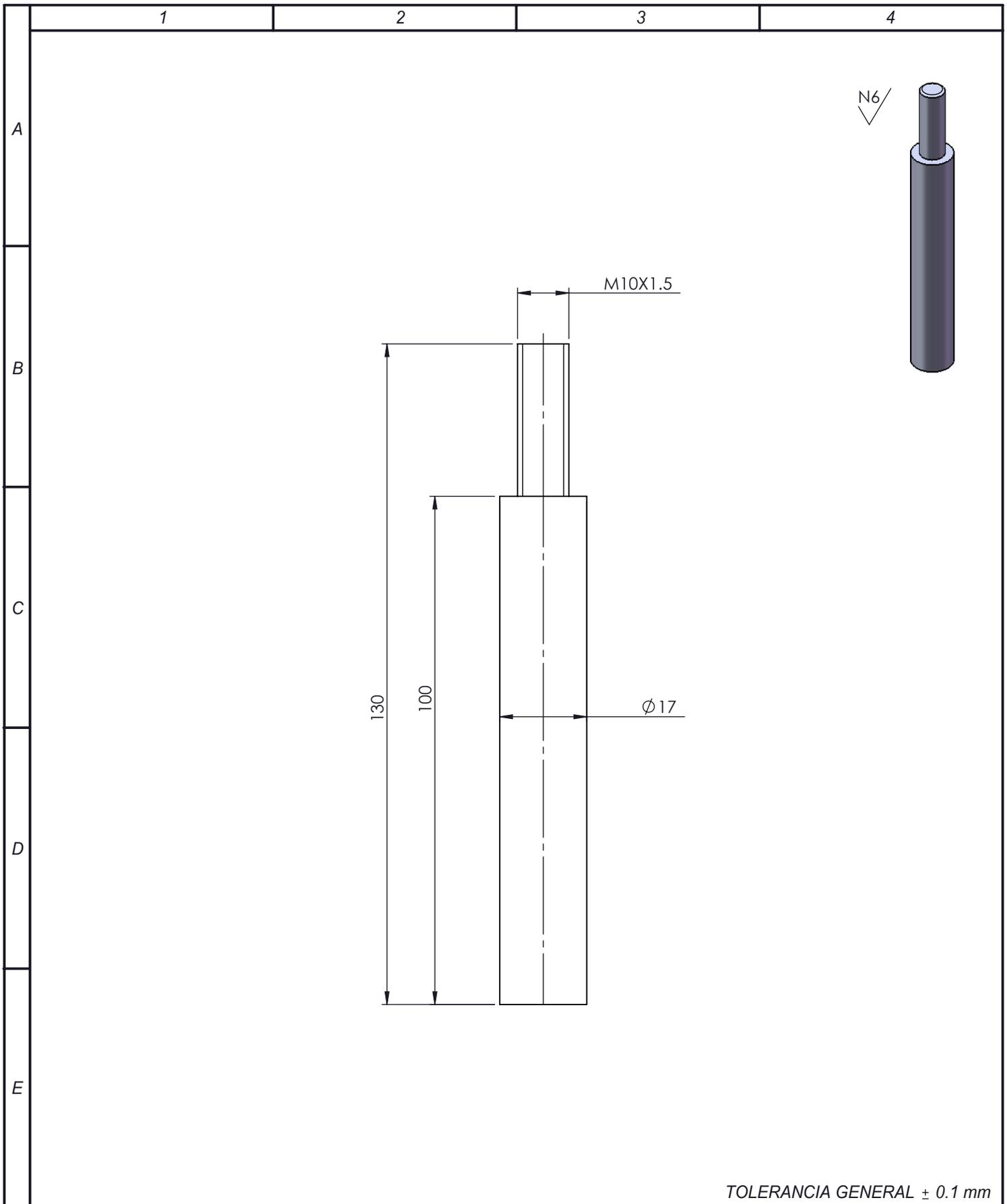


N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PLACA 1	DF-2	1
2	EJE GUIA	DF-2	2
3	EJE	DF-2	1
4	CABEZA DEL MANDRIL	DF-2	1
5	CUERPO DEL MANDRIL	DF-2	1
6	PERNO ALLEN UNC/MM	M5x1	2
7	PLACA 2	DF-2	1
8	TUERCA EJE	M10	1
9	TUERCA MANDRIL	M12	1
10	REGLETA 1	HIERRO	1
11	REGLETA 2	HIERRO	1

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	S/M	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	S/D	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		CONTIENE:		ESCALA:
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN			DESPIECE MECANISMO DE ALINEACION	1:3
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CÓDIGO:	UTI-04MO	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				SUSTITUYE A:		HOJA: 1/9



	<i>FECHA</i>	<i>NOMBRE</i>	<i>FIRMA</i>	<i>MATERIAL:</i>	<i>CANTIDAD:</i>	
APROBADO	15/12/2010	ING.TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	2	
REVISADO	15/12/2010	ING.TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:		
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		40-45 HRC		
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	<i>ESCALA:</i>	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				EJE GUIA MECANISMO DE ALINEACION	1 : 5	
				CÓDIGO:	UTI-04MO	
				SUSTITUYE A:		HOJA: 2 / 9



TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:	
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1	
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:		
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		40-45 HRC		
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				EJE MECANISMO DE ALINEACION	1:1	
				CÓDIGO:	UTI-04MO	
				SUSTITUYE A:		HOJA: 3 / 9

1

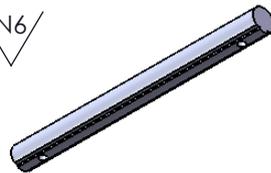
2

3

4

A

N6/

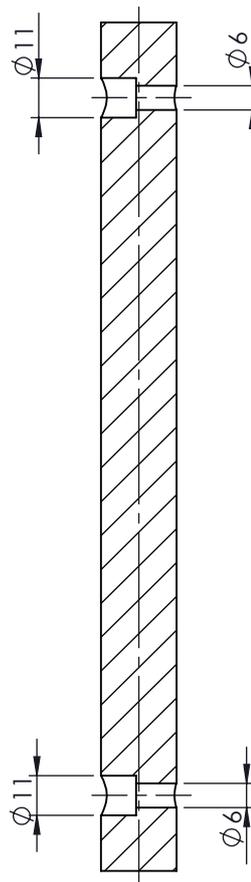
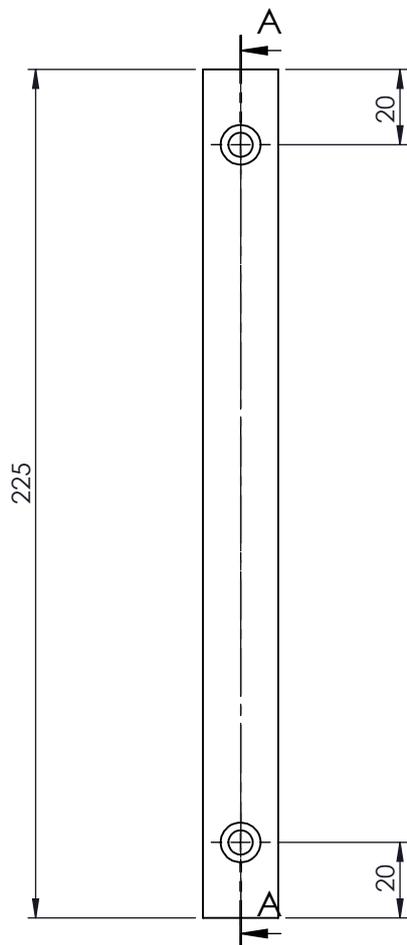
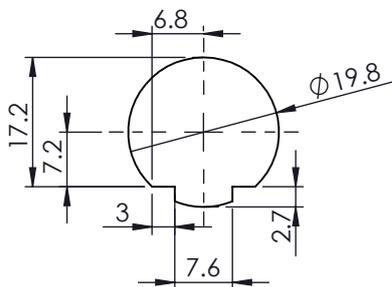


B

C

D

E

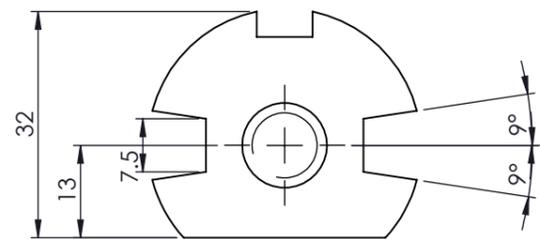
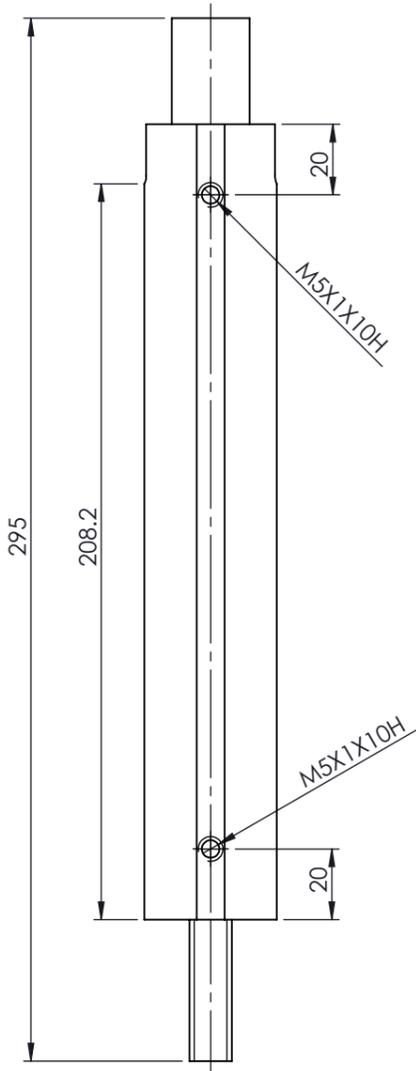
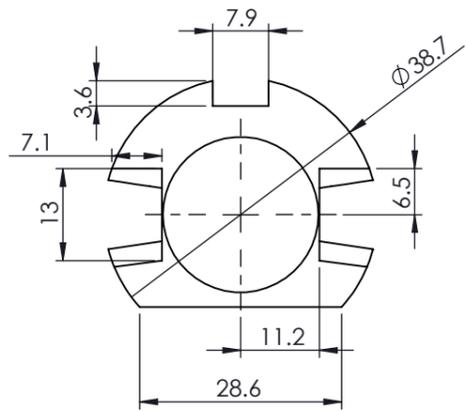
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2

ESCALA 1:1

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

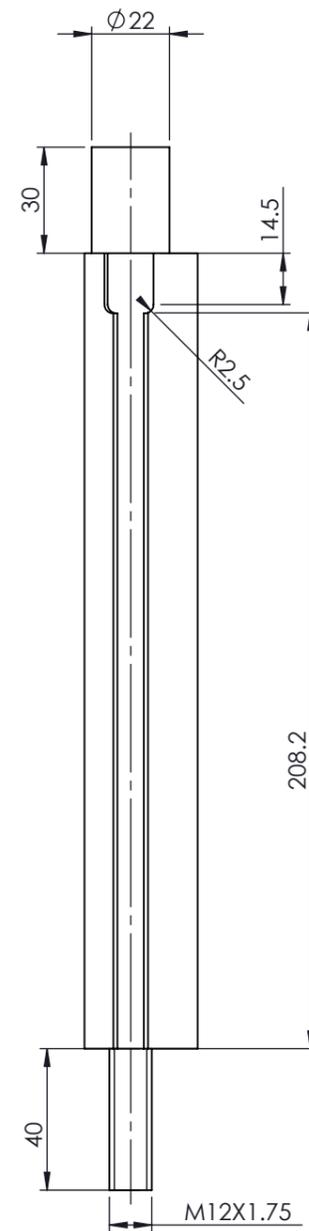
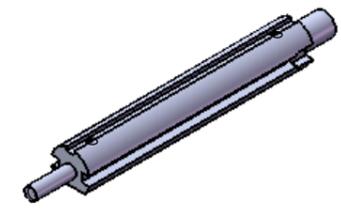
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:	
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1	
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:		
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		40-45 HRC		
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				CABEZA DEL MANDRIL MECANISMO DE ALINEACION	1 : 2	
				CÓDIGO:	UTI-04MO	
				SUSTITUYE A:		HOJA: 4 / 9

ESCALA 1:1



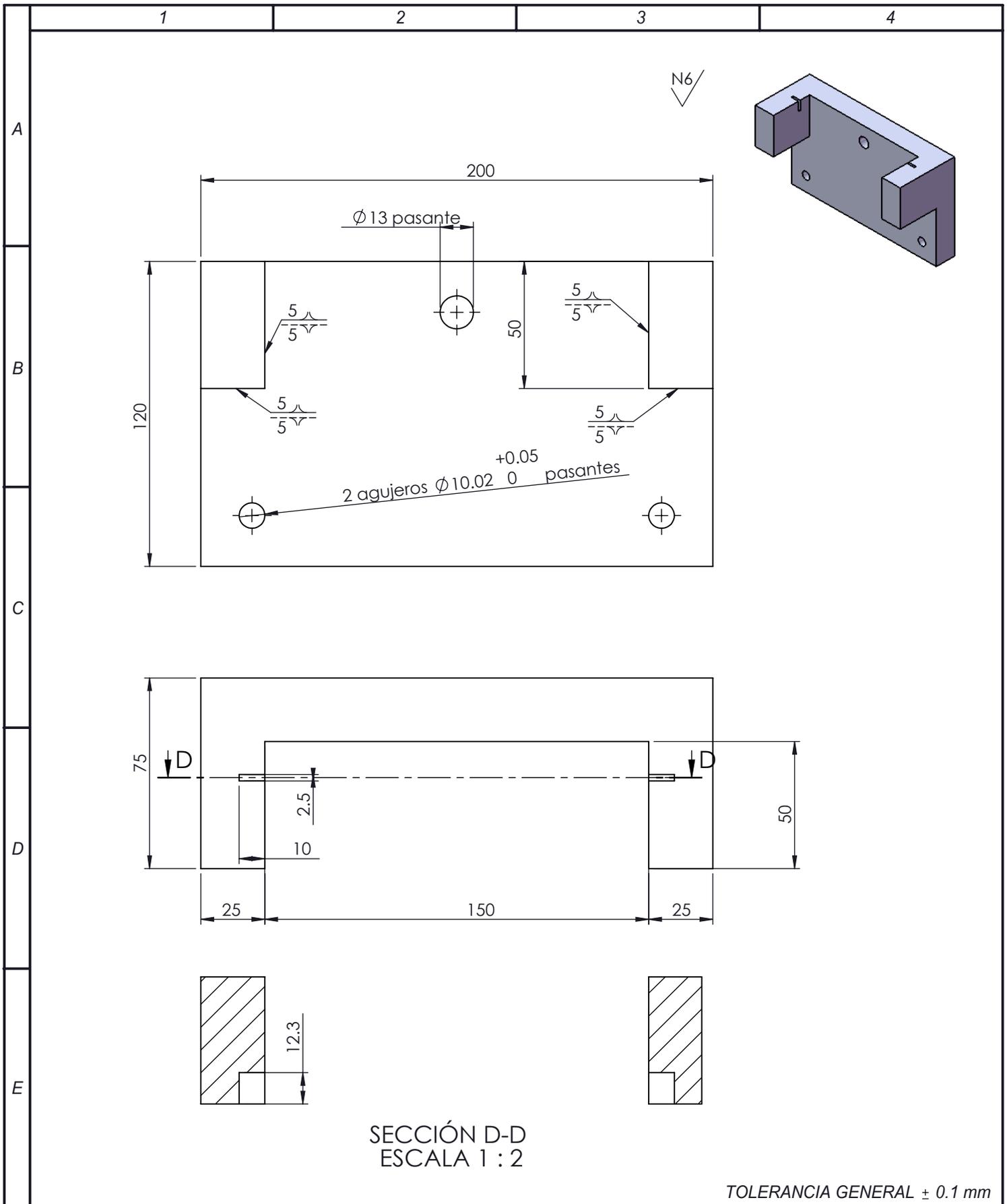
ESCALA 1:1

N6/



TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

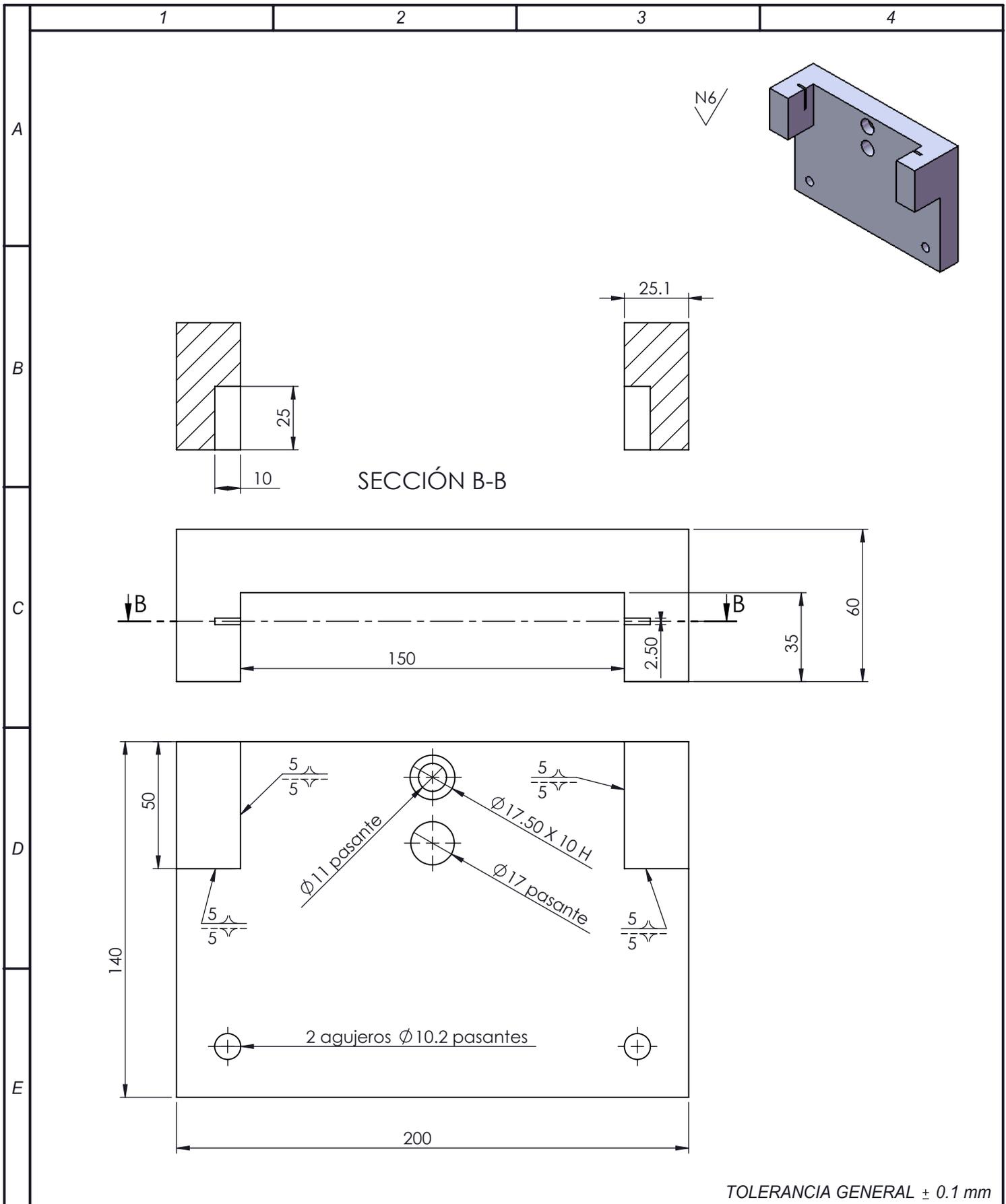
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	DF-2	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	40-45 HRC	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		CONTIENE:	CUERPO DEL MANDRIL MECANISMO DE ALINEACION	ESCALA:
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CÓDIGO:		1:2
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		SUSTITUYE A:	UTI-04MO	HOJA: 5/9
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						



SECCIÓN D-D
ESCALA 1 : 2

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		40-45 HRC	
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				PLACA 1	1 : 2
				MECANISMO DE ALINEACION	
				CÓDIGO:	UTI-04MO
				SUSTITUYE A:	HOJA: 6 / 9



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:	
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DF-2	1	
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:		
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		40-45 HRC		
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				PLACA 2 MECANISMO DE ALINEACION	1:2	
				CÓDIGO:	UTI-04MO	
				SUSTITUYE A:		HOJA: 7 / 9

1

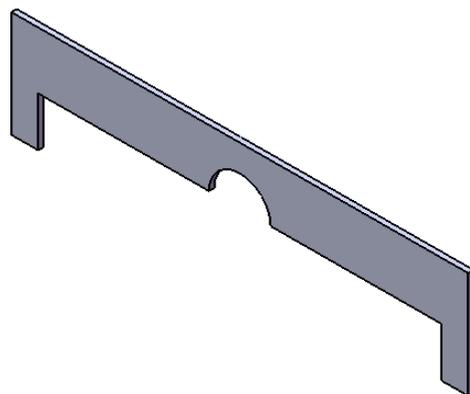
2

3

4

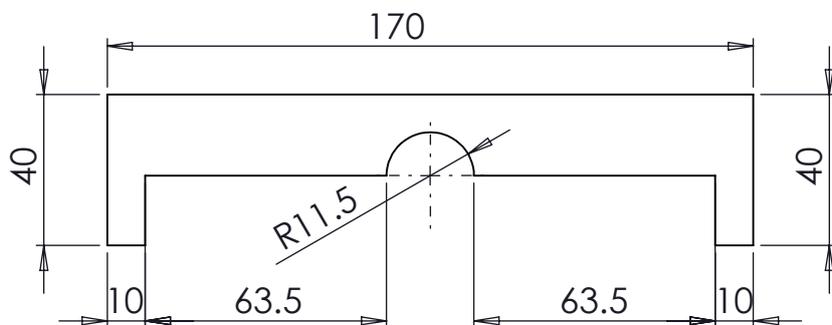
A

N6



B

C



ESPESOR : 2mm

D

E

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:	
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		HIERRO	1	
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:		
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		40-45 HRC		
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:	
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				REGLETA 1 MECANISMO DE ALINEACION	1:2	
				CÓDIGO:	UTI-04MO	
				SUSTITUYE A:		HOJA: 8/9

1

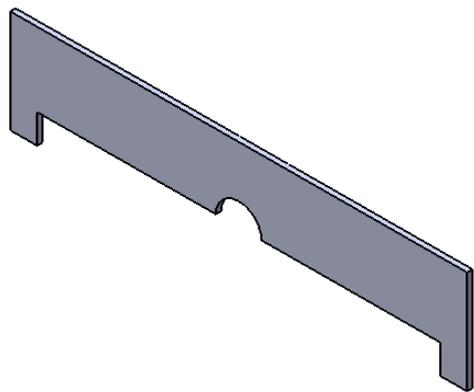
2

3

4

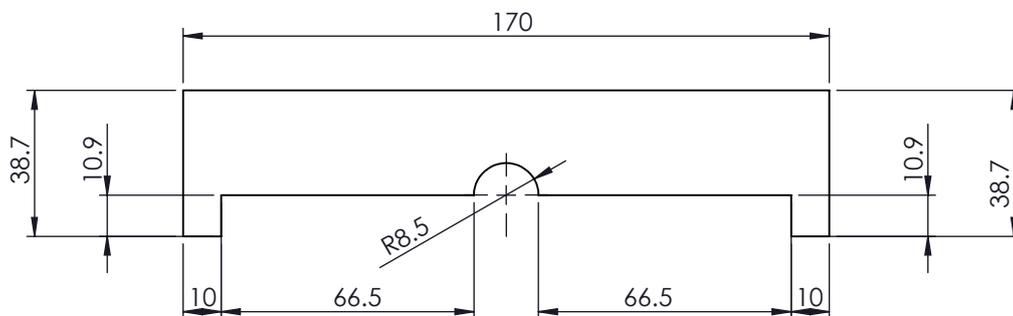
A

N6



B

C



ESPESOR : 2mm

D

E

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1 mm

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	MATERIAL:	CANTIDAD:
APROBADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		HIERRO	1
REVISADO	15/12/2010	ING. TERNEUS-ING. TAPIA		DUREZA:	
DIBUJADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		40-45 HRC	
PROYECTADO	15/12/2010	CALVACHE-GUACHAMIN		CONTIENE:	ESCALA:
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				REGLETA 2	1 : 2
				MECANISMO DE ALINEACION	
				CÓDIGO:	
				UTI-04MO	
				SUSTITUYE A:	HOJA: 9 / 9

CAPITULO 4

CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE

4.1 RECURSOS DE FABRICACIÓN

Para la realización de este capítulo se requiero, la utilización de las máquinas y equipos del taller de máquinas y herramientas de la la F.M.S.B. Santa Bárbara S.A., llegando a determinar los datos técnicos de cada máquina herramienta utilizada.

4.1.1 MAQUINAS HERRAMIENTAS

Tabla 4.1 Ficha de Rectificadora

DATOS	
Tipo de máquina	Rectificadora
Producto	FRITZ WERNER
Tipo	12.242
Año de construcción	1977
Tipo de mando	convencional
Lugar de almacenamiento	Nürnberg
País de origen	Alemania



Autores: Oscar Calvache, Ma. Belén Guachamín

Tabla 4.2 Ficha de Rectificadora

DATOS	
Tipo de máquina	Rectificadora
Producto	FRITZ WERNER
Tipo	VF 2.5
Año de construcción	1977
Tipo de mando	convencional
Lugar de almacenamiento	Nürnberg
País de origen	Alemania



Autores: Oscar Calvache, Ma. Belén Guachamín

Tabla 4.3 Ficha de Rectificadora

DATOS	
Tipo de máquina	Rectificadora
Producto	GEORG KARSTEN
Tipo	A/ASE
Año de construcción	1979
Tipo de mando	convencional
Lugar de almacenamiento	Nürnberg
País de origen	Alemania



Autores: Oscar Calvache, Ma. Belén Guachamín

Tabla 4.4 Ficha de Taladro de Pedestal

DATOS	
Tipo de máquina	Taladro de Pedestal
Producto	Solid
Tipo	B30
Año de construcción	1978
Tipo de mando	convencional
Lugar de almacenamiento	Nürnberg
País de origen	Alemania



Autores: Oscar Calvache, Ma. Belén Guachamín

Tabla 4.5 Ficha de Torno

DATOS	
Tipo de máquina	Torno
Producto	FRITZ WERNER
Tipo	10.370 I
Año de construcción	1978
Tipo de mando	convencional
Lugar de almacenamiento	Nürnberg
País de origen	Alemania



Autores: Oscar Calvache, Ma. Belén Guachamín

4.1.2 EQUIPOS

Tabla 4.6 Ficha de Prensa Manual

DATOS	
Tipo de máquina	Prensa Manual
Producto	Reyer
Tipo	40 x 250 S1
Presión máxima	25 to.
Tipo de mando	convencional
Lugar de almacenamiento	Nürnberg
País de origen	Alemania



Autores: Oscar Calvache, Ma. Belén Guachamín

4.1.3 HERRAMIENTAS

- Martillos
- Juego de llaves
- Juego de destornilladores
- Playos manual y de presión

4.1.5 EQUIPO DE SEGURIDAD

- Gafas de protección
- Overoles
- Guantes antideslizantes
- Guantes de soldar
- Zapatos de punta de acero

4.1.6 MANO DE OBRA

El personal utilizado para la construcción de los elementos que conforman este proyecto fueron los obreros que laboran en la fábrica de Municiones.

Tabla 4.7 Personal de Mano de Obra

CARGO	HORAS
Proyectista 1	250
Proyectista 2	250
Jefe de Taller	250
Ayudante de taller 1	250
Ayudante de taller 2	250

Autores: Oscar Calvache, Ma. Belén Guachamín



Figura 4.3 Operarios de las maquinas



Figura 4.4 Proyectistas Trabajando

4.2 CONSTRUCCION

Para realizar la construcción de cada uno los elementos que conforman este proyecto se determino seguir un mismo patrón de diagrama de procesos, en el cual se definirá generalmente los pasos de fabricación a seguir para cada elemento, definiendo que el torneado, fresado, taladrado etc., será llamado generalmente maquinado, y analizando si la materia prima requerida existe en bodega o es necesario comprarla, para así determinar el tiempo que requerirá la fabricación de todos los elementos.

Las hojas de procesos de la fabricación de los utillajes, calibres y herramientas no fueron colocados en el presente proyecto, debido a la confidencialidad que exige la F.M.S.B. y que se aceptó al inicio del proyecto, por lo cual todos los procesos de

mecanizado fueron realizados por los obreros de la empresa en el taller de máquinas y herramientas, de la misma fábrica.

4.2.1 DIAGRAMA DE PROCESOS PARA LA CONSTRUCCION DE LAS PIEZAS

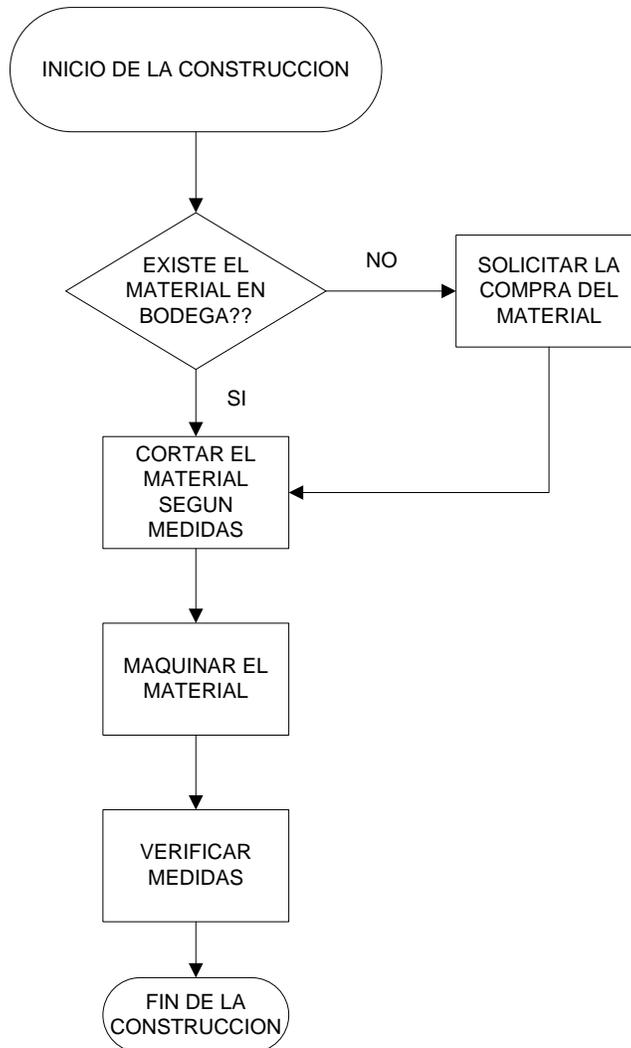


Figura 4.5 Diagrama de Procesos General

Luego de haber finalizado la fabricación de las herramientas, calibres y utillajes en el taller de máquinas y herramientas, se procedió a realizar los diferentes tratamientos térmicos a las piezas que requerían dichos procesos, determinados anteriormente en el capítulo 2.

4.3 MONTAJE

Una vez finalizado el proceso de construcción, se procedió al ensamble de los elementos que lo requerían, chequeando cada uno de las piezas fabricadas.

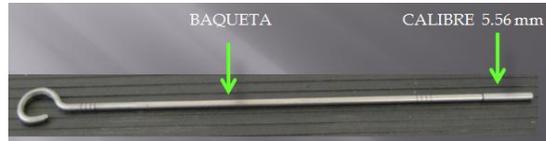


Figura 4.6 Calibre Para Cañones

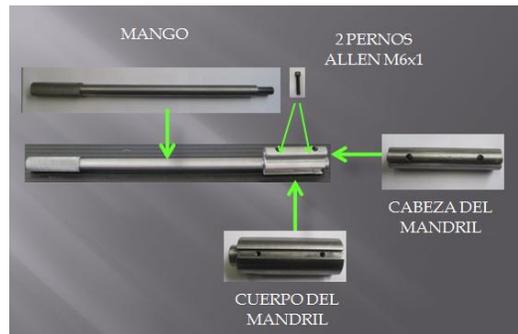


Figura 4.7 Calibre Pasa Y De Simetría



Figura 4.8 Baqueta De Limpieza

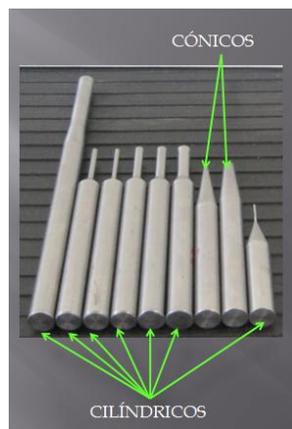


Figura 4.9 Botadores



Figura 4.10 Llave De La Culata

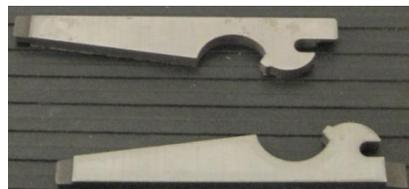


Figura 4.11 Llave Universal

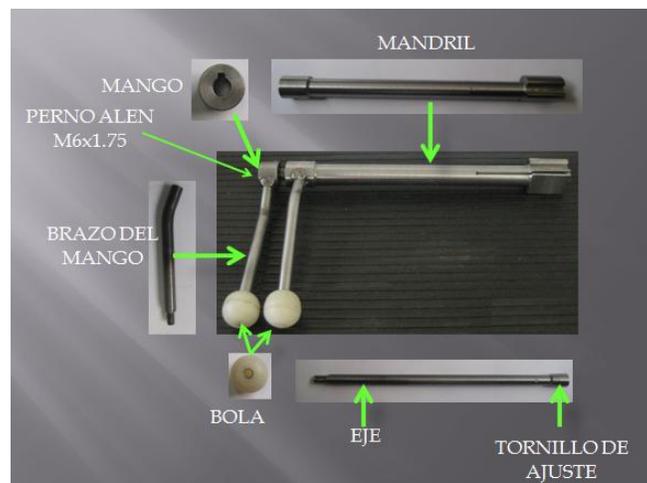


Figura 4.12 Mandril Para Alinear Caja De Mecanismos

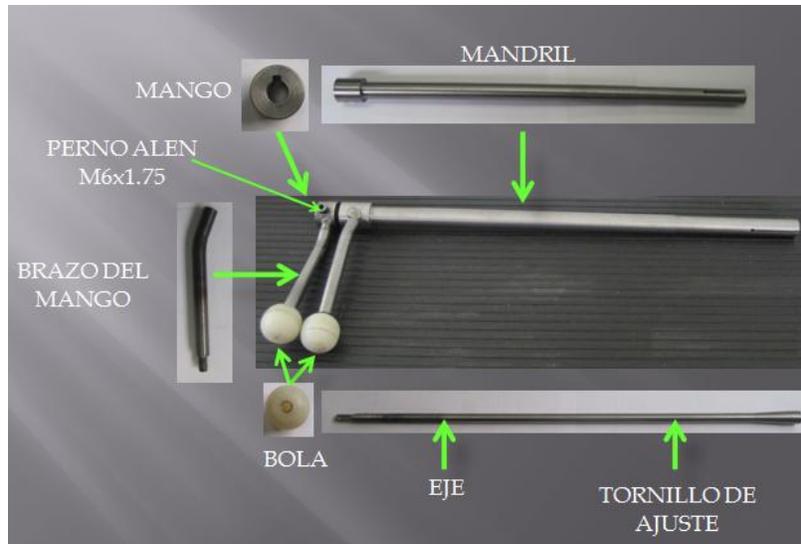
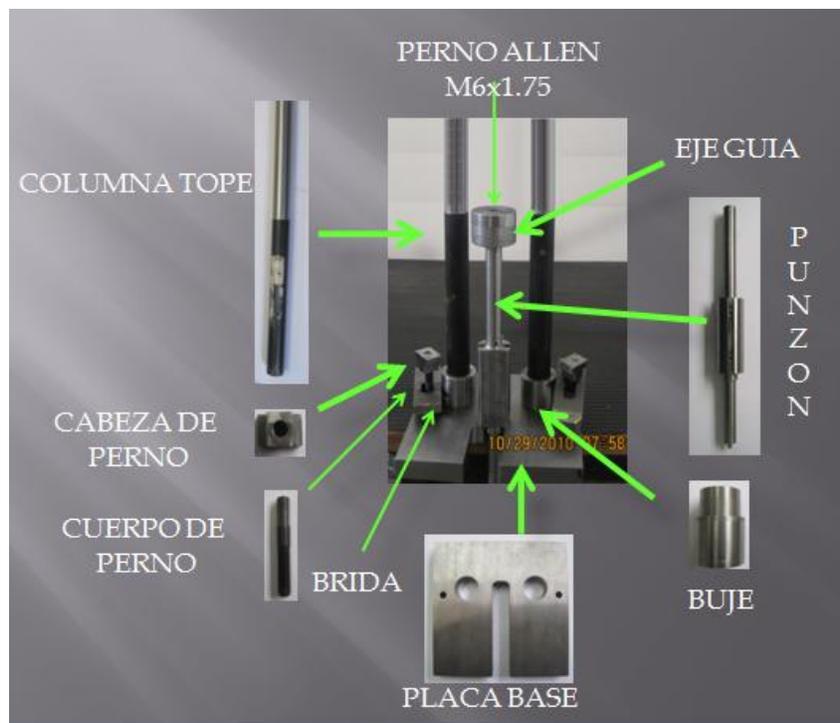


Figura 4.13 Mandril Para Alinear Tubo Guía



**Figura 4.14 Matriz Para Expulsión
De La Caja De Mecanismos – Tubo Cañón**

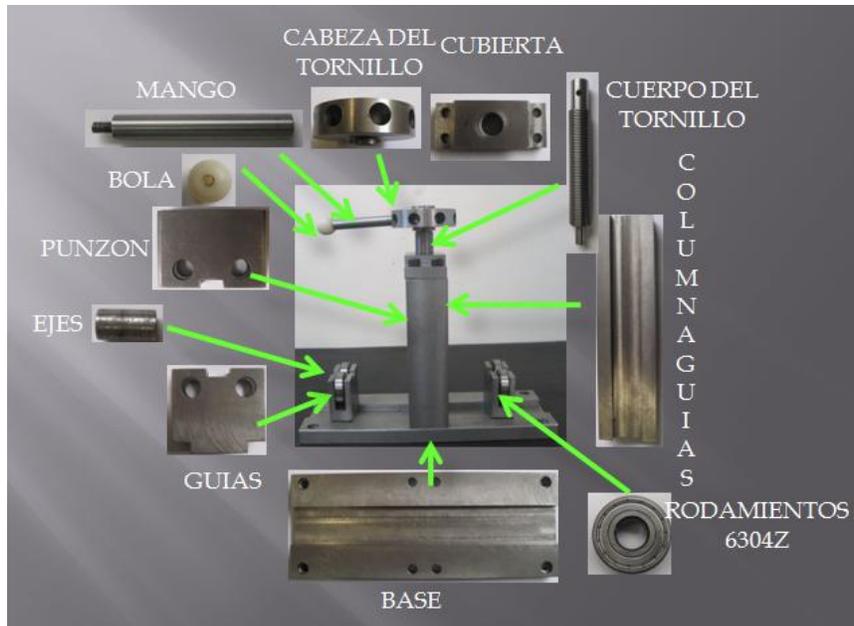


Figura 4.15 Rectificadora De Cañones Deformados



Figura 4.16 Matriz Para El Ensamble De La Caja De Mecanismos – Tubo Cañón

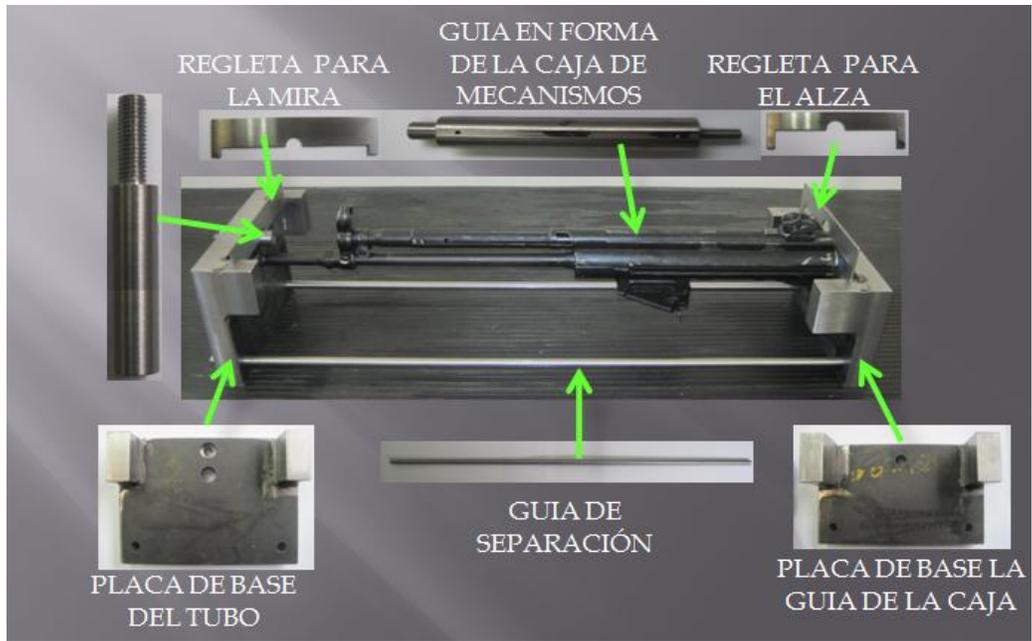


Figura 4.17 Mecanismos De Alineación De Los Elementos De Puntería

CAPITULO 5

MANUALES DE UTILIZACIÓN

5.1 INTRODUCCIÓN

En este manual se encuentran documentados varios instructivos de operación sobre los calibres, herramientas y utillajes del fusil HK 33E ubicados en el Centro Armas y Municiones de la F.M.S.B. así como las precauciones en su utilización, evitando de esta manera que una posible ausencia del instructivo de operación afecte adversamente a la calidad de los servicios que presta el mismo.

Muchos de los instructivos han sido elaborados en base a la experiencia en la utilización de cada uno de los calibres, herramientas y utillajes, además de eso en base al manual existente para el mantenimiento preventivo que se realiza en el fusil, para que de esta manera se logre conseguir documentos confiables, seguros y didácticos, de modo que se adapten sin problema alguno al trabajo que se realiza en la F.M.S.B.

Es importante señalar que se trata de información sujeta a revisión y cambios, pues así lo requiere la empresa, y finalmente debe estar visible junto al operario en su puesto de trabajo, para un mejor desempeño en su trabajo.

5.1.1 MANUALES

Las instrucciones de los manuales contienen información detallada sobre cuidado y mantenimiento militar de las armas.

Los manuales de la utilización de los calibres, herramientas y utillajes, que el Centro de Armas y Municiones de la F.M.S.B. requiere para realizar el mantenimiento de los Fusiles HK se encuentra en el presente documento, detallado por una tabla de contenidos, donde se indica en nombre del manual y su ubicación en este texto.

	TABLA DE CONTENIDO		Página 166
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: TC01-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

CALIBRES			
Código	Manual	Nivel De Revisión	Pág.
CAL-01MO	Calibre "no pasa" para cañones 5.56mm	1	171
CAL-02MO	Calibre para medir resalte de extractor	1	175
CAL-03MO	Calibre "pasa" y de simetría	1	178

 <p>SANTA BARBARA S.A.</p>	TABLA DE CONTENIDO		Página 167
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: TC01-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

HERRAMIENTAS			
Código	Manual	Nivel De Revisión	Pág.
HER-01MO	Equipo para Limpiar cañones	1	183
HER-02MO	Utilización de botadores	1	186
HER-03MO	Llave de la Culata	1	189
HER-04MO	Llave Universal	1	191
HER-05MO	Mandril para Alinear la caja de mecanismos	1	195
HER-06MO	Mandril para Alinear el tubo guía	1	198

	TABLA DE CONTENIDO		Página 168
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: TC01-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

UTILLAJES			
Código	Manual	Nivel De Revisión	Pág.
UTI-01MO	Utilización de la matriz de expulsión de la caja de mecanismos-tubo cañón	1	203
UTI-02MO	Utilización de la rectificadora de cañones deformados	1	207
UTI-03MO	Utilización de la matriz de ensamble de la caja de mecanismos-tubo cañón	1	210
UTI-04MO	Utilización del mecanismo de alineación de los elementos de puntería	1	214

**5.2 MANUALES
DE
CALIBRES DE CONTROL**

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 171
	Operación del calibre para cañones ∅ 5.56 mm		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: CAL01-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

1. **NOMBRE DEL INSTRUMENTO:** Calibre para cañones ∅ 5.56 mm
2. **DOCUMENTOS DE REFERENCIA:** TC01-MO
3. **CODIGO DEL INSTRUMENTO:** CAL01-MO
4. **FUNCION DEL INSTRUMENTO:**

Este calibre se encuentra dividido entre el calibre 5,56 mm que verifica la geometría del tubo cañón y la baqueta diseñada especialmente para el calibre 5,56 mm ya que posee ranuras que ayudan a identificar cualquier problema al paso del calibre por el interior del tubo cañón.

5. IMAGEN DEL INSTRUMENTO:

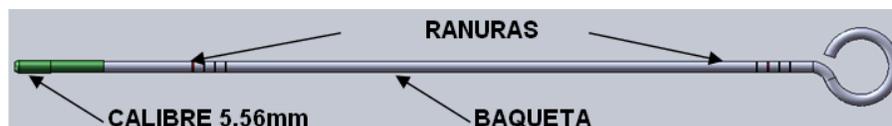


Figura 5.1 Calibre para cañones

6. **OPERACIÓN DEL INSTRUMENTO:**
 - a. Leer este instructivo previo a la utilización del instrumento
 - b. Ubicar el instrumento según su código en el programa de mantenimiento
 - c. Verificar que el programa de mantenimiento se encuentre actualizado.
 - d. De no cumplir c, no proseguir con el desarrollo de este instructivo.

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 172
	Operación del calibre para cañones ∅ 5.56 mm		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: CAL01-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

- e. Comprobar que los cilindros de medición estén operables y sean almacenados de manera correcta para la confiabilidad de su utilización
- f. Controlar el interior del cañón con la lupa acerca de residuos de pólvora, corrosiones y otros daños (apagallamas desmontado).
- g. Verificar con los cilindros de medición el calibre del cañón, como se muestra en la figura 5.2 y 5.3.



Figura 5.2 Manera de comprobar el cilindro interno del tubo cañón parte delantera.

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 173
	Operación del calibre para cañones ∅ 5.56 mm		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: CAL01-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1



Figura 5.3 Manera de comprobar el cilindro interno del tubo cañón parte trasera.

- h. El cañón ya no sirve cuando el calibre “no pasa” entra sin restricción por la parte delantera del tubo cañón.
- i. El cañón ya no sirve cuando el calibre “no pasa” entra de tal manera que la marca en la baqueta ya no sea visible (esta medición se hace desde atrás).
- j. Al terminar la verificación almacenar los cilindros de medición en estuche apropiado y en un lugar adecuado para su siguiente utilización

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 174
	Operación del calibre para cañones ø 5.56 mm		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: CAL01-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

7. PRECAUCIONES

- a. Verificar acerca de residuos el interior del cañón.
- b. Chequear la medida de los calibres a utilizar.

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 175
	Operación del calibre para medir el resalte del extractor		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: CAL02-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

1. **NOMBRE DEL INSTRUMENTO:** Calibre para medir el resalte del extractor
2. **DOCUMENTOS DE REFERENCIA:** TC01-MO
3. **CODIGO DEL INSTRUMENTO:** CAL02-MO
4. **FUNCION DEL INSTRUMENTO:**

Verifica la cabeza del cierre, girando el lado 'pasa' del calibre debajo de la garra del extractor, este lado pasa del calibre está diseñado para ser recambiable, y chequea el resalte del extractor mediante la medida entre la cabeza del cierre y la uña extractora.

5. **IMAGEN DEL INSTRUMENTO:**

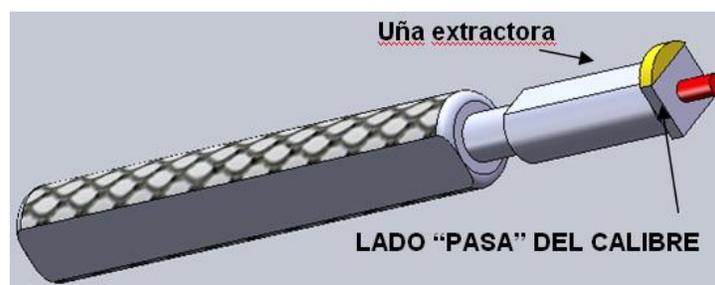


Figura 5.4 Calibre para medir el resalte del extractor

 <p>SANTA BARBARA S.A.</p>	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 176
	Operación del calibre para medir el resalte del extractor		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: CAL02-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

6. OPERACIÓN DEL INSTRUMENTO:

- a. Leer este instructivo previo a la utilización del instrumento
- b. Ubicar el instrumento según su código en el programa de mantenimiento
- c. Verificar que el programa de mantenimiento se encuentre actualizado.
- d. De no cumplir c, no proseguir con el desarrollo de este instructivo.
- e. Introducir el respectivo calibre en la cabeza del cierre, debajo de la garra del extractor, según como se muestra en la figura 5.5.
- f. El resalte del extractor es correcto, si se puede girar el lado 'pasa' del calibre fácilmente debajo de la garra del extractor.
- g. El resalte del extractor es correcto si la medida entre la cabeza del cierre y la uña extractora es de 1.12 mm + 0.24 mm.

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 177
	Operación del calibre para medir el resalte del extractor		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: CAL02-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1



Figura 5.5 Manera de ingresar el lado “pasa” del calibre

7. PRECAUCIONES

- a. Verificar que el percutor este introducido totalmente en el porta percutor para poder medir el resalte.
- b. Verificar que no existan ninguna clase de impureza dentro de la cavidad de medición del calibre límite para medir el resalte del percutor.
- c. Verificar que no existan ninguna clase de impureza dentro de la cavidad de medición del calibre límite para medir la forma del percutor.

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 178
	Operación del calibre 'pasa' y de simetría		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: CAL03-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

1. NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Calibre 'pasa' y de simetría

DOCUMENTOS DE REFERENCIA: TC01-MO

2. CODIGO DEL INSTRUMENTO: CAL03-MO

3. FUNCION DEL INSTRUMENTO:

Controla la guía dentro del cajón de mecanismos en cuanto al movimiento correcto del cierre.

4. IMAGEN DEL INSTRUMENTO:

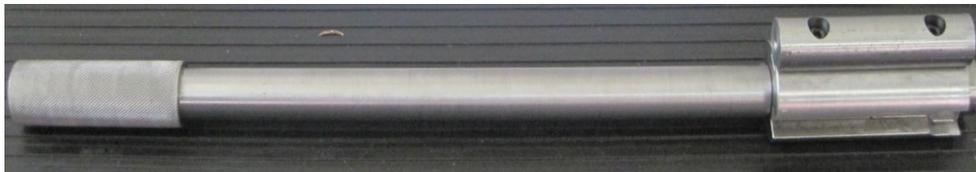


Figura 5.6 Calibre pasa y de simetría

5. OPERACIÓN DEL INSTRUMENTO:

- a. Leer este instructivo previo a la utilización del instrumento
- b. Ubicar el instrumento según su código en el programa de mantenimiento
- c. Verificar que el programa de mantenimiento se encuentre actualizado.
- d. De no cumplir c, no proseguir con el desarrollo de este instructivo.
- e. Ensamblar el calibre 'pasa' y de simetría con el mango de alargamiento si estos no se encuentran ya ensamblados

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 179
	Operación del calibre 'pasa' y de simetría		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: CAL03-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

- f. Introducir el calibre 'pasa' y de simetría en la caja de mecanismos y comprobar que no existen abolladuras en la caja y el tubo guía.



Figura 5.7 Manera de introducir el calibre 'pasa' y de simetría en la caja de mecanismos y el tubo guía

- g. De existir abolladuras rectificarlas con el mandril para alinear caja de mecanismos o tubo guía.
- h. Recubrir de lubricante al calibre 'pasa' y de simetría para evitar corrosión y almacenarlo en un lugar apropiado para que esté listo para su siguiente utilización.

6. PRECAUCIONES

- a. Verificar acerca de residuos el interior de la caja de mecanismos.
- b. Si existen residuos limpiar con una escobilla

 <p>SANTA BARBARA S.A.</p>	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 180
	Operación del calibre 'pasa' y de simetría		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: CAL03-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

5.3 MANUALES DE HERRAMIENTAS

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 183
	Operación del equipo para limpiar cañones		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: HER01-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

1. **NOMBRE DEL INSTRUMENTO:** Equipo para limpiar cañones

2. **DOCUMENTOS DE REFERENCIA:** TC01-MO

3. **CODIGO DEL INSTRUMENTO:** HER01-MO

4. **FUNCION DEL INSTRUMENTO:**

Este equipo consta de: baqueta de limpieza, trapos, pincel de limpieza y escobillas de limpieza. Utilizadas en conjunto para limpiar el interior del tubo cañón y la recamara del fusil.

5. **IMAGEN DEL INSTRUMENTO:**

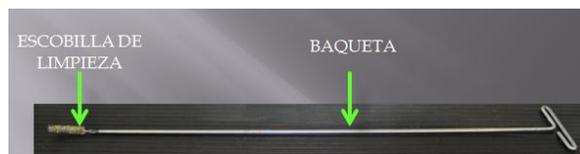


Figura 5.8 Baqueta de limpieza

6. **OPERACIÓN DEL INSTRUMENTO:**

- a. Leer este instructivo previo a la utilización del instrumento
- b. Ubicar el instrumento según su código en el programa de mantenimiento.
- c. Verificar que el programa de mantenimiento se encuentre actualizado.
- d. De no cumplir c, no proseguir con el desarrollo de este instructivo.
- e. Comprobar el equipo de limpieza sea almacenado de manera correcta para la confiabilidad de su utilización.

 <p>SANTA BARBARA S.A.</p>	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 184
	Operación del equipo para limpiar cañones		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: HER01-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

- f. Desmontar el fusil.
- g. Limpiar y secar con trapos.
- h. Eliminar suciedades y polvo de todos los rincones, ranuras y entalladuras con el pincel de limpieza.
- i. Armar correctamente la baqueta con la escobilla de limpieza, verificando el estado de las escobillas, si es necesario cambia esta.
- j. Pasar por el interior del tubo cañón todavía templado pero no caliente, la escobilla de limpieza impregnada de aceite.
- k. Dejar que el aceite haga efecto unas horas en el interior del tubo cañón.
- l. Después pasar nuevamente la escobilla aceitada varias veces por el interior del tubo cañón.
- m. A continuación, limpiar con escobillas secas hasta que el interior del tubo cañón esté bien limpio.
- n. Luego aceitar ligeramente el interior del tubo cañón así como las piezas deslizantes.
- o. Re ensamblar el fusil.
- p. Guardar el equipo de limpieza en un en estuche apropiado y mantenerlo en un lugar adecuado para su siguiente utilización

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 185
	Operación del equipo para limpiar cañones		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: HER01-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

7. PRECAUCIONES

- a. Verificar que el equipo de limpieza este en optimas condiciones al ser guardado.
- b. Chequear las escobillas de limpieza para poder reponer con anticipación.
- c. La limpieza y el engrase del cañón deben repetirse diariamente durante los 3 días siguientes al ejercicio de tiros.

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 186
	Operación del uso de botadores		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: HER02-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

1. **NOMBRE DEL INSTRUMENTO:** Botadores
2. **DOCUMENTOS DE REFERENCIA:** TC01-MO
3. **CODIGO DEL INSTRUMENTO:** HER02-MO
4. **FUNCION DEL INSTRUMENTO:**

Básicamente se utilizan para extraer pasadores que puedan existir en piezas acopladas a ejes cuando se procede a su desmontaje. Se clasifican de acuerdo a la forma de su cabeza en cilíndricos (figura 5.8) y cónicos (figura 5.9), y la variación de cada uno se da en el diámetro de la punta de la cabeza, para este proyecto se requirió de botadores cónicos de 1.5 y 4.0 mm de diámetro de la cabeza, y botadores cilíndricos de 0.8, 1.8, 2.4, 3.5, 4.0, 5.0 y 7.0 mm de diámetro de la cabeza.

5. **IMAGEN DEL INSTRUMENTO:**



Figura 5.9 Botador cilíndrico



Figura 5.10 Botador cónico

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 187
	Operación del uso de botadores		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: HER02-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

6. OPERACIÓN DEL INSTRUMENTO:

- a. Leer este instructivo previo a la utilización del instrumento
- b. Ubicar el instrumento según su código en el programa de mantenimiento.
- c. Verificar que el programa de mantenimiento se encuentre actualizado.
- d. De no cumplir c, no proseguir con el desarrollo de este instructivo.
- e. Comprobar el estado correcto de cada uno de los botadores a utilizarse.



Figura 5.11 Botadores de diversas formas

- f. Elegir el botador según el diámetro del pasador y el lugar donde se encuentra este.
- g. Colocar correctamente el botador, y golpearlo con un martillo, como se muestra en la figura 5.11.

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 188
	Operación del uso de botadores		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: HER02-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1



Figura 5.12 Manera correcta de utilización de los botadores

- h. Una vez utilizado el pasador guardarlo en un lugar adecuado para su próxima utilización.

7. PRECAUCIONES

- a. Verificar que el estado de las cabezas de los botadores.
- b. Limpiar y engrasar los botadores al término de su utilización.

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 189
	Operación de la llave de la culata		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: HER03-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

1. **NOMBRE DEL INSTRUMENTO:** Llave de la culata
2. **DOCUMENTOS DE REFERENCIA:** TC01-MO
3. **CODIGO DEL INSTRUMENTO:** HER03-MO
4. **FUNCION DEL INSTRUMENTO:**

Herramienta utilizada para aflojar la culata del fusil.

5. IMAGEN DEL INSTRUMENTO:



Figura 5.13 Llave de la culata

6. OPERACIÓN DEL INSTRUMENTO:

- a. Leer este instructivo previo a la utilización del instrumento
- b. Ubicar el instrumento según su código en el programa de mantenimiento.
- c. Verificar que el programa de mantenimiento se encuentre actualizado.
- d. De no cumplir c, no proseguir con el desarrollo de este instructivo.
- e. Comprobar el estado correcto de la herramienta.
- f. Utilizar la herramienta como se muestra en la figura 5.14.

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 190
	Operación de la llave de la culata		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: HER03-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1



Figura 5.14 Forma de empleo de la llave de la culata

- g. Colocar correctamente la llave de la culata para no dañar el eje.
- h. Una vez utilizada la llave guardarla en un lugar adecuado para su próxima utilización.

7. PRECAUCIONES

- a. Verificar que el estado de la herramienta.
- b. Limpiar y engrasar la herramienta al término de su utilización, para obtener un tiempo mayor de vida útil.

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 191
	Operación de la llave universal		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: HER04-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

1. **NOMBRE DEL INSTRUMENTO:** Llave universal
2. **DOCUMENTOS DE REFERENCIA:** TC01-MO
3. **CODIGO DEL INSTRUMENTO:** HER04-MO
4. **FUNCION DEL INSTRUMENTO:**

Sirve para aflojar el apagallama, y expulsar los elementos que forman parte del agujero de dioptra.

5. **IMAGEN DEL INSTRUMENTO:**

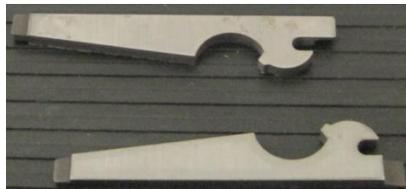


Figura 5.15 Llave universal

6. **OPERACIÓN DEL INSTRUMENTO:**

- a. Leer este instructivo previo a la utilización del instrumento
- b. Ubicar el instrumento según su código en el programa de mantenimiento.
- c. Verificar que el programa de mantenimiento se encuentre actualizado.
- d. De no cumplir c, no proseguir con el desarrollo de este instructivo.
- e. Comprobar el estado correcto de la llave universal.

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 192
	Operación de la llave universal		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: HER04-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

- f. Existen dos maneras de emplear esta herramienta para aflojar el apagallama, la figura 5.16 nos indica como aflojar el apagallama cuando está apretado, mientras que la figura 5.17 nos indica como aflojar el apagallama cuando no se requiere mayor fuerza.



Figura 5.16 Forma correcta de utilización de la herramienta cuando El apagallama se encuentra apretado

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 193
	Operación de la llave universal		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: HER04-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1



Figura 5.17 Forma correcta de utilización de la herramienta cuando el apagallama no requiere mayor fuerza

- g. Mientras que la parte de la llave que parece una uña es utilizada para expulsar los elementos que forman parte del agujero de dioptra, como se muestra en la figura 5.18.

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 194
	Operación de la llave universal		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: HER04-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1



Figura 5.18 Forma de utilizar la uña de la llave universal

- h. Una vez utilizada la llave guardarla en un lugar adecuado para su próxima utilización.

7. PRECAUCIONES

- a. Verificar que el estado de la herramienta.
- b. Limpiar y engrasar la herramienta al término de su utilización, para un mayor tiempo de uso.

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 195
	Operación del mandril para alinear la caja de mecanismos		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: HER05-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

1. **NOMBRE DEL INSTRUMENTO:** Mandril para alinear caja de mecanismo
2. **DOCUMENTOS DE REFERENCIA:** TC01-MO
3. **CODIGO DEL INSTRUMENTO:** HER05-MO
4. **FUNCION DEL INSTRUMENTO:**

Sirve para eliminar abolladura, en la caja de mecanismos.

5. **IMAGEN DEL INSTRUMENTO:**



Figura 5.19 Mandril para alinear caja de mecanismos

6. **OPERACIÓN DEL INSTRUMENTO:**
 - a. Leer este instructivo previo a la utilización del instrumento
 - b. Ubicar el instrumento según su código en el programa de mantenimiento.
 - c. Verificar que el programa de mantenimiento se encuentre actualizado.

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 196
	Operación del mandril para alinear la caja de mecanismos		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: HER05-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

- d. De no cumplir c, no proseguir con el desarrollo de este instructivo.
- e. Comprobar que el mandril para alinear la caja de mecanismo este en estado operable sea este con el debido recubrimiento lubricante
- f. Si al ingresar el Calibre “pasa” y de simetría por la caja de mecanismos, como se muestra en la figura 5.20, se observara que este no se desliza se procederá a utilizar el mandril para alinear la caja de mecanismos.
- g. Sujetar la caja de mecanismos, a la pieza de acerrojamiento, en un tornillo de banco.
- h. Introducir el mandril para alinear la caja de mecanismos y deslizarlo hasta encontrar la abolladura.
- i. Eliminar la abolladura con el mandril, como se muestra en la figura 5.21.
- j. Recubrir de lubricante al mandril para evitar corrosión y almacenarlo en un lugar apropiado para que esté listo para su siguiente utilización.

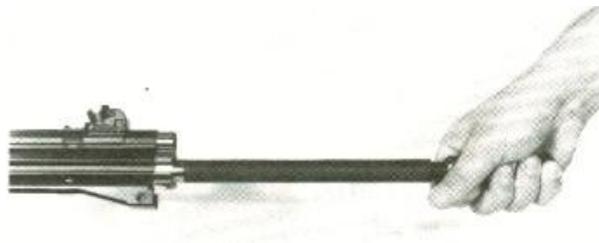


Figura 5.20 Muestra la utilización del Calibre “pasa” y de simetría

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 197
	Operación del mandril para alinear la caja de mecanismos		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: HER05-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1



Figura 5.21 Muestra cómo eliminar la abolladura con el mandril

7. PRECAUCIONES

- a. Verificar la existencia de residuos en el interior de la caja de mecanismos.
- b. Si existen residuos limpiar con una escobilla.
- c. Limpiar la herramienta, después de ser utilizada.
- d. Lubricar la herramienta cada vez que sea utilizada.

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 198
	Operación del mandril para alinear tubo guía		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: HER06-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

1. **NOMBRE DEL INSTRUMENTO:** Mandril para alinear tubo guía

2. **DOCUMENTOS DE REFERENCIA:** TC01-MO

3. **CODIGO DEL INSTRUMENTO:** HER06-MO

4. **FUNCION DEL INSTRUMENTO:**

Sirve para eliminar abolladura, en el tubo guía.

5. **IMAGEN DEL INSTRUMENTO:**



Figura 5.22 Mandril para alinear tubo guía

6. **OPERACIÓN DEL INSTRUMENTO:**

- a. Leer este instructivo previo a la utilización del instrumento
- b. Ubicar el instrumento según su código en el programa de mantenimiento.
- c. Verificar que el programa de mantenimiento se encuentre actualizado.
- d. De no cumplir c, no proseguir con el desarrollo de este instructivo.
- e. Comprobar que el mandril para alinear tubo guía este en estado operable sea este con el debido recubrimiento lubricante

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 199
	Operación del mandril para alinear tubo guía		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: HER06-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

- f. Si al ingresar el Calibre “pasa” y de simetría por el tubo guía, como se muestra en la figura 5.23, se observara que este no se desliza se procederá a utilizar el mandril para alinear tubo guía.
- g. Sujetar la caja de mecanismos, a la pieza de acerojamiento, en un tornillo de banco.
- h. Introducir el mandril para alinear el tubo guía y deslizarlo hasta encontrar la abolladura.
- i. Eliminar la abolladura con el mandril, como se muestra en la figura 5.24.
- j. Recubrir de lubricante al mandril para evitar corrosión y almacenarlo en un lugar apropiado para que esté listo para su siguiente utilización.

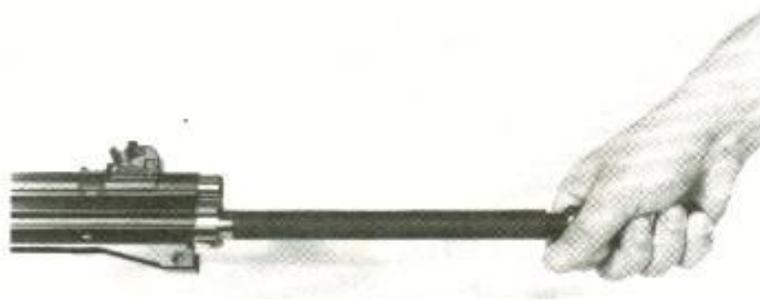


Figura 5.23 Muestra cómo utilizar el calibre “pasa” y de simetría

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 200
	Operación del mandril para alinear tubo guía		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: HER06-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

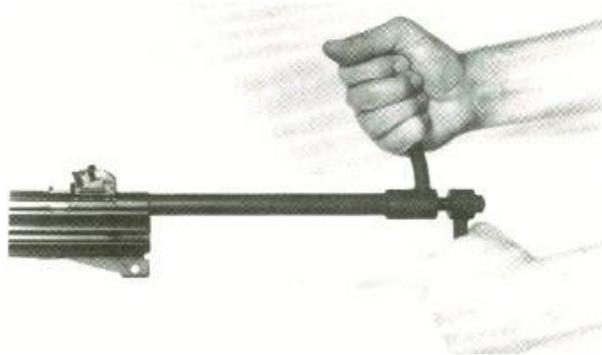


Figura 5.24 muestra cómo utilizar el mandril

7. PRECAUCIONES

- a. Verificar la existencia de residuos en el interior de la caja de mecanismos.
- b. Si existen residuos limpiar con una escobilla.
- c. Limpiar la herramienta, después de ser utilizada.
- d. Lubricar la herramienta cada vez que sea utilizada.

5.4 MANUALES DE UTILLAJES

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 203
	Utilización de la matriz de expulsión de la caja de mecanismos-tubo cañón		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: UTI01-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

1. **NOMBRE DEL INSTRUMENTO:** Matriz de expulsión de la caja de mecanismos-tubo cañón
2. **DOCUMENTOS DE REFERENCIA:** TC01-MO
3. **CODIGO DEL INSTRUMENTO:** UTI01-MO
4. **FUNCION DEL INSTRUMENTO:**

Esta matriz ayuda al desmontaje de la caja de mecanismos y el tubo cañón del fusil.

5. **IMAGEN DEL INSTRUMENTO:**



Figura 5.25 Matriz de expulsión de la caja de mecanismos-tubo cañón

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 204
	Utilización de la matriz de expulsión de la caja de mecanismos-tubo cañón		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: UTI01-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

6. OPERACIÓN DEL INSTRUMENTO:

- a. Leer este instructivo previo a la utilización del instrumento
- b. Ubicar el instrumento según su código en el programa de mantenimiento.
- c. Verificar que el programa de mantenimiento se encuentre actualizado.
- d. De no cumplir c, no proseguir con el desarrollo de este instructivo.
- e. La matriz a ser utilizada solo puede ser usada en una prensa manual.
- f. Ajustar la base la matriz a la prensa manual como se indica en la figura 5.26, verificando que la ranura que encuentre bien colocada para que ingrese el tubo cañón sin problemas.



Figura 5.26 Forma de colocar La base de la matriz

- g. Introducir el punzón en forma de la caja de mecanismos por la cavidad de la caja de mecanismos (figura 5.27).

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 205	
	Utilización de la matriz de expulsión de la caja de mecanismos-tubo cañón			
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: UTI01-MO	
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1	



Figura 5.27 Ingreso del punzón en la caja de mecanismos

- h. Colocar el fusil con el punzón de la forma en que se indica en la figura 5.28.



Figura 5.28 Forma adecuada de colocar el fusil con el tubo cañón

- i. Comprobar que la caja de mecanismos este bien asentada en el matriz base y se proceder a retirar el seguro la prensa manual

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 206
	Utilización de la matriz de expulsión de la caja de mecanismos-tubo cañón		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: UTI01-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

- j. Girar la prensa de manera lenta hasta que el tubo cañón se desprenda de la caja de mecanismos, las columnas servirán como guía para no girar mas de lo requerido.
- k. Una vez que el tubo cañón ha sido expulsado se procede a girar la prensa haciendo que esta retroceda hasta su parte superior.
- l. Una vez que la prensa se ha elevado se procede a retirar la caja de mecanismos.

7. PRECAUCIONES

- a. Verificar que la matriz este ensamblada de forma correcta como se indica en las instrucciones.
- b. Verificar que el punzón de la matriz se encuentre lubricado.
- c. Verificar la existencia de residuos en el interior de la caja de mecanismos.
- d. Si existen residuos limpiar con una escobilla.

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 207
	Utilización de la rectificadora de cañones deformados		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: UTI02-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

1. **NOMBRE DEL INSTRUMENTO:** Rectificadora de cañones deformados
2. **DOCUMENTOS DE REFERENCIA:** TC01-MO
3. **CODIGO DEL INSTRUMENTO:** UTI02-MO
4. **FUNCION DEL INSTRUMENTO:**

Este instrumento ayuda a eliminar pequeñas deformaciones en el rango de plasticidad de los tubos cañones.

5. **IMAGEN DEL INSTRUMENTO:**

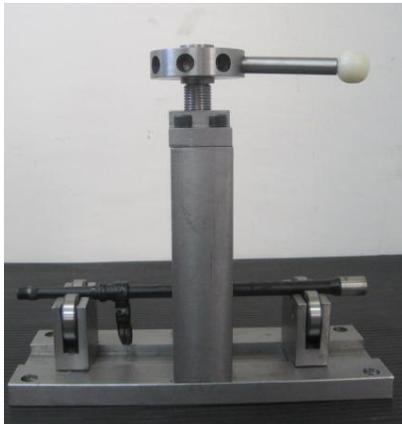


Figura 5.29 Rectificadora de cañones deformados

 <p>SANTA BARBARA S.A.</p>	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 208
	Utilización de la rectificadora de cañones deformados		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: UTI02-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

6. OPERACIÓN DEL INSTRUMENTO:

- a. Leer este instructivo previo a la utilización del instrumento
- b. Ubicar el instrumento según su código en el programa de mantenimiento.
- c. Verificar que el programa de mantenimiento se encuentre actualizado.
- d. De no cumplir c, no proseguir con el desarrollo de este instructivo.
- e. Chequear la funcionabilidad de cada una de las piezas de la rectificadora.
- f. Lubricar la rectificadora, en su totalidad.
- g. Una vez chequeado el tubo cañón con el calibre de cañones, y al determinar que requiere utilizarse la rectificadora, limpiar y secar con trapos, el tubo cañón, para colocarlo en la rectificadora.
- h. Girar el tornillo despacio, hasta que se encuentre bien ubicado el punzón sobre el tubo cañón (figura 5.29).
- i. Seguir girando el tornillo, mientras se va verificando la rectitud del tubo cañón, con el calibre de rectitud.
- j. Una vez terminado el procedimiento de rectificación del tubo cañón, elevar el tornillo para poder retirar el tubo cañón sin ningún problema.
- k. A continuación chequear la rectificadora y colocarla en un lugar seguro.

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 209
	Utilización de la rectificadora de cañones deformados		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: UTI02-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

7. PRECAUCIONES

- a. Verificar que la rectificadora este ensamblada de forma correcta como se indica en la figura 5.29.
- b. Verificar que las guías de la matriz se encuentren lubricadas.
- c. Verificar que el lugar donde se coloca la matriz se encuentre limpio.

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 210
	Utilización de la matriz de ensamble de la caja de mecanismos-tubo cañón		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: UTI03-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

1. **NOMBRE DEL INSTRUMENTO:** Matriz de ensamble de la caja de mecanismos-tubo cañón
2. **DOCUMENTOS DE REFERENCIA:** TC01-MO
3. **CODIGO DEL INSTRUMENTO:** UTI03-MO
4. **FUNCION DEL INSTRUMENTO:**

Esta matriz ayuda a ensamblar de una manera adecuada el tubo cañón a la caja de mecanismos.

5. **IMAGEN DEL INSTRUMENTO:**



Figura 5.30 Matriz de ensamble de la caja de mecanismos-tubo cañón

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 211
	Utilización de la matriz de ensamble de la caja de mecanismos-tubo cañón		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: UTI03-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

6. OPERACIÓN DEL INSTRUMENTO:

- a. Leer este instructivo previo a la utilización del instrumento
- b. Ubicar el instrumento según su código en el programa de mantenimiento.
- c. Verificar que el programa de mantenimiento se encuentre actualizado.
- d. De no cumplir c, no proseguir con el desarrollo de este instructivo.
- e. Colocar la guía del tubo cañón con la mira de forma adecuada y colocar el seguro como se muestra en la figura 5.31.



Figura 5.31 Colocación de la guía del tubo cañón con la mira

- f. Colocar la guía del tubo cañón con la caja de mecanismos de forma adecuada y ajustar los pernos
- g. Introducir el fusil a través de la caja de mecanismos en el mandril de fijación hasta la base del mandril.

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 212
	Utilización de la matriz de ensamble de la caja de mecanismos-tubo cañón		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: UTI03-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

- h. Una vez que el tubo cañón este ubicado en las respectivas guías, proceder a retirar el seguro de la prensa manual para ensamblar el tubo cañón con la caja de mecanismos.
- i. La carrera que tiene que descender la prensa para poder ensamblar en tubo cañón con la caja de mecanismos es definida por el tope de la guía del tubo cañón con la caja de mecanismos.
- j. La distancia que esta va a descender la prensa va a ser hasta que el orificio de ajuste del pasador del tubo cañón coincida con el orificio de ajuste del pasador de la caja de mecanismos y estos dos orificios estén alineados para que se pueda introducir el pasador de ajuste
- k. Después de que el tubo cañón ha sido ensamblado con la caja de mecanismos se procede a levantar la prensa.
- l. Una vez ensamblado el tubo cañón con la caja de mecanismos se procede a desmontar el fusil del mandril de fijación para poder retirarlo.

7. PRECAUCIONES

- a. Verificar que la matriz este ensamblada de forma correcta.
- b. Verificar que las guías de la matriz se encuentren lubricadas.

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 213
	Utilización de la matriz de ensamble de la caja de mecanismos-tubo cañón		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: UTI03-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

- c. Verificar que el piso donde se coloca el pedestal de la matriz se encuentre limpio.

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 214
	Utilización del mecanismo de alineación de los elementos de puntería		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: UTI04-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

8. NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Mecanismo de alineación de los elementos de puntería

9. DOCUMENTOS DE REFERENCIA: TC01-MO

10. CODIGO DEL INSTRUMENTO: UTI04-MO

11. FUNCION DEL INSTRUMENTO:

Esta matriz permite el alineamiento de los elementos de puntería.

12. IMAGEN DEL INSTRUMENTO:



Figura 5.32 Mecanismo de alineación de los elementos de puntería

13. OPERACIÓN DEL INSTRUMENTO:

- a. Leer este instructivo previo a la utilización del instrumento
- b. Ubicar el instrumento según su código en el programa de mantenimiento.
- c. Verificar que el programa de mantenimiento se encuentre actualizado.
- d. De no cumplir c, no proseguir con el desarrollo de este instructivo.

	MANUAL DE OPERACIÓN		Página 215
	Utilización del mecanismo de alineación de los elementos de puntería		
	Elaborado por: Calvache & Guachamín		Código: UTI04-MO
	Aprobado por : Ing. Figueroa	Fecha: 2010/05/25	Revisión No: 1

- e. Comprobar que el equipo este ensamblado de forma correcta
- f. Verificar la rectitud de las regletas.
- g. Colocar la caja de mecanismos ensamblada con el tubo guía, y comprobar la rectitud de las regletas con los elementos de puntería.
- h. Una vez comprobado retirar la caja de mecanismos.

14.PRECAUCIONES

- a. Verificar que la matriz este ensamblada de forma correcta.
- b. Verificar que las guías y los elementos de contacto se encuentren lubricados.
- c. Verificar que el lugar donde se coloca la prensa se encuentre limpio.

CAPITULO 6

ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1 PRUEBAS

Al finalizar el proceso de construcción se procedió a verificar las medidas de cada uno de los elementos fabricados, utilizando el pie de rey digital ,para todos los elementos como por ejemplo el calibre para cañones, los mandriles, los botadores, todos los elementos en general.



Figura 6.1 Elementos en los que se comprobó las medidas

Además se requirió del fusil HK, para así utilizar todas las herramientas, calibres y matrices en él, con la finalidad de comprobar su fiabilidad y el tiempo promedio de vida útil total de las herramientas.

6.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Después de la realización de las pruebas se definió que las herramientas y calibres son confiables y aptos para la utilización en el mantenimiento del fusil HK.

Una vez concluida la construcción de los utillajes y realizado el control dimensional de estos, se procedió a las pruebas de funcionamiento en la prensa hidráulica, para la cual fueron diseñados. En las pruebas de funcionamiento de la matriz de expulsión, en la prensa hidráulica, se pudo comprobar que la carrera de la prensa hidráulica no se la puede limitar de una manera precisa para las funciones que se requiere al desmontar el tubo-cañón de la caja de mecanismos, ya que la prensa realiza una sola carrera de inicio a fin con una presión de 40 Toneladas y su avance es muy complicado limitar ya que cuenta como sensores de inicio y fin de carrera actuadores de rodillos que son imprecisos al momento de emitir la señal , un avance mayor al requerido pone en riesgo al fusil HK provocando una deformación irreparable de este.

En el proceso de mantenimiento de los fusiles HK, se va a emplear personas de bajo conocimiento técnico, por lo que mantener el mecanismo de montaje y desmontaje del fusil HK en una prensa hidráulica con las características antes mencionadas, genera un riesgo inminente en el armamento al que se va a realizar el mantenimiento y en los operarios que estén a cargo.

Una vez analizadas todas estas consideraciones y tras un estudio realizado con personas que cuentan con gran experiencia es este tipo de procedimientos se tomó la decisión de utilizar una prensa manual, ya que esta posee un control mucho mayor por parte del operario evitando de esta manera un daño en el fusil HK por motivos de deformaciones, y eliminando un potencial riesgo para el trabajador.

Los utillajes involucrados con el uso de la prensa hidráulica fueron rediseñados para que se adapten a la prensa manual, mejorando de esta manera sus características de funcionamiento, satisfaciendo las necesidades para las que fueron diseñadas y avaladas por la F.M.S.B. entregando una carta de conformidad (anexo 4).

Debido a que para determinar el promedio de vida útil de las piezas fabricadas se requeriría desgastarlas totalmente lo cual no es permitido por la empresa, se procedió a realizar un revisión previa de otras herramientas fabricadas para el mantenimiento de diferentes fusiles como el caso del fusil FALK, además de analizar el tiempo de vida útil que tuvieron las herramientas del fusil HK localizadas en el CEMAG, se tiene previsto se debe realizar anualmente el mantenimiento de 8800 fusiles y que de ellos el 100% utilizaran los calibres, estos serán remplazados anualmente, mientras que las herramientas como la baqueta de limpieza, los botadores, la llave de la culata y la llave universal serán remplazadas cada vez que sean fracturadas, el remplazo de los mandriles se lo hará cuando estos pierdan la propiedad de elasticidad que tienen, analizando que serán utilizados en un 75% en el mantenimiento de los fusiles anualmente se definió un tiempo de vida útil es de dos años.

La matriz de expulsión será utilizada en un 100% por lo cual se analizo que el elemento crítico que es el mandril debe ser remplazado anualmente, de igual manera en la matriz de ensamble serán remplazados los elementos guías y el mandril ya que esta también será utilizada al 100%, y por último en el mecanismo de alineación serán verificadas anualmente las regletas para determinar su rectitud y si es necesario cambiarlas y el mandril será cambiado anualmente.

La rectificadora de cañones servirá para los cinco años, ya que el porcentaje de cañones deformados es mínimo, analizando solo la vida útil de los rodamientos los cuales tendrían que ser cambiados según el desgaste de estos.

CAPITULO 7

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO

7.1 ANÁLISIS ECONÓMICO

La elaboración de un análisis económico nos permite establecer la factibilidad y rentabilidad del proyecto realizado, para la FMSB S.A, ya que en este se detalla los costos totales del proyecto, desglosados en directos e indirectos, y con un porcentaje por imprevistos.

7.1.1 COSTOS INDIRECTOS

Los costos indirectos comprenden los gastos que fueron necesarios para la realización de este proyecto pero que no influyen directamente en el costo del bien, y se detallan a continuación.

7.1.1.1 Misceláneos

Tabla 7.1 Misceláneos

MISCELANEOS	
Descripción	Valor Total [USD]
Materiales de oficina	120
Servicios Básicos	250
Transporte	400
Internet	100
Impresiones	150
Copias	75
Suministros	50
TOTAL	1145

Elaboración: Ma. Belén Guachamín, Oscar Calvache

7.1.2 COSTOS DIRECTOS

Los costos directos o de contribución son aquellos efectuados durante la ejecución del proyecto, y por tanto forman parte integral del mismo.

7.1.2.1 Asesoramiento Profesional

Tabla 7.2 Asesoramiento Profesional

Nombre	Cargo	Horas	Valor Total [USD]
Ing. Francisco Terneus	Director	40	350
Ing. Melton Tapia	Codirector	40	250
Ing. Pablo Figueroa	Responsable de Producción de la División de Municiones y Armas de la FMSB S.A.	40	350
TOTAL			950

Elaboración: Ma. Belén Guachamín, Oscar Calvache

7.1.2.2 Diseño e Ingeniería

Tabla 7.3 Mano de Obra Directa

Nombre	Horas	Valor Unitario [USD]	Valor Total [USD]
Ma. Belén Guachamín	250	2	500
Oscar Calvache Reyes	250	2	500
TOTAL			1000

Elaboración: Ma. Belén Guachamín, Oscar Calvache

7.1.2.3 Presupuesto total

En este apartado se determina el precio real de la realización de cada uno de los calibres, herramientas y utillajes necesarios para el mantenimiento del fusil, analizando el material, la cantidad de materia prima, el tiempo de construcción, la mano de obra, los gastos de fabricación, los costos de producción, los gastos administrativos y los costos de producción.

Tabla 7.4 Presupuestos de Calibres, Herramientas y Utillajes para el Fusil HK 33E

Articulo	Requerimiento De Materia Prima		Tiempo	Costo MOD	Costo Materia Prima	Gastos De Fabricación	Costo De Producción	Gastos Adm. (33%)	Costo De Operación	Costo Total
	DESCRIPCIÓN (mm)	CANTIDAD (Kg)	Horas							
CALIBRE PARA CANONES										30,17
BAQUETA	ACERO PLATA (Φ6.35 x 350)	0,09	1,5	6	1,0	9,0	16,0	1,6	17,6	17,65
CALIBRE 5,56 mm	ACERO PLATA (Φ6.35 x 45)	0,01	1,1	4,5	0,1	6,8	11,4	1,1	12,5	12,52
CALIBRE PARA MEDIR EL RESALTE DEL EXTRACTOR										37,52
CUERPO	ACERO DF-2 (Φ7.93 x 75)	0,03	3,0	12	0,3	18,0	30,3	3,0	33,4	33,38
EJE	ACERO DF-2 (Φ3.17 x 15)	0,0009	0,4	1,5	0,0	2,3	3,8	0,4	4,1	4,14
CALIBRE PASA Y DE SIIMETRIA										168,39
MANDRIL 2	ACERO DF-2 (Φ22.22 x 110)	0,33	8,0	32	4,0	48,0	84,0	8,4	92,4	92,42
MANGO	ACERO DF-2 (Φ25.4 x 420)	1,67	1,5	6	20,0	9,0	35,0	3,5	38,6	38,55

Elaboración: Ma. Belén Guachamín, Oscar Calvache

Tabla 7.5 Presupuestos de Calibres, Herramientas y Utillajes para el Fusil HK 33E (continuación)

Articulo	Requerimiento De Materia Prima		Tiempo	Costo MOD	Costo Materia Prima	Gastos De Fabricación	Costo De Producción	Gastos Adm. (33%)	Costo De Operación	Costo Total
	DESCRIPCIÓN (mm)	CANTIDAD (Kg)	Horas							
BAQUETA	ACERO PLATA (Φ6.35 x 45)	0,18	1,1	4,5	2,1	6,8	13,4	1,3	14,7	14,74
BOTADORES CONICOS										22,98
d = 2.0 mm	ACERO DF-2 (Φ10 x 60)	0,04	1,0	4	0,4	6,0	10,4	1,0	11,5	11,49
d = 4 mm	ACERO DF-2 (Φ10 x 60)	0,04	1,0	4	0,4	6,0	10,4	1,0	11,5	11,49
BOTADORES CILINDRICOS										80,42
d = 0.8 mm	ACERO DF-2 (Φ10 x 60)	0,04	1,0	4	0,4	6,0	10,4	1,0	11,5	11,49
d = 1.8 mm	ACERO DF-2 (Φ10 x 60)	0,04	1,0	4	0,4	6,0	10,4	1,0	11,5	11,49
d = 2.4 mm	ACERO DF-2 (Φ10 x 60)	0,04	1,0	4	0,4	6,0	10,4	1,0	11,5	11,49
d = 3.5 mm	ACERO DF-2 (Φ10 x 60)	0,04	1,0	4	0,4	6,0	10,4	1,0	11,5	11,49
d = 4 mm	ACERO DF-2 (Φ10 x 60)	0,04	1,0	4	0,4	6,0	10,4	1,0	11,5	11,49
d = 5 mm	ACERO DF-2 (Φ10 x 60)	0,04	1,0	4	0,4	6,0	10,4	1,0	11,5	11,49
d = 7 mm	ACERO DF-2 (Φ10 x 60)	0,04	1,0	4	0,4	6,0	10,4	1,0	11,5	11,49

Elaboración: Ma. Belén Guachamín, Oscar Calvache

Tabla 7.6 Presupuestos de Calibres, Herramientas y Utilajes para el Fusil HK 33E (continuación)

Articulo	Requerimiento De Material		Tiempo	Costo Mod	Costo Materia Prima	Gastos De Fabricación	Costo De Producción	Gastos Adm. (33%)	Costo De Operación	Costo Total
	DESCRIPCIÓN (mm)	CANTIDAD (Kg)	Horas							
LLAVE DE LA CULATA										135,55
CUERPO	ACERO DF-2 (Φ25.4 x 40)	0,16	3,0	12	1,9	18,0	31,9	3,2	35,1	35,10
PASADOR	ACERO DF-2 (Φ6.35 x 165)	0,04	0,5	2	0,5	3,0	5,5	0,5	6,0	6,04
EJE	ACERO DF-2 (Φ 7.93 x 15)	0,006	0,5	2	0,1	3,0	5,1	0,5	5,6	5,58
LLAVE UNIVERSAL	ACERO DF-2 (20x100x4)	0,063	8,0	32	0,8	48,0	80,8	8,1	88,8	88,83
MANDRIL PARA ALINEAR LA CAJA DE MECANISMOS										538,15
BOLA(2)	DURALON Φ 38	0,07	3,0	12	0,3	18,0	30,3	3,0	33,4	33,36
BRAZO DE MANGO(2)	ACERO DF-2 (Φ 12,69 x 150)	0,3	2,0	8	3,6	12,0	23,6	2,4	25,9	25,93
CABEZA DE MANGO	ACERO DF-2 (Φ 30 x 20)	0,11	2,5	10	1,3	15,0	26,3	2,6	29,0	28,96
EJE	ACERO DF-2 (Φ 15.87 x 310)	0,48	4,0	16	5,8	24,0	45,8	4,6	50,4	50,35
CHAVETA	ACERO DF-2 (5x15x5)	0,003	0,8	3	0,0	4,5	7,5	0,8	8,3	8,29
TORNILLO DE AJUSTE	ACERO DF-2 (Φ 20 x 50)	0,12	1,5	6	1,5	9,0	16,5	1,6	18,1	18,13
PASADOR	ACERO DF-2 (Φ 6.35 x 15)	0,004	0,4	1,5	0,0	2,3	3,8	0,4	4,2	4,17
MANDRIL	AISI 4340 (Φ 38.09 x 305)	1,9	32,0	128	15,4	192,0	335,4	33,5	368,9	368,95

Elaboración: Ma. Belén Guachamín, Oscar Calvache

Tabla 7.7 Presupuestos de Calibres, Herramientas y Utillajes para el Fusil HK 33E (continuación)

Articulo	Requerimiento De Materia Prima		Tiempo	Costo MOD	Costo Materia Prima	Gastos De Fabricación	Costo De Producción	Gastos Adm. (33%)	Costo De Operación	Costo Total
	DESCRIPCIÓN (mm)	CANTIDAD (Kg)	Horas							
MANDRIL PARA ALINEAR EL TUBO GUIA										539,39
BOLA(2)	DURALON (Φ 38)	0,07	3,0	12	0,3	18,0	30,3	3,0	33,4	33,36
BRAZO DE MANGO(2)	ACERO DF-2 (Φ 12.69 x 150)	0,3	2,0	8	3,6	12,0	23,6	2,4	25,9	25,93
CABEZA DE MANGO	ACERO DF-2 (Φ 30 x 20)	0,11	2,5	10	1,3	15,0	26,3	2,6	29,0	28,96
EJE	ACERO DF-2 (Φ 10 x442)	0,27	4,0	16	3,3	24,0	43,3	4,3	47,6	47,60
CHAVETA	ACERO DF-2 (5x15x5)	0,003	0,8	3	0,0	4,5	7,5	0,8	8,3	8,29
TORNILLO DE AJUSTE	ACERO DF-2 (Φ 15.87 x75)	0,12	1,5	6	1,4	9,0	16,4	1,6	18,0	18,04
PASADOR	ACERO DF-2 (Φ 6.35 x15)	0,004	0,4	1,5	0,0	2,3	3,8	0,4	4,2	4,17
EJE PARA ALINEAR TUBO GUIA	ACERO AISI 4340 (Φ 28.57 x 475)	2,39	32,0	128	19,1	192,0	339,1	33,9	373,0	373,04

Elaboración: Ma. Belén Guachamín, Oscar Calvache

Tabla 7.8 Presupuestos de Calibres, Herramientas y Utillajes para el Fusil HK 33E (continuación)

Artículo	Requerimiento De Materia Prima		Tiempo	Costo MOD	Costo Materia Prima	Gastos De Fabricación	Costo De Producción	Gastos Adm. (33%)	Costo De Operación	Costo Total
	DESCRIPCIÓN (mm)	CANTIDAD (Kg)	Horas							
MATRIZ DE EXPULSION										726,50
AGARRADERAS	ACERO DF-2 (45x45x15) (Ø 12.69 x 20)	0,94	8,0	32	11,3	48,0	91,3	9,1	100,4	100,43
BOCÍN	ACERO DF-2 (Φ 44.44 x65)	1,81	5,0	20	21,7	30,0	71,7	7,2	78,9	78,91
MANDRIL 1	ACERO DF-2 (Φ 20x100)	0,39	3,0	12	4,7	18,0	34,7	3,5	38,2	38,21
MANDRIL 2	ACERO DF-2 (Φ 38.09 x 340)	3,11	10,0	40	37,3	60,0	137,3	13,7	151,0	151,02
MORDAZA	ACERO DF-2 (23x28x20) (Ø 10x50)	0,21	6,0	24	2,5	36,0	62,5	6,2	68,7	68,72
PLACA 1	ACERO DF-2 (200x200x25.4)	8,04	3,0	12	96,5	18,0	126,5	12,6	139,1	139,11
PLACA 2	ACERO DF-2 (200x200x25.4)	8,04	4,0	16	96,5	24,0	136,5	13,6	150,1	150,11
EJE1	ACERO DF-2 (Ø 28.57 x700)	5,54	3,0	12	66,5	18,0	96,5	9,6	106,1	106,11

Elaboración: Ma. Belén Guachamín, Oscar Calvache

Tabla 7.9 Presupuestos de Calibres, Herramientas y Utillajes para el Fusil HK 33E (continuación)

Artículo	Requerimiento De Material		Tiempo	Costo Mod	Costo Materia Prima	Gastos De Fabricación	Costo De Producción	Gastos Adm. (33%)	Costo De Operación	Costo Total
	DESCRIPCIÓN (mm)	CANTIDAD (Kg)	Horas							
RECTIFICADORA DE TUBOS CANONES										1096,31
GUIAS (2)	HIERRO (240x60x30)	6,80	10,0	40	6,8	60,0	106,8	10,7	117,5	117,48
BASES (2)	HIERRO (90x90x40)	5,10	18,0	72	5,1	108,0	185,1	18,5	203,6	203,61
EJES (6)	ACERO DF-2 (Φ 20 x 40)	0,59	3,0	12	7,1	18,0	37,1	3,7	40,8	40,81
BASE PRINCIPAL	HIERRO (25x160x400)	25,20	8,0	32	25,2	48,0	105,2	10,5	115,7	115,72
BRAZO	HIERRO (Φ 20 x 250)	0,62	1,5	6	0,6	9,0	15,6	1,6	17,2	17,18
BOLA	DURALON (Φ 38)	0,03	2,0	8	0,2	12,0	20,2	2,0	22,2	22,18
CABEZA DEL TORNILLO	HIERRO (Φ 100 x 40)	2,47	12,0	48	2,5	72,0	122,5	12,2	134,7	134,72
CUERPO DEL TORNILLO	ACERO AISI 4045 (Φ 30 x 200)	1,11	10,0	40	7,8	60,0	107,8	10,8	118,5	118,55
CUBIERTA	AISI 1045 (33x152x60)	4,73	12,0	48	33,1	72,0	153,1	15,3	168,4	168,38
PASADOR	ACERO DF-2 (Φ 6.35 x15)	0,02	0,8	3	0,2	4,5	7,7	0,8	8,5	8,51
PUNZON	HIERRO (75x110x40)	5,20	12,0	48	5,2	72,0	125,2	12,5	137,7	137,72
TAPA	ACERO DF-2 (Φ 19,05 x15)	0,03	1,0	4	0,4	6,0	10,4	1,0	11,4	11,44

Elaboración: Ma. Belén Guachamín, Oscar Calvache

Tabla 7.10 Presupuestos de Calibres, Herramientas y Utillajes para el Fusil HK 33E (continuación)

Artículo	Requerimiento De Materia Prima		Tiempo	Costo MOD	Costo Materia prima	Gastos de fabricación	Costo De Producción	Gastos Adm. (33%)	Costo de operación	Costo total
	DESCRIPCIÓN (mm)	CANTIDAD (Kg)	Horas							
MATRIZ DE ENSAMBLE										1106,14
AGARRADERA	ACERO DF-2 (45x45x15) (Ø 12.69 x 20)	0,94	8,0	32	11,3	48,0	91,3	9,1	100,4	100,43
BASE-PEDESTAL	ACERO DF-2 (110x200x38.1)	8,48	6,0	24	101,7	36,0	161,7	16,2	177,9	177,91
BOCÍN	ACERO DF-2 (Ø 44.44 x65)	1,81	5,0	20	21,7	30,0	71,7	7,2	78,9	78,91
EJE1	ACERO DF-2 (Ø 28.09 x700)	5,54	1,0	4	66,5	6,0	76,5	7,6	84,1	84,11
EJE2	ACERO DF-2 (Ø 20x150)	0,59	2,0	8	7,1	12,0	27,1	2,7	29,8	29,79
EJE-PEDESTAL	ACERO DF-2 (Ø 50 x500)	6,03	4,0	16	72,3	24,0	112,3	11,2	123,6	123,58
MANDRIL 1	ACERO DF-2 (Ø 20x225)	0,88	3,0	12	10,6	18,0	40,6	4,1	44,6	44,61

Elaboración: Ma. Belén Guachamín, Oscar Calvache

Tabla 7.11 Presupuestos de Calibres, Herramientas y Utilajes para el Fusil HK 33E (continuación)

Artículo	Requerimiento De Materia Prima		Tiempo	Costo Mod	Costo Materia Prima	Gastos De Fabricación	Costo De Producción	Gastos Adm. (33%)	Costo De Operación	Costo Total
	DESCRIPCIÓN (mm)	CANTIDAD (Kg)	Horas							
MANDRIL 2	ACERO DF-2 (Ø 38.09 x295)	3,62	8,0	32	43,5	48,0	123,5	12,3	135,8	135,85
PLACA 1	ACERO DF-2 (130x110x25)	3,77	6,0	24	45,2	36,0	105,2	10,5	115,7	115,74
PLACA 2	ACERO DF-2 (200x220x30)	11,30	6,0	24	135,6	36,0	195,6	19,5648	215,2128	215,21
MATRIZ DE ALINEACION										612,88
EJE	ACERO DF-2 (Ø10x700)	1,38	2,0	8	16,6	12,0	36,6	3,7	40,2	40,24
EJE 1	ACERO DF-2 (Ø 19.05 x 65)	0,17	2,0	8	2,0	12,0	22,0	2,2	24,2	24,19
MANDRIL 1	ACERO DF-2 (Ø 20x225)	0,89	3,0	12	10,7	18,0	40,7	4,1	44,8	44,77
MANDRIL 2	ACERO DF-2 (Ø 38.09 x 295)	2,66	8,0	32	32,0	48,0	112,0	11,2	123,1	123,15
PLACA 1	ACERO DF-2 (120x200x25) (50x50x25)	6,53	6,0	24	78,4	36,0	138,4	13,8	152,2	152,21
PLACA 2	ACERO DF-2 (120x200x25) (50x50x25)	6,53	6,0	24	78,4	36,0	138,4	13,8	152,2	152,21
REGLETAS	ACERO DF-2 (39x170x2)	0,77	6,0	24	9,2	36,0	69,2	6,9	76,1	76,11

Elaboración: Ma. Belén Guachamín, Oscar Calvache

Tabla 7.12 Presupuestos de Calibres, Herramientas y Utilajes para el Fusil HK 33E (continuación)

	TIEMPO	COSTO TOTAL [USD]	5.109
	Horas		
TOTAL DE HORAS HOMBRE REQUERIDAS	353,13		
TOTAL HORAS TALLER (4 PERSONAS)	88,28		
TOTAL DÍAS	11,04		

Elaboración: Ma. Belén Guachamín, Oscar Calvache

7.1.2.4 Adquisición de Equipo de seguridad

Tabla 7.13 Costo de Equipo de seguridad

ELEMENTO	CANTIDAD	VALOR UNIT [USD]	VALOR TOTAL [USD]
Guantes de protección	3	3,20	9,60
Orejeras	3	2,50	7,50
Mandil	2	15,00	30,00
TOTAL			47,10

Elaboración: Ma. Belén Guachamín, Oscar Calvache

7.1.3 COSTOS TOTALES INVERTIDOS EN EL PROYECTO

Tabla 7.14 Costos Totales del Proyecto

1. COSTOS INDIRECTOS		1145,00
1.1 MISCELANEOS	1145,00	
2. COSTOS DIRECTOS		7758,16
2.1 REMUNERACION PROFESIONALES	1600,00	
2.2 REMUNERACIONES ESTUDIANTES	1000,00	
2.3 PRESUPUESTO DEL PROYECTO	5111,06	
2.4 EQUIPO DE SEGURIDAD	47,10	
3. IMPREVISTOS (el 10% de la suma de 1 y 2)		890,32
TOTAL GENERAL		9793,47

Elaboración: Ma. Belén Guachamín, Oscar Calvache

7.2 ANÁLISIS FINANCIERO

7.2.1 FINANCIAMIENTO

Tabla 7.15 Financiamiento

RUBROS	PRESUPUESTO	RECURSOS			FINANCIAMIENTO		
		PROPIO	ESPE	FMSB	PROPIO	ESPE	FMSB
MISCELANEO	1145,00	1145,00	0,00	0,00	1145,00	0,00	0,00
R. PROFESIONALES	1600,00	0,00	600,00	1000,00	0,00	600,00	1000,00
R. ESTUDIANTE	1000,00	1000,00	0,00	0,00	1000,00	0,00	0,00
PRESUPUESTO DEL PROYECTO	5111,06	0,00	0,00	5111,06	0,00	0,00	5111,06
EQUIPO DE SEGURIDAD	47,10	47,10	0,00	0,00	47,10	0,00	0,00
IMPREVISTOS	890,32	0,00	0,00	890,32		0,00	890,32
TOTAL	9793,47	2192,10	600,00	7001,37			

Elaboración: Ma. Belén Guachamín, Oscar Calvache

7.2.2 DEPRECIACIÓN

La depreciación es la pérdida o disminución del valor de un activo fijo debido al uso, a la acción del tiempo o a la obsolescencia. La depreciación tiene por objeto ir separando y acumulando fondos para restituir un determinado bien, que va perdiendo valor por el uso.

Debido a que las herramientas son utilizadas para generar ingresos, están sufren un desgaste normal durante su vida útil por lo cual el ingreso generado por este activo usado, se le debe incorporar al gasto, correspondiente desgaste que ese activo ha sufrido para poder generar el ingreso, puesto que como según señala un elemental principio económico, no puede haber ingreso sin haber incurrido en un gasto, y el desgaste de un activo por su uso, es uno de los gastos que al final permiten generar un determinado ingreso.

Por lo expuesto anteriormente se ha determinado un periodo de vida útil de 5 años, realizando una devaluación continua de este periodo, aplicando el método de depreciación más simple y por medio del cual no carga grandes sumas de depreciación

alta en los primeros años, así como de afianzar la empresa, llamado método de la línea recta, en el cual se toma el costo de adquisición del activo, y se le resta el valor residual, el cual se determina en el 20% del total del proyecto, para así prorratar la diferencia entre la vida útil estimada del activo en referencia.

Tabla 7.16 Cuota de Depreciación

Descripción	Valor [USD]
VALOR DE RETORNO	7001,37
COSTO AL TERMINO DEL PROYECTO	7001,37
TIEMPO DE DEPRECIACION (AÑOS)	5
VALOR RESIDUAL (20%)	1400
VALOR DEPRECIABLE	5601
CUOTA DE DEPRECIACIÓN ANUAL	1120

Elaboración: Ma. Belén Guachamín, Oscar Calvache

Tabla 7.17 Depreciación en línea recta

Años	saldo al inicio del año	Cargo anual de depreciación	Depreciación acumulada (Reserva)	Valor neto (Saldo)
0				7001,37
1	7001	1120	1120	5881
2	5881	1120	2240	4761
3	4761	1120	3361	3641
4	3641	1120	4481	2520
5	2520	1120	5601	1400

Elaboración: Ma. Belén Guachamín, Oscar Calvache

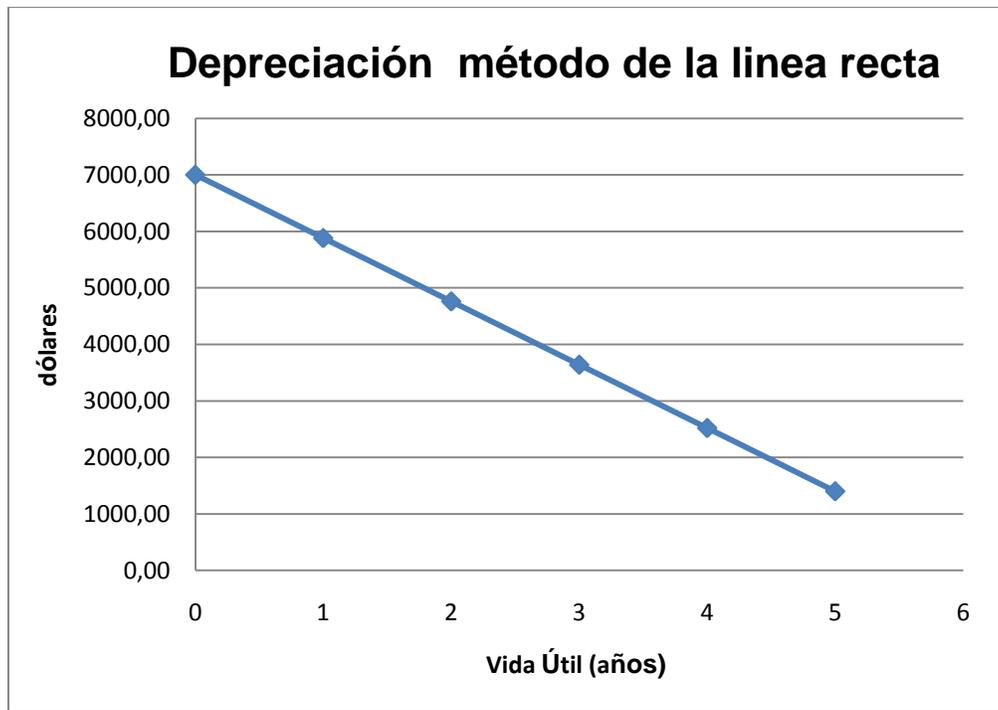


Figura 7.1 Diagrama de la depreciación del método de la línea recta donde Depreciación: CONSTANTE. Valor Neto: DECRECIENTE

CAPITULO 8

8.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.2 CONCLUSIONES

- En el presente proyecto se ha culminado con éxito el diseño y construcción de los calibres de control, determinando que los más importantes son el calibre para la recámara del tubo cañón, debido a que con este se determina el desgaste de la recámara así como su rectitud, el calibre para medir el resalte del extractor ya que este determina si se debe cambiar el cierre del fusil, y por último el calibre pasa y de simetría ya que controla la guía de la caja de mecanismos, y seleccionando como el material de construcción al acero DF-2 debido a que estos no van a estar sometidos a esfuerzos, sino al desgaste por el uso y por el tiempo, analizando del material los componentes que lo constituyen como por ejemplo la cantidad de cromo de 0.55%, ya este componente lo hace resistente al desgaste, además de realizarles el tratamiento térmico adecuado como fue el nitrurado el cual dará una mejor resistencia superficial.
- El calibre de cañones, fue una excepción en el diseño y construcción debido a que este requería de un material de mayor precisión y exactitud, como es el acero plata, además de en su fabricación requirió de una buena exactitud, por parte de los obreros de la empresa.

- En el presente proyecto se ha finalizado con satisfacción el diseño y construcción de las herramientas se requerían para el mantenimiento de los fusiles como fueron: los botadores de diversos diámetros para poder expulsar los pasadores existentes en el fusil, la baqueta de limpieza para el tubo cañón, la llave de culata que permite aflojar fácilmente la culata del fusil, la llave universal que entre algunos de sus objetivos es aflojar y ajustar el apagallama, retirar los elementos de la mira, y por último dos mandriles uno para la caja de mecanismos y otro para el tubo guía debido a que estos elementos ayudan a eliminar las abolladuras de los dos dispositivos respectivos, selección como material al acero para trabajo en frío como es el DF-2, y para los cuerpos de los mandriles contaran con un material diferente que tenga la propiedad de la elasticidad sin deformarse por lo cual se decidió utilizar el AISI 4340, y a todos los elementos se les nitruro para que tengan mayor resistencia superficial.
- Para culminar con éxito la construcción de la llave universal, debido a la geometría que presenta, se optó por construirla mediante proceso del mecanizado del electro hilo, ya que este tiene mejor exactitud para la construcción de dicha herramienta.
- Se culminó con éxito el diseño y construcción de la matriz de expulsión de la caja de mecanismos-tubo cañón, la matriz de ensamblaje de la caja de mecanismos-tubo cañón, la rectificadora de cañones deformados y el mecanismo de alineación de los elementos de puntería procediendo a verificar a cada uno de los utillajes, desarmar y ensamblar la caja de mecanismos y el tubo cañón del fusil existente en la fábrica, y llegando a la conclusión de que son óptimos para su uso en el momento en que la empresa lo requiera.
- El análisis de la cantidad de fusiles, a los que anualmente se les realizará el mantenimiento de cuarto escalón determinó que se requiere utillajes de fácil ensamblaje así como de fácil mantenimiento, ya que el tiempo unitario que se necesita para armar y desarmar cada fusil HK tiene una media de tres minutos y de acuerdo a las proyecciones establecidas para el mantenimiento de los fusiles se tiene estipulado un tiempo unitario para cada fusil HK de trece minutos por lo

que se cuenta con un 77% más de lo necesario para el proceso de armado y desarmado, además no todos los 44000 fusiles van a ser verificados en el mismo año, los elementos contruidos van a tener que ser armados y desarmados según como lleguen los fusiles para su mantenimiento.

- La importancia de la depreciación de los utillajes, calibres y herramientas, se debe a que al reconocer dentro del resultado el gasto por el uso de estos, nos permite, además mostrar una información contable y financiera objetiva y real, permitiendo también mantener la capacidad operativa del proyecto al no afectarse el capital de trabajo por distribución de utilidades indebidas.

8.3 RECOMENDACIONES

- Para el caso de nuestro proyecto se realizó un juego completo de calibres y herramientas, pero debido a que el mantenimiento se debe realizar a una cantidad considerable de fusiles se recomienda fabricar otros elementos según como se vayan desgastando los ya construidos, además de chequear el capítulo 6 de análisis de resultados, el cual indica el tiempo de vida útil de cada elemento diseñado.
- Se recomienda la entera utilización de los manuales de operación en cada uno de los procesos en los que se va a utilizar, el herramental, calibres y utillaje para un correcto funcionamiento de los mismos evitando daño de estos, del fusil y acciones peligrosas para el operario.
- Se recomienda actualizar los manuales de procedimientos de utilización de acuerdo con las experiencias captadas durante todo el proceso de mantenimiento y proceder a una revisión de los manuales de utilización para una mejora continua.

REFERENCIAS

BIBLIOGRÁFICAS

- SALUEÑA X y NAPOLES A. Tecnología Mecánica. Primera ed. España. Editions Universidad Politécnica de Catalunya, SL. 2000. pp 158-183
- FABRICA DE MUNICIONES SANTA BARBARA S.A. Manual de Fusiles HK 33 E y HK 53 cal. 5.56 mm x 45. s.f
- ACEROS BOHLER DEL ECUADOR S.A. Manual de Aceros Especiales. Ecuador. 2010. pp 12, 13, 26.
- IVAN BOHMAN C.A. Materiales de Ingeniería IBCA. Ecuador. 2010. pp 2, 10,23.
- NORTON, Robert, Diseño De Máquinas, Prentice Hall. 1ra Edición 1999. pp 72, 234, 295, 477y 479.

INTERNET

- <http://www.monografias.com/trabajos62/fusiles-automaticos/fusiles-automaticos2.shtml> Monografías, Español, 2010
- http://translate.googleusercontent.com/translate_c?hl=es&langpair=en|es&u=http://www.scribd.com/doc/28335090/HK-Automatic-Rifle-HK-33-5-56mmx45-Nato-Manual&rurl=translate.google.com.ec&usq=ALkJrhi0m7arkwRf3OT2EBQtRrkBsqjRow Manual Fusil HK, Español, 2010
- <http://www.scribd.com/doc/6097601/Nomenclatura-de-Roscas> Roscas, Español, 2010.
- http://www.inti.gov.ar/cirsoc/pdf/publicom/Comentario3ra_Parte.pdf Comentario sobre la Especificación para Acero Conformado en Frío, AISI, 1996, Español, 2010.

- <http://www.tornilleriareche.com/arandela-plana-din-125-a-producto> Arandelas, Español, 2010
- http://www.aprendizaje.com.mx/Curso/Proceso2/Temario2_I.html Procesos de Manufactura de la ingeniería industrial, Español, 2010
- <http://usuarios.multimania.es/jesusnunez/html/munifusa.htm> cartuchería para armas largas, Español, 2010
- http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&langpair=en|es&u=http://en.wikipedia.org/wiki/5.56x45mm_NATO Artículo 5.56 X 45 mm OTAN, Español, 2010
- <http://www.zonamilitar.com.ar/foros/showthread.php?p=715736> Foro de la Zona Militar, Español, 2010
- <http://www.scribd.com/doc/7669679/Metrologia-Instrumentos-de-medicion-y-calibres> Metrología, Instrumentos De Medición Y Calibración, Español, 2010
- http://books.google.com.ec/books?id=9spxsIXtICIC&pg=PA182&lpg=PA182&dq=materiales+de+los+calibres&source=bl&ots=IOc7p9qOzX&sig=193ZSmrmyCUwjcAFV4wEKum7gtM&hl=es&ei=qhDXS6DkFIHGIQel-Phq&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=3&ved=0CAwQ La construcción de Herramientas, Robert Lehnert, Español, 2010
- http://books.google.com.ec/books?id=_8vMspBD9fUC&pg=PA137&lpg=PA137&dq=calculos+de+fuerzas+en+prensas+manuales&source=bl&ots=HOITtsC0zz&sig=_0dVnGaRLQtz4VZSPnfhTT4xGZk Montaje, ajuste y verificación de elementos de maquinas, Joseph Schröck, Español, 2010
- <http://www.aprendizaje.com.mx/Curso/Proceso2/roscas.htm> Rosca y su Tallado, Español, 2010

- http://www.skf.com/portal/skf/home/products?paf_dm=shared&maincatalogue=1&newlink=first&lang=es Pagina de la SKF, Español, 2010
- http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&sl=en&tl=es&u=http://www.efunda.com/formulae/solid_mechanics/columns/calc_column_structural_steel.cfm Cálculos estructurales en columnas de acero, Español, 2010

ANEXOS

ANEXO 1

SIMULACION EN SOLIDWORKS 2009 N° 1

PASOS A SEGUIR PARA LA SIMULACION

1. Determinar cuál es el elemento crítico del conjunto a estudiar, para proceder a dibujarlo en el programa, así como determinar las cargas aplicadas y el material con el cual va a ser fabricado dicho elemento.

NOMBRE DEL UTILLAJE: MATRIZ DE EXPULSIÓN

ELEMENTO CRÍTICO: EJE DE MANDRIL

CARGA AXIAL: 2000 N

MATERIAL: AISI 01 (DF-2)

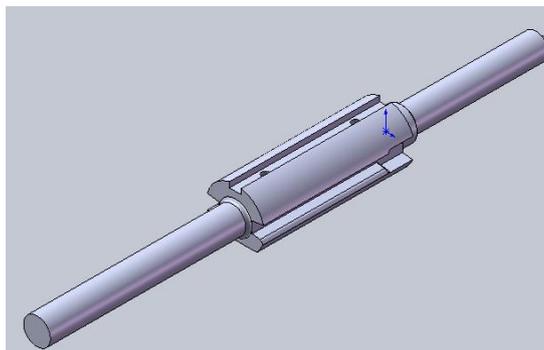


Figura 1 Dibujo en SolidWorks del Eje de Mandril

2. En la barra de menú del programa Solidworks 2009, hacer clic en herramientas, y luego en complementos (Figura 2).

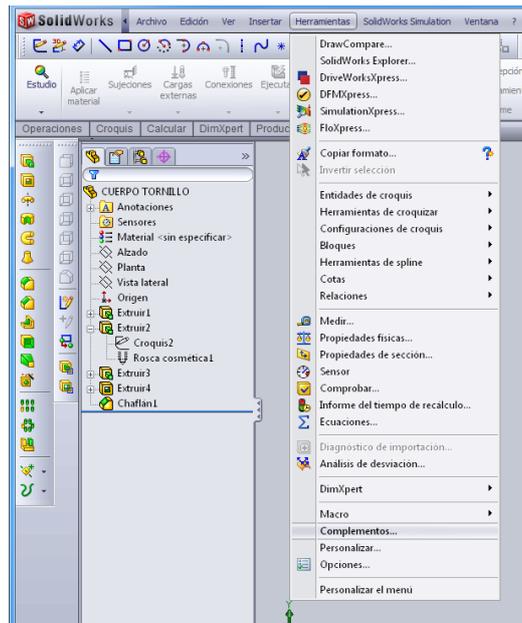


Figura 2

3. En complementos seleccionar la opción Solidworks Simulation, y clic en aceptar (Figura 3).

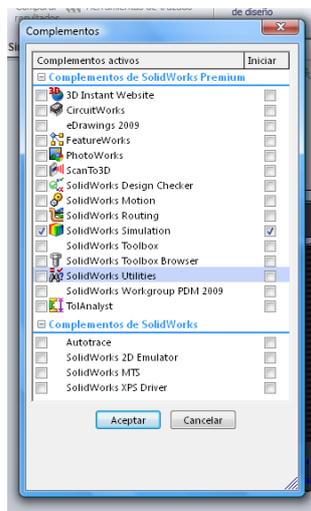


Figura 3

4. Una vez cargado dicho complemento, seleccionar el icono estudio, y hacer clic en la opción Nuevo estudio (Figura 4).

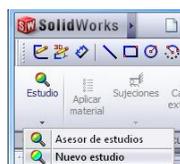


Figura 4

5. Seleccionado estudio nuevo se le desplegarán varias opciones, seleccionar la adecuada, en este caso la opción más adecuada es “ESTUDIO ESTÁTICO”, y aceptar (Figura 5).

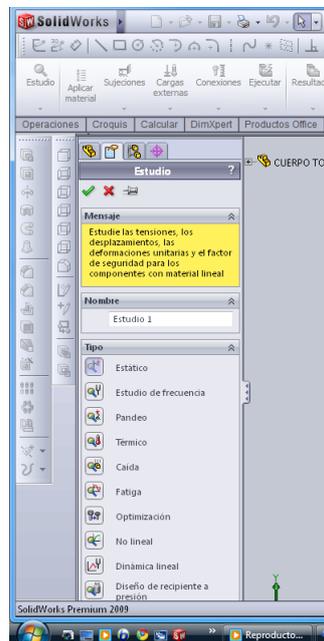


Figura 5

6. Aplicar el material, para lo cual seleccionar el icono , el cual desplegará una ventana en la que se selecciona el material de una lista existente en la biblioteca de dicho programa, en este caso se seleccionara el acero ASTM A36 como se muestra en la figura.

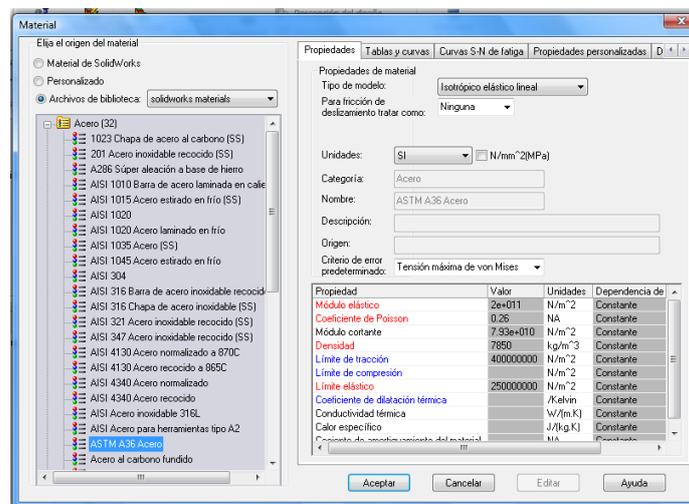


Figura 6 Ventana de Biblioteca de Materiales

7. Luego proceda a utilizar el icono del asesor de sujeción , y determinar qué tipo de sujeciones tiene el elemento, en este caso es una sujeción rodillo/Control deslizante (Figura 7), seleccionar la cara a la que se aplica y aceptar.

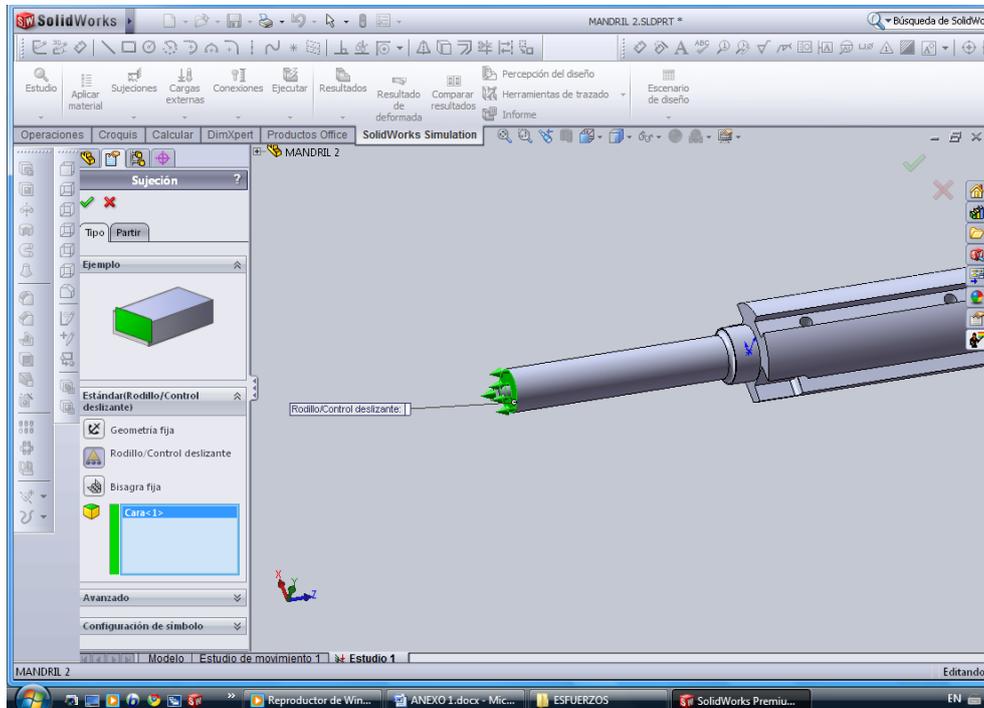


Figura 7 Forma de colocar las sujeciones en un elemento

8. Luego colocar las cargas externas por medio de dicho icono , analizando que tipo de fuerza se aplica al elemento, y en que sitio, definiendo así que existía únicamente una fuerza axial, aplicada en la parte superior de eje de mandril.

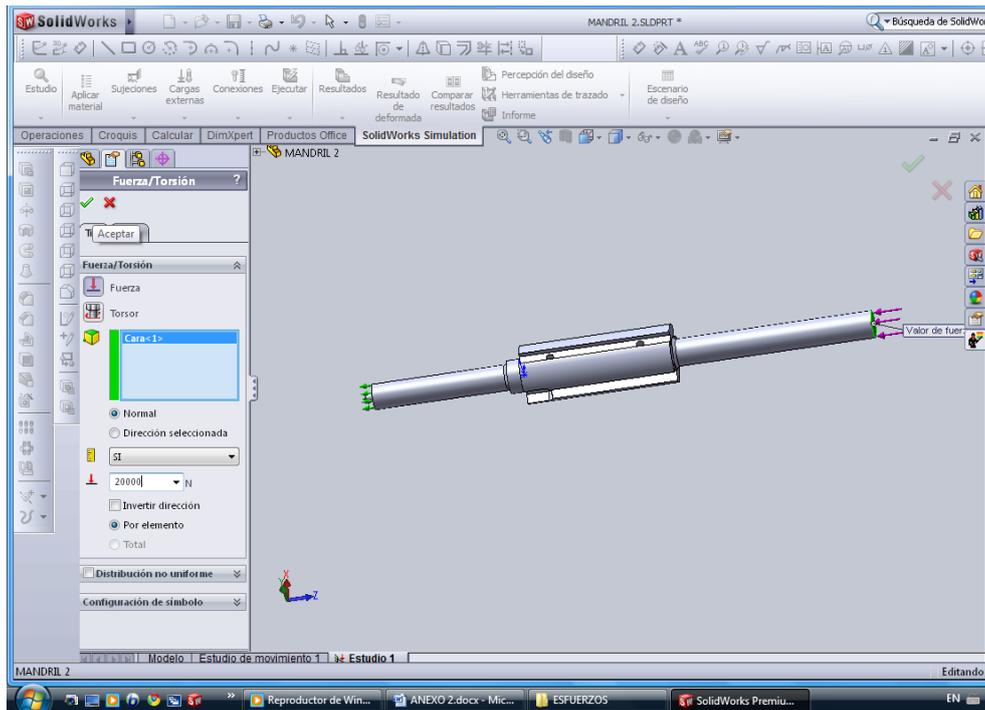


Figura 8 Manera de colocar la Fuerza/Torsión

9. Una vez hecho todos los pasos anteriores colocar en el icono ejecutar  y hacer clic, se desplegara una ventana donde el programa procede a realizar el análisis.

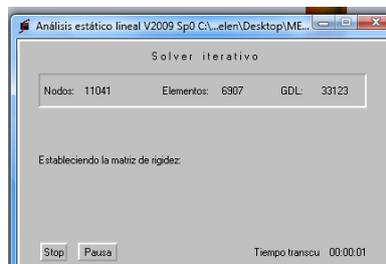


Figura 9 Ventana de ejecución del programa

10. Ya listo este análisis los resultados que arroja el programa, son variados de los cuales se requiere los resultados de la distribución de tensiones (Figura 10) y del factor de seguridad (Figura 11).

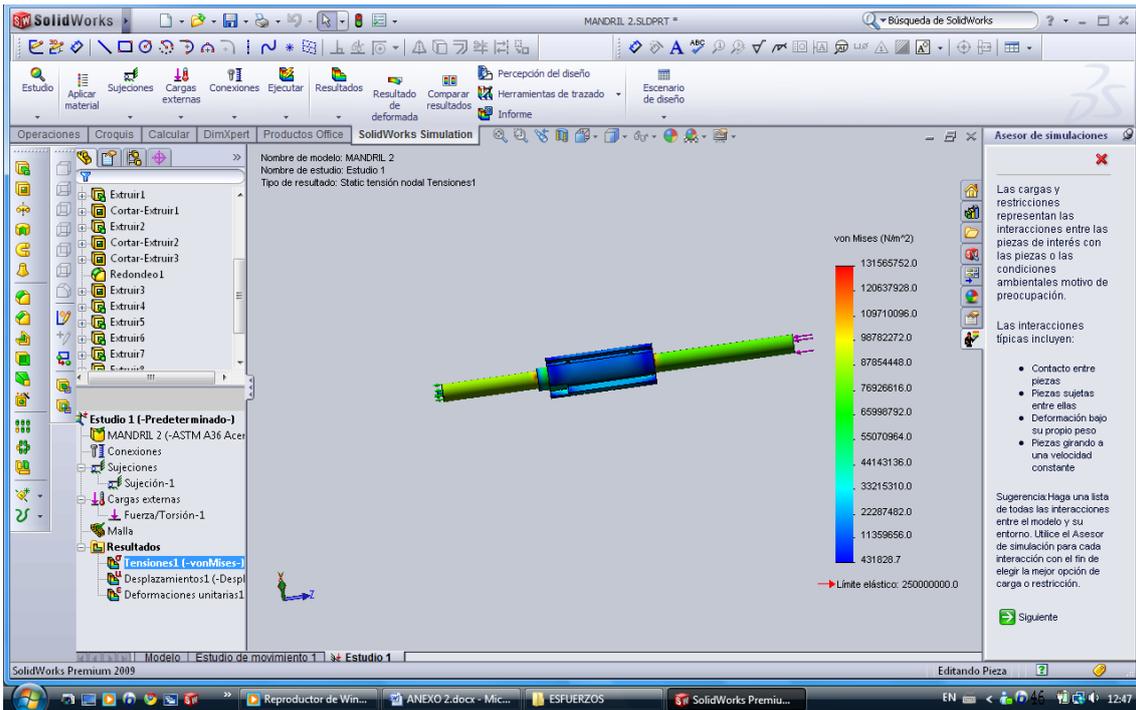


Figura 10 Distribución de Tensiones

En la figura 10 se puede observar que la distribución de tensiones es aceptable para este elemento, definiendo que la fuerza máxima no llega a sobre pasar el límite elástico.

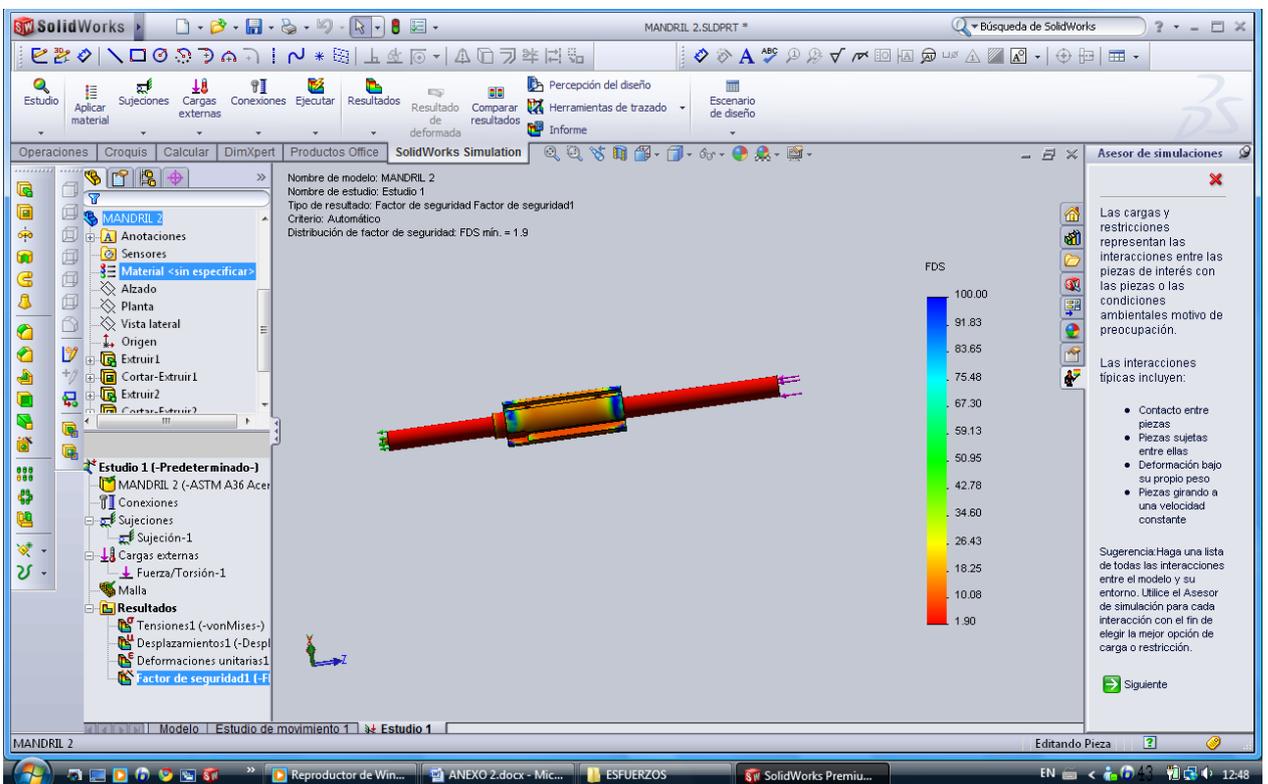


Figura 11 Distribución del Factor de seguridad

En la figura 11 se determina que el análisis de distribución es aceptable ya que el factor de seguridad mínimo se establece que es de 1.9, el cual también es mayor al factor de seguridad calculado en el capítulo 3 de 1.5, además el diagrama de áreas por debajo del factor de seguridad (Figura 12), nos indica que el elemento va a soportar la carga asignada sin llegar a la rotura.

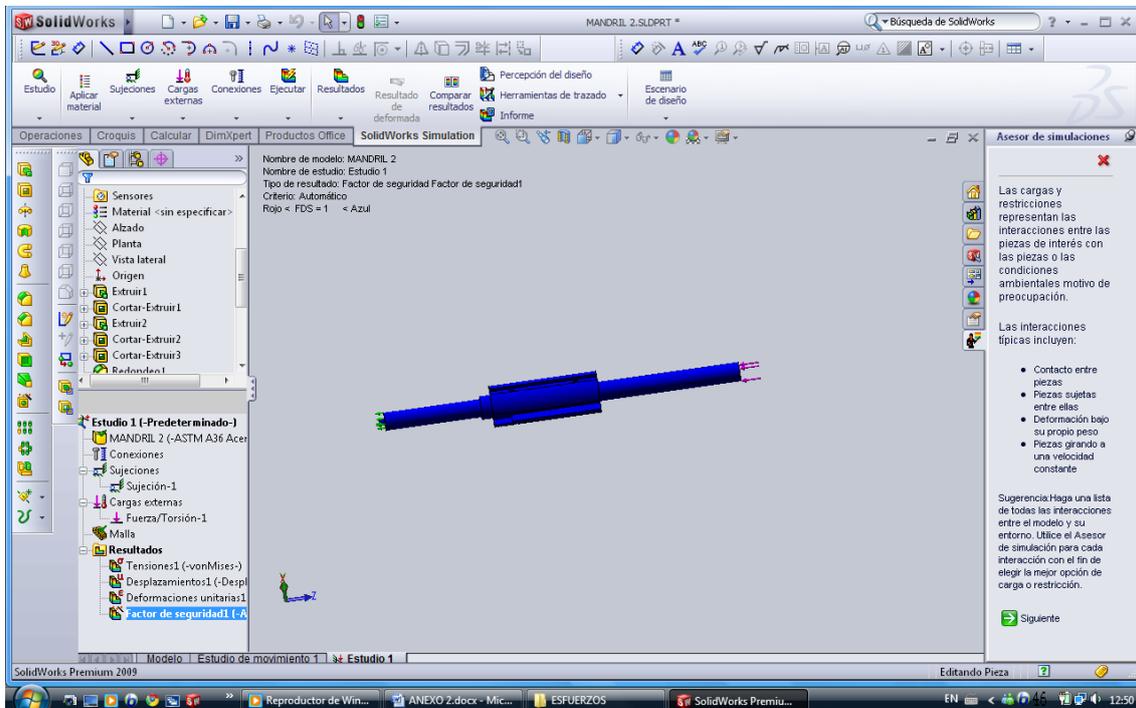


Figura 12 Áreas por debajo del factor de seguridad

ANEXO 2

SIMULACION EN SOLIDWORKS 2009 N° 2

PASOS A SEGUIR PARA LA SIMULACION

1. Determinar cuál es el elemento crítico del conjunto a estudiar, para proceder a dibujarlo en el programa, así como determinar las cargas aplicadas y el material con el cual va a ser fabricado dicho elemento.

NOMBRE DEL UTILLAJE:	RECTIFICADORA DE TUBOS CAÑÓN
ELEMENTO CRÍTICO:	CUERPO DEL TORNILLO
CARGA AXIAL:	25620 N
CARGA TORSIONAL:	64.4 N mm
MATERIAL:	AISI 1045 ACERO AL CARBONO PARA MAQUINARIA



Figura 1 Dibujo en SolidWorks del Cuerpo del Tornillo

2. En la barra de menú del programa Solidworks 2009, hacer clic en herramientas, y luego en complementos (Figura 2).

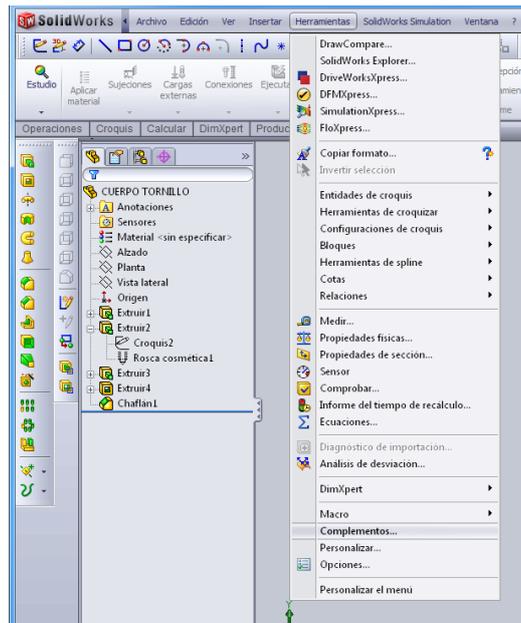


Figura 2

3. En complementos seleccionar la opción Solidworks Simulation, y clic en aceptar (Figura 3).

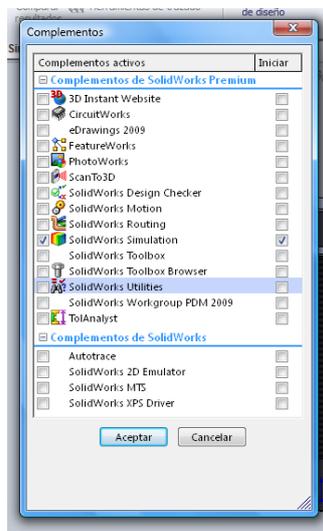


Figura 3

4. Una vez cargado dicho complemento, seleccionar el icono estudio, y hacer clic en la opción Nuevo estudio (Figura 4).

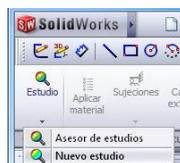


Figura 4

5. Seleccionado estudio nuevo se desplegarán varias opciones, seleccionar la adecuada, en este caso la opción más adecuada es “ESTUDIO ESTÁTICO”, y aceptar (Figura 5).

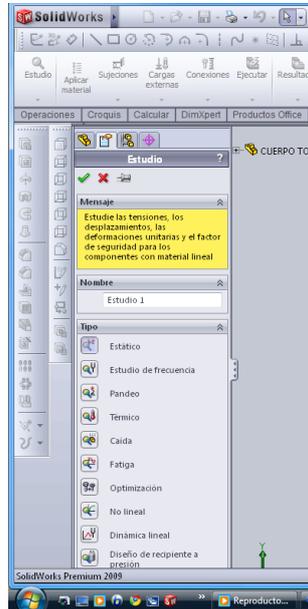


Figura 5

6. Aplicar el material, para lo cual seleccionar el icono , él cual desplegará una ventana en la que se selecciona el material de una lista existente en la biblioteca de dicho programa, en este caso se seleccionara el acero AISI 1045 como se muestra en la figura 6.

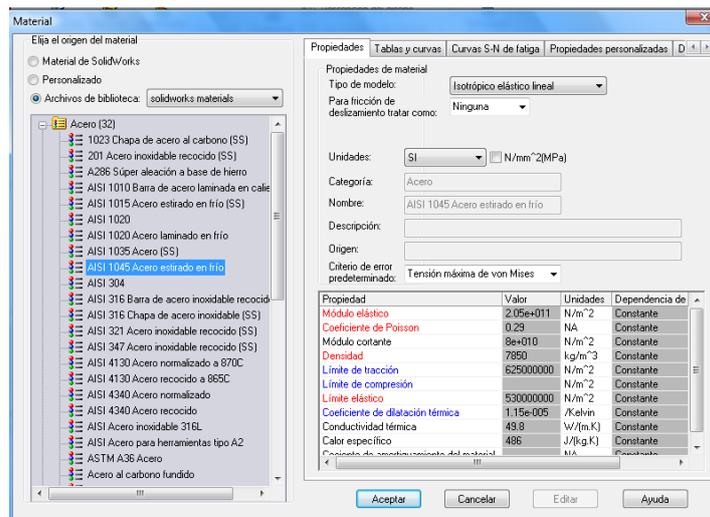


Figura 6 Ventana de Biblioteca de Materiales

7. Luego proceder a utilizar el icono del asesor de sujeción , y determinar qué tipo de sujeciones tiene el elemento, en este caso como es un tornillo se lo puede tratar como una sujeción sobre caras cilíndricas, definiendo cual es la cara (en este caso es donde existirá la rosca) y cuanto es el movimiento radial, circunferencial, y axial, teniendo en claro que este elemento no tendrá movimiento radial, y que un giro del tornillo es 180° , y se desplazara 6 mm, por ultimo aceptar.

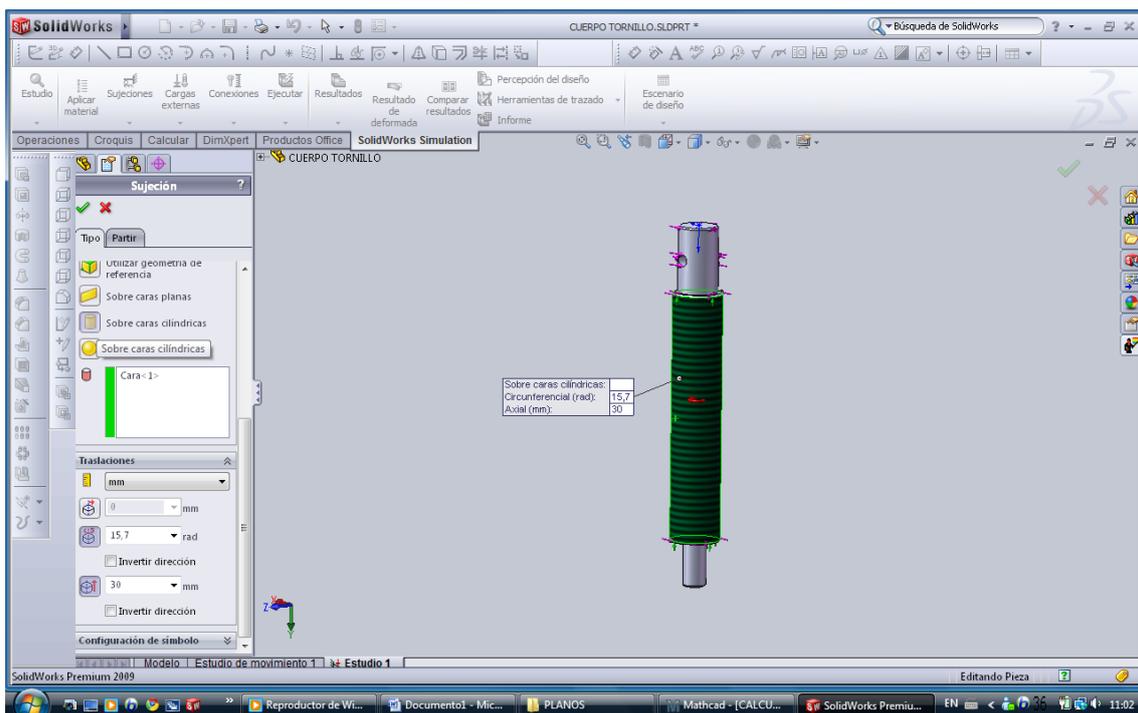


Figura 7 Forma de colocar las sujeciones en un elemento

8. Luego colocar las cargas externas por medio de dicho icono , analizando que tipo de fuerza se aplica en el elemento, y donde afecta dicha fuerza, definiendo que para esta pieza existe una fuerza de torsión, y una velocidad centrifuga que se colocara con la fuerza centrifuga.

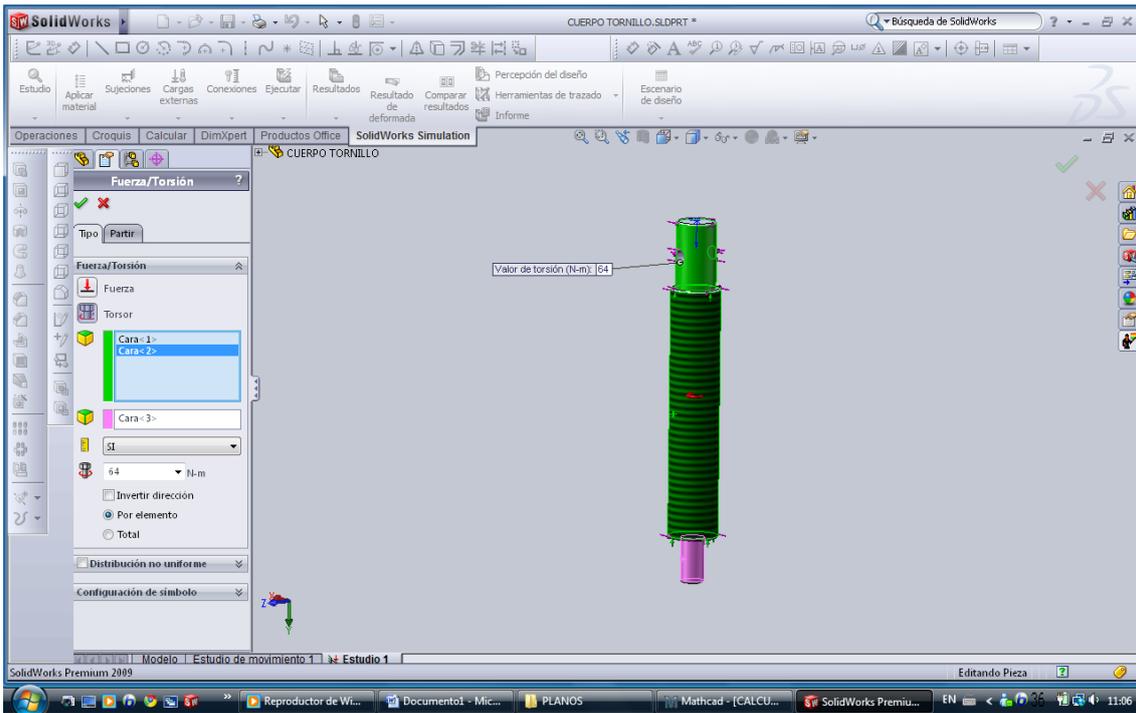


Figura 8 Manera de colocar la Fuerza/Torsión

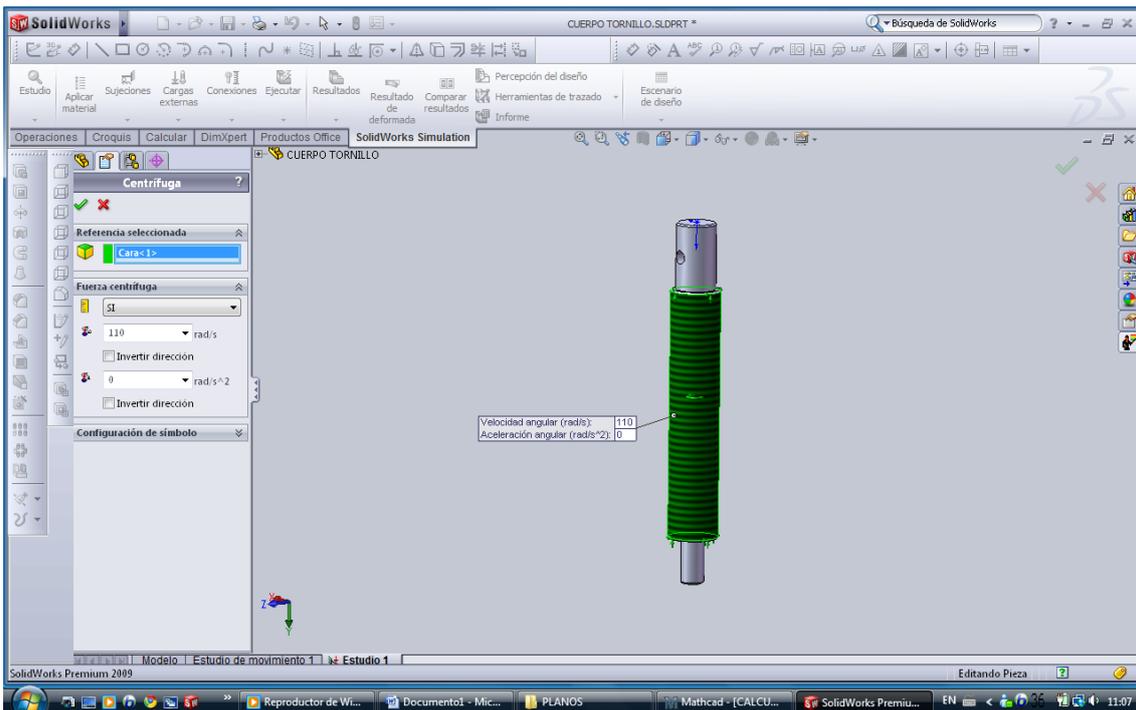


Figura 9 Manera de colocar la dirección de la velocidad

9. Una vez hecho todos los pasos anteriores colocar en el icono ejecutar  y hacer clic, se desplegara una ventana donde el programa procede a realizar el análisis.

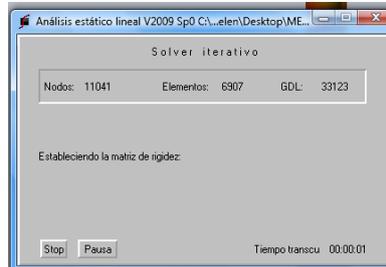


Figura 10 Ventana de ejecución del programa

10. Ya listo este análisis los resultados que arroja el programa, son variados de los cuales se requiere los resultados de la distribución de tensiones (Figura 11) y del factor de seguridad (Figura 12).

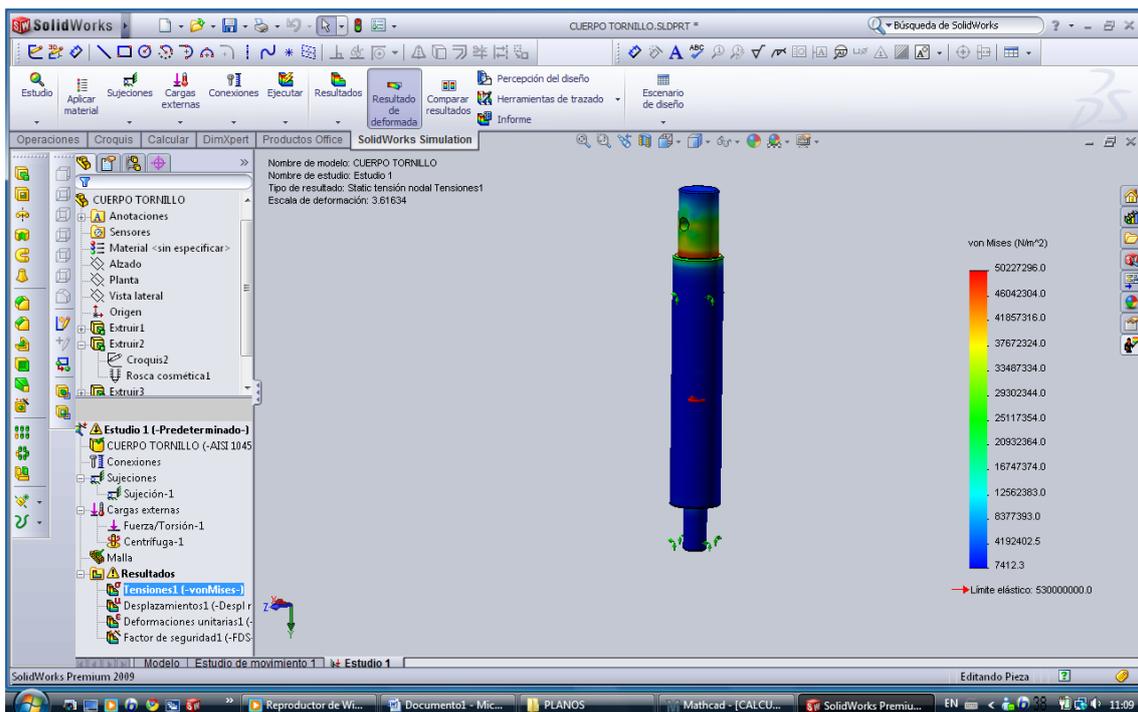


Figura 11 Distribución de Tensiones

En la figura 11 se puede observar que la distribución de tensiones es aceptable para un elemento de este tipo, definiendo que la fuerza máxima no llega a sobre pasar el límite elástico.

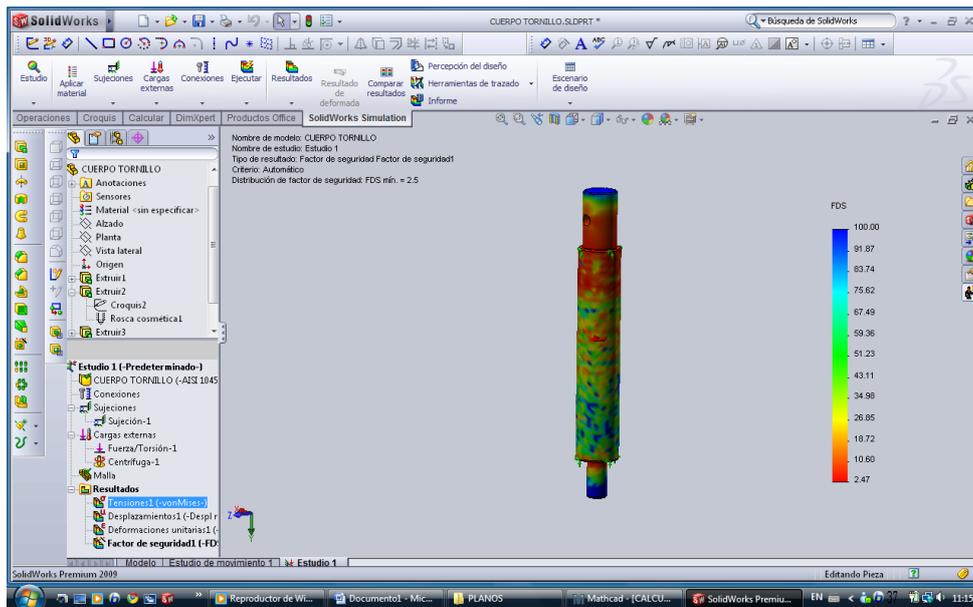


Figura 12 Distribución del Factor de seguridad

En la figura 12 se determina que el análisis de distribución es aceptable ya que el factor de seguridad mínimo se establece que es de 2,5, el cual también fue reiterado en el análisis de esfuerzo realizado en el capítulo 3, además el diagrama de áreas por debajo del factor de seguridad (Figura 13), nos indica que el elemento va a soportar la carga asignada sin llegar a la rotura de la pieza.

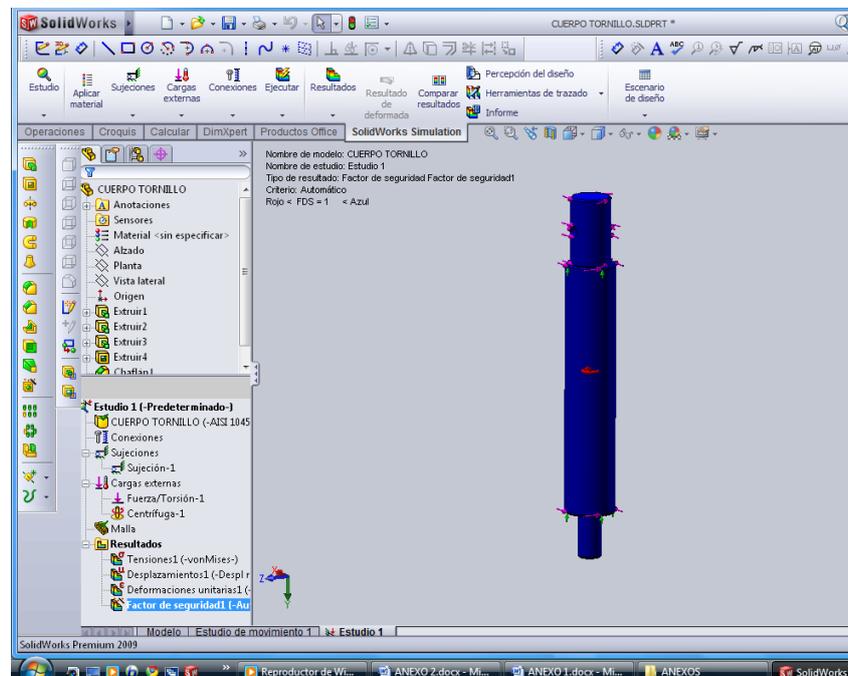


Figura 13 Áreas por debajo del factor de seguridad

ANEXO 3

SIMULACION EN SOLIDWORKS 2009 N° 3

PASOS A SEGUIR PARA LA SIMULACION

1. Determinar cuál es el elemento crítico del conjunto a estudiar, para proceder a dibujarlo en el programa, así como determinar las cargas aplicadas y el material con el cual va a ser fabricado dicho elemento.

NOMBRE DEL UTILLAJE: MATRIZ DE ENSAMBLE

ELEMENTO CRÍTICO: EJE DE PEDESTAL (trabaja como columna)

CARGA AXIAL: 329000 N

MATERIAL: AISI 01 (DF-2)

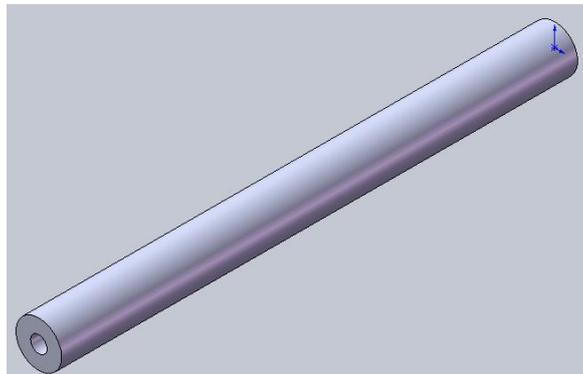


Figura 1 Dibujo en SolidWorks del Eje de pedestal

2. En la barra de menú del programa Solidworks 2009, hacer clic en herramientas, y luego en complementos (Figura 2).

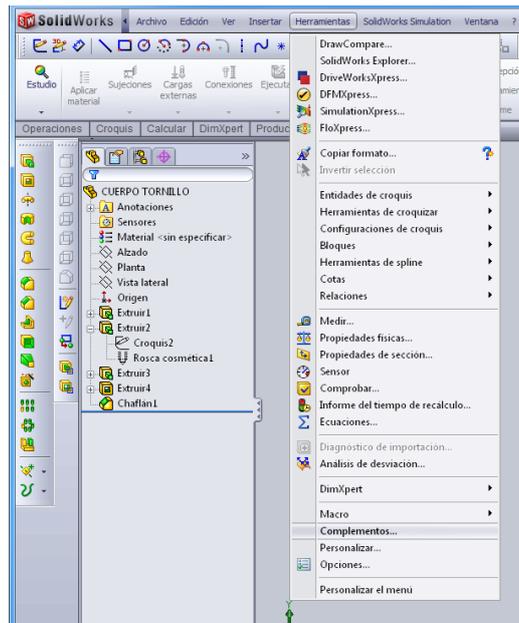


Figura 2

3. En complementos seleccionar la opción Solidworks Simulation, y clic en aceptar (Figura 3).

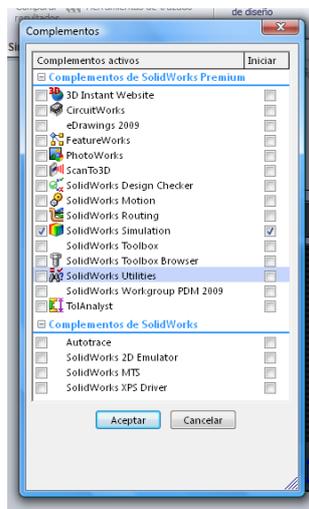


Figura 3

4. Una vez cargado dicho complemento, seleccionar el icono estudio, y hacer clic en la opción Nuevo estudio (Figura 4).

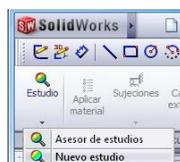


Figura 4

5. Seleccionado estudio nuevo se le desplegarán varias opciones, seleccionar la adecuada, en este caso la opción más adecuada es “ESTUDIO ESTÁTICO”, y aceptar (Figura 5).

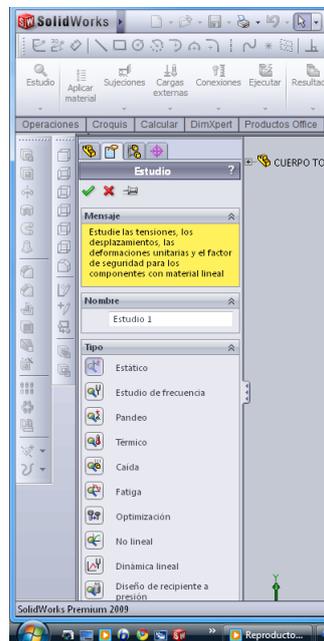


Figura 5

6. Aplicar el material, para lo cual se selecciona el icono , el cual desplegará una ventana en la cual se selecciona el material de una lista existente en la biblioteca de dicho programa, en este caso se seleccionará el acero ASTM A36 como se muestra en la figura.

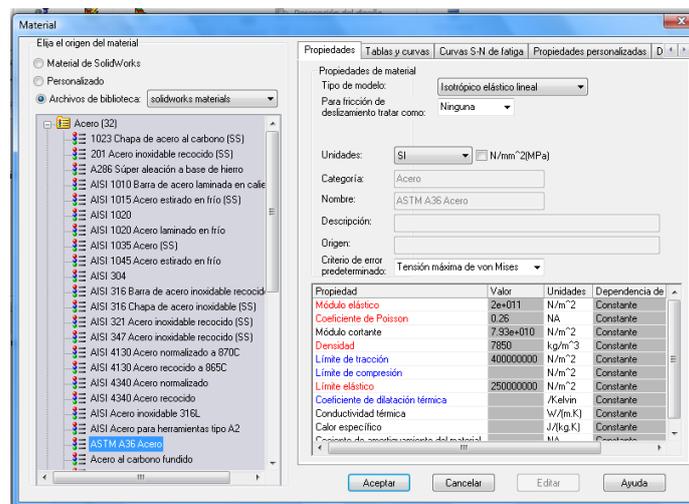


Figura 6 Ventana de Biblioteca de Materiales

7. Luego proceda a utilizar el icono del asesor de sujeción , y determinar qué tipo de sujeciones tiene el elemento, en este caso es una sujeción de geometría fija (Figura 7), seleccionamos la cara a la que se aplica y aceptar.

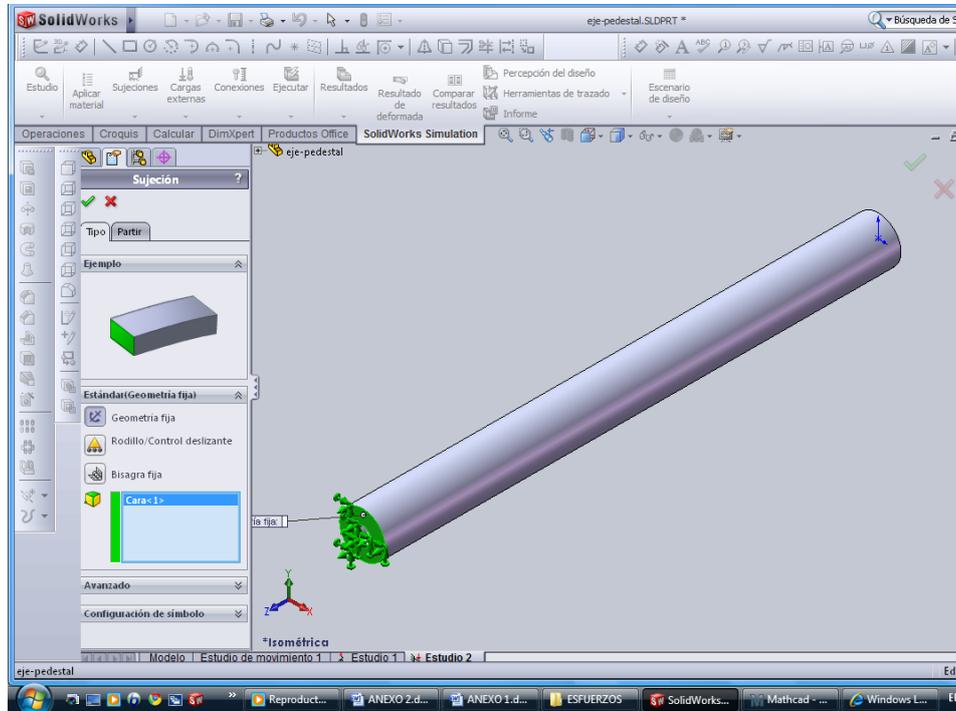


Figura 7 Forma de colocar las sujeciones en un elemento

8. Luego colocar las cargas externas por medio de dicho icono , analizando que tipo de fuerza se aplica al elemento, y en que sitio, definiendo así que existía únicamente una fuerza axial, aplicada en la parte superior de eje de pedestal.

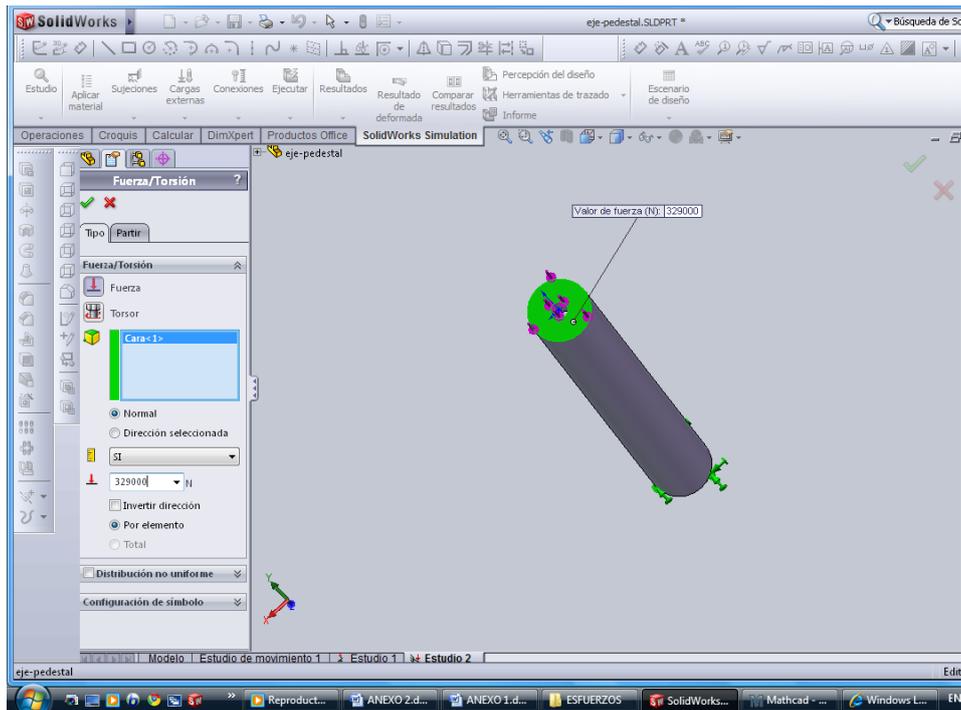


Figura 8 Manera de colocar la Fuerza/Torsión

9. Una vez hecho todos los pasos anteriores colocar en el icono ejecutar  y hacer clic, se desplegara una ventana donde el programa procede a realizar el análisis.

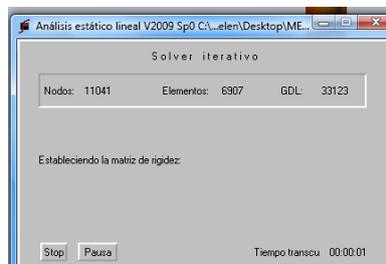


Figura 9 Ventana de ejecución del programa

10. Ya listo este análisis los resultados que arroja el programa, son variados de los cuales se requiere los resultados de la distribución de tensiones (Figura 10) y del factor de seguridad (Figura 11).

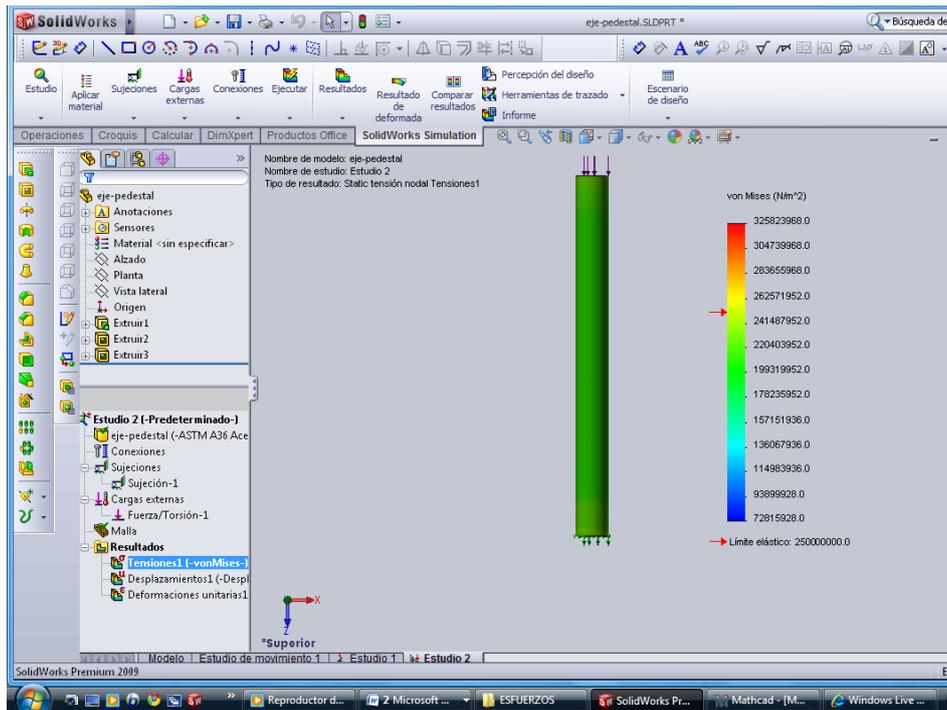


Figura 10 Distribución de Tensiones

En la figura 10 se puede observar que la distribución de tensiones es aceptable para este elemento, definiendo que la fuerza máxima no llega a sobre pasar el límite elástico.

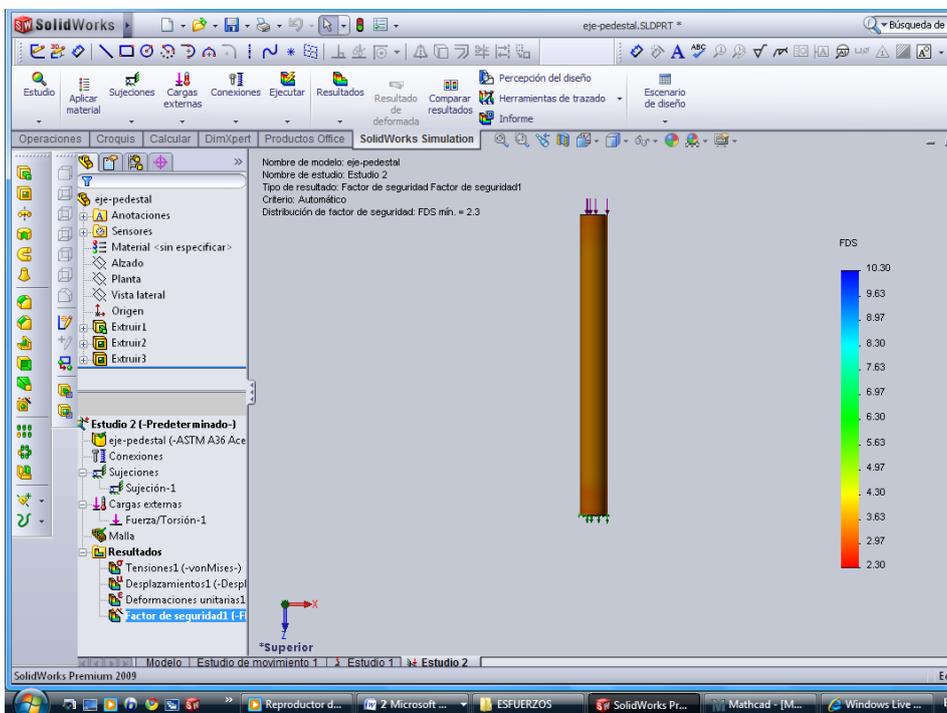


Figura 11 Distribución del Factor de seguridad

En la figura 11 se determina que el análisis de distribución es aceptable ya que el factor de seguridad mínimo se establece que es de 2.3, el cual también es mayor al factor de seguridad calculado en el capítulo 3 de 1.92, además el diagrama de áreas por debajo del factor de seguridad (Figura 12), nos indica que el elemento va a soportar la carga asignada sin llegar a la rotura.

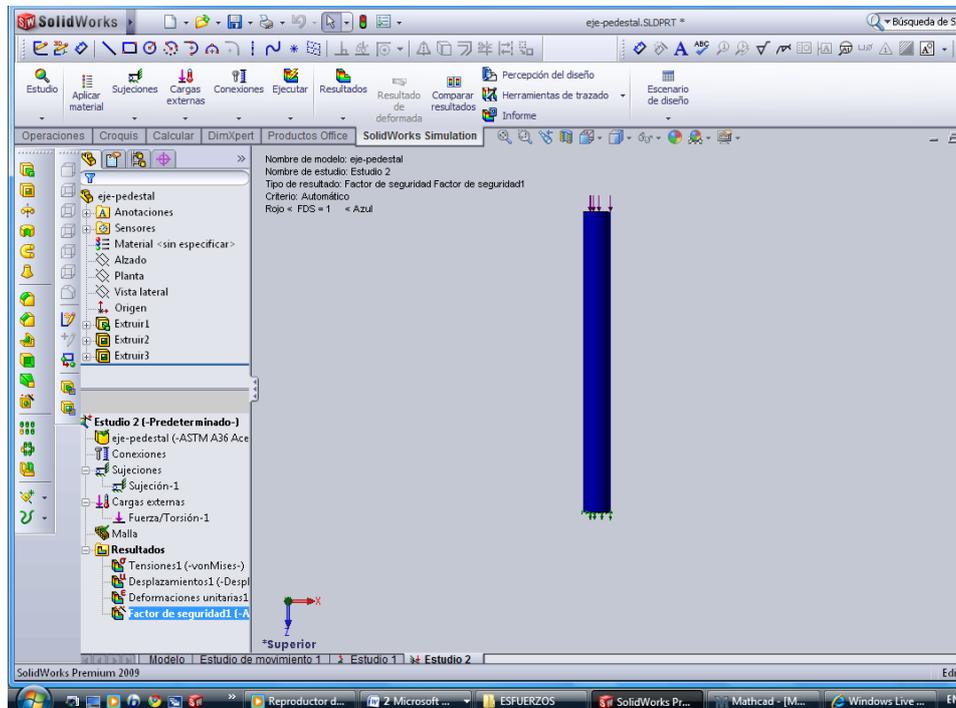


Figura 12 Áreas por debajo del factor de seguridad