

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

TÍTULO DEL PROYECTO

**“DISEÑO DE ESCOPETA DE BOMBA CALIBRE 12, ENSAMBLAJE 3D DEL
ARMA, SIMULACION BALISTICA Y DISEÑO DE LOS PROCESOS DE
MANUFACTURA”**

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

**REALIZADO POR: HECTOR SANTIAGO BENAVIDES CEVALLOS
LUIS MIGUEL CORELLA LARCO**

DIRECTOR: ING. PABLO FIGUEROA

CODIRECTOR: ING. ANGELO VILLAVICENCIO

Sangolquí, Junio-2009

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “**DISEÑO DE ESCOPETA DE BOMBA CALIBRE 12, ENSAMBLAJE 3D DEL ARMA, SIMULACION BALISTICA Y DISEÑO DE LOS PROCESOS DE MANUFACTURA**” fue realizado en su totalidad por **HECTOR SANTIAGO BENAVIDES CEVALLOS Y LUIS MIGUEL CORELLA LARCO**, como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniero Mecánico.

Ing. Pablo Figueroa
DIRECTOR

Ing. Angelo Villavicencio
CODIRECTOR

Sangolquí, 2009-06-22

LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO

“DISEÑO DE ESCOPETA DE BOMBA CALIBRE 12, ENSAMBLAJE 3D DEL ARMA, SIMULACION BALISTICA Y DISEÑO DE LOS PROCESOS DE MANUFACTURA”

ELABORADO POR:

HECTOR BENAVIDES

LUIS MIGUEL CORELLA

DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Ing. Emilio Tumipamba

DIRECTOR DE CARRERA

Sangolquí, 2009-06-22

DEDICATORIA

Es muy placentero para mi poder dedicar este trabajo que ha sido consecuencia de mucha entrega y esfuerzo a mi familia que ha sido siempre un gran apoyo y de manera muy especial a mi maestro y guía Eduardo Larco quien siempre me ha estado acompañando para brindarme sus conocimientos, experiencias y consejos para encaminarme a ser una persona con valores, responsabilidad y sencillez.

A mi madre Constanza Larco por su paciencia y tenacidad con lo que me ha enseñado a superar adversidades y siempre seguir adelante, a ellos debo todo el impulso para ver terminada mi carrera profesional.

Miguel Corella L.

A mis padres sin cuyo infatigable estímulo no habría logrado la culminación de esta etapa de mi carrera profesional.

A toda mi familia, que con su ejemplo; ayuda y apoyo han estado siempre junto a mí.

Héctor Benavides

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por otorgarme la espiritualidad que me hace creer y tener fe en los pasos que doy, ahora en el ámbito profesional y como ha sido siempre en el diario vivir.

A la Escuela Politécnica del Ejército, Facultad de Ingeniería Mecánica por toda la formación académica y todos los docentes que han intervenido en ello, de manera especial al Ing. Pablo Figueroa e Ing. Ángelo Villavicencio directores de este trabajo por su colaboración y ayuda.

A la Fábrica de Municiones Santa Bárbara representada por el Crnl. Eddy Novillo por toda la apertura y colaboración en el estudio y desarrollo de este trabajo, todo el personal de forma especial de la bodega de armas y personal administrativo.

A mi familia que me ha brindado su incondicional apoyo y mis amigos por su constante presión y memorables reuniones con las que se aclaró la terminación de este proyecto.

Miguel Corella L.

A Dios Todopoderoso.

A mis padres y hermano por su amor y paciencia.

A la Facultad de Ingeniería Mecánica y sus profesores por impartirme una formación profesional, científica, técnica y humana.

A los señores Ingenieros Pablo Figueroa y Angelo Villavicencio por su gran apoyo y compromiso; a todos los amigos que generosa, humana y profesionalmente contribuyeron para la realización de este proyecto.

Héctor Benavides

INDICE

CAPITULO 1: GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES	12
1.2 DEFINICION DEL PROBLEMA.....	12, 13
1.3 OBJETIVOS	12, 14
1.3.1 GENERAL	14
1.3.2 ESPECIFICOS	14
1.4 ALCANCE DEL PROYECTO	14
1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROYECTO	15
2.1 DIFERENTES TIPOS Y SISTEMAS DE ARMAS.....	16
2.1.1 AMETRALLADORAS.....	16
2.1 DIFERENTES TIPOS Y SISTEMAS DE ARMAS	
2.1.2 FUSIL DE ASALTO	16
2.1.3 RIFLES	16
2.1.4 ESCOPETAS.....	16
2.1.5 PISTOLAS	16
2.1.6 REVOLVERES	16
2.2 DEFINICION DE ESCOPETA DE BOMBA	
2.2.1 TIPOS DE CALIBRE.....	37
2.2.2 TIPOS DE MUNICIONES	37
2.2.3 TIEMPO DE VIDA UTIL.....	37
2.2 DEFINICIÓN DE ESCOPETA DE BOMBA	35
2.3 ANÁLISIS BALÍSTICO	53
2.3 ANÁLISIS BALÍSTICO	
2.3.1 ANALISIS DE BALISTICA INTERIOR	53
2.3.2 ANALISIS DE BALISTICA EXTERIOR	56
2.3.3 ANALISIS DE BALISTICA DE IMPACTO	56
2.3.4 CARACTERISTICAS DEL ARMA A DISEÑAR	56
2.3.5 ESTUDIO DE LOS DIFERENTES CRITERIOS DE DISEÑO	56
2.4 DESCRIPCION DEL SOFTWARE A UTILIZARSE	
2.4.1 SOFTWARE PARA EL DISEÑO	66
2.4.2 SOFTWARE PARA LA SIMULACION	70
3.1 DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA ESCOPETA.....	71
3.1 DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA ESCOPETA	
3.1.1 ESTUDIO DEL FUNCIONAMIENTO	71
3.2 SIMULACION DE LA BALISTICA EN FUNCION DE SUS PARAMETROS....	86
3.3 ENSAMBLAJE DE LA ESCOPETA DE BOMBA DISEÑADA.....	87
3.3.1 MECANISMO DEL PERILLO	87
3.3.2 MECANISMO DEL CERROJO	87
3.3.3 ENSAMBLE DE LA CAJA DE MECANISMOS	87
3.3.4 ENSAMBLE DE LA BOMBA	87
3.3.5 ENSAMBLE DEL TUBO CARGADOR.....	87
3.3.6 ENSAMBLE DEL PISTOLETE	87

3.4 OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE LA ESCOPETA EN FUNCIÓN DE LA BALÍSTICA	97
3.5 PLANIMETRÍA DE TODOS LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS EN LA NUEVA ESCOPETA.....	99
4.1 ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LOS ELEMENTOS A FABRICARSE CON SUS RESPECTIVOS PROCESOS	121
4.2 ESTUDIO DEL MERCADO EN BASE A LA MATERIA PRIMA A UTILIZARSE	121
4.2.1 ELEMENTOS A FABRICARSE EN LA FMSB	121
4.2.2 ELEMENTOS A FABRICARSE EN LA INDUSTRIA NACIONAL	121
ELEMENTOS A IMPORTARSE	121
4.3 CONTROLES DE CALIDAD Y SEGURIDAD INDUSTRIAL EN BASE A LAS NORMAS EXISTENTES DE ARMAMENTO	124
4.3 CONTROLES DE CALIDAD Y SEGURIDAD INDUSTRIAL EN BASE A LAS NORMAS EXISTENTES DE ARMAMENTO	
4.3.1 PROCEDIMIENTO DE EVALUACION PARA ARMAS	125
5.1 CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS PIEZAS A FABRICARSE	
5.1.1 CARATERISTICAS MECANICAS	142
5.1.2 PROCESOS DE MANUFACTURA	142
5.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS PIEZAS A FABRICARSE	133
6.1 MONTAJE EN 3D DE LA ESCOPETA.....	147
6.2 ORGANIGRAMA DE PROCESOS DE ENSAMBLAJE	147
6.3 SIMULACIÓN DE BALÍSTICA INTERIOR, EXTERIOR Y DE IMPACTO.....	151
6.3 SIMULACIÓN DE BALÍSTICA INTERIOR, EXTERIOR Y DE IMPACTO	
6.3.1 SIMULACION DE BALISTICA INTERIOR	151
6.3.2 SIMULACION DE BALISTICA EXTERIOR Y DE IMPACTO	160
6.4 VALIDACIÓN DE RESULTADOS	167
6.5 MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL ARMA	168
7.1 ANÁLISIS ECONÓMICO.....	185
7.1.1 ANÁLISIS DE COSTOS	186
7.2 ANALISIS FINANCIERO	188
8.1 CONCLUSIONES	191
8.2 RECOMENDACIONES	192
CÁLCULOS DE LOS ELEMENTOS MÁS IMPORTANTES DE LA ESCOPETA ..	99

INDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1 Ametralladora automática	17
Figura 2. 2 Fusil de asalto	18
Figura 2. 3 Rifle cerrojo	19
Figura 2. 4 Rifle sniper	20
Figura 2. 5 Rifle tipo express.....	20
Figura 2. 6 Rifle combinado	21
Figura 2. 7 Rifle monotiro	22
Figura 2. 8 Rifle palanca	23
Figura 2. 9 Rifle automático	23
Figura 2. 10 Rifle de aire comprimido	24
Figura 2. 11 Rifle airsoft	25
Figura 2. 12 Rifle paintball	26
Figura 2. 13 Escopeta yuxtapuesta.....	27
Figura 2. 14 Escopeta superpuesta	27
Figura 2. 15 Escopeta monotiro	28
Figura 2. 16 Escopeta cerrojo	29
Figura 2. 17 Escopeta semiautomática	29
Figura 2. 18 Escopeta de bomba	30
Figura 2. 19 Escopeta semiautomática/manual	32
Figura 2. 20 Pistola	33
Figura 2. 21 Revolver	34
Figura 2. 22 Munición de rifle	40
Figura 2. 23 Partes de un cartucho de escopeta.....	42
Figura 2. 24 Munición de armas cortas	44
Figura 2. 25 Munición militar	46
Figura 2. 26 Desgaste de un tubo	51
Figura 2. 27 Cartucho escopeta calibre 12	54
Figura 2. 28 Autodesk Inventor 2009	66
Figura 3. 1 Escopeta de bomba calibre 12 vista lateral derecha.....	71
Figura 3. 2 Escopeta de bomba calibre 12 vista lateral izquierda	71
Figura 3.3 Enclavamiento del cerrojo para el disparo	72
Figura 3. 4 Cerrojo encajado en el cañón	73
Figura 3. 5 Patín de corredera y mecanismo de enclavamiento	73
Figura 3. 6 Cierre de la barra de acción.....	74
Figura 3. 7 Extremo libre del cierre de la barra de acción.....	74
Figura 3. 8 Preparación para la salida del cartucho	75
Figura 3. 9 Recarga del cartucho	76
Figura 3. 10 Funcionamiento de los topes de cartucho izquierdo y derecho	76
Figura 3. 11 Salida del cartucho.....	77
Figura 3. 12 Posicionamiento del cartucho para el nuevo disparo	77
Figura 3.13 Ganchos de eyección.....	78
Figura 3. 14 Cavidad de la caja de mecanismos.....	78
Figura 3. 15 Funcionamiento del perillo	79
Figura 3. 16 Funcionamiento del percutor.....	79
Figura 3. 17 Deslizamiento del apoyo del perillo.....	80

Figura 3. 18 Disparo.....	80
Figura 3. 19 Funcionamiento de la barra de acción	81
Figura 3. 20 Destrabe automático del cierre de la barra de acción	81
Figura 3. 21 Detalle de la mariposa	82
Figura 3. 22 Detalle del funcionamiento del trinquete	83
Figura 3. 23 Rastrilleo	83
Figura 3. 24 Retorno del perillo a su posición original.....	84
Figura 3. 25 Eyección del csrtucho	84
Figura 3. 26 Destrabe de la mariposa	85
Figura 3. 27 Salida del cartucho disparado y entrada del nuevo cartucho	85
Figura 3. 28 Ensamble del mecanismo de perillo.....	87
Figura 3.29 Armado del mecanismo	88
Figura 3.30 Pasadores finales.....	88
Figura 3. 31 Ensamble del mecanismo de cerrojo	89
Figura 3.32 Elementos a ensamblarse.....	89
Figura 3.33 Mecanismo armado.....	90
Figura 3. 34 Ensamble de la caja de mecanismos	90
Figura 3. 35 Agujeros para pasadores	91
Figura 3. 36 Inserción del patín de corredera	91
Figura 3. 37 Unión con la caja de mecanismos.....	92
Figura 3. 38 Inserción de pasadores.....	92
Figura 3. 39 Ensamble de la bomba	93
Figura 3. 40 Elementos a ensamblarse.....	93
Figura 3. 41 Colocación de las barras de acción	94
Figura 3. 42 Aseguramiento de la tuerca del alma.....	94
Figura 3. 43 Ensamble del tubo cargador	94
Figura 3. 44 Elementos a ensamblarse.....	95
Figura 3. 45 Ensamble del cañón en la caja	95
Figura 3. 46 Ensamble del pistolete	96
Figura 3. 47 Escopeta calibre 12 completamente armada	96
Figura 3. 48 Mecanismos de la escopeta Mossberg.....	97
Figura 3. 49 Mecanismo de la escopeta de bomba Tipo R	98
Figura 3. 50 Parte del plano del cañón de la escopeta	98
Figura 6. 1 Gráfica Longitud vs presión	152
Figura 6. 2 Gráfica longitud vs velocidad	154
Figura 6. 3 Gráfica de la variación del radio.....	156
Figura 6. 4 Gráfica tiempo vs velocidad	158
Figura 6. 5 Gráfica tiempo vs presión	159
Figura 6. 6 Gráfica de la altura de los perdigones.....	161
Figura 6. 7 Gráfica del alcance longitudinal de los perdigones	162
Figura 6. 8 Gráfica de la velocidad en y de los perdigones.....	163
Figura 6. 9 Gráfica de la velocidad total de los perdigones.....	164
Figura 6. 10 Gráfica del ángulo de los perdigones en función del tiempo	165
Figura 6. 11 Gráfica de las energías en función del tiempo	166
Figura 6. 12 Escopeta de bomba Tipo R.....	168
Figura 6. 13 Partes de un cartucho calibre 12.....	168
Figura 6. 14 Diferentes señales de advertencia	169

Figura 6. 15 Seguro	172
Figura 6. 16 Cierre de la barra de acción	174
Figura 6. 17 Gatillo.....	174
Figura 6. 18 Vista completa de la escopeta Tipo R.....	176
Figura 6. 19 Puerto de recarga	177
Figura 6. 20 Sujetador de cartucho izquierdo	179
Figura 6. 21 Cerrojo y pasadores de la placa gatillo	180
Figura 6. 22 Limpieza de los mecanismos	181
Figura 6. 23 Rearmado de la escopeta	182
Figura 6. 24 Posicionamiento del patín de corredera.....	182
Figura 6. 25 Sujetador de cartucho derecho	183

IINDICE DE TABLAS

Tabla 4. 1 Origen de la fabricación de los elementos de la escopeta	124
Tabla 5. 1 Elementos fabricados con polipropileno.....	133
Tabla 5. 2 Elementos fabricados con ASTM A36.....	134
Tabla 5. 3 Elementos fabricados con AISI 4140	135
Tabla 5. 4 Elementos fabricados con ASSAB DF2	136
Tabla 5. 5 Composición química del ASSAB DF2.....	137
Tabla 5. 6 Elementos fabricados con AISI 1085	137
Tabla 5. 7 Elementos fabricados con AISI 1055	138
Tabla 5. 8 Elementos fabricados con AISI 1065	138
Tabla 5. 9 Elementos fabricados con AISI 1165	139
Tabla 5. 10 Elementos fabricados con ASTM Grado B Ø1 plg	139
Tabla 5. 11 Elementos fabricados con Bronce.....	140
Tabla 5. 13 Elementos fabricados con duraluminio.....	141
Tabla 5. 14 Elementos fabricados con acero plata	142
Tabla 5. 15 Tratamientos térmicos y acabados superficiales.....	146
Tabla 6. 1 Tabla de datos obtenida del método de LE DUC	151
Tabla 6. 2 Tabla de valores para la gráfica longitud vs presión	152
Tabla 6. 3 Tabla de datos obtenida del método de LE DUC	153
Tabla 6. 4 Tabla de datos para la gráfica longitud vs velocidad.....	154
Tabla 6. 5 Tabla de datos para la gráfica variación del radio	155
Tabla 6. 6 Tabla de valores para calcular el tiempo.....	157
Tabla 6. 7 Tabla de datos para la gráfica tiempo vs velocidad	158
Tabla 6. 8 Tabla de datos para la gráfica tiempo vs presión	159
Tabla 6. 9 Tabla de datos para el análisis de la balística externa	160
Tabla 6. 10 Validación de resultados	167
Tabla 7. 1 Índices de crecimiento anuales	185
Tabla 7. 2 Costo de materia prima neta	186
Tabla 7. 3 Costo de materia prima para cada elemento	188

RESUMEN

El diseño y construcción de armas en la Fábrica de Municiones Santa Bárbara da la apertura a abrir nuevos horizontes y ayudar al consumo del producto nacional, fue indispensable realizar el diseño de la escopeta a partir de paquetes computacionales que permitan el dinamismo y versatilidad del análisis tanto geométrico, en el funcionamiento de los mecanismos como de resistencia de materiales. Para el parámetro dimensional y geométrico se utilizó el programa Inventor 2009 de Autodesk con el que se diseño elemento por elemento de la escopeta en tres dimensiones, basándose en escopetas de calibre 12 existentes como Mossberg y de fabricación nacional con el objetivo de reconocer el funcionamiento de los mecanismos pero simplificarlos para hacer más simple la manufactura de los mismos contemplando no sacrificar calidad con esto, el desarme de estas escopetas se realizó en los laboratorios de la FMSB con la asesoría de sus especialistas.

Con las propiedades de Inventor se hicieron simulaciones para constatar el funcionamiento de los mecanismos en conjunto realizando recargas de los cartuchos y disparos para comprobar que la mentalización inicial del diseño funciona y las tolerancias son las adecuadas para que no exista holgura o en el caso contrario atascamiento.

La funcionalidad de la escopeta también se evalúa en la facilidad de armado y desarmado lo que también se tiene que considerar detenidamente en el diseño, Inventor en una de sus aplicaciones permite realizar la simulación del encaje y armado pieza a pieza hasta tener todo el prototipo ensamblado y listo para funcionar.

Se realizaron intercambios de piezas cuando fue necesario para mejorar el diseño, cavidades internas del cañón en función del estudio balístico posterior, así como adaptaciones del pistolete o culata en función de la ergonomía, es otra gran

ventaja que Inventor proporciona, los sólidos pueden intercambiarse cuando se han hecho modificaciones.

Con el diseño de conformidad al funcionamiento geométrico se analizaron los materiales posibles para la construcción considerando las propiedades necesarias para resistir las cargas y el rozamiento, así como los costos y la disponibilidad de estos en el mercado nacional, basándose en manual de aceros principalmente de BOHLER.

Para avalar las dimensiones y la selección de los materiales se realizaron cálculos para conocer el factor de seguridad operacional, el cual sería el último factor que determine si las dimensiones así como la selección de los materiales fueron las adecuadas, en los cálculos se determinó la presión interna del cañón como también la fuerza de retroceso que repercute en todos los mecanismos con formulas de balística, cómputos que se realizaron con el software MathCad 14.

El análisis balístico se efectuó tomando en cuenta sus tres parámetros: balística interna (para verificar el espesor de pared del cañón y estudiar el comportamiento de los gases en expansión de la pólvora a lo largo del tubo), externa (para determinar la trayectoria de los perdigones así como el alcance máximo de los mismos), y de impacto (para conocer la energía con la que llega al objetivo la munición). Estos cálculos se realizaron basándose en libros de balística y su desarrollo en Microsoft Excel 2007. Con todos los factores que intervienen en el diseño de la escopeta y de conformidad con los requerimientos presentados por la Fábrica de Municiones Santa Bárbara se procedió a elaborar los planos de conjunto, despiece y particulares para cada elemento usando otra herramienta de Inventor para dibujar los planos del volumen.

El último análisis realizado es el económico y financiero, se calculó el costo para la producción de una escopeta con los insumos antes seleccionados y el valor de producción, frente al de venta fue bastante favorable cifras que también las reflejan la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN).

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

Las Fuerzas Armadas como principal responsable de la defensa del país actualmente aplicada en el constante patrullaje anti delincencial y las actividades de seguridad en la frontera norte necesitan incorporar más armas para este objetivo, la renovación e incorporación de nuevo armamento se ve afectado por el presupuesto general en muchos casos, por lo que es preciso contar con diseños adecuados para los requerimientos militares y su manufactura a nivel nacional, una arma que se adapta a estos fines es la escopeta de bomba calibre 12.

Este tipo de escopeta además es útil para compañías de seguridad, antimotines, por sus características.

El Plan emergente Frontera Norte 2008, considera la adquisición de Escopetas de Bomba calibre 12 para las unidades militares, las mismas que serán empleadas en los patrullajes anti delincuenciales permitiendo el cumplimiento de las misiones encomendadas.

Para alcanzar este propósito se hace indispensable la integración de nuevas tecnologías que permitan fabricar y reproducir piezas de perfecto intercambio, así como la fabricación en serie con procesos de manufactura de la fábrica de municiones Santa Bárbara proyectados al uso de paquetes computacionales para modernizar el diseño de armas haciendo uso de simuladores que adapten el funcionamiento del arma a las necesidades requeridas.

1.2 DEFINICION DEL PROBLEMA

Tanto las Fuerzas Armadas como la Policía Nacional, así como también empresas privadas de seguridad requieren de armas para el desempeño de sus actividades; esto quiere decir que dichas armas deben ser importadas ya que en el país no se fabrican armas con la calidad requerida.

Luego de un estudio de factibilidad se ha llegado a la conclusión de que la FMSB puede fabricar la mayor parte de las partes de una escopeta de bomba calibre 12 para su producción nacional en serie.

Los elementos que no puedan ser fabricados en la FMSB se fabricaran en la empresa nacional y se tratara de importar la menor cantidad de elementos para que su producción sea casi totalmente nacional.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 GENERAL

DISEÑAR UNA ESCOPETA DE BOMBA CALIBRE 12, LA SIMULACION BALISTICA INTERIOR, EXTERIOR Y DE IMPACTO, LOS PROCESOS DE MANUFACTURA Y EL ENSAMBLAJE 3D DE UNA ESCOPETA CALIBRE 12.

1.3.2 ESPECIFICOS

- Usar el criterio de diseño más adecuado en base a la variación de parámetros de balística.
- Realizar Análisis y estudio de los materiales a ser utilizados en base a los existentes en el mercado nacional.
- Incorporar nuevas metodologías de diseño de escopetas para la incursión de la FMSB en la construcción en serie de las mismas.

1.4 ALCANCE DEL PROYECTO

El presente proyecto comprende lo siguiente:

- La selección de los procesos óptimos de fabricación e inspección de todas las piezas de la escopeta.
- Evaluación de los criterios de seguridad industrial.
- Validación de resultados de los análisis de balística.
- La generación de un manual de mantenimiento del arma.

1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROYECTO

La Fuerza Terrestre, a través de su Departamento de Logística, consciente de las problemáticas internas del país tales como la protección de la frontera norte, la protección de los ciudadanos debido a la delincuencia y el control de la multitud en situaciones como paros huelgas o desastres naturales; propone a la FÁBRICA DE MUNICIONES SANTA BÁRBARA un proyecto para el diseño de una escopeta de bomba calibre 12, debido a su importancia y a la necesidad de tener un armamento listo en el momento que se lo requiera y que el mismo sea de diseño y manufactura Nacional.

En el Ecuador la delincuencia y la inseguridad crece de manera alarmante, el mercado de armas en el país está en una fase expansiva; entre los años 1998 y 2000 se otorgaron 35693 permisos para portar armas a la población civil, dando un promedio anual de 11897 permisos. En los años siguientes hasta la actualidad esta cifra se ha triplicado dándonos una idea de la inseguridad que hay en el Ecuador, según un estudio realizado por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), mas cálculos de especialistas, se puede estimar que, en promedio en todo el país se comercializan, entre el mercado formal e ilegal entre 20 mil y 70 mil armas al año. Esto en dinero significaría negociar alrededor de \$20

millones anualmente sin contar con municiones que son un rubro importante pero del que no se tienen datos específicos.

Esta alarmante cifra nos da una idea de la importancia de tener en el país unas Fuerzas Armadas bien dotadas con armas de calidad, una de estas armas es la escopeta de bomba calibre 12 la misma que va a ser diseñada en su totalidad, así mismo sus procesos van a ser descritos y el ensamblaje CAD va a ser realizado mediante el software INVENTOR, el más adecuado para esta tarea, además de la simulación de la balística interna y externa que darán las características de diseño de esta arma.

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 DIFERENTES TIPOS Y SISTEMAS DE ARMAS

Existen armas de todo tipo, cortas, largas, combinadas, con o sin visores, la oferta armamentística es amplísima, pero cada tirador tiene sus preferencias.

2.1.1 AMETRALLADORAS



Figura 2. 1 Ametralladora automática

Armas automáticas diseñadas para disparar gran cantidad de balas de forma consecutiva en un corto espacio de tiempo. Armas pesadas y de gran volumen que suelen montarse sobre un armazón o soporte especial.

CARACTERÍSTICAS

- Disparos rápidos y seguidos
- Alto retroceso
- Peso elevado

UTILIDAD PRINCIPAL

- Campo de batalla

2.1.2 FUSIL DE ASALTO



Figura 2. 2 Fusil de asalto

Es el arma básica de la infantería moderna. Permite efectuar numerosos y rápidos disparos, tanto en distancias cortas como largas.

CARACTERÍSTICAS

- Reducido tamaño
- Ligereza
- Preciso en distancias en torno a 200-300 metros
- Puede tener una eficacia letal en disparos de hasta 800 metros.

UTILIDAD PRINCIPAL

- Infantería militar

2.1.3 RIFLES

2.1.3.1 Rifle cerrojo



Figura 2. 3 Rifle cerrojo

Arma clásica con más de un siglo de antigüedad que se caracteriza por su potencia, resistencia, fiabilidad y su enorme precisión.

CARACTERÍSTICAS

- Resistencia
- Fiabilidad
- Precisión
- Potencia
- Almacenamiento de cartuchos (de 3 a 5 dependiendo de su calibre)

UTILIDAD PRINCIPAL

- Caza mayor en general
- Tiro deportivo

2.1.3.2 Sniper Francotirador



Figura 2. 4 Rifle sniper

Es el arma más precisa del mundo. Se trata de un producto único, exclusivo, capaz de alcanzar a un objetivo situado a más de 1 km de distancia.

CARACTERÍSTICAS

- Gran precisión
- Equilibrio (peso y tamaño medio)
- Adaptable
- 2 tipos: de repetición manual (más precisos) o semiautomáticos.

UTILIDAD PRINCIPAL

- Campo de batalla
- Funciones policiales

2.1.3.3 Express



Figura 2. 5 Rifle tipo express

Arma de dos cañones utilizada fundamentalmente para la caza de especies peligrosas. Es un rifle versátil, seguro y muy eficaz.

CARACTERÍSTICAS

- Fiabilidad
- Eficacia
- Potencia
- Versatilidad
- Muy pesado

UTILIDAD PRINCIPAL

- Montería
- Caza mayor
- Animales peligrosos

2.1.3.4 Rifle combinado



Figura 2. 6 Rifle combinado

Esta arma permite combinar 2, 3 y hasta 4 cañones de rifle o de escopeta. Gozan de gran popularidad en los países del centro de Europa.

CARACTERÍSTICAS

- Ligereza
- Gran precisión
- Larga distancia
- Versatilidad

UTILIDAD PRINCIPAL

- Caza en rececho de alta montaña

2.1.3.5 Rifle monotiro



Figura 2. 7 Rifle monotiro

Rifle de un cañón que permite un único disparo. Arma versátil, ligera y que ofrece una gran precisión para disparos de largas distancias.

CARACTERÍSTICAS

- Ligereza
- Gran precisión
- Larga distancia
- Versatilidad

UTILIDAD PRINCIPAL

- Caza en rececho de alta montaña

2.1.3.6 Rifle palanca



Figura 2. 8 Rifle palanca

Rifle ligero que aumenta su precisión en distancias cortas y medias. Utilizado para la caza en zonas boscosas y espacios cerrados.

CARACTERÍSTICAS

- Ligereza
- Precisión en distancias cortas y medias
- Rápido sistema de recarga
- Permite un segundo disparo casi de inmediato.

UTILIDAD PRINCIPAL

- Caza de ciervos
- Caza de osos (con balas especiales de mayor calibre)

2.1.3.7 Rifle semiautomático



Figura 2. 9 Rifle automático

Permite efectuar hasta 3 disparos de forma automática, prácticamente sin perder de vista el objetivo. Muy útil para cazas en batida y piezas en movimiento.

CARACTERÍSTICAS

- Escaso retroceso
- Disparos seguidos
- Fiabilidad
- Versatilidad
- Peso y potencia medios.

UTILIDAD PRINCIPAL

- Cazas en batida y piezas en movimiento
- Tiro deportivo

2.1.3.8 Rifle de aire comprimido



Figura 2. 10 Rifle de aire comprimido

Arma utilizada básicamente para iniciarse en el tiro. Su principal atractivo es su fácil manejo y su bajo coste de mantenimiento y de munición.

CARACTERÍSTICAS

- Rigidez
- Ligereza
- Precisión en distancias cortas

UTILIDAD PRINCIPAL

- Tiro olímpico o de recreo
- Principiantes
- Prohibido para la caza

2.1.3.9 Rifle airsoft



Figura 2. 11 Rifle airsoft

Armas eléctricas que funcionan con batería y que disparan pequeñas bolas de plástico biodegradable. Son réplicas exactas de armas reales.

CARACTERÍSTICAS

- Bajo coste
- Ligereza
- Réplica exacta
- Diversión

UTILIDAD PRINCIPAL

- Juegos de combate o supervivencia

2.1.3.10 Rifle paintball



Figura 2. 12 Rifle paintball

Armas de aire comprimido que disparan pequeñas bolas rellenas de pintura y que reciben el nombre técnico de marcadoras.

CARACTERÍSTICAS

- Ligereza
- Precisas sólo en distancias por debajo de 25 metros
- Disparan pequeñas bolas de pintura

UTILIDAD PRINCIPAL

- Partidas de paintball

2.1.4 ESCOPETAS

2.1.4.1 Escopeta Yuxtapuesta



Figura 2. 13 Escopeta yuxtapuesta

Arma clásica íntimamente ligada a los cazadores más tradicionales. Posee dos cañones de ánima lisa dispuestos de forma paralela.

CARACTERÍSTICAS

- Manejabilidad
- Funcionalidad
- Elegancia
- Eficacia

UTILIDAD PRINCIPAL

- Caza de ojeo o en cobertura
-

2.1.4.2 Escopeta superpuesta



Figura 2. 14 Escopeta superpuesta

Arma elegante y segura que se caracteriza por contar con dos cañones dispuestos uno encima del otro. Idónea para la caza al vuelo y el tiro al plato.

CARACTERÍSTICAS

- Elegancia
- Practicidad
- Seguridad
- Precisión
- Fácil montaje y transporte

UTILIDAD PRINCIPAL

- Caza al vuelo y en monte abierto
- Tiro al plato

2.1.4.3 Escopeta monotiro



Figura 2. 15 Escopeta monotiro

Arma de un único cañón liso que permite un único disparo antes de cada recarga. Recomendada para iniciarse en el mundo del tiro.

CARACTERÍSTICAS

- Sencillez
- Robustez
- Ligereza
- Seguridad
- Bajo coste

UTILIDAD PRINCIPAL

- Idónea para principiantes
- Caza de aves acuáticas

2.1.4.4 Escopeta cerrojo



Figura 2. 16 Escopeta cerrojo

Esta arma posee un mecanismo de acción similar al del rifle de cerrojo. La principal diferencia entre estas dos armas se encuentra en el cañón. En el caso del rifle, el ánima del cañón es rayada y en el caso de la escopeta es lisa.

CARACTERÍSTICAS

- Fiabilidad
- Resistencia

UTILIDAD PRINCIPAL

- Caza menor
- Caza mayor de jabalíes con balas Brenneke o de una posta

2.1.4.5 Escopeta semiautomática



Figura 2. 17 Escopeta semiautomática

Arma de un único cañón capaz de disparar varios cartuchos de forma consecutiva. Permite un rápido encare y posee menos retroceso que una escopeta clásica.

CARACTERÍSTICAS

- Versatilidad (permite usar chokes intercambiables en un mismo cañón)
- Fiabilidad
- Retroceso menor
- Rápido encaramiento
- Mayor peso cuando está totalmente cargada

UTILIDAD PRINCIPAL

- Tiro al plato
- Caza menor

2.1.4.6 Escopeta de bomba



Figura 2. 18 Escopeta de bomba

Arma resistente, fiable y muy popular, que se caracteriza por recargarse mediante el deslizamiento de un guardamano accionado manualmente.

También denominada escopeta “de bombeo”, “de trombón” o “Pump Action”, la corredera es posiblemente la escopeta más conocida en todo el mundo. La principal característica de esta arma es su peculiar sistema de funcionamiento. La escopeta se recarga gracias a un rápido movimiento manual que permite deslizar de arriba hacia abajo un guardamano especial. Esta acción expulsa el cartucho usado y recarga la cámara con un nuevo cartucho. En los últimos años, la escopeta de corredera se ha convertido en una de las principales armas de los

cuerpos y fuerzas de seguridad, quienes encuentran en esta escopeta un arma fiable y eficaz.

PARTES PRINCIPALES DE LA ESCOPETA DE BOMBA



Cañón único con el ánima lisa



Guardamanos deslizable



Cargador tubular

CARACTERÍSTICAS

- Resistencia
- Fiabilidad
- Popularidad
- Disparos múltiples con cierta rapidez
- Poco retroceso

UTILIDAD PRINCIPAL

- Caza de gansos y aves acuáticas
- Fuerzas del orden

2.1.4.7 Escopeta semiautomática / manual



Figura 2. 19 Escopeta semiautomática/manual

Arma moderna que permite combinar la acción de la escopeta semiautomática con la utilización de la escopeta corredera.

CARACTERÍSTICAS

- Fiabilidad
- Versatilidad
- Diseño moderno
- Múltiples usos

UTILIDAD PRINCIPAL

- Tiro deportivo
- Cuerpos policiales

2.1.5 Pistolas



Figura 2. 20 Pistola

Armas cortas con cañón rayado y funcionamiento semiautomático o de repetición. Incorporan un cargador que puede albergar hasta 20 proyectiles.

CARACTERÍSTICAS

- Fácil manejo y transporte
- Sencilla ocultación
- Precisión
- Fuego rápido

UTILIDAD PRINCIPAL

- Fuerzas policiales
- Tiro deportivo

2.1.6 Revólveres



Figura 2. 211 Revolver

Armas de repetición que se diferencian de las pistolas por contar con un cargador giratorio que habitualmente alberga 6 proyectiles.

CARACTERÍSTICAS

- Potencia
- Fiabilidad
- Sencillez en el diseño
- Admite una amplia y variada gama de munición
- Precisión

UTILIDAD PRINCIPAL

- Fuerzas del orden
- En algunos países se emplean para la caza.¹

¹ Obtenido de <http://www.taringa.net/posts/info/1300438/todos-los-tipos-de-armas.html>

2.2 DEFINICIÓN DE ESCOPETA DE BOMBA

Una escopeta con acción de bombeo es aquella arma en donde el guardamano tiene que ser deslizado hacia atrás y adelante, para eyectar el cartucho disparado e introducir un nuevo cartucho en la recámara de esta. Es un sistema de recarga mucho más rápido que el de cerrojo o el de palanca, además que no precisa retirar de la culata la mano que acciona el gatillo al recargar. También es comúnmente llamado acción de corredera.

El término acción de bombeo también es aplicado a diversas armas airsoft y de aire comprimido que emplean un mecanismo similar para cargar un perdigón y comprimir el muelle del pistón, o armas neumáticas que emplean una bomba para comprimir el aire necesario para el disparo.

VENTAJAS

La cadencia de un arma con acción de bombeo, aunque menor que la de una semiautomática, es bastante rápida. La operación manual le permite al arma con acción de bombeo utilizar cartuchos de diversa potencia, tales como los no-letales, lo cual no es posible en armas accionadas por retroceso o el gas del disparo. La simplicidad de un arma con acción de bombeo en comparación con una semiautomática también aumenta su durabilidad y reduce costos. Además se ha observado que el tiempo necesario para recargar le permite al tirador el poder seleccionar un nuevo blanco, evitando así el gasto innecesario de munición.

DESCRIPCIÓN

Un arma con acción de bombeo es habitualmente alimentada desde un depósito tubular situado bajo el cañón, que a la vez sirve como guía del guardamano móvil, aunque algunos modelos (como el fusil Remington 760 y sus sucesores) son alimentados mediante cargadores extraíbles. Los cartuchos son introducidos en el depósito tubular uno por uno a través de una abertura del cajón de

mecanismos, siendo empujados hacia adelante. Un pestillo en la parte posterior del depósito sujeta los cartuchos dentro de este hasta el momento de ser empleados. Si se desea cargar completamente el arma, se puede introducir un cartucho en la recámara a través de la abertura de eyección o cargar uno desde el depósito mediante la acción e introduciendo otro en el depósito. Existen escopetas con acción de bombeo alimentadas mediante cargadores e incluso tambores, las cuales pueden o no permitir la introducción del cargador sin tener que expulsar el primer cartucho de este.

OPERACIÓN

Casi todas las armas con acción de bombeo precisan mover el guardamano hacia atrás y adelante para recargar. El guardamano está conectado al cerrojo mediante una o dos barras; se considera que dos barras son mejores porque ejercen fuerzas simétricas sobre el cerrojo y el guardamano, reduciendo así las probabilidades de bloqueo. El movimiento hacia atrás y adelante del cerrojo en un modelo alimentado desde un depósito tubular también activa el elevador, que sube los cartuchos desde el depósito hasta la recámara.

Tras disparar un cartucho, el cerrojo se desacopla y el guardamano puede moverse. El tirador desliza hacia atrás el guardamano para así poder recargar el arma. Esto hace que el cerrojo se desacople y se mueva hacia atrás, extrayendo y eyectando el cartucho disparado de la recámara, armando el martillo e iniciando la carga de un nuevo cartucho. En un arma con depósito tubular, mientras que el cerrojo se mueve hacia atrás, un nuevo cartucho es extraído del depósito y empujado hacia el elevador.

Cuando el guardamano llega al final de su recorrido y empieza a ser deslizado hacia adelante, el elevador sube un nuevo cartucho y lo alinea con la recámara. Al moverse el cerrojo hacia adelante, empuja el cartucho dentro de la recámara y el recorrido final del guardamano hace que este se cierre. Al apretarse el gatillo se dispara el cartucho y el ciclo se reinicia.

La mayoría de armas con acción de bombeo no tienen un medio para indicar que se les ha terminado la munición, haciendo posible que el tirador tenga el arma vacía sin darse cuenta. El riesgo de quedarse inesperadamente sin munición puede ser reducido en un arma con depósito tubular manteniéndola siempre llena, insertando un nuevo cartucho en este luego de cada disparo. Esto es especialmente importante durante una cacería, ya que varios lugares limitan legalmente la capacidad del depósito: por ejemplo, tres cartuchos para una escopeta y cinco cartuchos para un fusil.

Desconectores de gatillo

Las escopetas con acción de bombeo modernas, tales como la Remington 870 y la Mossberg 500, tienen una característica de seguridad llamada desconector de gatillo, el cual lo desconecta del martillo mientras el cerrojo retrocede, haciendo que este deba ser apretado nuevamente al cerrarse el cerrojo. Muchas de las primeras escopetas con acción de bombeo, como la Winchester 1897, no tenían desconectores de gatillo y podían disparar inmediatamente después que el cerrojo se cerrara si se mantenía apretado el gatillo. Algunos tiradores opinan que esto les permite una mayor cadencia de fuego, prefiriendo modelos sin esta característica como las escopetas Ithaca 37 y Winchester Model 12.²

2.2.1 TIPOS DE CALIBRE

El calibre de las escopetas lo establecieron los ingleses, pesando una libra de plomo.

Tomaron la medida del agujero del cañón (no donde está el choque, si no en la parte cilíndrica) e hicieron con ese plomo unas esferas que tenían ese mismo

² Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Acci%C3%B3n_de_bombeo

diámetro medido, de forma que si salían 12 esferas el calibre se llamaría 12, si salían 20 esferas se llamaría 20 ... etc.

Una de las características para distinguir las armas es el calibre. El calibre varía según se trate de armas de ánima lisa (escopetas), de ánima rayada larga (rifles o carabinas) o de arma rayada corta (pistolas y revólveres).

En las escopetas, la denominación de cada calibre corresponde al número de bolas de plomo perfectamente esféricas que pueden fabricarse con una libra de plomo. Así, el diámetro del calibre 12 corresponde al diámetro de una de las 12 bolas que pueden fabricarse con 1 libra de plomo.

Cuanto más baja sea la numeración del calibre (calibres grandes), mayor será el diámetro del cañón de la escopeta y mayor será la carga de plomos que acepte ésta. La elección del calibre de la escopeta dependerá, como no, del tipo de caza que se quiera practicar con ella, y para ello, es necesario conocer los calibres más utilizados, además de sus características generales para la caza:

Calibre 12: Es el más polivalente. Puede ser utilizado en cualquier modalidad de caza y tiro.

Calibre 16: Escopetas muy manejables y ligeras aunque con inferiores cualidades balísticas que las del calibre 12.

Calibre 20: Lógicamente la carga de plomos es menor comparado con un calibre 12, y por tanto sus cualidades balísticas son inferiores a un arma de ese calibre. No obstante, estas armas son fácilmente manejables y ligeras, muy adecuadas para la caza de becadas, aunque totalmente ineficaces en la caza mayor.

Calibre 24: Arma eficaz para caza en llano a distancia media, aunque actualmente en desuso.

Calibre 28: los 21 gramos de plomo que alberga este cartucho son suficientes para abatir pequeñas piezas a distancias de 30-35 metros con total limpieza.

Calibre 410: su número está expresado en pulgadas según el sistema utilizado en EEUU. Calibre que no consigue tanta efectividad como el 28, aunque es correcto a distancias de tiro de hasta 25 metros. Su retroceso y peso son mínimos.

Además de éstos son muchos más los calibres en escopetas existentes, aunque los citados son los más usados y conocidos en nuestro país.

En las armas rayadas el calibre es muy variado, encontrándose diversas nomenclaturas para Europa y América. Muchos fabricantes han diseñado sus propias armas con calibres y longitudes de recámara diferentes, lo que hace muy difícil establecer un criterio único.

Podemos decir que los calibres europeos se expresan por dos cifras separadas por el signo "X". La primera es el diámetro de la bala en milímetros mientras que la segunda es la longitud de la vaina.

Para los calibres americanos se utilizan las milésimas o centésimas de pulgada y el nombre del fabricante.³

³ Obtenido de <http://es.geocities.com/cazadoresvilvestre/armas>

2.2.2 TIPOS DE MUNICIONES

MUNICIÓN RIFLE



Figura 2. 22 Munición de rifle

A la hora de decidirse por un tipo de munición para armas con cañones rayados, el tirador cuenta con un amplio abanico de posibilidades. Los fabricantes de munición para rifles producen numerosos calibres, que van desde el pequeño .22 de fuego anular hasta los potentes .458 Winchester o el .460 Weatherby Magnum para caza mayor. En cuanto a su estructura, el cartucho rayado se compone de 4 elementos fundamentales: la vaina, la pólvora, el detonador y la bala.

1) Vaina: presenta una estructura metálica, en la mayoría de casos de latón, que resulta tremendamente resistente y flexible. En su interior contiene la pólvora.

2) Pólvora: se trata fundamentalmente de nitrocelulosa en polvo o granulada. Al explotar, genera el gas necesario para que la bala salga disparada.

3) Detonador o pistón: a pesar de poseer un tamaño diminuto, cuenta con una importancia vital. Se activa cuando entra en contacto con la aguja percutora del rifle.

4) Bala o proyectil: es el elemento principal del cartucho y se coloca en uno de sus extremos. La bala también ayuda a sellar la vaina y a mantener la pólvora en su sitio.

La carga propulsora de los cartuchos de rifles se rellena con una serie de partículas de combustible sólido que reciben el nombre de “grains”. La detonación de estas partículas es la que provoca la expulsión de la bala de plomo o de cobre.

El calibre de estos cartuchos está directamente relacionado con el diámetro de la bala utilizada. Puede expresarse en milímetros, siguiendo la tradición europea, o en pulgadas, atendiendo al modelo anglosajón. En Europa también existe la costumbre de indicar junto al calibre la longitud de la vaina del cartucho. Así, por ejemplo, podemos encontrar una nomenclatura que indique 8x57mm. Esto significa que el diámetro de la bala es de 8mm y que su vaina mide 57mm.

Toda la munición utilizada en los rifles cuenta con una gran velocidad inicial. A diferencia de lo que ocurre con las escopetas, algunos de estos cartuchos resultan enormemente precisos a largas distancias. La elección de este tipo de munición siempre irá en función del uso que se le vaya a dar, del tipo de arma empleada, y de la pieza que se quiera abatir. En este sentido, el mercado armamentístico ofrece una gran variedad de calibres que pueden ser idóneos para cazar un determinado animal pero que también pueden resultar totalmente inefectivos para abatir a otros.

Según su forma, pueden diferenciarse dos tipos básicos de vainas: la denominada rebordeada o de pestaña, y la que no lleva pestaña. Por su facilidad de extracción y colocación, las vainas rebordeadas resultan muy útiles para los rifles

basculantes, mientras que las que no presentan pestaña suelen emplearse en los rifles de cerrojo y en los automáticos.

Básicamente, los cartuchos utilizados en las armas con cañones de ánima rayada se diferencian de los empleados en las escopetas en que los perdigones son sustituidos por una bala de plomo o de cobre. Por otro lado, en función de la forma y el material de su punta, pueden distinguirse dos tipos de balas: las reforzadas y las que poseen una punta más blanda. La bala reforzada suele presentar una forma cónica, lo que le confiere mayor velocidad y precisión a largas distancias. Esta bala cuenta con un alto poder de penetración, incluso pudiendo llegar a traspasar el objetivo. Su principal utilización es la militar, ya que no resulta tan destructiva como las balas con puntas blandas. Por su parte, las balas blandas, con una forma un poco más redondeada, se caracterizan por deformarse en el momento que impactan contra el objetivo. Esto provoca que aumente su poder destructivo y su poder de parada, causando una muerte más rápida al animal. Su uso se limita a la caza mayor.

MUNICIÓN ESCOPETA

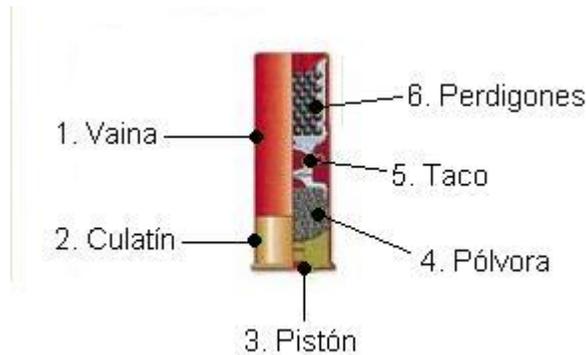


Figura 2. 23 Partes de un cartucho de escopeta

Hoy en día, el cartucho más utilizado es el calibre 12.

Las dimensiones de los cartuchos oscilan entre los 65 y los 68mm. Los de tipo Magnum cuentan con un tamaño superior, llegando hasta los 76mm. Un cartucho

de escopeta presenta seis partes fundamentales: la vaina, el pistón o fulminante, la pólvora, el taco y los perdigones de plomo.

1) Vaina: cilindro de cartón o de plástico que contiene los componentes de la carga. Su función principal es impedir que los perdigones entren en contacto con las paredes del cañón. De esta forma, la vaina actúa como aislante de la carga impidiendo que los perdigones se abrasen y se deformen.

2) Culatín: Básicamente la función del culatín metálico es la de reforzar la parte del cartucho donde se quema la pólvora.

Permite la colocación segura del pistón.

Asegura la expulsión de la escopeta una vez disparado el cartucho.

Al estar ensamblado y ser metálico con el tubo de plástico y tener un coeficiente de dilatación menor se consigue una buena balística.

Le proporciona una estética buena combinándolo con los diferentes colores del tubo.

3) Pistón o fulminante: elemento que contiene una mezcla explosiva sensible a la percusión. Al ser golpeado por el percutor la mezcla fulminante explota.

4) Pólvora: componente químico que al estallar se transforma en gas y provoca la salida de los perdigones del cartucho. La más utilizada actualmente es la nitrocelulosa gelatinizada.

5) Taco: elemento de corcho, de lana seca o de fieltro, que sirve para separar la pólvora de los perdigones. Actúa como termoaislante, impidiendo que los perdigones se abrasen tras la explosión de la pólvora.

6) Perdigones: son el elemento principal del cartucho. Están compuestos básicamente de plomo o de acero (menos contaminantes). Según su tamaño se

clasifican siguiendo una escala del 1 al 10, siendo el 1 el perdigón más grande y pesado. Los niquelados son los más sólidos y resistentes.

Dentro de la munición para escopetas destacan los cartuchos para cierto tipo de caza mayor. Los denominados “Brenneke” se caracterizan por contar en su interior con una única bala de plomo con unos nervios longitudinales que ayudan a estabilizar su trayectoria. Este tipo de munición, que suele emplearse para la caza del jabalí, resulta eficaz hasta una distancia máxima de 60 metros.

Los amantes de la escopeta para la caza mayor también disponen de un tipo de perdigones especiales conocidos como postas. Estos perdigones poseen un peso superior a los 2,5 gramos y sólo pueden emplearse en ciertos casos, como por ejemplo, en las cacerías de jabalíes llevadas a cabo en determinados países.

En los últimos años, sobre todo en Estados Unidos, el perdigón de plomo está perdiendo su protagonismo entre los cazadores en favor del perdigón de acero. Este material resulta menos tóxico y es muy aconsejable para la caza de aves acuáticas. Por contra, el perdigón de acero tiene menos energía que el de plomo, por lo que resulta más complicado conseguir una muerte limpia de la pieza.

MUNICIÓN ARMAS CORTAS



Figura 2. 24 Munición de armas cortas

Se refiere a los cartuchos empleados en pistolas y revólveres. Este tipo de munición es utilizada principalmente por las fuerzas del orden y cuerpos de seguridad, los tiradores deportivos, y en contadas ocasiones por algunos cazadores. Existen infinidad de balas adaptables a las pistolas y los revólveres. La elección del tipo de proyectil dependerá del arma con la que se vaya a disparar y del uso que se le vaya a dar.

En este tipo de armas, por regla general, cuanto mayor sea el calibre (diámetro de la bala) mayor será el poder de parada, entendiendo este poder como la capacidad que posee una determinada bala de detener al objetivo con el menor número de impactos.

Otro aspecto que desempeña un papel muy importante en las balas para pistolas y revólveres es la forma y el material con el que está fabricada su punta. En este sentido, las puntas blandas y huecas cuentan con un mayor poder de parada. El motivo es que al impactar contra el objetivo la punta de la bala se ensancha, aumenta su superficie, y termina provocando un mayor efecto destructivo. Un ejemplo característico de este tipo de balas son las conocidas como “hollow-point”, una munición que está prohibida por ley en numerosos países. En este sentido, ni siquiera las fuerzas del orden pueden utilizar estas balas en la mayoría de países civilizados.

Conceptualmente, las pistolas y los revólveres no pueden emplear el mismo tipo de munición. Esto se debe a que el cargador con forma de tambor del revólver necesita unas vainas especiales que faciliten su carga y su extracción. Por otro lado, el cargador de la pistola, inicialmente con formato monohilera aunque la tendencia actual es el formato doble para aumentar su capacidad de carga, no requiere que las vainas presenten estas pestañas especiales que sí precisa el revólver. Pero a pesar de estas diferencias, existen ciertos modelos de pistolas y revólveres que sí pueden intercambiar su munición. Es el caso de algunos revólveres que pueden utilizar balas 9mm Parabellum, gracias a unas bridas

especiales que se acoplan a los casquillos, y de ciertas pistolas como la Coonan o la Desert Eagle que también funcionan con cartuchos de revólveres (.357 Magnum).

Los cartuchos de armas cortas también están compuestos por 4 elementos fundamentales: la vaina o el casquillo, el detonante o pistón, la pólvora y la bala. Precisamente, uno de los cartuchos más famosos en todo el mundo corresponde a un arma corta. Se trata del popular 9mm Parabellum, también conocido como 9mm Luger o 9x19mm. La mayoría de ejércitos y cuerpos de seguridad de todo el planeta están equipados con pistolas que utilizan este calibre. Esta bala fue creada para ser utilizada en la caza con revólver de renos y osos polares en Estados Unidos.

MUNICIÓN MILITAR



Figura 2. 25 Munición militar

Los ejércitos y los cuerpos de seguridad de todo el mundo utilizan una munición especial para el equipamiento de sus armas. Atendiendo a los tratados internacionales existentes, en el campo de batalla sólo pueden utilizarse proyectiles con balas endurecidas, totalmente revestidas de latón y

completamente rellenas de plomo. Esta decisión se adoptó en la Convención de la Haya de 1899 con el objetivo de prohibir a las tropas británicas que continuaran utilizando balas con punta hueca para combatir en sus colonias (sobre todo en India).

Por tanto, a día de hoy, en el campo de batalla sólo pueden emplearse un tipo de proyectiles con estructura alargada y punta cónica que reciben el nombre de Full Metal Jacket (FMJ). El objetivo de esta munición es atravesar el cuerpo del soldado abatido. Es la particular “ética” de la guerra, que no ve con buenos ojos la utilización de balas con punta blanda por su alto poder destructivo. Además, el empleo de la munición FMJ también presenta un notable componente psicológico, ya que en la moral del enemigo pesa más un soldado herido que un soldado muerto. Por otro lado, a nivel de infraestructuras también resulta más complejo atender a un militar herido, ya que requiere ser transportado a un hospital de campaña donde ser tratado, y eso presenta un coste (humano y económico) superior al de un soldado muerto.

Las dos guerras mundiales acontecidas durante el siglo XX marcaron un antes y un después en la munición militar. Estos dos conflictos bélicos consiguieron elevar a la categoría de leyenda a un amplio número de calibres.

Uno de los calibres militares más populares es el 5,56x45mm OTAN (también .223 Remington), utilizado por los archiconocidos M16 estadounidenses. Su “lado opuesto” en el campo de batalla es el 7,62x39mm que emplea el AK47 ruso. Estas dos municiones han marcado gran parte de los conflictos bélicos más importantes de todo el siglo XX y todavía hoy se continúan utilizando.

Dentro del terreno militar existe un tipo de munición especializada en superar superficies blindadas. Conocido como Armor Piercing (AP), este proyectil cuenta con una morfología similar a la del FMJ. La diferencia entre ambas balas se encuentra en su interior, ya que la AP se rellena con un núcleo de acero

endurecido que facilita la perforación del blindaje. Del mismo modo, los soldados también tienen a su disposición unas balas especiales de gran calibre, denominadas incendiarias o explosivas, que se utilizan para destruir fábricas o depósitos de combustible del ejército enemigo.

Otro tipo de munición militar especializada son las balas HE (High Explosive), que llevan el elemento detonante en la punta de la bala. De esta forma, justo en el momento en que la bala impacta contra el objetivo se produce una gran explosión. Dentro de la munición militar también destacan los proyectiles antipersona. Estas balas están recubiertas de pequeñas bolas de acero que saltan hacia todas las direcciones justo en el momento del impacto. Se utilizan principalmente en ataques contra unidades de infantería.

Las balas trazadoras también desempeñan un papel fundamental dentro de la munición militar. Se trata de un proyectil similar al habitual con la diferencia de que incorpora una sustancia luminosa en su parte trasera. Esta sustancia va dejando una estela luminosa que orienta al soldado en sus siguientes disparos. Su utilización queda reservada a las ametralladoras, ya que su objetivo principal es corregir las posibles desviaciones en el tiro.

La munición militar especializada se completa con las balas de demolición y los proyectiles antitanques. Gracias a su envoltura de acero endurecido, las balas de demolición penetran en el interior de los muros de hormigón o de los bunkers y una vez dentro explotan. Por su parte, los proyectiles antitanques, entre los que figuran los potentes APFSDS (Armor Piercing Fin Stabilized Discarding Sabot) y HEAT (High Explosive Anti Tank), permiten perforar la estructura blindada de un carro de combate e incluso detonar en su interior.⁴

⁴ Obtenido de <http://www.taringa.net/posts/apuntes-y-monografias/2545701/Tipos-de-municion-para-armas-de-fuego.html>

2.2.3 TIEMPO DE VIDA ÚTIL

Las armas de fuego si han sido bien conservadas, tienen una muy extensa vida útil, siendo que un arma fabricada a principios del siglo XX, puede estar en perfectas condiciones y ser de un calibre vigente en nuestros días.

La escopeta de bomba que se ha diseñado en esta tesis va a tener la mayor precisión para evitar al máximo el desgaste y será fabricada con los mejores materiales para llegar a poder ofrecer a nuestros los una garantía de por vida.

DETERIORO E INUTILIZACIÓN DE LAS ARMAS DE FUEGO

Un arma es una máquina sometida a grandes esfuerzos, debido a esto, sufre DESGASTE. Este desgaste es inevitable, pero es posible disminuir su régimen de avance.

El efecto del desgaste se manifiesta en alteraciones de las dimensiones originales del cañón, lo que trae como consecuencia, alteraciones en sus cualidades balísticas (mayor dispersión del tiro en el objetivo, volcamiento del proyectil en la trayectoria, etc.)

EL DESGASTE SE DEBE PRINCIPALMENTE A DOS FACTORES:

- LA EROSION
- LA CORROSION

LA EROSION: Es el desgaste lento de la superficie interior del cañón, debido a las acciones mecánicas del tiro (roce, elevadas presiones, etc.)

LA CORROSION: Así como la erosión resulta de procesos eminentemente físicos, la corrosión resulta de un proceso químico.

Un cañón de un arma, afectado por la erosión, presenta tres zonas características:

Primer tercio correspondiente a la recámara: Avance del cono de forzamiento y ausencia de los macizos. Es la más afectada por el tiro, pues soporta las mayores presiones y acciones mecánicas.

Segundo tercio o zona intermedia: Es la zona que presenta menos desgaste, debido a que soporta presiones y temperaturas medianas y las situaciones no son excesivas. Hay acción mecánica débil. Puede llegar a presentar menos diámetro, debido a la acumulación, en las paredes interiores del tubo del material erosionado del primer tercio (recámara).

Tercer tercio correspondiente a la boca: Formación de un embudo con el mayor diámetro en la boca, debido a acciones dinámicas de la bala al abandonar el cañón (vibraciones) y a la fuga de gases entre la pared del ánima y la periferia de la bala.

En la figura 2.26 puede observarse el desgaste típico de la recámara, zona intermedia y la boca.

Por otra parte, la corrosión es el resultado de tres agentes de ataque:

- Humedad atmosférica y agentes salinos.
- Acción de agentes químicos, derivados de la combustión de la pólvora.
- Acciones electro-químicas.

En general, la corrosión resulta de la oxidación del metal y es inevitable, pero se puede retardar su avance. Las condiciones climáticas tienen gran importancia en el proceso.

La oxidación es lenta en climas secos, incluso con altas temperaturas. Es rápida en regiones húmedas, especialmente a orillas del mar donde hay presencia de sal en la atmósfera.

LA HUMEDAD ES EL FACTOR MÁS IMPORTANTE PARA ACELERAR LA OXIDACIÓN.

La exclusión del aire sobre las superficies metálicas no es garantía de detención del proceso de oxidación. La presencia de pequeñas partículas de agua y oxígeno en los derivados del petróleo empleados como elementos de aseo y conservación, pese a ser pequeñas son suficientes como para producir la oxidación en la superficie de metales ferrosos.

Para evitar esto, a los elementos de preservación se les ha adicionado elementos neutralizantes.

El funcionamiento continuado de las armas de fuego produce un DESGASTE MATERIAL que, a su vez, es causa del DESGASTE BALISTICO de las mismas.

El desgaste y deformación del ánima de las armas de fuego es debido principalmente a la fusión y arranque de metal de su superficie, por acción de la corriente rapidísima de los gases de la combustión a muy alta temperatura; que además produce abundantes fisuras. La acción térmica se combina con la presión de los gases y sus efectos tienen lugar preferentemente en la zona de la gola y cono de unión de la recámara y en la boca del ánima. Los efectos aumentan con el calibre, la masa de gases y su temperatura. Las condiciones de carga tales como, el recamarado, calibre, volumen de recámara y total del ánima, peso de la carga y proyectil y características de la pólvora, tienen mucho que ver en el fenómeno; así como las características mecánicas del acero del tubo, su punto de fusión, su conductibilidad térmica sus características superficiales.

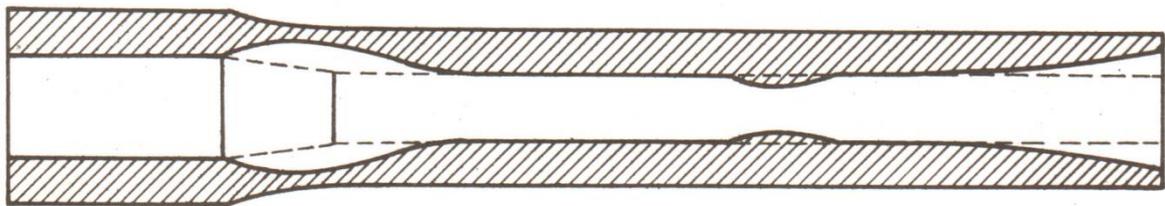


Figura 2. 26 Desgaste en un cañón

Muerte balística. Cuando el deterioro producido en las armas por el desgaste material, alcanza extremos que determinan una patente disminución de la presión máxima y de la velocidad inicial, y la irregularidad del movimiento de rotación del

proyectil perturba la buena marca del mismo en la atmósfera, separándolo de su trayectoria, se ha llegado a la muerte balística. Es inoperante y peligroso seguir haciendo uso de un arma después de que se ha alcanzado este estado.

El desgaste en las armas portátiles. Aunque los síntomas y los efectos son los mismos que en cualquier otra arma de fuego, la manera de producirse el desgaste en las armas portátiles resulta bastante peculiar, a causa de su sistema de forzamiento y de la gran cadencia de tiro que pueden alcanzar, pese a que las temperaturas y presiones que se desarrollan no son grandes.

En armas de repetición el desgaste material se manifiesta, en un principio, por un ligero aumento de diámetro en el comienzo del rayado o la conducción (primeros centenares de disparos); mientras el resto del ánima permanece sin vestigios de erosión. Alrededor del millar de disparos, las rayas pierden sus aristas vivas y se redondean; en recámara aumenta el diámetro y avanza el cono de unión; en boca comienza a aumentar el calibre. Bien pasado el millar de disparos, el calibre del ánima aumenta constantemente y lo mismo ocurre en boca. Disparados varios millares de cartuchos, aumenta grandemente el diámetro en recámara; lo mismo el avance del cono de unión e igualmente el calibre del ánima sobre todo en su primer tercio. En boca el aumento del calibre es tan grande que llegan a desaparecer las rayas y el ánima se abarrila.

Mientras todo esto ocurre el desgaste balístico sigue un curso paralelo. En los primeros centenares de disparos, la velocidad inicial, presión en recámara y precisión, permanecen constantes. Entre el primer millar de disparos y el segundo, la velocidad inicial se hace ligeramente irregular y la precisión empeora lenta pero regularmente. Después de varios millares de disparos, la velocidad inicial y la presión disminuyen ostensiblemente, deteriorándose la precisión de tal manera que la dispersión de los disparos llega a ser cuádruple de lo normal y los impactos se "ovalizan".

En armas automáticas el desgaste sigue un curso parecido, aunque los tres períodos que cabe distinguir (primeros centenares de disparos, primeros millares, varios millares), se presenten más delimitados, con variaciones bruscas en velocidad inicial y precisión. Así, en el tercer período, bruscamente el arma

empeora su velocidad y deteriora la precisión de tal forma que queda balísticamente inútil.

Además de las características de las pólvoras, trazado interior del ánima y acero del tubo, influye en el desgaste, la forma del culote de la bala, el metal de la envuelta, la zona cilíndrica de cuerpo que produce el forzamiento o la conducción, su dureza, la del núcleo y la fuerza de engarce bala-vaina.

2.3 ANÁLISIS BALÍSTICO

BALISTICA

Es la ciencia que estudia el movimiento de los proyectiles (balas o perdigones), por tanto, se ocupa del disparo incluyendo los efectos sobre: el arma, vuelo del proyectil y blanco.

En términos sencillos, la balística es la ciencia que define hasta dónde puede llegar un proyectil y con cuánta fuerza. Por otro lado, conceptualmente, el término balística posee un amplio contenido que resulta conveniente poder analizar paso a paso.

Podemos dividirla en: Balística Interna, Balística Externa y Balística de Efectos.

2.3.1 ANÁLISIS DE LA BALÍSTICA INTERIOR

Inicia con la acción del percutor sobre la cápsula del pistón. La energía mecánica se emplea en deformar la base de la misma.

La pasta explosiva es comprimida entre el yunque y el fondo de la cápsula y se inicia el pistón.

El fuego se desplaza hacia la pólvora a través de la boca de fuego. La pólvora se inflama y aumenta la presión por generación de gases, también aumenta la temperatura y la velocidad de combustión.

La presión de los gases logra abrir el cierre del cartucho de escopeta y la masa a proyectar inicia su movimiento en el interior del cañón, pasando en el corto espacio de la longitud del cañón desde velocidad cero a cientos de metros por segundo. La vaina se dilata y adopta el tamaño de la recámara sellando la salida de gases. La cápsula del pistón trata de desplazarse hacia el percutor y se sigue deformando contra la aguja, dejando una amplia huella.

Mientras la carga a proyectar (taco y perdigones) se mueve por el ánima del cañón sigue quemándose la pólvora y generando más gases que aceleran la carga a lo largo del cañón.

La carga (taco y perdigones) abandona el cañón y deja de ser impulsada por la presión de los gases. Ahora la aceleración del conjunto es negativa por el rozamiento con el aire y el conjunto pierde velocidad sometiéndose a los efectos atmosféricos y a la gravedad. Dos parámetros balísticos son básicos: Presión y Retroceso



Figura 2. 27 Cartucho escopeta calibre 12

PRESIÓN

Como consecuencia de la combustión de la pólvora una gran cantidad de gases a alta temperatura se generan en la cámara de combustión del cartucho. Estos gases ejercen una fuerte presión contra la vaina comprimiéndola contra las paredes de la recámara.

La parte más débil del conjunto taco y perdigones es sometida a la misma presión y al no tener elementos mecánicos que la contengan comienza a moverse por el interior del cañón.

La presión en el cartucho es un mal necesario para cumplir los objetivos del arma. La energía proporcionada por la presión se transmite a la masa de perdigones o a la bala, impulsándola fuera del cañón.

Hay un límite máximo para la presión de un cartucho en un arma que viene determinado por la calidad y resistencia de la misma y que ha sido comprobado y tarado en los Bancos Oficiales de Pruebas.

En estos laboratorios balísticos se prueban todas las armas fabricadas con cartuchos especialmente preparados para desarrollar presiones superiores a las normales de los cartuchos comerciales.

La (C.I.P.)⁵ controla la seguridad de las armas de fuego y de las municiones apropiadas a las mismas en Europa.

RETROCESO

El retroceso de un arma cuando se dispara un cartucho es una consecuencia directa de las leyes físicas del movimiento. En el momento en que la carga de perdigones, el taco y los gases de combustión de la pólvora abandonan la boca del cañón se está proyectando una masa a elevada velocidad.

Se cumple el principio de conservación de la cantidad de movimiento y el arma inicia un movimiento en sentido contrario al disparo cuya intensidad dependerá de la velocidad del cartucho, la masa proyectada y la masa del arma. Es decir:

$$M_{\text{proyectada}} \times V_{\text{inicial}} = M_{\text{escopeta}} \times V_{\text{retroceso}}$$

⁵ C.I.P. -Comisión Internacional Permanente para las Pruebas de Armas y Municiones.

En consecuencia, para un determinado cartucho (carga de perdigones y velocidad) el retroceso dependerá de la masa/peso del arma. Las armas más ligeras serán menos confortables y estarán indicadas para caza o tiro donde no se disparen un número elevado de cartuchos por jornada. Por el contrario cuando nos disponemos a disparar muchos cartuchos, por ejemplo, en el tiro al plato es conveniente utilizar un arma más pesada.

Con la utilización de pólvoras vivas la generación de gases es extremadamente rápida y casi instantáneamente se alcanza un pico de presión que hace que la masa a proyectar alcance muy rápidamente la velocidad máxima. En este caso el retroceso será violento, un golpe seco.

Cuando se utilizan más progresivas la aceleración de la carga se produce paulatinamente y el retroceso es más suave.

La influencia de la progresividad de la pólvora en el retroceso es apreciable para los tiradores que disparan muchos cartuchos continuamente en el campo de tiro.

El límite medio admisible en velocidad de retroceso se sitúa alrededor de 5 m/s, velocidades mayores comienzan a ser muy molestas.

En todo caso existe un límite para el conjunto arma-cartucho que como se ha visto depende del peso del arma, carga del cartucho y velocidad inicial del disparo

2.3.2 ANÁLISIS DE LA BALÍSTICA EXTERIOR

Estudia el movimiento del proyectil en el aire, desde que abandona la boca del cañón, hasta el impacto o hasta que se detiene. Los fenómenos básicos que inciden sobre la trayectoria de un proyectil son:

- **Velocidad** (A)
- **Energía** (B)
- **Resistencia del Aire** (C)
- **Coeficiente Balístico** (D)
- **Fuerza de Gravedad** (E)
- **Vientos** (F)

(A) Velocidad

La velocidad se divide en dos etapas, siendo la primera Velocidad inicial (V.i.), o en boca, y la segunda Velocidad Remanente.

La primera hace referencia a la velocidad del proyectil al abandonar la boca del cañón, esta es la máxima velocidad, y la adquiere por la acción de los gases de combustión de la pólvora, en general se busca que la V.i. sea lo mayor posible, pues así se logra que el proyectil obtenga mayor energía y mayor precisión.

La velocidad remanente (V.r.) es la velocidad que posee el proyectil en cualquier punto de la trayectoria, a medida que este se aleja de la boca del arma va a ser menor, debido a la resistencia del aire y el efecto de succión a los que se ve sometido el proyectil. Cuando se hace referencia a la V.r., se debe indicar concretamente la distancia desde la boca del arma que lo disparó, ya que es un dato necesario para calcular la energía del proyectil. Para realizar la medición de velocidad del proyectil se utiliza el cronógrafo, el cual calcula el tiempo que demora un objeto en pasar por dos puntos, en donde se encuentran células fotoeléctricas que registran el paso de la sombra del proyectil.

(B) Energía

Es la capacidad de un cuerpo de producir trabajo según su posición, y velocidad. En Balística exterior esta energía es denominada Energía Cinética, y su valor es el producto de su masa por el cuadrado de la velocidad, todo dividido por dos ($EC=1/2.m.v^2$), se expresa en Kilogrametros (Kgm), ó en Julios (J). Para conocer la energía de un proyectil a determinada distancia del arma, basta con medir su velocidad, ya que la masa la poseemos, y aplicar la formula, o acudir a las tablas

balísticas del fabricante (si las hubiera), donde ya tienen las tabulaciones de sus productos.

Como se ha visto en la fórmula, la velocidad juega un papel principal en el valor de la energía cinética y de aquí se desprende que la pérdida de energía contra la resistencia del aire (punto C), está dado por el coeficiente balístico, o forma del proyectil, (punto D) y que cuanto mayor sea la velocidad, mayor será la energía (punto C), y menor será la proporción de energía cedida en el mismo trayecto. La Energía en boca es la que se produce en la salida del cañón, es una característica de la combinación cartucho y el arma.

(C) Resistencia del aire

El primero que estudió el problema de la fuerza resistente al avance de un cuerpo en un medio fluido, como puede ser el aire, ha sido el insigne sabio inglés Sir Isaac Newton. La naturaleza exacta de la resistencia en que se encuentra un cuerpo moviéndose a través de un fluido, tanto sea incompresible (agua) como compresible (aire), es un asunto muy complejo; que comprende varios fenómenos físicos, que en general pueden ser divididos en 5 tipos:

- Resistencia a la fricción o rozamiento entre objetos. (1)
- Resistencia por rodadura. (2)
- Resistencia viscosa debida a la propia viscosidad del fluido en que el cuerpo se desplaza. (3)
- Resistencia de estela debida a la formación de torbellinos en el medio fluido detrás del móvil. (4)
- Resistencia de onda que obedece a la formación de ondas radiadas desde el móvil al medio que lo rodea.(5)

Las tres últimas comprenden el caso de un proyectil. En consecuencia del punto 3, el proyectil a su paso por el aire se ve frenado por el frente de resistencia del medio. Con respecto al punto 4 se produce detrás del proyectil una serie de movimientos en forma de torbellinos que provocan una succión del proyectil

mismo, (en especial a velocidades supersónicas) restándole velocidad y desestabilizándolo.

En tanto que el punto 5 hace referencia a la energía cedida por el proyectil al medio que lo rodea. Cuanto mayor sea la velocidad del proyectil, más fácilmente se superará dicha resistencia.

Delante del proyectil se produce una onda denominada de condensación, que forma un semi ángulo con el eje del proyectil, y a medida que aumenta la velocidad del proyectil más disminuye este ángulo, y la estela se acerca más a la línea de dirección del objeto.

Para disminuir la presencia de estos remolinos se le da a la base del culote un rebaje (ángulo de estrechamiento) con un ángulo que oscile entre 5° y 9° , con el fin de que el aire que pasa rozando la parte cilíndrica pueda llegar a la cónica sin el efecto de succión y sin remolinos, aunque la formación de remolinos nunca será de un igual a cero.

(D) Coeficiente Balístico

Es una medida relativa de la capacidad de un proyectil para vencer la resistencia del aire, en comparación con otro, del mismo calibre pero de características standard y tomado como patrón. Para casos prácticos, estos valores se obtienen de las tablas balísticas.

Esto quiere decir que la forma del proyectil dará el valor de coeficiente balístico. Si bien es un valor teóricamente constante, puede variar con la velocidad del proyectil (punto C).

También de aquí se desprende el coeficiente de forma, que relaciona un proyectil dado con la forma de uno standard utilizado para el cálculo del coeficiente balístico.

(E) Fuerza de la Gravedad

También denominada fuerza "g", es la atracción que ejerce la tierra sobre los cuerpos en sus proximidades; actúa desde el momento en que el proyectil abandona la boca del cañón y es la causa de la curvatura de su trayectoria. Se mide por la aceleración hacia el centro de la tierra, que es igual a $9,81 \text{ m/s}^2$.

(F) Vientos

La acción del viento puede alterar la dirección del disparo, si este fuera lateral, o la curvatura de la trayectoria, si fuera axial al eje de la misma. Para subsanar estas desviaciones lo que se requiere es conocer la dirección y la velocidad de este factor, mediante el uso de Anemómetro, o de la experiencia adquirida en campo; y corregir la dirección o elevación del aparato de puntería.

Como resultado de estos factores, podemos comenzar a referirnos al término trayectoria, la cual es aproximadamente un arco de parábola, desde que sale de la boca del arma hasta el punto de impacto, en la que se distinguen las siguientes características:

- **Origen:** el momento en que sale el proyectil de la boca del arma.
- **Rama ascendente:** es el recorrido en que el proyectil gana altura con respecto a la horizontal de la línea de mira.
- **Vértice:** es el punto más alto con respecto a la horizontal anterior.
- **Ordenada máxima:** o altura del vértice, es la distancia desde la horizontal hasta el vértice.
- **Rama descendente:** es el recorrido que realiza el proyectil a partir del vértice y comienza a perder altura.
- **Punto de impacto:** cuando arriba al objetivo.

Hay tres fuerzas que actúan para definir la forma de la trayectoria: a) la velocidad inicial, en conjunto con la energía; b) la resistencia del aire, junto al coeficiente balístico; y c) la fuerza de la gravedad.

Es por esto, que la trayectoria no es un arco perfecto de parábola ya que por la resistencia del aire y la pérdida de velocidad disminuye la energía del proyectil, perdiendo coeficiente balístico (punto D), y aumentando la resistencia del aire, y por esta causa el vértice estará más cerca del punto de impacto que del de origen, y el ángulo de caída es mayor que el de salida.

Por lo tanto un proyectil con un mejor coeficiente balístico junto con una mayor velocidad inicial, tendrá una trayectoria más chata con respecto a otro de bajo coeficiente balístico y baja velocidad.

Caída de la trayectoria: es el desplazamiento gradual del proyectil hacia el centro de la tierra por efecto de la gravedad, medido en un plano vertical, respecto al eje del ánima que lo disparó. Este efecto es una medida de la curvatura de la trayectoria, la que es compensada por el aparato de puntería.

Línea de Mira: línea recta imaginaria entre el ojo del tirador y el blanco, pasando por el aparato de puntería.

Línea de Situación: línea recta imaginaria que une el centro de la boca del cañón con el blanco en el momento de la salida del proyectil; también Plano Horizontal.

Línea de Tiro: tangente a la trayectoria en el origen de la misma, en el momento de salida del proyectil, es el eje del cañón en ese momento.

Angulo de cabeceo: es el ángulo entre el eje del proyectil durante el vuelo, y la tangente de la trayectoria; es permanentemente variable. Para un buen comportamiento balístico debe ser lo menor posible, aunque nunca es cero.

Angulo de caída: es el ángulo formado entre la tangente a la trayectoria en el punto de caída, y el plano horizontal.

Angulo de elevación: es el ángulo formado entre la línea de tiro (eje del cañón) y el plano horizontal (que une la boca del cañón en línea recta con el blanco).

2.3.3 ANÁLISIS DE LA BALÍSTICA DE IMPACTO

Estudia los destrozos que el proyectil produce y los que a esta afecta, cuando impacta en un blanco determinado hasta que se detiene.

El blanco es siempre un material más denso que el aire. Dos efectos se producen al alcanzarlo:

- Penetración de la bala o los perdigones.
- Deformación del proyectil por la resistencia a ser penetrado.

La energía cinética desaparece conforme el proyectil o los perdigones penetran en el blanco.

Alcance

El alcance de un cartucho de escopeta es la máxima distancia lineal a la que se producen efectos como consecuencia de la energía residual de los perdigones.

Depende de distintos factores relacionados con el arma, el cartucho y las condiciones exteriores del disparo. Parámetros como el calibre, la velocidad inicial, las condiciones atmosféricas, altitud o el tamaño del perdigón tienen una gran importancia en el alcance.

Cabe distinguir tres alcances:

Alcance efectivo

Es la distancia máxima a la que el blanco es abatido por impacto de uno o varios perdigones. Depende del tipo de pieza y se establece entre 35/45 m. para los cartuchos normales.

Los cartuchos especiales (alta velocidad, magnum) pueden tener alcances efectivos mayores.

Alcance máximo normal

Es la distancia a que los perdigones caen al suelo después de un disparo horizontal sobre terreno llano. Se establece entre 150 y 350 m. dependiendo del nº de perdigón (nº 10 ó nº 1).

Alcance máximo accidental

Es la distancia máxima que pueden alcanzar los perdigones como consecuencia de un fallo en el cartucho o en el arma en el momento del disparo en caso de fusión de los perdigones, creándose un solo proyectil.

Esta distancia se establece en aproximadamente 700 m. Esto significa que en ningún caso se debe disparar sobre edificios, coches o personas aun cuando la distancia sea mayor del alcance máximo normal, para prevenir los accidentes provocados por una munición o arma defectuosa.

2.3.4 PARÁMETROS DEL ARMA A DISEÑAR

Características generales:

- Tipo: accionada manualmente por una acción de bombeo.
- Calibre: 12
- Longitud: 787 mm
- Longitud del cañón: 470 mm
- Peso descargada: 4,57 kg
- Capacidad: 5 cartuchos en el tubo portacartuchos.
- Cadencia de fuego: 1 cartucho por segundo

2.3.5 ESTUDIO DE LOS DIFERENTES CRITERIOS DE DISEÑO

Diseño por medio de modelos

Se recomienda en el diseño de elementos estructurales de forma muy compleja que no son fáciles de analizar por medio de los modelos matemáticos usuales.

Método de los esfuerzos de trabajo o de esfuerzos permisibles o teoría elástica

Los elementos mecánicos producidos en los distintos elementos por las solicitaciones de servicio o de trabajo se calculan por medio de un análisis elástico. Se determinan después los esfuerzos en las distintas secciones debido a los elementos mecánicos, por métodos también basados en hipótesis elásticas. Los esfuerzos de trabajo así calculados, deben mantenerse por debajo de ciertos esfuerzos permisibles que se consideran aceptables, el método es razonable en estructuras de materiales con un comportamiento esencialmente elástico.

Método de la resistencia o método de factores de carga y de reducción de resistencia o teoría plástica

Los elementos mecánicos se determinan por medio de un análisis elástico-lineal. Las secciones se dimensionan de tal manera que su resistencia a las diversas acciones de trabajo a las que puedan estar sujetas sean igual a dichas acciones multiplicadas por factores de carga, de acuerdo con el grado de seguridad deseado o especificado. La resistencia de la sección se determina prácticamente en la falla o en su plastificación completa.

Métodos basados en el análisis al límite

En este criterio se determinan los elementos mecánicos correspondientes a la resistencia de colapso de la estructura. (Formación de suficientes articulaciones plásticas para llegar a la falla total de la estructura).

Se hace un análisis estructural plástico.

Métodos probabilísticos

Las solicitaciones que actúan sobre las estructuras, así como las resistencias de estas son cantidades en realidad de naturaleza aleatoria, que no pueden calcularse por métodos determinísticos como se supone en los criterios de diseño anteriores. Esto nos conduce a pensar en métodos basados en la teoría de las probabilidades.

Las principales limitaciones que se tienen en la actualidad son que no se tiene suficiente información sobre las variaciones tanto de las solicitaciones que deben de considerarse como la resistencia de los materiales y de las estructuras construidas con ellos.

El diseño de esta escopeta de bomba calibre 12 se realizó mediante el **Método de los esfuerzos de trabajo o de esfuerzos permisibles o teoría elástica**, y partiendo de dos escopetas como base para el diseño.

Las dos escopetas de las que se partió para nuestro diseño son:

- Escopeta Calibre 12 Mossberg
- Escopeta Calibre 12 de fabricación nacional

A partir de estas dos escopetas se diseñó una nueva escopeta de bomba calibre 12 según las necesidades de la FMSB, utilizando como base diámetros y

espesores de elementos para luego hacer una selección de materiales de acuerdo al mercado nacional y determinar factores de seguridad para validar el diseño de esta escopeta.

2.4 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE A UTILIZARSE.

2.4.1 SOFTWARE PARA EL DISEÑO

Autodesk Inventor

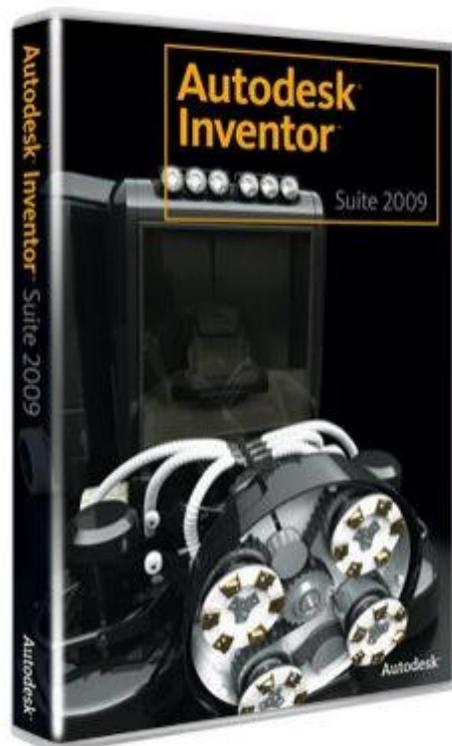


Figura 2. 28 Autodesk Inventor 2009

Autodesk Inventor es un paquete de modelado paramétrico de sólidos en 3D producido por la empresa de software Autodesk. Compite con otros software de CAD como SolidWorks, Pro/ENGINEER, CATIA, e I-DEAS. Entró en el mercado en 1999, muchos años después que los antes mencionados y se agregó a las Series de Diseño Mecánico de Autodesk como una respuesta de la empresa a la creciente migración de su base de clientes de Diseño Mecánico en 2D hacia la

competencia, permitiendo que los ordenadores personales ordinarios puedan construir y probar montajes de modelos extensos y complejos.

Funcionalidad

Autodesk Inventor se basa en las más nuevas y avanzadas técnicas de modelado paramétrico. Los usuarios comienzan diseñando piezas. Luego estas piezas se pueden combinar en ensamblajes. Corrigiendo piezas y ensamblajes pueden obtenerse diversas variantes. Como modelador paramétrico, no debe ser confundido con programas tradicionales de CAD. Se utiliza en diseño de ingeniería para producir y perfeccionar productos nuevos, mientras que en programas como Autocad se conducen solo las dimensiones. Un modelador paramétrico permite modelar la geometría, dimensión y material. Si se alteran las dimensiones, la geometría se pone al día automáticamente basado en la nueva dimensión. Esto permite que el diseñador almacene sus conocimientos de cálculo dentro del modelo, mientras que el modelado no paramétrico está más relacionado con un “tablero de bosquejo digital”. El inventor también tiene herramientas para la creación de piezas metálicas.

Los bloques de construcción cruciales del inventor son piezas. Son hechos definiendo las características, las cuales se basan en bosquejos. Por ejemplo, para hacer un cubo simple, un usuario primero haría un bosquejo cuadrado, después utilizaría la herramienta sacar para hacer una característica del cubo fuera de ella. Si un usuario desea entonces agregar un eje que salga del cubo, podría agregar un bosquejo en la cara deseada, dibujar un círculo y después sacarlo para crear un eje. También pueden utilizarse los planos de trabajo para producir los bosquejos que se pueden compensar de los planos usables de la partición. La ventaja de este diseño es que todos los bosquejos y características se pueden corregir más adelante, sin tener que hacer de nuevo la partición entera. Este sistema de modelado es mucho más intuitivo que en ambientes más antiguos de modelado, en los que para cambiar dimensiones básicas era necesario generalmente suprimir el archivo entero y comenzar encima.

Como parte final del proceso, las partes se conectan para hacer ensamblajes. Los ensamblajes pueden consistir en piezas u otros ensamblajes. Las piezas son ensambladas agregando restricciones entre las superficies, bordes, planos, puntos y ejes. Por ejemplo, si uno coloca un piñón sobre un eje, una restricción insertada podría agregarse al eje y el piñón haciendo que el centro del eje sea el centro del piñón. La distancia entre la superficie del piñón y del extremo del eje se puede también especificar con la restricción insertada. Otras restricciones incluyen flush, mate (acoplar), insert (insertar), angle (ángulo) y tangent (tangente).

Este método de modelado permite la creación de ensamblajes muy grandes y complejos, especialmente porque los sistemas de piezas pueden ser puestos juntos antes de que se ensamblen en el ensamblaje principal; algunos proyectos pueden tener muchos sub-ensamblajes parciales.

El Inventor utiliza formatos específicos de archivo para las piezas (.IPT), ensamblajes (.IAM) y vista del dibujo (.IDW), pero el formato del archivo de AutoCAD .DWG puede ser importado/exportado.

En los últimos años, Inventor ha crecido para incluir la funcionalidad que poseían muchos modeladores 3D de mediano y alto nivel. El Inventor utiliza el manejador de forma (Shape Manager) como su kernel de modelaje geométrico, el cual pertenece a Autodesk y fue derivado del kernel de modelaje ACIS.

Configuraciones del software

El inventor está disponible en cuatro diversas configuraciones, dependiendo de las necesidades del usuario. Estas configuraciones incluyen a las series del inventor de Autodesk (AIS), al profesional del inventor de Autodesk - sistemas encaminados (encaminamiento) del AIP, profesional del inventor de Autodesk - simulación (simulación del AIP), y a profesional del inventor de Autodesk (AIP).

El AIS incluye todas las herramientas que modelan paramétricas básicas. Estas herramientas incluyen las herramientas de la creación de la parte, del ensamble, y del dibujo; herramientas de la lámina metálica; herramientas soldadas con autógena de la parte; creación, manipulación, y herramientas superficiales de la reparación; y estudio del inventor.

El inventor de Autodesk también incluye construido en la herramienta de gerencia de datos llamada cámara acorazada de Autodesk y una biblioteca extensa de piezas estándares.

Fechas de lanzamiento y sus nombres

Durante sus primeros lanzamientos, Autodesk Inventor fue desarrollado con un nombre código tomado de un vehículo popular. Comenzando con R11, todos los lanzamientos poseen un nombre código relacionado con algún inventor o científico famoso. Debajo está la historia del lanzamiento (con los nombres códigos) del Inventor:

Inventor 1 "Mustang" 9/20/99
Inventor 2 "Thunderbird" 3/1/00
Inventor 3 "Camaro" 8/1/00
Inventor 4 "Corvette" 12/1/00
Inventor 5 "Durango" 9/17/01
Inventor 5.3 "Prowler" 1/30/02
Inventor 6 "Viper" 10/15/02
Inventor 7 "Wrangler" 4/18/03
Inventor 8 "Cherokee" 10/15/03
Inventor 9 "Crossfire" 7/15/04
Inventor 10 "Freestyle" 4/6/05
Inventor 11 "Faraday" 4/6/06
Inventor 12 "Mistico" 6/11/06⁶

⁶ Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Autodesk_Inventor

2.4.2 SOFTWARE PARA LA SIMULACIÓN

Microsoft Office Excel 2007 es una herramienta eficaz que puede usar para crear y aplicar formato a hojas de cálculo, y para analizar y compartir información para tomar decisiones mejor fundadas. La interfaz de usuario de Microsoft Office Fluent, la visualización de datos enriquecida y las vistas de tabla dinámica permiten crear, de un modo más sencillo, gráficos de aspecto profesional y fácil uso. Office Excel 2007, en combinación con Excel Services (una nueva tecnología incluida en Microsoft Office SharePoint Server 2007), ofrece mejoras significativas para compartir datos con más seguridad. Puede compartir información confidencial de la empresa de un modo más amplio y seguro con sus compañeros de trabajo, clientes y socios empresariales. Al compartir una hoja de cálculo con Office Excel 2007 y Excel Services, podrá explorar, ordenar, filtrar e introducir parámetros, e interactuar con las vistas de tabla dinámica directamente en el explorador de Web.⁷

⁷ Obtenido de <http://office.microsoft.com/es-es/excel/HA101656323082.aspx>

CAPITULO 3

DISEÑO Y SIMULACION DE LA ESCOPETA

3.1 DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA ESCOPETA.

(Ver simulación de funcionamiento en Inventor en el CD multimedia anexo)

3.1.1 ESTUDIO DEL FUNCIONAMIENTO

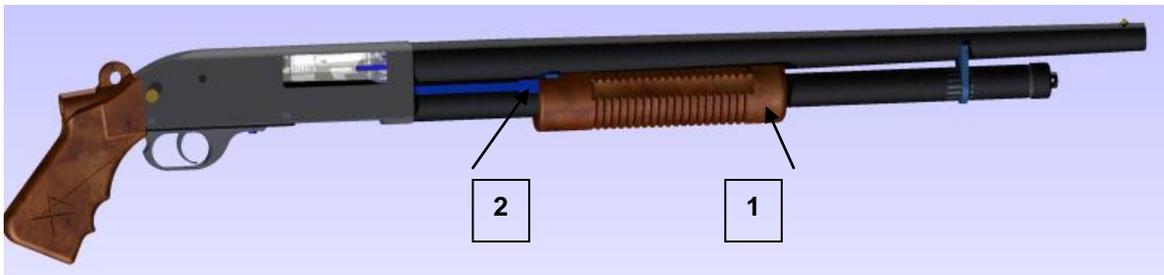


Figura 3. 1 Escopeta de bomba calibre 12 vista lateral derecha

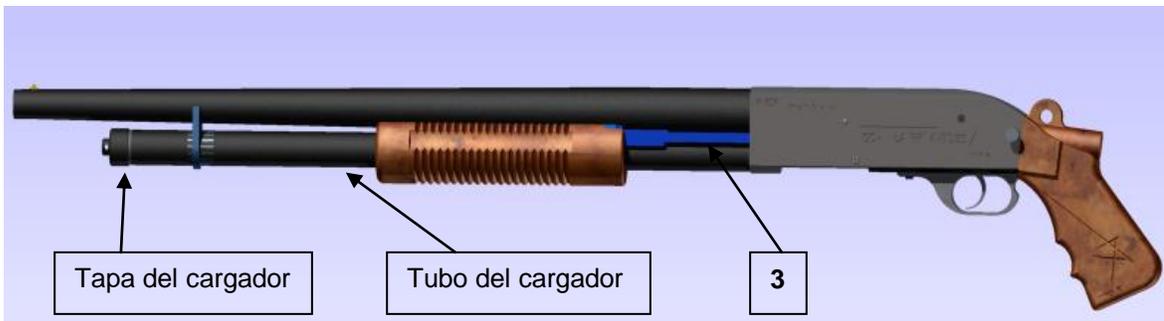


Figura 3. 2 Escopeta de bomba calibre 12 vista lateral izquierda

En la posición inicial la bomba (1) se encuentra lista para rastrillarse, la acción para el funcionamiento se transmite por las barras de acción, derecha (2), izquierda (3).

Todos los cartuchos que están alojados en el Tubo del cargador están bajo la presión de un resorte que se apoya en la tapa del cargador.

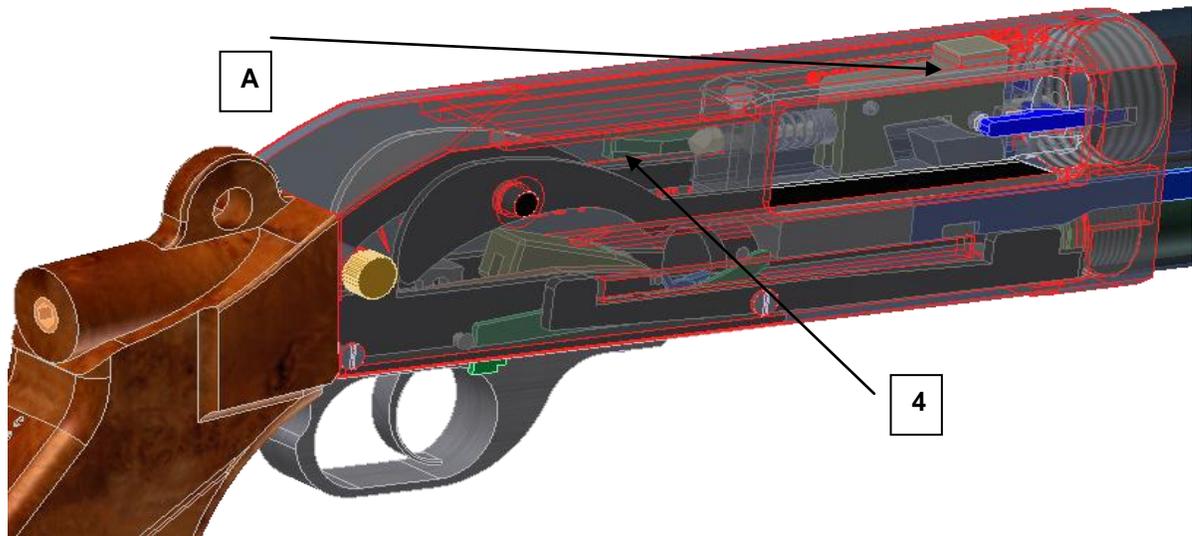


Figura 3. 3 Enclavamiento del cerrojo para el disparo

En esta posición el mecanismo del cerrojo (5) se enclava en una cavidad de la caja de mecanismos (4) como se indica (A), evitando el retroceso por retorno de presión por los gases de expansión de la pólvora en el disparo, garantizando el cierre total del cerrojo con el cañón (B).

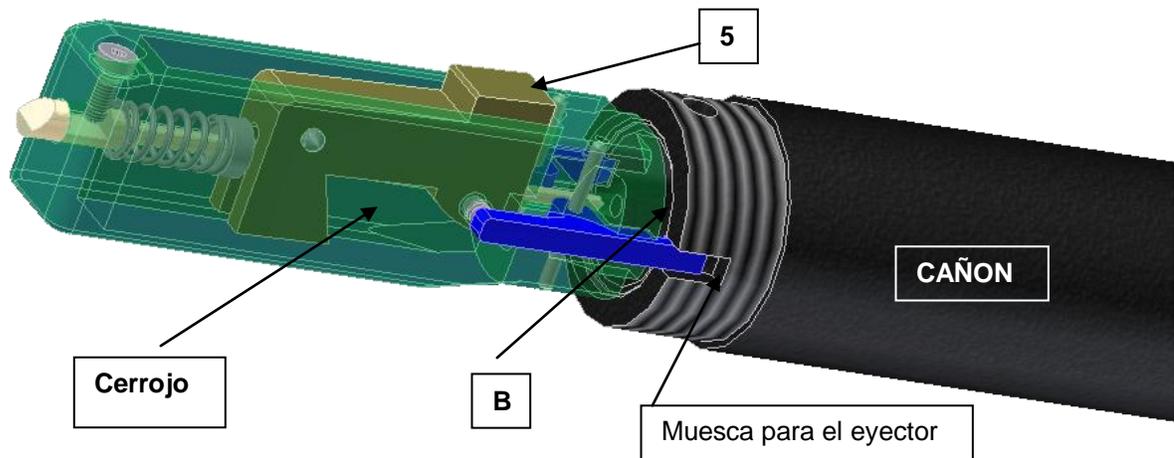


Figura 3. 4 Cerrojo encajado en el cañón

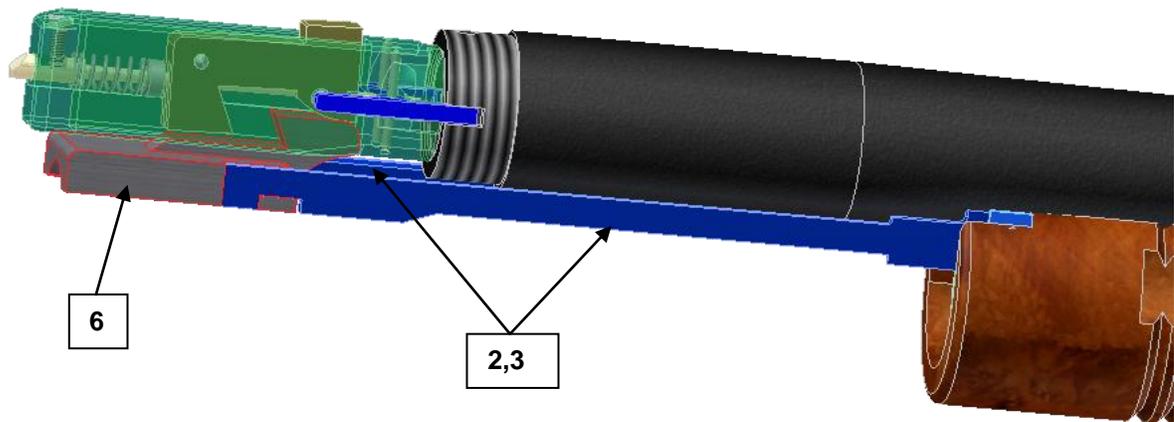


Figura 3. 5 Patín de corredera y mecanismo de enclavamiento

El mecanismo de cierre del cerrojo está en función del desplazamiento manual de la bomba, en la posición inicial mostrada (Figura 3.1) las barras de acción mantienen al patín de corredera (6) en posición para asegurar el enclavamiento del mecanismo del cerrojo (5).

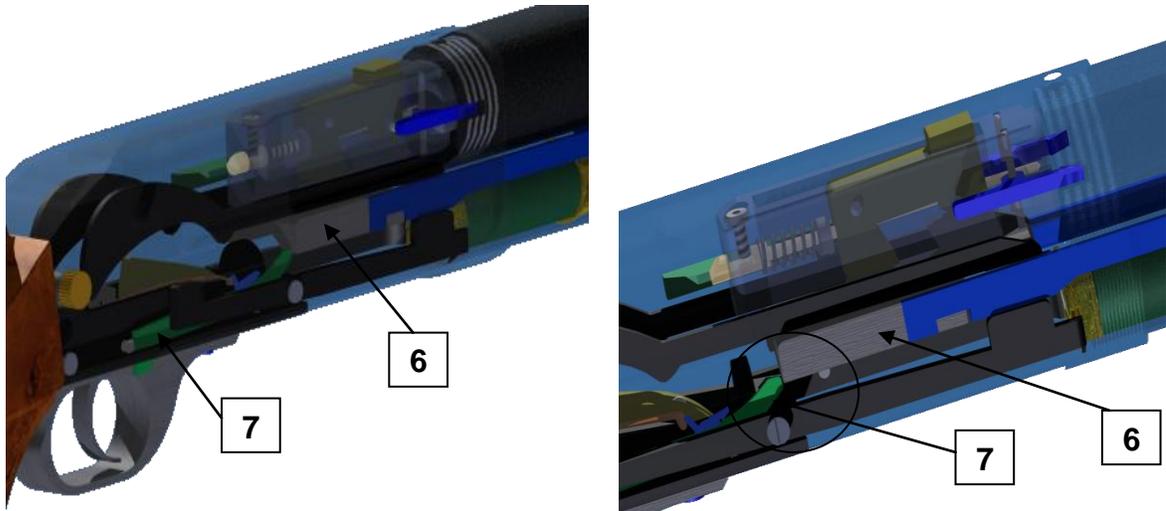


Figura 3. 6 Cierre de la barra de acción

Con el fin de evitar accidentes por el movimiento de la bomba en el momento de disparo, existe un mecanismo tope para el patín de corredera (6), el cierre de la barra de acción (7), con este sistema se garantiza que no se pueda desplazar la bomba en el momento de disparo o que esta se deslice con el funcionamiento de la escopeta en condiciones extremas como disparos hacia arriba o en movimiento.

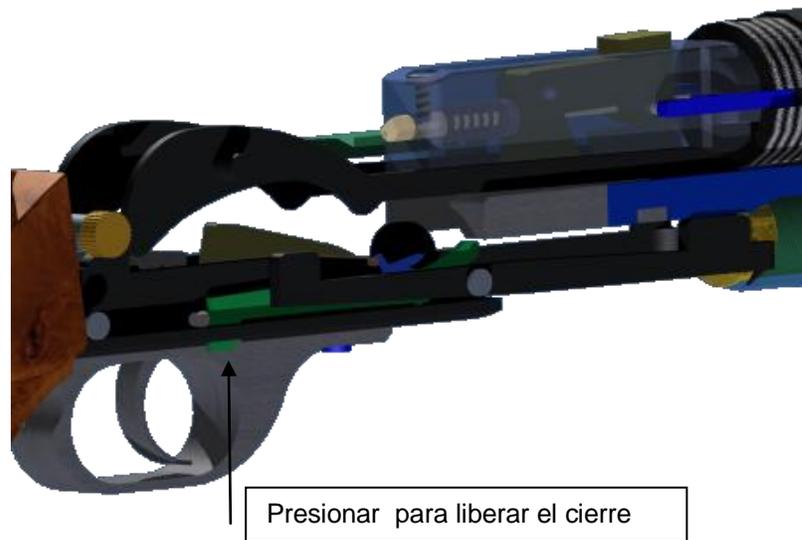


Figura 3. 7 Extremo libre del cierre de la barra de acción

Para liberar el cierre de la barra de acción es necesario presionar el extremo libre si lo que se necesita es simplemente rastrillar para extraer los cartuchos sin

disparar, caso contrario el cierre de la barra de acción se libera automáticamente con la acción del gatillo para permitir desplazar la bomba y recargar otro cartucho.

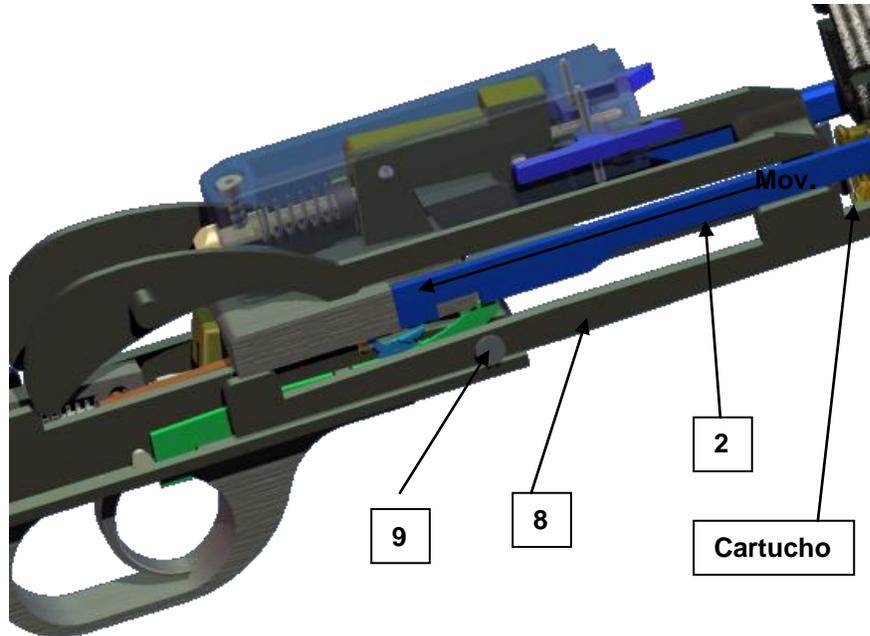


Figura 3. 8 Preparación para la salida del cartucho

Una vez liberado el sistema de cierre de las barras de acción el desplazamiento de la bomba produce el funcionamiento de todos los mecanismos ligados a la alimentación y descarga de los cartuchos, como se muestra el sentido de movimiento (Figura 3.8), se destraba el cerrojo de la caja de mecanismos, el patín de corredera hace rotar al tope detenedor derecho de cartuchos (8) en torno al pasador (9) para evitar la salida de dos cartuchos cuando se libere el tope detenedor izquierdo donde actualmente esta soportado el cartucho próximo a salir a la caja de mecanismos.

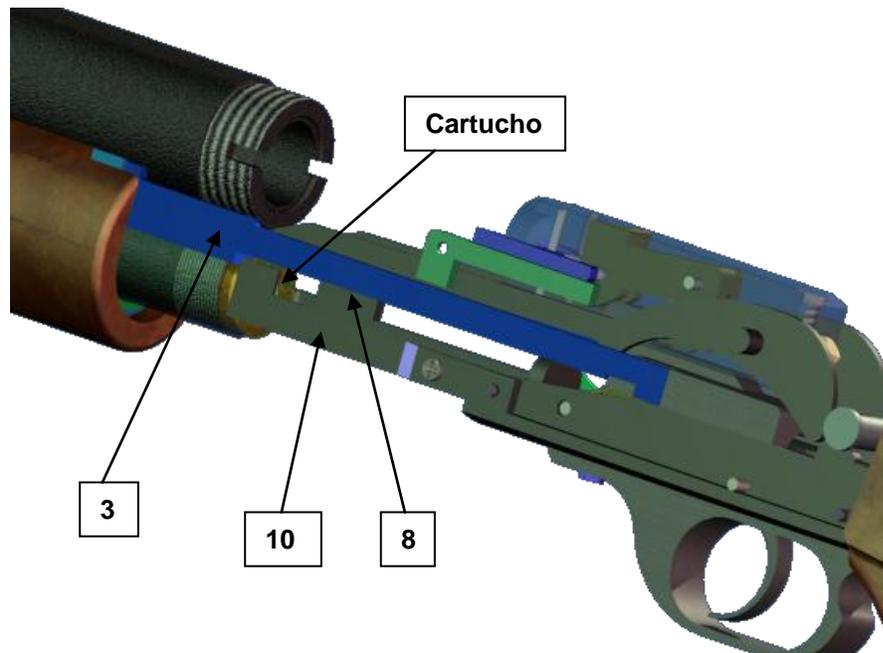


Figura 3. 9 Recarga del cartucho

Continuando el desplazamiento de la bomba, el diseño de chaflán de la barra de acción izquierda (3), dobla ligeramente al tope detenedor izquierdo (10) hasta que se libera el cartucho que estaba apoyado ahí, el siguiente cartucho es detenido por el tope detenedor derecho (8).

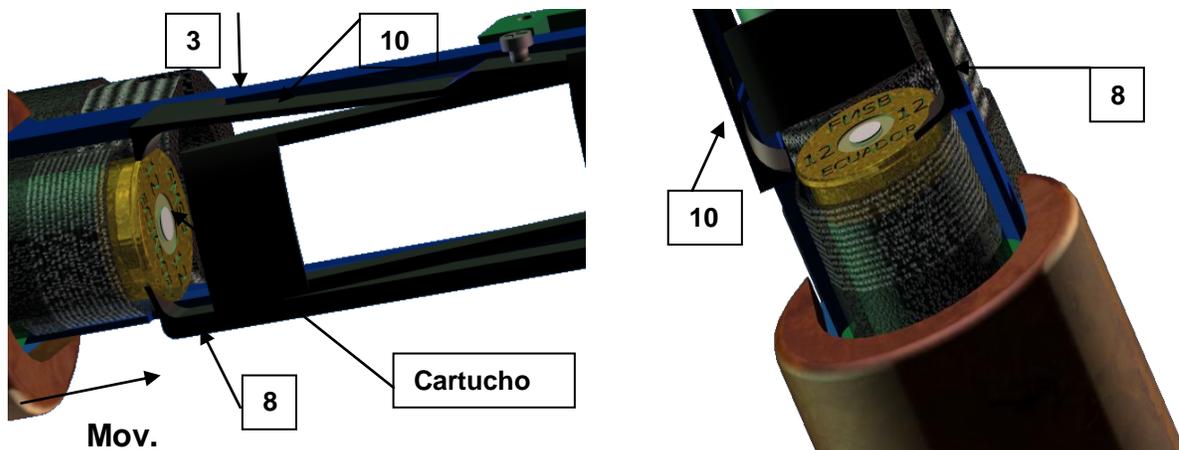


Figura 3. 10 Funcionamiento de los topes de cartucho izquierdo y derecho

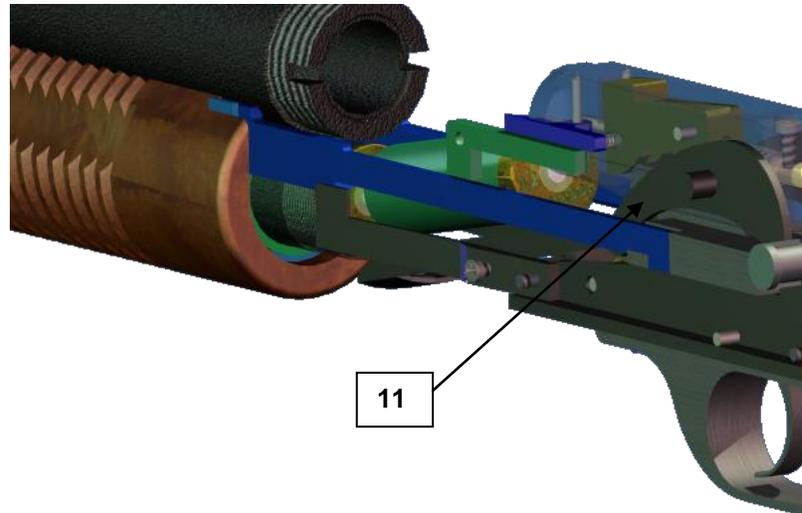


Figura 3. 11 Salida del cartucho

Se expulsa el cartucho hacia la caja de mecanismos, de tal manera que el porta cartuchos (11) levante y guíe al casquillo hasta el cañón.

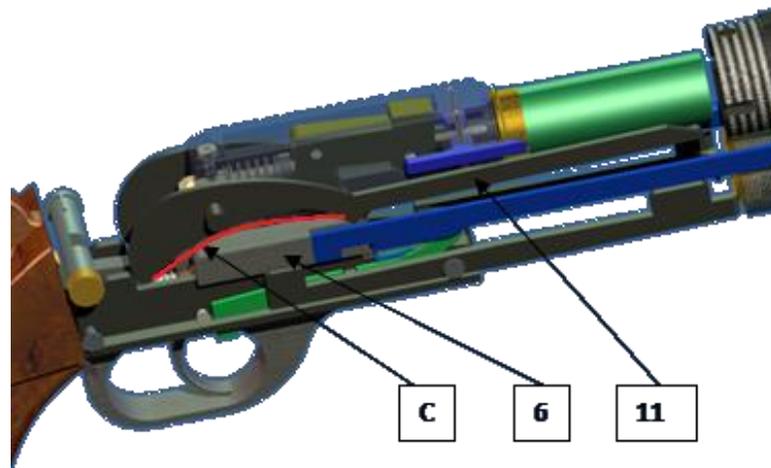


Figura 3. 12 Posicionamiento del cartucho para el nuevo disparo

El porta cartuchos (11) se acciona con el desplazamiento del patín de corredera (6), el cual se adapta a la curvatura (C) para precisar la elevación que garantiza la entrada del cartucho al cañón.

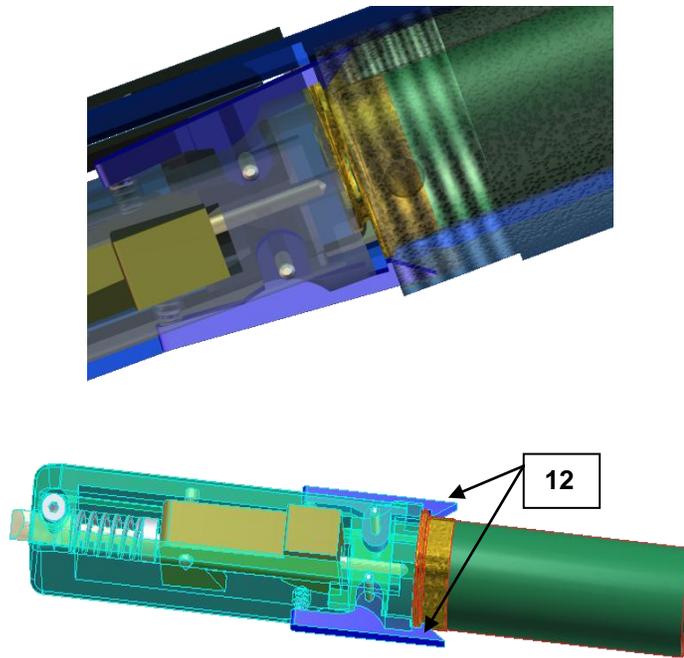


Figura 3. 13 Ganchos de eyección

Al final de la recarga los ganchos para la eyección (12) se aseguran en la base del cartucho cuando se lleva la bomba hasta el extremo donde el cerrojo cierra en el cañón, los ganchos entran en la Muesca para eyección del Cañón para evitar atascamientos (Figura 3.3).

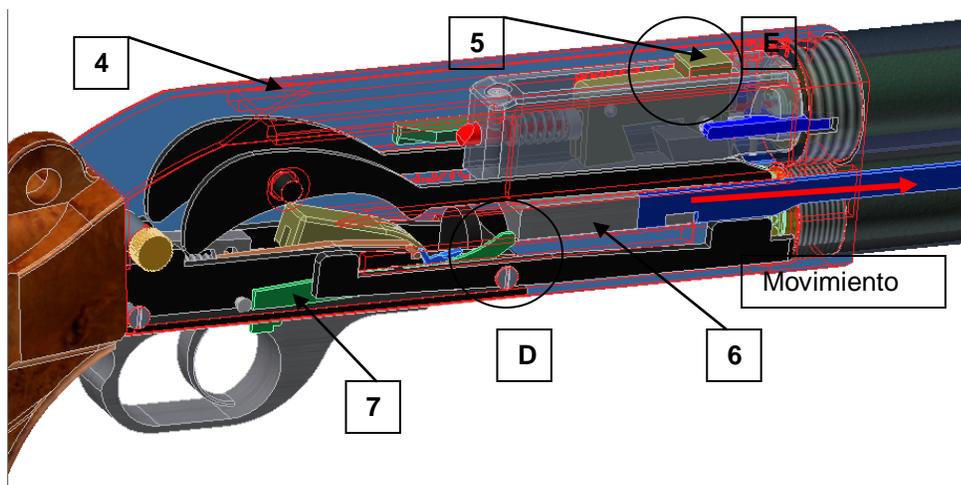


Figura 3. 14 Cavity de la caja de mecanismos

Con el desplazamiento de la bomba hasta el cierre total del cerrojo, el Cierre de la barra de acción (7) garantiza que no va a existir desplazamiento del Patín de corredera (6), detalle (D), con lo que se evita que se destrabe el mecanismo del cerrojo (5), detalle (E) de la caja de mecanismos, entonces se puede realizar un disparo seguro.

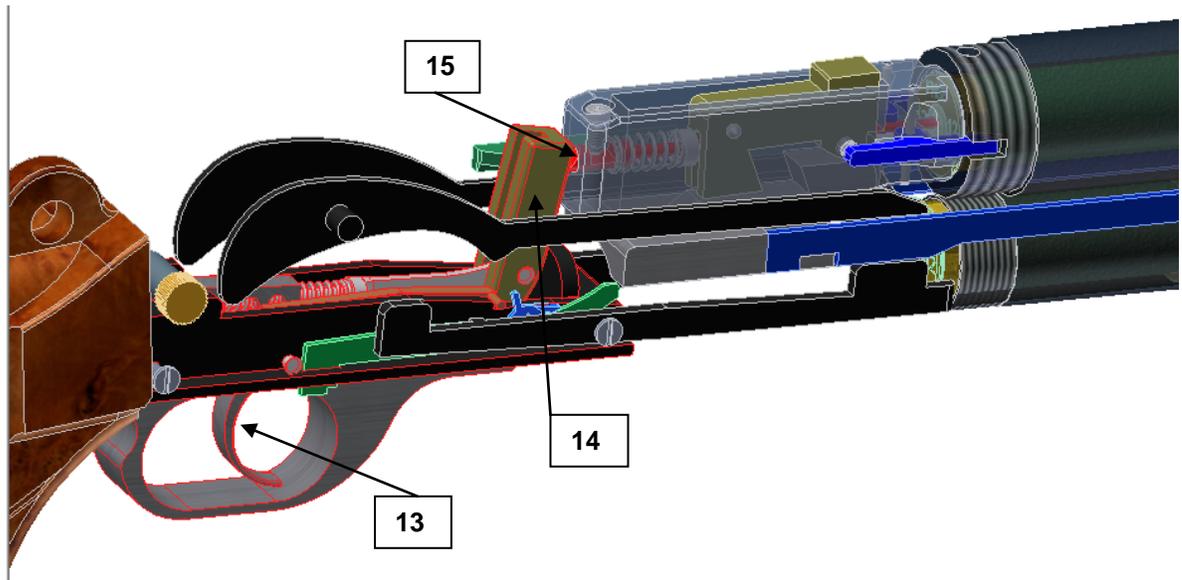


Figura 3. 15 Funcionamiento del perillo

Accionando el gatillo (13) se libera el Perillo (14) para golpear al percutor (15) que impacta en la base del cartucho en el área del fulminante para que finalmente se expanda la pólvora y los perdigones se disparen.

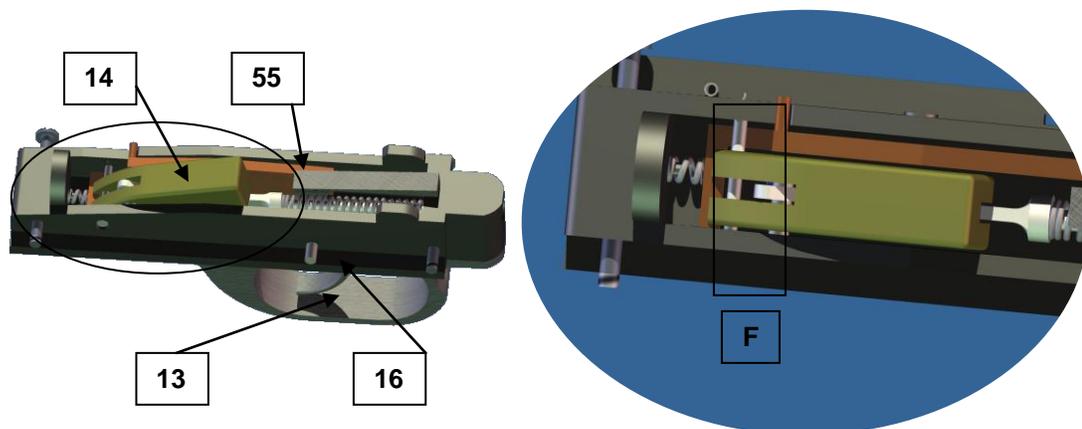


Figura 3. 16 Funcionamiento del percutor

El funcionamiento del mecanismo del Perillo (Figura 3.16) empieza con el movimiento del gatillo (13) en torno al pasador (16), esto produce el desplazamiento del apoyo del perillo (55), detalle (F), por la acción del pin (G).

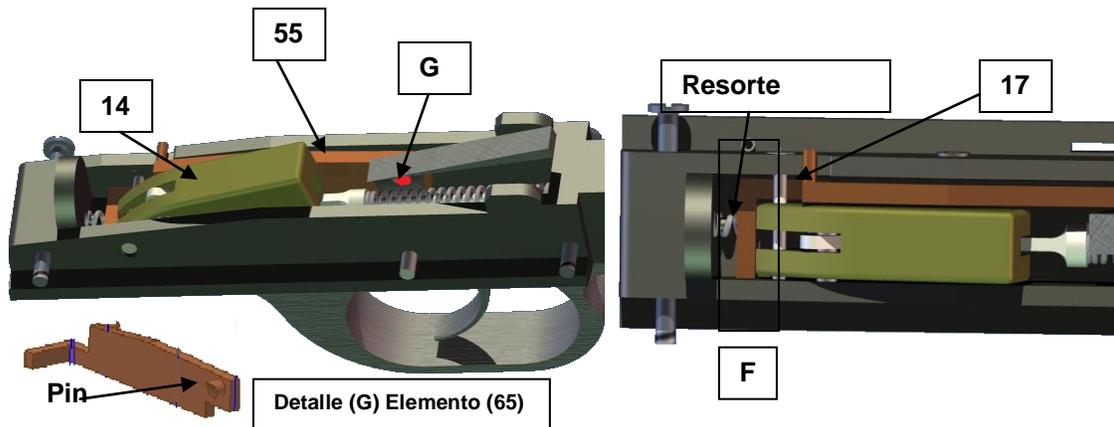


Figura 3. 17 Deslizamiento del apoyo del perillo

El Perillo llega a perder totalmente el apoyo (Figura 3.17) y rota en torno al pasador (17) por el empuje que recibe del resorte (42) a través del elemento de acción del perillo (43) (Figura 3.18), al soltar el gatillo el apoyo del perillo regresa a su posición inicial por la acción de la cimbra del gatillo (48) y el resorte seguro.

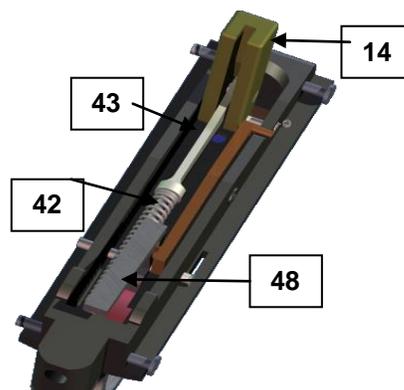


Figura 3. 18 Disparo

3.1.1.1 Funcionamiento del Cierre de la Barra de Acción

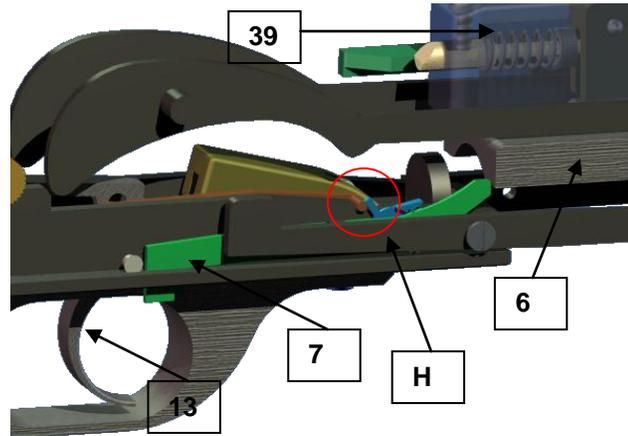


Figura 3. 19 Funcionamiento de la barra de acción

El mecanismo de Cierre de las Barras de acción (7) garantiza que el patín de corredera (6) no se desplace al momento de realizar el disparo para mantener al cerrojo totalmente encajado con el cañón, este mecanismo puede ser liberado manualmente si lo que se desea es rastrillar para descargar totalmente el arma o se libera automáticamente cuando ya se realizó el disparo para permitir recargar, lo que es el motivo de la explicación de funcionamiento a continuación.

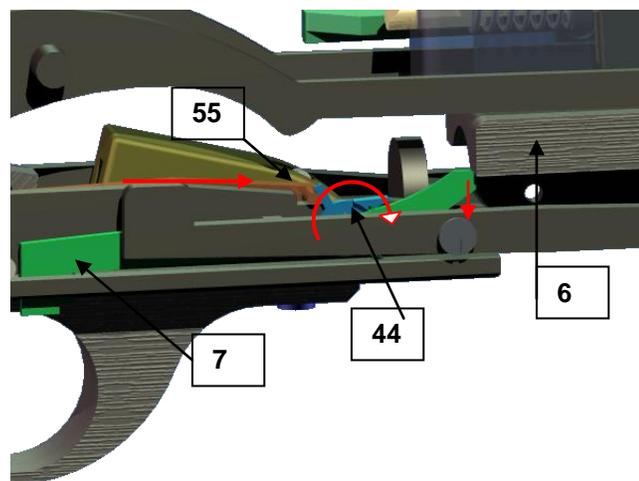


Figura 3. 20 Destrahe automático del cierre de la barra de acción

Al mover el gatillo (13) el movimiento se traslada a través del pin del Apoyo del perillo (55) para que este se desplace linealmente como se muestra (Figura 3.20), por el contacto con la mariposa (44) en su extremo (Figura 3.19 (H)), rota y esto produce que el Cierre de Acción (7) descienda, permitiendo que el patín de corredera tenga libertad de desplazarse para continuar con el proceso de desalojo e ingreso del nuevo cartucho.

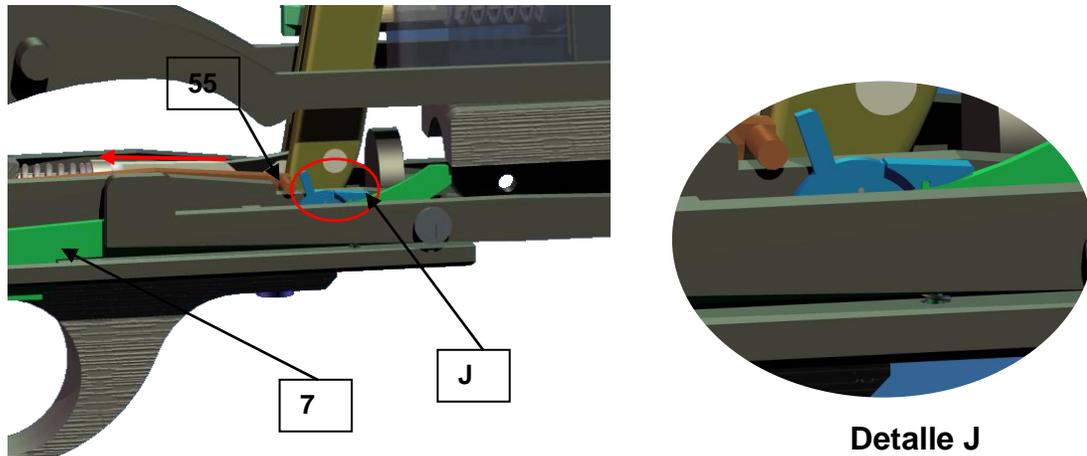


Figura 3. 21 Detalle de la mariposa

El mecanismo de cierre de la barra de acción (7) queda hacia abajo debido al diseño de trinquete en el que la mariposa y el cierre de la barra de acción se sujetan mutuamente (J) aun cuando el Apoyo del Perillo (55) ya regresa cuando se suelta el gatillo.

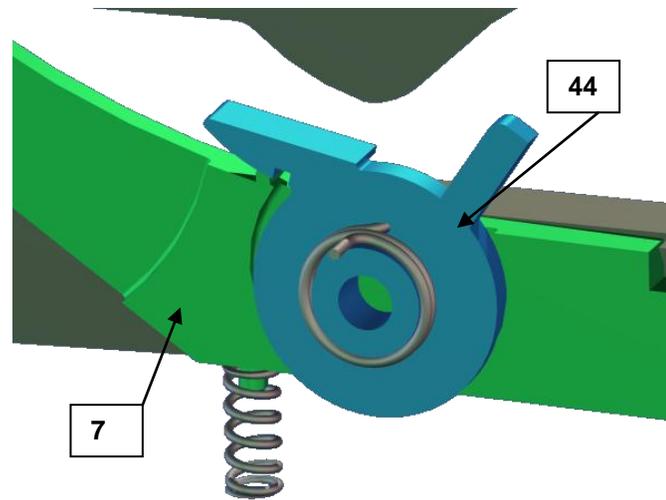


Figura 3. 22 Detalle del funcionamiento del trinquete

Para el regreso de los mecanismos la mariposa (44) tiene un resorte torsional y el cierre de la barra de acción (7) un resorte axial que encaja en la Placa Gatillo, estos dos resortes se comprimen cuando el mecanismo se sujeta mutuamente por la acción del Apoyo del Perillo.



Figura 3. 23 Rastrilleo

Con el Cierre libre se puede rastrillar la bomba hacia atrás.

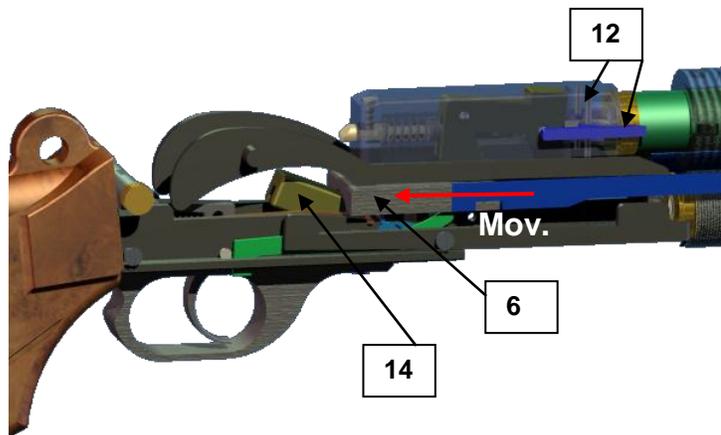


Figura 3. 24 Retorno del perillo a su posición original

Con el desplazamiento de la bomba hacia atrás se obliga al Perillo (14) a regresar a su posición inicial por el contacto y el diseño del Patín de Corredera (6), además de extraer el cartucho ya disparado con los ganchos para la eyección del cerrojo (12).



Figura 3. 25 Eyección del cartucho

Continuando con el desplazamiento hacia atrás de la bomba los ganchos del cerrojo (12) llevan al cartucho hasta golpear con el eyector (33) el cual hace contacto con un extremo de la base del cartucho y este se expulsa a través del puerto o ventana de eyección de la caja de mecanismos.

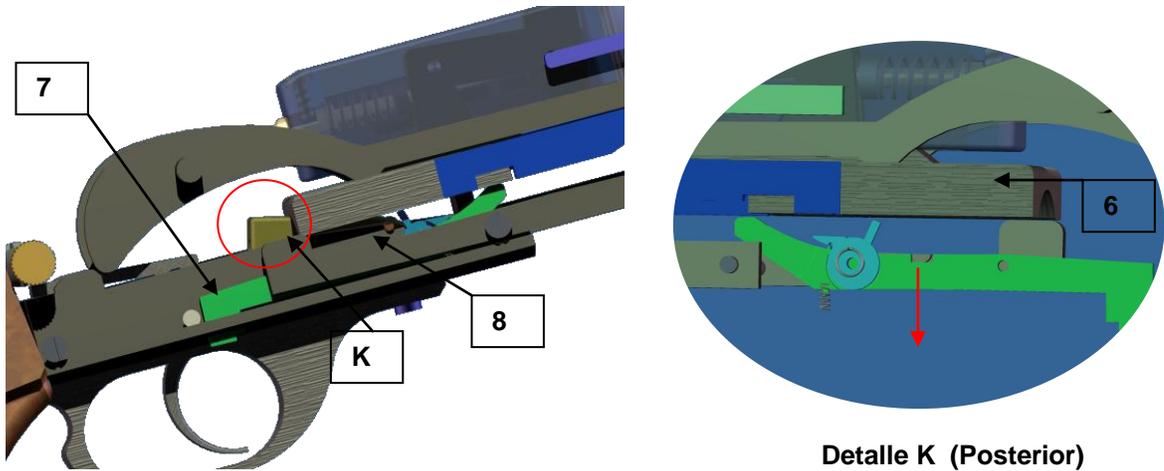


Figura 3. 26 Destrabe de la mariposa

El mecanismo de cierre se libera de forma automática para estar listo a bloquear el Patín de corredera (6) en el siguiente disparo cuando se continúa llevando la bomba hacia atrás y el Patín de Corredera hace contacto con el Detenedor de cartuchos derecho (8), este rota y empuja al Cierre de la Barra de acción (7) hacia abajo con lo que se destraba la mariposa y el resorte torsional la obliga a regresar a su posición original, pasada esta etapa el Cierre de la barra de acción tiende a estar siempre hacia arriba por su resorte hasta que en el siguiente ciclo el gatillo active su mecanismo de trinquete.



Figura 3. 27 Salida del cartucho disparado y entrada del nuevo cartucho

El funcionamiento de los topes detenedores de cartuchos continúa como se mostró al principio por la intervención de las barras de acción por lo que el

siguiente cartucho ingresa a la caja de mecanismos, rastrillando de nuevo hacia adelante continua el ciclo mostrado desde el inicio.

3.2 SIMULACIÓN DE LA BALISTICA EN FUNCION DE SUS PARAMETROS

La simulación de la balística de escopeta de bomba calibre 12 Tipo R se realizó con la ayuda del software Excel analizando sus parámetros más importantes como son:

- Variación de presión a lo largo del cañón
- Variación de la velocidad a lo largo del cañón
- Variación del espesor de pared del cañón a lo largo del mismo
- Variación de la velocidad en función del tiempo
- Variación de la presión en función del tiempo
- Altura en función del tiempo
- Alcance en función del tiempo
- Velocidad en (Y) en función del tiempo
- Modulo de la velocidad en función del tiempo
- Variación del ángulo en función del tiempo
- Energía cinética, potencial y total en función del tiempo.

De este análisis se obtienen diferentes gráficas con las cuales se puede hacer una validación del diseño del cañón en lo que se refiere principalmente al espesor de pared antes dimensionado en base a diseños de escopetas existentes como son la Mossberg Calibre 12.

3.3 ENSAMBLAJE DE LA ESCOPETA DE BOMBA DISEÑADA

3.3.1 MECANISMO DEL PERILLO

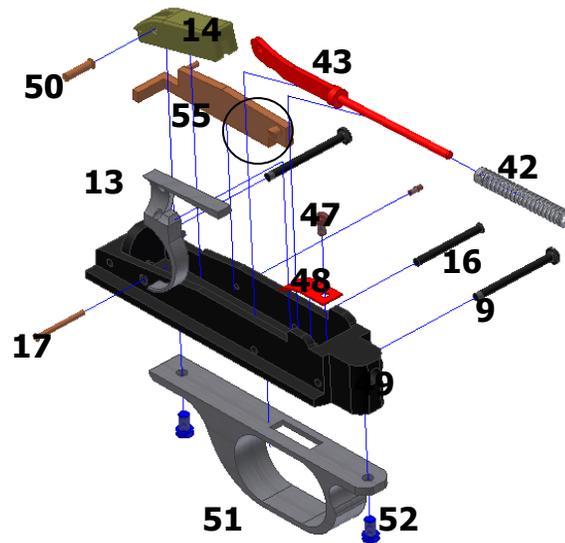


Figura 3. 28 Ensamble del mecanismo de perillo

Elementos a ensamblarse: Gatillo (13), Perillo (14), Apoyo de Perillo (55), Pasador del Perillo (50), Pasador del Gatillo (16), Pasador del Perillo (17), Resorte de acción Perillo (42), Acción del Perillo (43), Guardamonte (51), Cimbra de Gatillo (48), Perno de cimbra (47), Placa Gatillo (49).

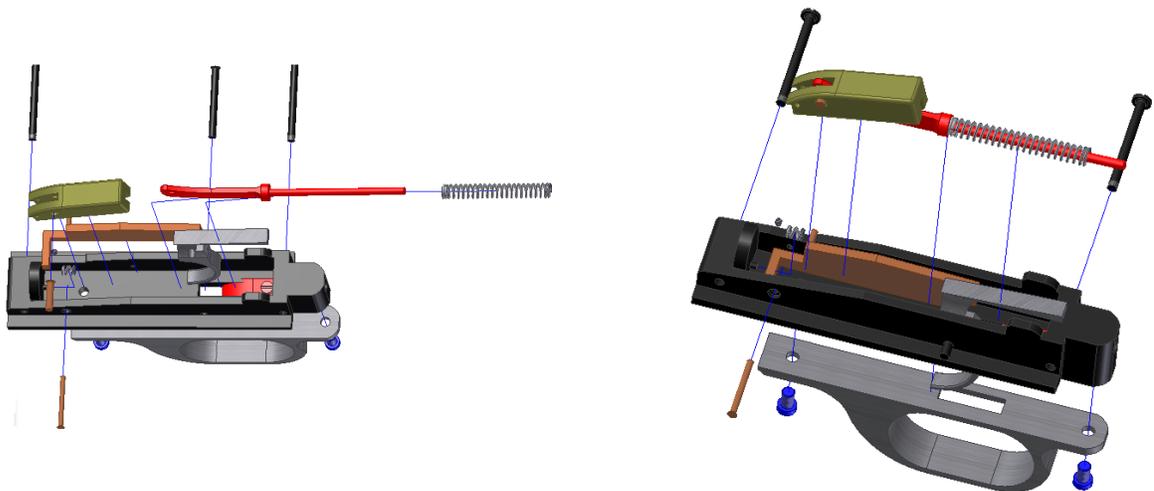


Figura 3. 29 Armado del mecanismo

Colocar la cimbra del gatillo en posición y fijar con el perno, encajar el gatillo en el pin del Apoyo del Perillo, asegurar el gatillo con su pasador, colocar el resorte de acción y la acción del Perillo como se muestra para asegurarlo con su pasador, ensamblar este subconjunto en la placa del gatillo por medio del pasador del perillo.



Figura 3. 30 Pasadores finales

Colocar el resorte de seguridad en el pin de la Placa Gatillo, fijar el Arco del Gatillo con los pernos.

3.3.2 MECANISMO DEL CERROJO

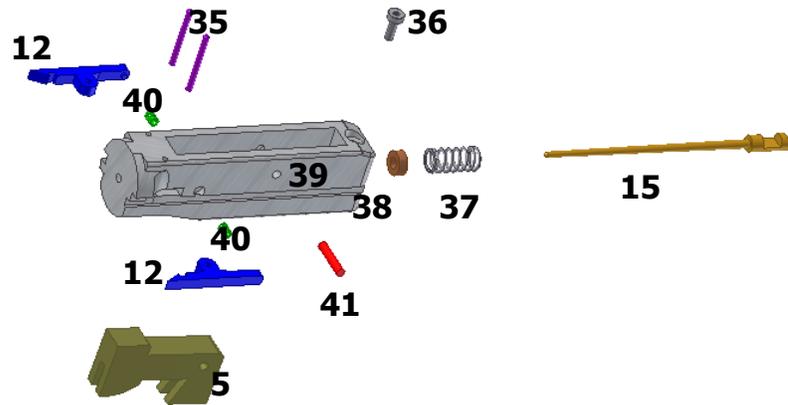


Figura 3. 31 Ensamble del mecanismo de cerrojo

Elementos a ensamblarse: Mecanismo de Enclavamiento (5), Percutor (15), Resorte del Percutor (37), Tope del resorte del Percutor (38), Perno tope del percutor (36), Cerrojo (39), Ganchos de eyección (12), Resortes Ganchos de eyección (40), Pasadores de Ganchos (35).

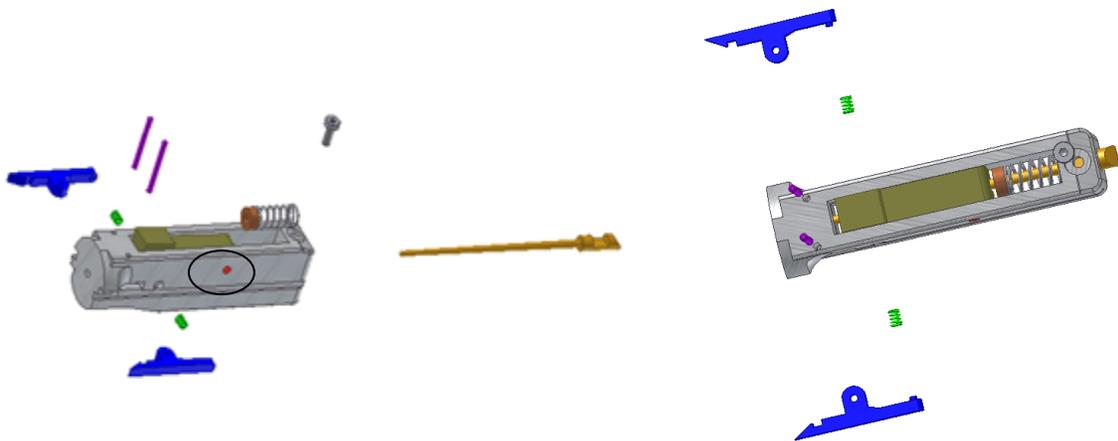


Figura 3. 32 Elementos a ensamblarse

Colocar el mecanismo de Enclavamiento en el Cerrojo por medio de su pasador, posicionar el resorte del percutor y el tope para insertar el percutor como se

muestra y asegurarlo con el perno, para ensamblar los ganchos de eyección se colocan los resortes en sus cavidades en el cerrojo, por último se fijan los ganchos con sus pasadores.

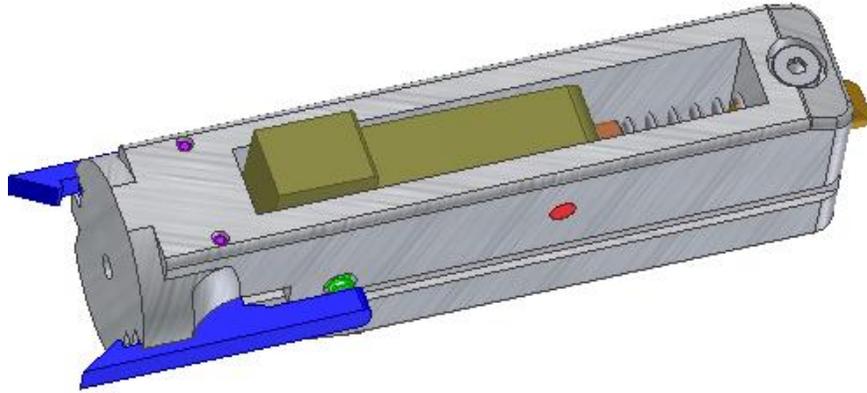


Figura 3. 33 Mecanismo armado

3.3.3 ENSAMBLE DE LA CAJA DE MECANISMOS

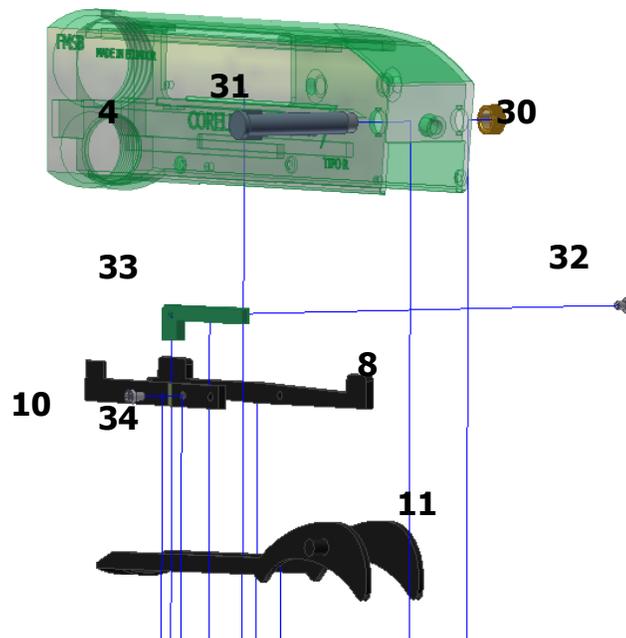


Figura 3. 34 Ensamble de la caja de mecanismos

Elementos a ensamblarse: Caja de Mecanismos (4), Seguro (31), Tuerca del pasador seguro (30), Eyectador (33), Tornillo de eyector (32), Tope detenedor de

cartuchos derecho (8), Tope detenedor de cartuchos derecho (10), Perno Pasador de tope izquierdo (34), Porta cartuchos (11).

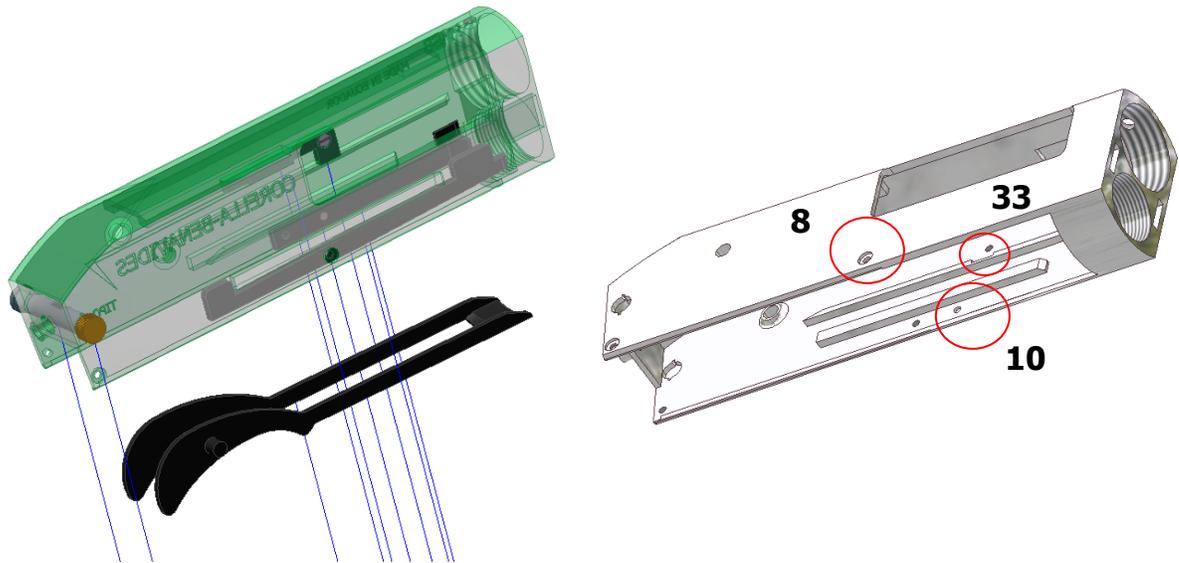


Figura 3. 35 Agujeros para pasadores

Colocar el Seguro en la Caja de Mecanismos como se indica y afirmarlo con la tuerca del pasador seguro, poner el eyector con su tornillo, los topes detenedores de cartuchos haciendo coincidir sus agujeros con los de la caja de mecanismos según se muestra con los números de coincidencia.

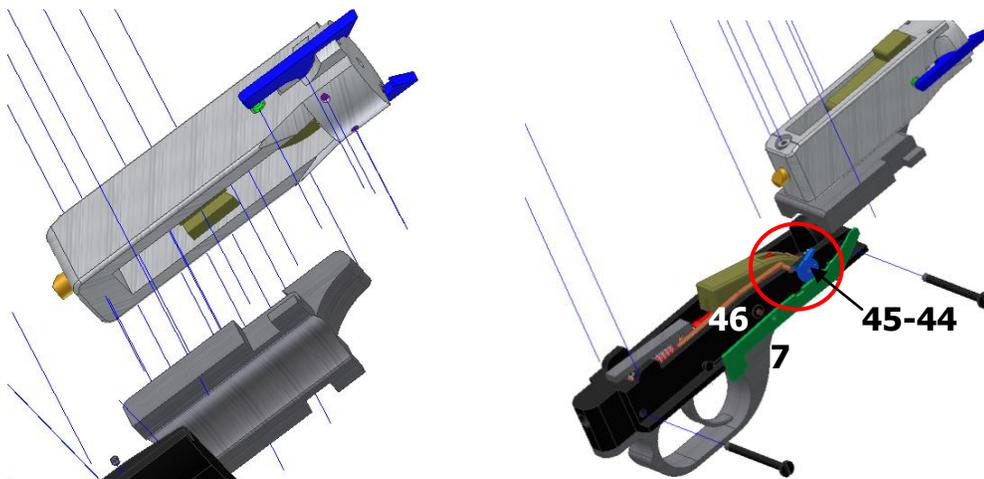


Figura 3. 36 Inserción del patín de corredera

Insertar el Patín de corredera en el Mecanismo de Cerrojo previamente armado, ensamblar el mecanismo de Cierre de las Barras de acción (7) en el pasador (46) colocando el resorte torsional y la mariposa (45,44) en el espacio diseñado para ello en la placa de Gatillo.

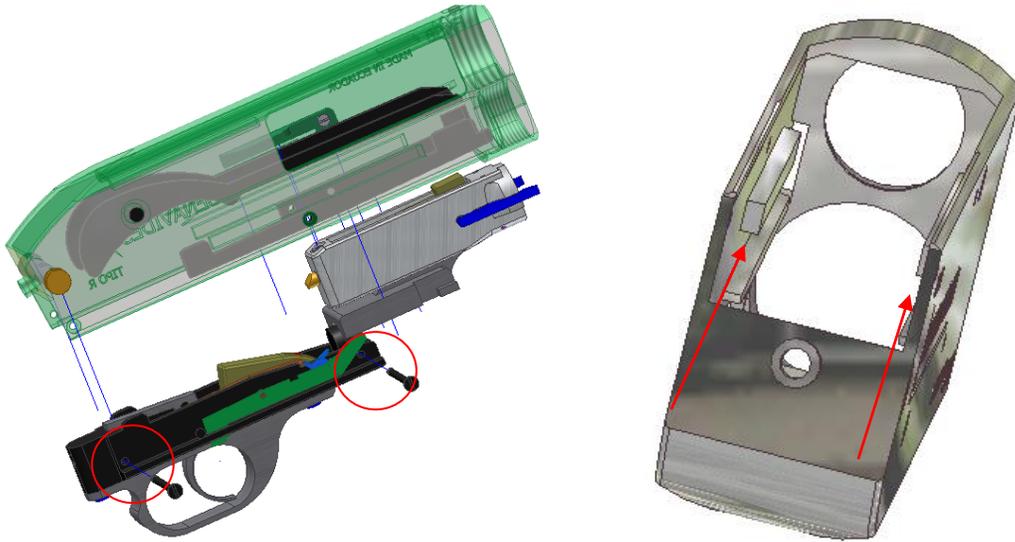


Figura 3. 37 Unión con la caja de mecanismos

Insertar el cerrojo con el patín de corredera en las guías, luego hacer coincidir la Caja de Mecanismos con los agujeros pasantes de la Placa del Gatillo



Figura 3. 38 Inserción de pasadores

Insertar los pasadores de la Placa de Gatillo para dejar todos los mecanismos fijados.

3.3.4 ENSAMBLE DE LA BOMBA

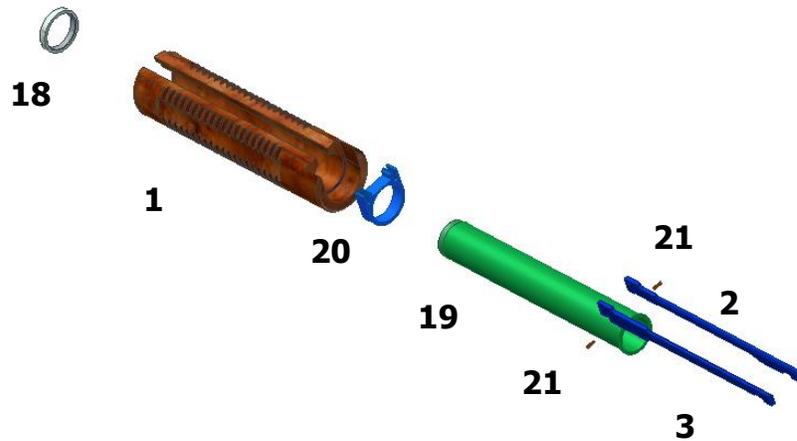


Figura 3. 39 Ensamble de la bomba

Elementos a ensamblarse: Bomba (1), Tuerca Alma de Bomba (18), Soporte para barras de acción (20), Alma de Bomba (19), Pasadores de Barras de Acción (21), Barra de acción derecha (2), Barra de acción izquierda (3).

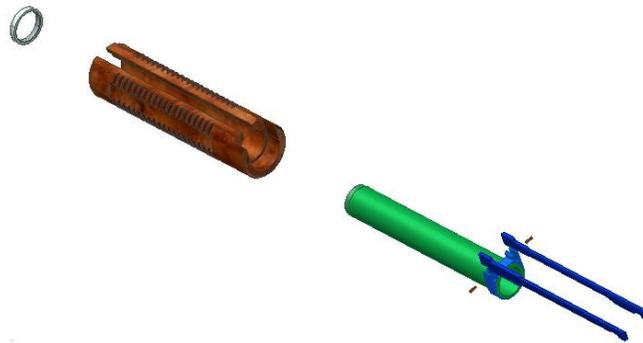


Figura 3. 40 Elementos a ensamblarse

Insertar el Soporte para las Barras de Acción en Alma hasta el tope que posee el mismo.

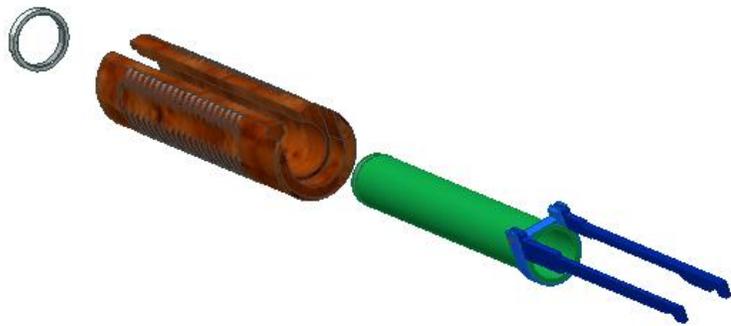


Figura 3. 41 Colocación de las barras de acción

Situar las barras de Acción en el soporte de las mismas y colocar los pasadores.

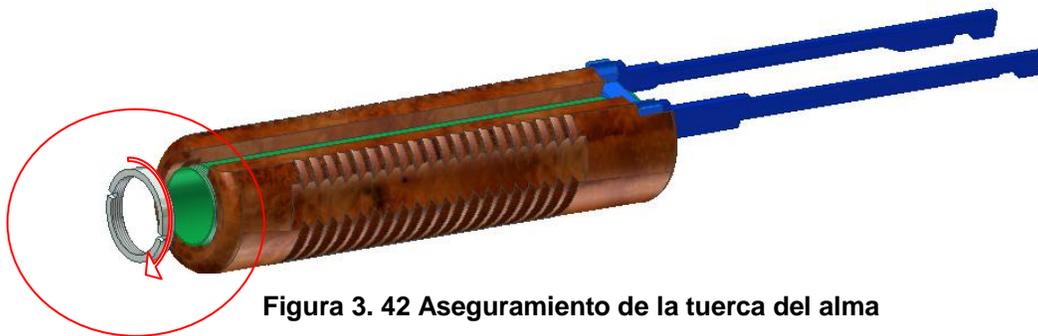


Figura 3. 42 Aseguramiento de la tuerca del alma

Insertar el Alma con las barras de acción en la bomba hasta el tope y asegurar con la tuerca del alma.

3.3.5 ENSAMBLE DEL TUBO CARGADOR

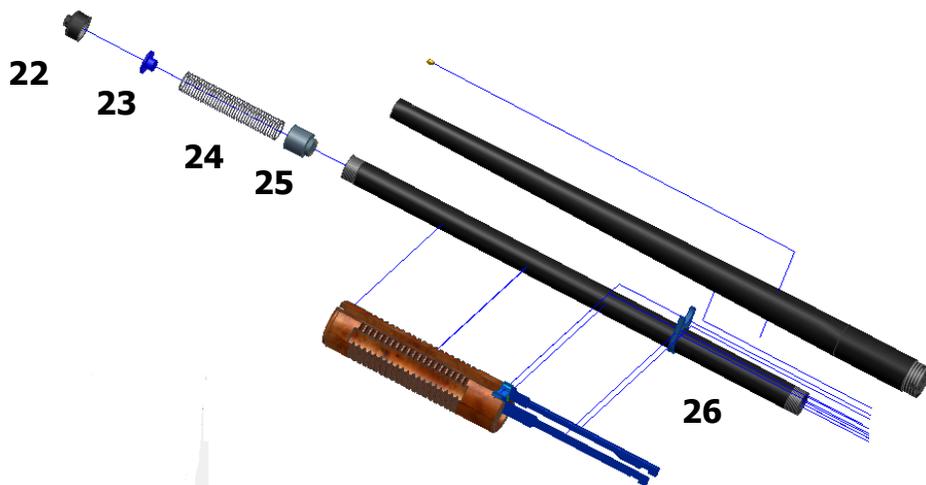


Figura 3. 43 Ensamble del tubo cargador

Elementos a ensamblarse: Tapa del cargador (22), Retenedor del resorte (23), Resorte del cargador (24), Tope de Cartuchos (25), Tubo del Cargador (26).

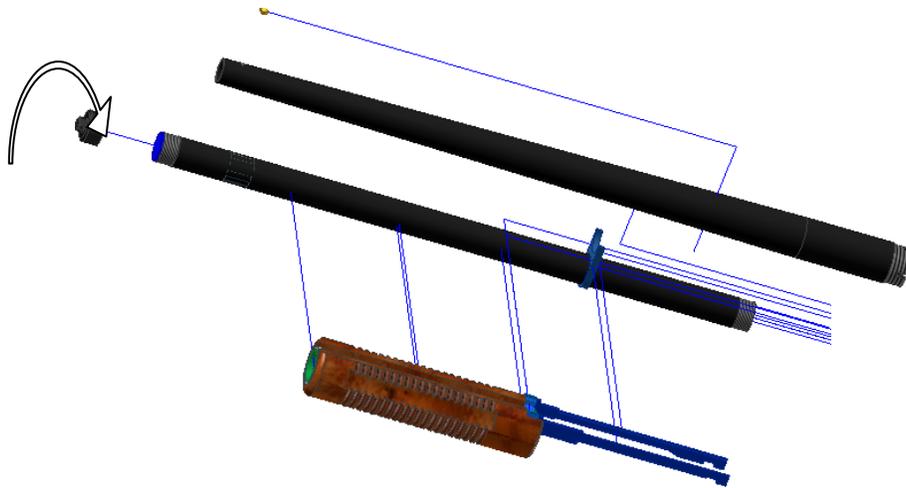


Figura 3. 44 Elementos a ensamblarse

Insertar el tope de cartuchos con el resorte del cargador, colocar el retenedor del resorte y ajustar la Tapa del Cargador

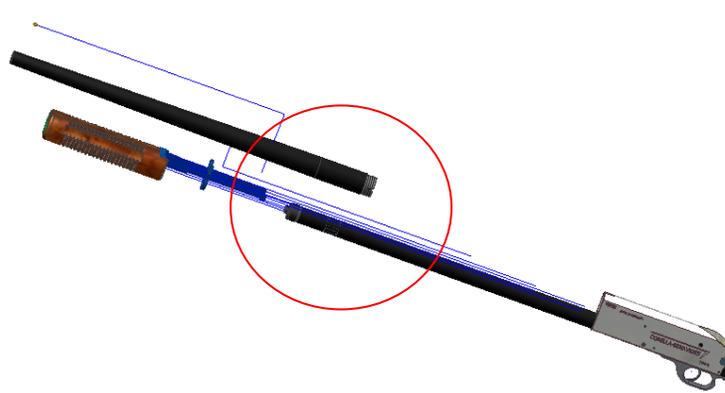


Figura 3. 45 Ensamble del cañón en la caja

Sujetar el tope de cartuchos del extremo libre (el resorte se estira completamente abarcando todo el largo del tubo cargador cuando este está sin cartuchos), y enroscar en la caja de mecanismos como se indica, el tope de cartuchos queda detenido en una muesca diseñada en la caja.

3.3.6 ENSAMBLE DEL PISTOLETE



Figura 3. 46 Ensamble del pistoleta

Elementos a ensamblarse: Pistoleta (54), Perno de Pistoleta (53)

Hacer coincidir la guía del pistoleta con la caja de mecanismos y la placa del gatillo, fijar el elemento con el perno.

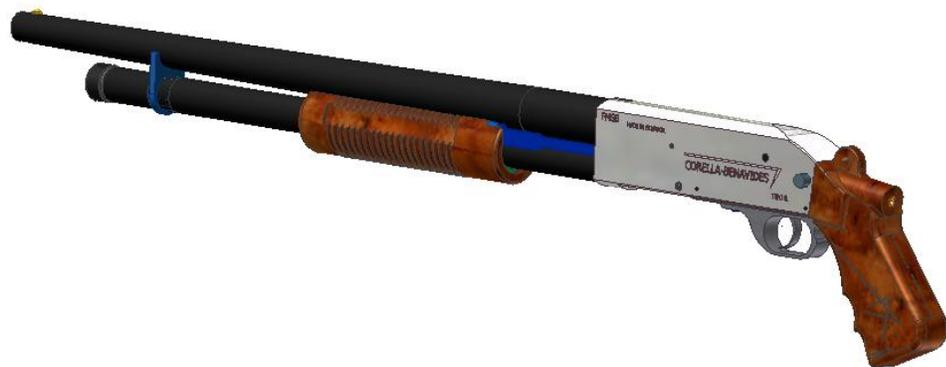


Figura 3. 47 Escopeta calibre 12 completamente armada

3.4 OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE LA ESCOPETA EN FUNCIÓN DE LA BALÍSTICA.

En el diseño de esta escopeta se contemplaron muy detalladamente los parámetros balísticos a parte de los de las propiedades mecánicas de los materiales, un parámetro muy importante a ser evaluado fue el tiempo de demora por el funcionamiento de los mecanismos al momento de accionar el gatillo, modelos como Mossberg o Remington incorporan diseños bastante complejos en el conjunto de funcionamiento del perillo (Figura 3. 48), por lo que se diseñó esta escopeta de la forma más sencilla posible pero sin sacrificar calidad, esto se logró separando los mecanismos tanto del cierre de la barra de acción como el porta cartuchos del conjunto del perillo simplificando de gran manera este conjunto y manteniendo un tiempo óptimo de activación del perillo cuando el gatillo desplaza al apoyo del mismo como se explica detalladamente en el punto 3.1.1 del funcionamiento del perillo, por la simplicidad del sistema (Figura 3.49) se tiene una escopeta eficiente al momento de divisar el blanco y accionar el gatillo, parámetro de gran importancia dentro de la balística interna.

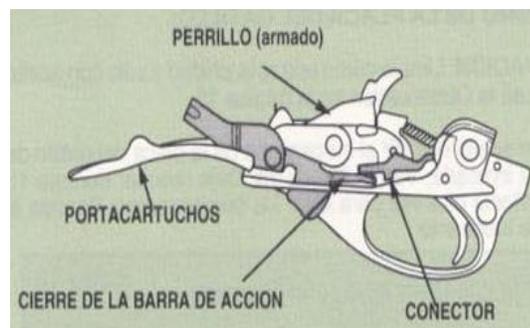


Figura 3. 48 Mecanismos de la escopeta Mossberg

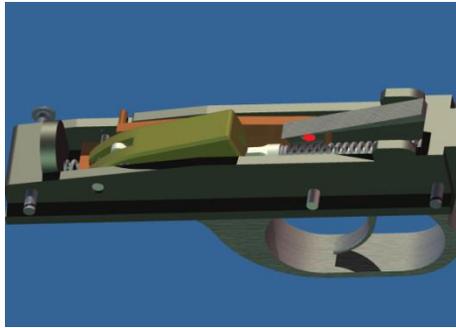


Figura 3. 49 Mecanismo de la escopeta de bomba Tipo R

Lo que respecta al cañón, primero se lo diseño en base a dimensiones internas normadas y diámetro externo considerando medidas de cañones de escopetas Mossberg y de fabricación nacional, en base al material seleccionado del mercado nacional y cálculos de presión interna se abalizó el diseño del cañón (Figura 3.50)

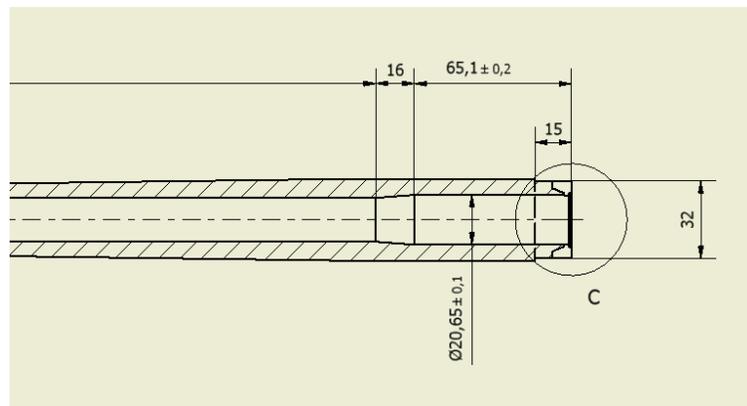


Figura 3. 50 Parte del plano del cañón de la escopeta

De los cálculos se determinó que el mínimo diámetro externo debe ser de 24 mm, inicialmente se diseño de 32 mm en la sección más crítica, manteniendo la medida inicial para elevar el factor de seguridad en vista de imprevistos en el uso como golpes o cargas externas que podrían darse en circunstancias extremas.

La longitud del cañón juega un papel muy importante en la balística externa para la velocidad inicial con la que la munición va a dejar la boca del mismo, conforme mayor es la longitud mayor será dicha velocidad pero debe estar comprendida entre 350 y 400 m/s por lo que en el diseño de esta escopeta se presentan dos opciones de longitud de cañón $L1 = 580$ mm con un tubo cargador de 500 mm y

siete cartuchos o L2 = 470 mm con un tubo cargador de 462 mm y cinco cartuchos disponibles para recargar.

Las tolerancias permiten tener buena precisión y un buen desempeño en la balística interna y la certidumbre de impacto en cuanto a la balística externa.

3.5 PLANIMETRÍA DE TODOS LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS EN LA NUEVA ESCOPETA.

(Ver Anexo A2)

MATRIZ DE ESFUERZOS DE TODOS LOS ELEMENTOS Y RESUMEN DE MATERIALES UTILIZADOS

(Ver Anexo A3)

CÁLCULOS DE LOS ELEMENTOS MÁS IMPORTANTES DE LA ESCOPETA

ESFUERZOS PARA PASADOR DE MECANISMO CERROJO (E 41)

Datos:

Material : Acero Plata

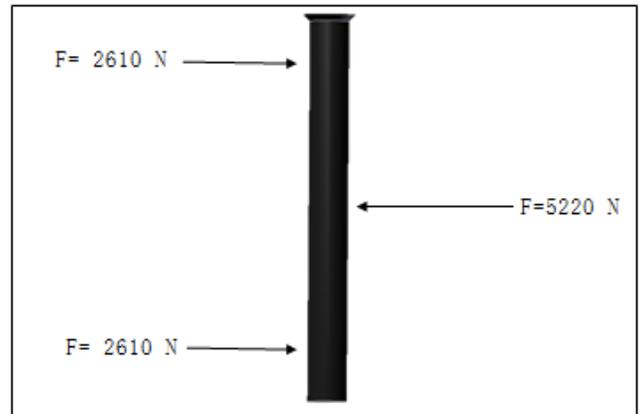
Resistencia a la tensión : $S_y := 1300$ Mpa

Diámetro del pasador:

$$d := 3 \text{ mm}$$

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

$$A = 7.069 \text{ mm}^2$$



Esfuerzo cortante:

Fuerza de retroceso: $F := 5.22 \cdot 10^3$ N

$$\tau := \frac{F}{A}$$

$$\tau = 738.479 \text{ Mpa}$$

Cálculo del factor de seguridad:

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

$$FS = 1.76$$

ESFUERZO DE APLASTAMIENTO:

Longitud efectiva del pasador: $t := 14$ mm

$$A_{\text{proy}} := d \cdot t$$

$$\sigma_b := \frac{F}{A_{\text{proy}}}$$

$$\sigma_b = 124.286 \quad \text{Mpa}$$

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

$$FS = 10.46$$

ESFUERZOS PARA PASADORES DE GANCHOS EYECTORES (E 35)

Fuerza ejercida por el resorte del gancho (E 40):

$$k := 4 \quad \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$x := 3 \quad \text{mm}$$

$$F := k \cdot x$$

$$F = 12 \quad \text{N}$$

Datos:

Material : AISI 1055

Resistencia a la tensión : $S_y := 636$ Mpa

Díámetro del pasador:

$$d := 2 \text{ mm}$$

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

$$A = 3.142 \text{ mm}^2$$

$$\tau := \frac{F}{A}$$

$$\tau = 3.82 \text{ Mpa}$$

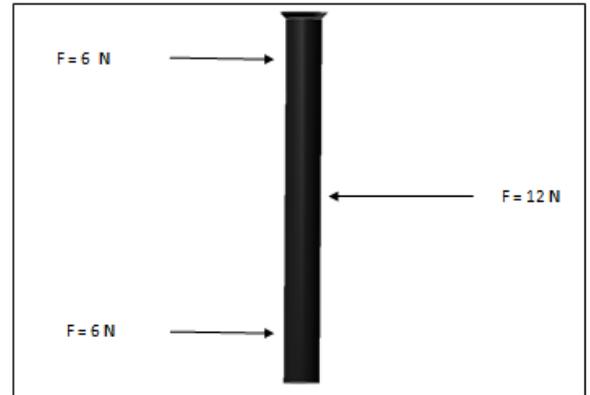
Resistencia a la tensión:

$$S_y := 636 \text{ Mpa}$$

Cálculo del factor de seguridad:

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

$$FS = 166.504$$



ESFUERZO DE APLASTAMIENTO:

Longitud efectiva del pasador: $t := 21$ mm

$$A_{\text{proy}} := d \cdot t$$

$$\sigma_b := \frac{F}{A_{\text{proy}}}$$

$$\sigma_b = 0.286 \quad \text{Mpa}$$

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

$$FS = 2.226 \times 10^3$$

ESFUERZOS PARA PASADOR DE PERILLO (E 17)

Fuerza ejercida por el resorte del gancho (E 40):

$$k := 1.2 \quad \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$x := 37 \quad \text{mm}$$

$$F := k \cdot x$$

$$F = 45.14 \quad \text{N}$$

Datos:

Material : AISI 1055

Resistencia a la tensión : $S_y := 636$ Mpa

Díámetro del pasador:

$$d := 2 \text{ mm}$$

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

$$A = 3.142 \text{ mm}^2$$

$$\tau := \frac{F}{A}$$

$$\tau = 14.369 \text{ Mpa}$$

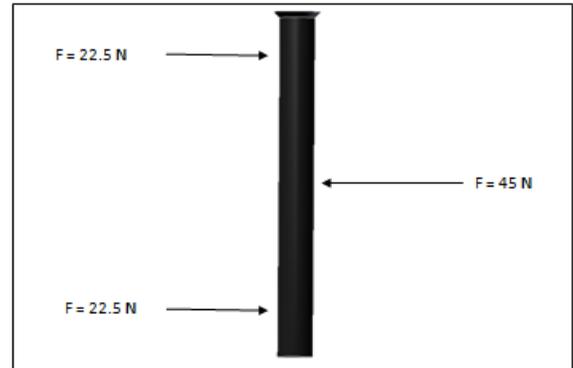
Resistencia a la tensión:

$$S_y := 636 \text{ Mpa}$$

Cálculo del factor de seguridad:

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

$$FS = 44.263$$



ESFUERZO DE APLASTAMIENTO:

Longitud efectiva del pasador: $t := 21.4$ mm

$$A_{\text{proy}} := d \cdot t$$

$$\sigma_b := \frac{F}{A_{\text{proy}}}$$

$$\sigma_b = 1.05 \quad \text{Mpa}$$

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

$$FS = 605.848$$

ESPESOR DE PARED DEL CAÑÓN:

Presión Interna :

$$p := 650 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \quad \text{Presión interna de diseño :} \quad P := 2 \cdot p$$

$$P := 1300 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$P := \frac{P \cdot 100^2 \cdot 9.8}{1000^2}$$

$$P = 127.4 \quad \text{Mpa}$$

Límite elastico:

$$\theta := 750 \quad \text{Mpa}$$

Material AISI 4140 Pavonado

$$P := \frac{3}{2} \cdot \theta \cdot \left(\frac{k^2 - 1}{2 \cdot k^2 + 1} \right)$$

$$k := \sqrt{\frac{3\theta + 2P}{3\theta - 4P}}$$

$$k = 1.2$$

Relacion de radios:

$$r_i := 10 \quad \text{mm}$$

$$k := \frac{r_e}{r_i} \quad r_e := k \cdot r_i$$

$$r_e = 11.997 \quad \text{Minimo radio externo en función de la presión}$$

$$\text{Diámetro externo mínimo:} \quad D_e := 2 \cdot r_e$$

$$D_e = 23.993 \quad \text{mm}$$

ESFUERZOS PARA EL CERROJO (E 39)

Fuerza de retroceso en el disparo:

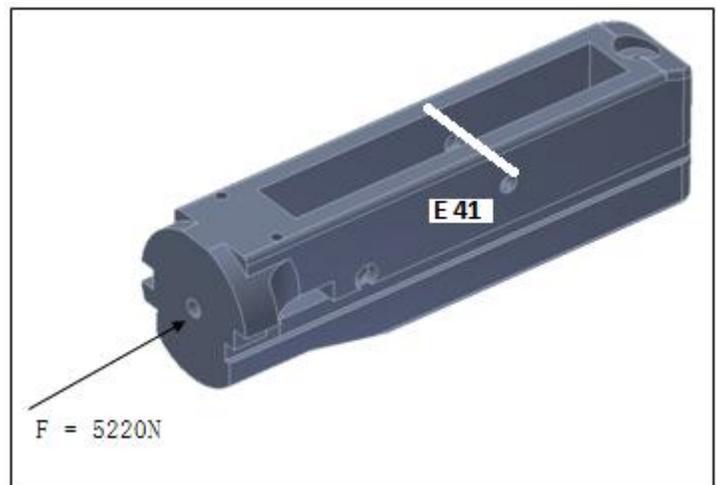
$$F := 5.22 \cdot 10^3 \quad \text{N}$$

Datos :

Material : ASSAB DF2

Resistencia a la tensión :

$$S_y := 880 \quad \text{Mpa}$$



Área efectiva para el pasador (E 41):

$$a := 3 \quad \text{mm}$$

$$b := 4 \quad \text{mm}$$

$$A1 := a \cdot b$$

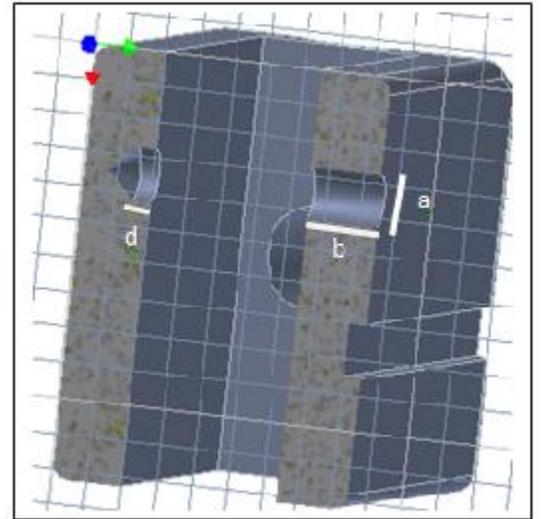
$$A1 = 12 \quad \text{mm}^2$$

$$d := 1 \quad \text{mm}$$

$$A2 := a \cdot d$$

$$A := A1 + A2$$

$$A = 15 \quad \text{mm}^2$$



Esfuerzo de aplastamiento en el alojamiento del pasador:

$$\sigma := \frac{F}{A}$$

$$\sigma = 348 \quad \text{Mpa}$$

Factor de seguridad:

$$S_y := 880 \quad \text{Mpa}$$

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

$$FS = 2.529$$

ESFUERZOS PARA EL EYECTOR (E 33)

Datos :

Material : ASSAB DF2

Resistencia a la tensión : $S_y := 880$ Mpa

Fuerza ejercida por el cartucho para vencer los resortes de los ganchos eyectores:

$$F_1 := 12 \text{ N}$$

Fuerza total ejercida por los dos ganchos:

$$F := 2 \cdot F_1$$

$$F = 24 \text{ N}$$



Área de contacto con el culatín del cartucho expuesta a aplastamiento:

$$a := 1.5 \text{ mm}$$

$$b := 3 \text{ mm}$$

$$A := a \cdot b$$

$$A = 4.5 \text{ mm}^2$$

$$\sigma := \frac{F}{A}$$

$$\sigma = 5.333 \text{ Mpa}$$

Factor de seguridad por aplastamiento

$$S_y := 880 \text{ Mpa}$$

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

$$FS = 165$$

FUERZA DE RETROCESO EN EL DISPARO

Aceleración del proyectil:

Aceleración de la gravedad: $g := 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Masa del proyectil: $Mg := 32 \text{ gramos}$ $Gg := \frac{Mg}{1000} \cdot g$

$Gg = 0.31 \text{ N}$

Velocidad de los perdigones al final de la boca del cañón: $V := 375 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Velocidad inicial de los perdigones: $V_0 := 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Tiempo de balística interna: $t := 0.0034 \text{ s}$

$$V := V_0 + Ag \cdot t \qquad Ag := \frac{V - V_0}{t}$$

$$Ag = 1.09 \times 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Fuerza de retroceso:

$$A_g := \left(\frac{F}{Gg} \right) \cdot g$$

$$F := \frac{A_g \cdot Gg}{g}$$

$$F = 3.48 \times 10^3 \quad \text{N}$$

Factor de seguridad para fuerza máxima de retroceso:

$$F_{\max} := 1.5F$$

$$F_{\max} = 5.22 \times 10^3 \quad \text{N}$$

ESFUERZOS PARA GANCHOS EYECTORES (E 12)

Datos :

Material : AISI 4140

Resistencia a la tracción : $S_y := 1020 \quad \text{Mpa}$

Fuerza de tracción soportada cuando el cartucho entra en contacto con el eyector:

Fuerza para vencer los resortes de los ganchos:

$$F := 12 \quad \text{N}$$

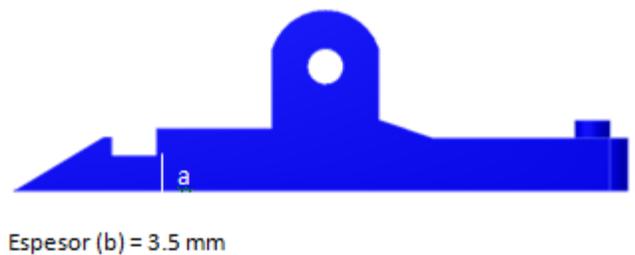
Área crítica:

$$a := 1.5 \quad \text{mm}$$

$$b := 3.5 \quad \text{mm}$$

$$A := a \cdot b$$

$$A = 5.25 \quad \text{mm}^2$$



$$\sigma := \frac{F}{A}$$

$$\sigma = 2.286 \quad \text{Mpa}$$

Factor de seguridad:

$$S_y := 1020 \quad \text{Mpa}$$

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

$$FS = 446.25$$

ESFUERZOS PARA MECANISMO DE ENCLAVAMIENTO (E 5)

Determinación del esfuerzo cortante:

Datos :

Material : ASSAB DF2

Resistencia a la tensión : $S_y := 880 \quad \text{N}$

Fuerza a causa del retroceso en el disparo:

$$F := 5.22 \cdot 10^3 \quad \text{N}$$

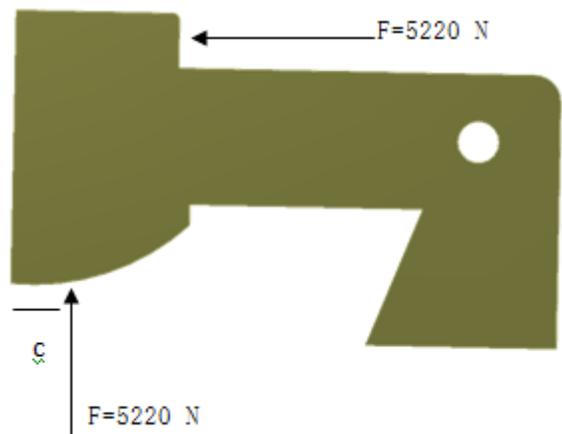
Area expuesta al esfuerzo:

$$a := 12 \quad \text{mm}$$

$$b := 9 \quad \text{mm}$$

$$A_s := a \cdot b$$

$$A = 108 \quad \text{mm}^2$$



$$\tau := \frac{F}{A}$$

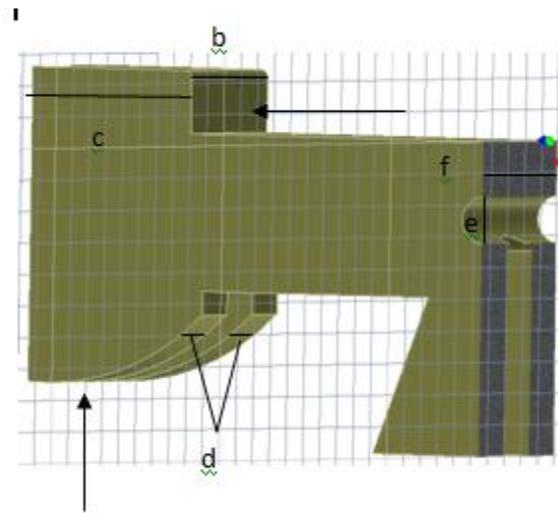
$$\tau = 48.333 \quad \text{Mpa}$$

Factor de seguridad:

$$S_y := 880 \quad \text{Mpa}$$

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

$$FS = 18.207$$



Esfuerzo de aplastamiento en el apoyo con el patín de corredera

Area Efectiva:

$$c := 5 \quad \text{mm}$$

$$d := 6 \quad \text{mm}$$

$$A_p := c \cdot d$$

$$A_p = 30 \quad \text{mm}^2$$

$$\sigma := \frac{F}{A_p}$$

$$\sigma = 174 \quad \text{Mpa}$$

Factor de seguridad por aplastamiento:

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

$$FS = 5.057$$

Esfuerzo de Aplastamiento en el alojamiento del pasador:

Area efectiva que soporta el pasador:

$$e := 3 \quad \text{mm}$$

$$f := 9 \quad \text{mm}$$

$$A := e \cdot f$$

$$A = 27 \quad \text{mm}^2$$

$$\sigma := \frac{F}{A}$$

$$\sigma = 193.333 \quad \text{Mpa}$$

Factor de seguridad por aplastamiento en el pasador:

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

$$FS = 4.552$$

ESFUERZOS PARA PATIN DE CORREDERA (E 6)

Datos :

Material : ASSAB DF2

Resistencia a la tensión : $Sy := 880 \quad \text{Mpa}$

Fuerza aplicada por el mecanismo de enclavamineto a causa del disparo:

$$F := 5.2210^3 \quad \text{N}$$

Área crítica sometida a esfuerzo cortante:

$$a := 3 \quad \text{mm}$$

$$b := 9 \quad \text{mm}$$

$$A := a \cdot b$$

$$A = 27 \quad \text{mm}^2$$

$$\tau := \frac{F}{A}$$

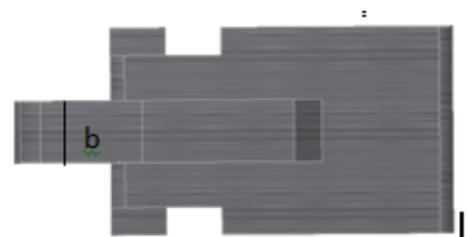
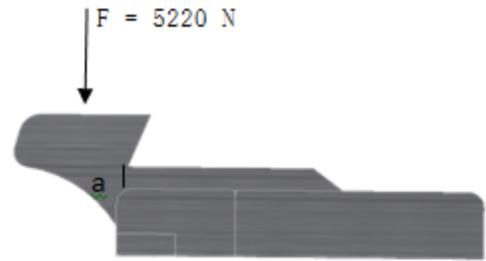
$$\tau = 193.333 \quad \text{Mpa}$$

Factor de seguridad:

$$S_y := 880 \quad \text{Mpa}$$

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

$$FS = 4.552$$



CALCULO DEL ESFUERZO EN EL PERCUTOR (E15)

Datos :

Material : ASSAB DF2

Resistencia a la tensión : $S_y := 880 \quad \text{Mpa}$

Fuerza transferida por el perillo:

$$F := 45 \quad \text{N}$$



Área crítica del elemento:

$$d := 0.5$$

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

$$A = 0.196 \quad \text{mm}^2$$

$$\sigma := \frac{F}{A}$$

$$\sigma = 229.183 \quad \text{Mpa}$$

Factor de seguridad:

$$S_y := 880 \quad \text{Mpa}$$

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

$$FS = 3.84$$

ESFUERZOS PARA PERILLO (E 14)

Datos :

Material : ASSAB DF2

Resistencia a la tracción : $S_y := 880 \quad \text{Mpa}$

Fuerza aplicada por el resorte de acción de perillo:

$$F := 45.14 \quad \text{N}$$

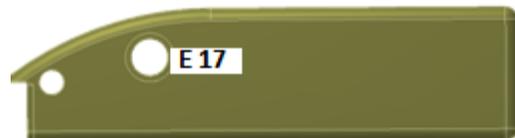
Área de impacto con el percutor:

$$a := 4.57 \quad \text{mm}$$

$$b := 5.5 \quad \text{mm}$$

$$A := a \cdot b$$

$$A = 25.135 \quad \text{mm}^2$$



Esfuerzo de aplastamiento:

$$\sigma := \frac{F}{A}$$

$$\sigma = 1.796 \quad \text{Mpa}$$

Factor de seguridad por aplastamiento:

$$S_{y_{\text{AAAA}}} := 880 \quad \text{Mpa}$$

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

$$FS = 490.004$$

Esfuerzo de aplastamiento en el alojamiento del pasador del perillo (E 17):

Área Efectiva:

$$a_{\text{AAA}} := 3 \quad \text{mm}$$

$$b_{\text{AAA}} := 3 \quad \text{mm}$$

$$A_p := a \cdot (2 \cdot b)$$

$$A_p = 18 \quad \text{mm}^2$$

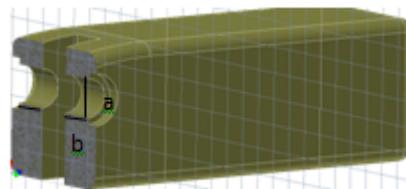
$$\sigma_p := \frac{F}{A_p}$$

$$\sigma_p = 2.508 \quad \text{Mpa}$$

Factor de seguridad en el alojamiento del pasador:

$$FS_{\text{AAAA}} := \frac{S_y}{\sigma_p}$$

$$FS = 350.908$$



CALCULO PARA PLACA SOLDADA EN LA CAJA DE MECANISMOS (E 4)

Fuerza aplicada por acción de retroceso del disparo:

$$F_{AA} := 5.2210^3 \quad \text{N}$$

Area del cordon de filete:

Altura del cordón: $h := 1 \quad \text{mm}$

Garganta de solda: $g_{AA} := 0.707h$

Longitud del cordon: $l_{AA} := 148 + 148 \quad l = 296 \quad \text{mm}$

$$A_{AA} := g \cdot l$$

$$A = 209.272 \quad \text{mm}^2$$

Esfuerzo cortante:

$$\tau := \frac{F}{A}$$

$$\tau = 24.944 \quad \text{Mpa}$$

Factor de seguridad:

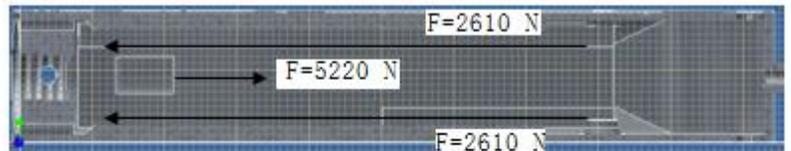
$$Su := 70 \quad \text{Mpa}$$

$$SSu := 0.82Su$$

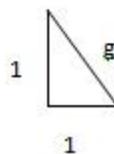
$$SSu = 57.4 \quad \text{Mpa}$$

$$FS := \frac{SSu}{\tau}$$

$$FS = 2.301$$



Cordón de filete:



CALCULO PARA ALOJAMIENTO DE ENCLAVAMIENTO

Fuerza aplicada por acción de retroceso del disparo:

$$F := 5.2210^3 \quad \text{N}$$

Esfuerzo de aplastamiento en la placa de aluminio

$$g := 2 \quad \text{mn}$$

$$l := 20 \quad \text{mn}$$

$$A1 := g \cdot l$$

$$A1 = 40 \quad \text{mm}^2$$

$$b1 := 14 \quad \text{mn}$$

$$b2 := 20 \quad \text{mn}$$

$$h := 1 \quad \text{mn}$$

$$A2 := \left(\frac{b1 + b2}{2} \right) \cdot h$$

$$A2 = 17 \quad \text{mm}^2$$

$$A := A1 + A2$$

$$\sigma := \frac{F}{A}$$

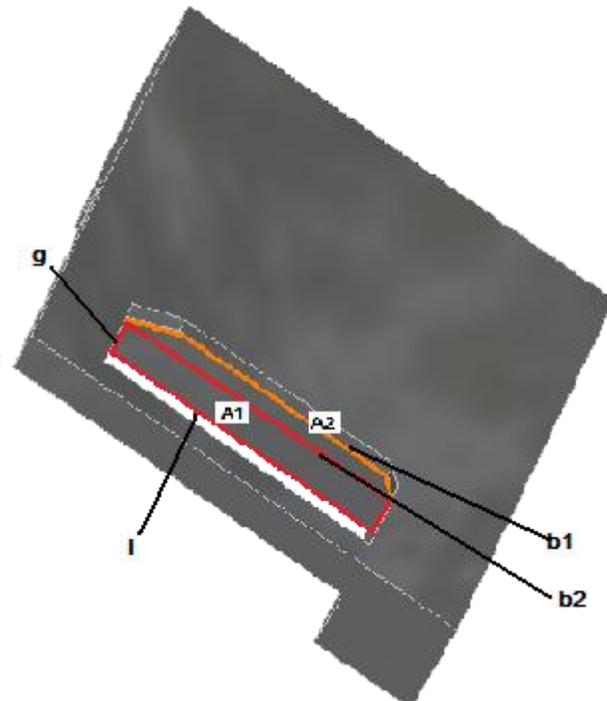
$$\sigma = 91.579 \quad \text{Mpa}$$

Factor de seguridad:

$$Su := 105 \quad \text{Mpa}$$

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

$$FS = 1.147$$



El área donde se apoya el tope de acero que soportará el esfuerzo transmitido por el mecanismo de enclavamiento se maximizó todo lo posible para reducir el esfuerzo de aplastamiento en el aluminio.

ALOJAMIENTO DE ENCLAVAMIENTO

Determinación del esfuerzo de aplastamiento:

Datos :

Material : ASSAB DF2

Resistencia a la tensión : $S_y := 880$ N

$$F_{AAA} := 5.22 \cdot 10^3 \text{ N}$$

Esfuerzo de aplastamiento en el apoyo de acero DF2

$$a := 10 \text{ mm}$$

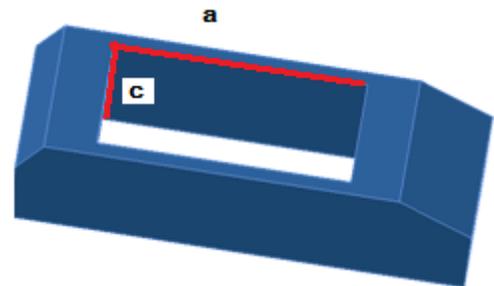
$$c_{AAA} := 3 \text{ mm}$$

$$A_{AAA} := a \cdot c$$

$$A = 30 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{AAA} := \frac{F}{A}$$

$$\sigma = 174 \text{ Mpa}$$



Factor de seguridad:

$$S_y = 880 \text{ Mpa}$$

$$FS_{AAA} := \frac{S_y}{\sigma}$$

$$FS = 5.057$$

Colocando un alma de acero para que se aloje el mecanismo de enclavamiento se obtiene un factor de seguridad confiable mucho más elevado de lo que solamente el duraluminio de la placa como tal puede ofrecer.

CAPITULO 4

DISEÑO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCION

Cada elemento de la escopeta tuvo su análisis primeramente en el campo geométrico, a través del Inventor se desarrollaron los mecanismos y se abalizó que la geometría y cada pieza dimensionalmente funcionen y no interfiera con otras, es decir que los mecanismos trabajen en conjunto sin trabarse y todo encaje como estaba previsto. A continuación es necesario abalizar diámetros y espesores a través de cálculos y hacer una selección de materiales de acuerdo a las exigencias y cargas que cada elemento va a soportar considerando la capacidad del mercado nacional para los insumos de los materiales.

4.1 ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LOS ELEMENTOS A FABRICARSE CON SUS RESPECTIVOS PROCESOS.

Con los factores de seguridad obtenidos de los cálculos y de conformidad con ellos y conociendo los materiales para la fabricación es necesario determinar los procesos de manufactura para fabricar cada elemento del arma, estos se determinan adjunto a cada plano (Ver tablas anexas).

4.2 ESTUDIO DEL MERCADO EN BASE A LA MATERIA PRIMA A UTILIZARSE

Al igual que se estudio la disponibilidad de los materiales existentes en el mercado nacional es necesario conocer la capacidad de manufactura tanto en la Fábrica de Municiones Santa Bárbara (FMSB) como en la industria nacional para importar por último lo necesariamente más complicado de producir.

Conforme a este estudio se determinó que elementos se fabrican en la FMSB, en la industria nacional y los que serán importados (Tabla 4.1)

4.2.1 ELEMENTOS A FABRICARSE EN LA FMSB.

4.2.2 ELEMENTOS A FABRICARSE EN LA INDUSTRIA NACIONAL.

4.2.3 ELEMENTOS A IMPORTARSE.

CODIGO	PIEZA	FMSB	IND. NACIONAL	IMPORT
E1	Empuñadura de bomba		X	
E2	Barra de acción derecha	X		
E3	Barra de acción izquierda	X		
E4	Caja de mecanismos		X	
E5	Mecanismo de enclavamiento	X		
E6	Patín de corredera	X		
E7	Cierre de la barra de acción	X		
E8	Tope detenedor derecho	X		
E9	Pasador de placa gatillo	X		
E10	Tope detenedor izquierdo	X		
E11	Portacartuchos	X		
E12	Ganchos para eyección	X		
E13	Gatillo	X		
E14	Perillo	X		
E15	Percutor	X		
E16	Pasador de gatillo	X		

E17	Pasador de perillo	x		
E18	Tuerca alma de bomba	x		
E19	Alma de bomba	x		
E20	Soporte para barras de acción	x		
E21	Pasador de la barra de acción	x		
E22	Tapa de tubo cargador	x		
E23	Retenedor de resorte	x		
E24	Resorte del cargador	x		
E25	Tope de cartuchos	x		
E26	Tubo cargador		x	
E27	Aro guía de cañón	x		
E28	Cañón			x
E29	Punto de mira	x		
E30	Tuerca del pasador seguro	x		
E31	Seguro	x		
E32	Tornillo de eyector		x	
E33	Eyector	x		
E34	Tornillo tope izquierdo del cartucho		x	
E35	Pasador de ganchos de eyectores	x		
E36	Perno tope de percutor		x	
E37	Resorte de percutor	x		
E38	Tope de resorte de percutor	x		
E39	Cerrojo		x	
E40	Resorte para gancho de eyección	x		

E41	Pasador mecanismo cerrojo	x		
E42	Resorte de acción perillo	x		
E43	Acción del perillo	x		
E44	Mariposa	x		
E45	Resorte torsional de mariposa	x		
E46	Tornillo pasador de cierre de acción	x		
E47	Tornillo de cimbra de gatillo		x	
E48	Cimbra del gatillo	x		
E49	Placa de gatillo		x	
E50	Pasador de acción de perillo	x		
E51	Guardamonte		x	
E52	Perno de arco gatillo		x	
E53	Perno de pistolete	x		
E54	Pistolete		x	
E55	Apoyo del perillo	x		

Tabla 4. 1 Origen de la fabricación de los elementos de la escopeta

4.3 CONTROLES DE CALIDAD Y SEGURIDAD INDUSTRIAL EN BASE A LAS NORMAS EXISTENTES DE ARMAMENTO.

Se analizó en cada elemento que aspectos deben ser revisados en cuanto a calidad y que aspectos de seguridad deben seguirse por la operación de los equipos y diferentes aspectos en su fabricación, por lo que adjunto a cada plano

se establecieron estos parámetros importantes. (Ver Anexo A2 para controles de inspección de cada pieza).

4.3.1 PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN PARA ARMAS

4.3.1.1 Especificación de las pruebas

Basado en las normas NATO – 1360

4.3.1.2 Procedimientos Generales

- 1) Las muestras deben ser evaluadas con un mínimo de tres armas.
- 2) Se realizarán ensayos destructivos con un arma.
- 3) Se deben especificar:
 - a) Instrucciones de la prueba
 - b) Métodos de limpieza
 - c) Lubricantes a ser usados
 - d) Munición a ser utilizada

4.3.1.3 Inspección preliminar y características del arma

- 1) Inspección preliminar
- 2) Determinar si el embalaje es adecuado
- 3) Desarmar el arma y realizar una inspección visual
- 4) Controlar la numeración del arma
- 5) Confirmar exactamente la descripción de todos los conjuntos y componentes
- 6) Dimensional
 - a) Longitud percutor
 - b) Fuerza del gatillo
 - c) Calibres en la recámara

- d) Calibres en el cañón
- e) Dimensiones, resortes, recuperadores, etc.
- 7) Registrar tiempos y herramientas necesarias para:
 - a) Desmontaje completo del arma
 - b) Ensamblaje completo del arma
 - c) Desmontaje de conjuntos y alimentadora
 - d) Ensamblaje de conjuntos y alimentadora
 - e) Carga y descarga de alimentadora
- 8) Fotografías del arma con y sin accesorios
- 9) Leer y determinar si son adecuados el Manual del fabricante, instrucciones y otros documentos.

4.3.1.4 Características físicas del arma

- 1) Peso
 - a) Con cartuchos
 - b) Sin cartuchos
- 2) Longitud
 - a) Con accesorios
 - b) Sin accesorios
- 3) Ancho
 - a) Con accesorios
 - b) Sin accesorios
- 4) Altura
 - a) Con alimentadora
 - b) Sin alimentadora
 - c) Con accesorios
- 5) Datos del cañón
 - a) Con cañón
 - b) Longitud

- 6) Alimentadora (Tubo cargador)
 - a) Tipo
 - b) Capacidad
 - c) Peso vacía
 - d) Peso llena
- 7) Aparatos de puntería
 - a) Sistema mecánico
 - b) Longitud de Línea de Base
 - c) Número de posiciones
- 8) Sistema Óptico
 - a) Dimensiones
 - b) Amplificación
 - c) Magnificación

4.3.1.5 Características Balísticas

Dispersión:

- a) Objeto

Evaluar la dispersión del arma, cuando es disparada: Munición Cal12 a 45 m.

- b) Método

- (1) Montar el arma en un banco fijo y disparar a un blanco de (1x1) metros, en el cual está impreso o marcados círculos negros.
- (2) Se dispara una serie de 7 cartuchos o 5 de acuerdo a la capacidad
- (3) La dispersión debe marcarse en un círculo de 50 cm de radio

Resistencia:

- a) Objetivo

Determinar el funcionamiento y resistencia del arma y de todos sus componentes.

- b) Método
- (1) Cada arma debe ser disparada mínimo 500 cartuchos
 - (2) Disparados en series de 7 o 5 cartuchos dependiendo de su capacidad.
 - (3) Las armas deben ser enfriadas con aire luego de cada serie.
 - (4) Temperatura ambiente $21^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}$
 - (5) En cada serie de descarga de cartuchos registrar:
 - (a) Calibraciones de la recámara y el cañón
 - (b) Precisión
 - (c) Velocidad
 - (d) Longitud percutor
 - (e) Longitud resorte percutor y recuperador
 - (6) Inspeccionar, desensamblar, limpiar y lubricar
 - (7) Registrar mal funcionamiento interrupciones de tiro y reemplazos de partes.
 - (8) Examen del ánima

Temperaturas extremas:

PRUEBA DE FRÍO

a) Objeto

Determinar los efectos en el arma de temperatura extremadamente fría $\leq -46^{\circ}\text{C}$.

b) Método

- (1) Armas y alimentadoras cargadas con cartuchos a -46°C por 12 horas
- (2) Se disparan 10 series de 7 o 5 cartuchos c/u
- (3) Se debe registrar problemas encontrados.

PRUEBA DE CALOR

c) Objeto

Determinar los efectos en el arma de temperatura extremo calor (52 °C mínimo).

d) Método

- (1) Armas y alimentadoras cargadas con cartuchos a 50°C por 12 horas
- (2) Se disparan 10 series de 7 o 5 cartuchos c/u
- (3) Se debe registrar problemas encontrados.

4.3.1.6 Condiciones Adversas

1) Sin lubricación

a) Objetivo

Investigar el funcionamiento del arma sin lubricación

b) Método

- (1) El arma es limpiada y secada con un solvente y disparada sin lubricación
- (2) Se debe disparar 7 o 5 cartuchos
- (3) Registrar solventes utilizados
- (4) Registrar mal funcionamiento

2) Agua Lluvia

a) Objetivo

Determinar el funcionamiento simulando estar expuesta a 12 horas bajo lluvia, el arma debe ser lubricada.

El arma debe estar expuesta a la lluvia en condición lista para disparar.

La distancia entre el rociador de agua y el arma es de 1 metro

- b) Método
 - (1) Exponer el arma a un rociador de agua por cinco minutos.
 - (2) Disparar una serie de 7 o 5 cartuchos
 - (3) Exponer nuevamente el arma al agua
 - (4) Disparar otra serie de 7 o 5 cartuchos
 - (5) Registrar problemas en el arma

- 3) Inmersión en Agua Sal.
 - a) Objetivo.

Determinar el funcionamiento de las armas al ser sometidas a los efectos de deterioro inmersas en agua sal.
 - b) Método
 - (1) Preparar solución salina en peso 20% sal y 80% agua en peso.
 - (2) Sumergir el arma en el agua sal por 60 segundos al igual que alimentadoras cargadas con cartuchos.
 - (3) Retirar las armas y sacudirlas
 - (4) Disparar dos rondas de proyectiles tiro a tiro
 - (5) Registrar problemas

- 4) Arena y polvo.
 - a) Objetivo.

Estudiar el funcionamiento del arma después de la exposición de arena y polvo
 - b) Método
 - (1) Exponer el arma dentro de una caja de 1.8 mts. De largo por 0.9 ancho y 0.9 en profundidad en ambiente de polvo y arena provocadas por un ventilador.
 - (2) Limpie y lubrique el arma y selle con adhesivo la boca del cañón.
 - (3) Colocar una alimentadora completamente cargada en el arma

- (4) Colocar el arma en el interior de la caja.
- (5) Operar el ventilador y alimentar el polvo y la arena durante un minuto a una rata de 5 Lb./minuto
- (6) Después de un minuto desconecte el ventilador y retire el arma, sacudir el arma para descongestionar acumulamientos de arena. Retirar el adhesivo de la boca del cañón.
- (7) Disparar en tiros continuos.
- (8) Registrar problemas.

5) Lodo

a) Objetivo

Funcionamiento del arma inmersa en lodo, el período de tiempo del arma luego de ser sacado del lodo no debe exceder de 60 segundos, el arma con alimentadora cargada.

b) Método

- (1) El arma cargada debe ser sumergida y agitada en un baño de lodo por 60 segundos,
- (2) El baño de lodo debe tener la siguiente composición: 5 Kg. de arcilla en 10 litros de agua.

6) Prueba de caída

a) Objetivo

Determinar si el arma se dispara, simulando la caída del arma que acompaña a un paracaidista, salto de un vehículo, etc.

b) Método

El arma debe estar cargada con un cartucho en la recámara con la alimentadora cargada y en la posición de seguro.

– Caída de paracaídas .- Dejar caer el arma desde una altura de 12 m.

- Caída libre sin paracaídas.- Dejar caer el arma desde una altura de 4,5 m.

- Caída de un vehículo.- Dejar caer el arma desde una altura de 1,5 m.

(1) Posiciones del arma

- Dejar caer en posición vertical.

- Dejar caer en posición horizontal derecha

- Dejar caer en posición horizontal izquierda

(2) Inspeccionar el arma antes y después de la caída

(3) Registrar novedades.

CAPITULO 5

DISEÑO E INGENIERIA DE LAS PIEZAS DE LA ESCOPETA CALIBRE 12

5.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS PIEZAS A FABRICARSE.

Las piezas que vamos a fabricar necesitan de características técnicas propias de su función en la escopeta, por lo cual para su análisis se dividió en grupos de acuerdo a distintos materiales y propiedades.

a) Polipropileno

Propiedades: Resistencia sobresaliente a la flexión y al agrietamiento por esfuerzo; buena resistencia al impacto arriba de -10°C; buena estabilidad térmica; peso ligero, bajo costo, puede aplicársele una capa galvanoplástica, resistencia intermedia en comparación con el nylon que posee mayor resistencia y de aplicación en levas o engranes, y de mejor resistencia que el ABS de aplicación automotriz en tableros o perillas.

El polipropileno es el material con el cual se fabricará:

CODIGO	PIEZA	MATERIAL
E1	Empuñadura de bomba	Polipropileno
E54	Pistolete	Polipropileno
E51	Guardamonte	Polipropileno

Tabla 5. 1 Elementos fabricados con polipropileno

Esto es debido a que estas partes de la escopeta no necesitan soportar grandes cargas y poner un material más resistente solo haría incrementar el peso de la escopeta innecesariamente.

b) ASTM A36

Propiedades: Es fundamentalmente una aleación de hierro (mínimo 98 %), con contenidos de carbono menores del 1 % y otras pequeñas cantidades de minerales como manganeso, para mejorar su resistencia, y fósforo, azufre, sílice y vanadio para mejorar su soldabilidad y resistencia a la intemperie. Es un material de gran resistencia con 250 Mpa de resistencia a la fluencia, producido a partir de materiales muy abundantes en la naturaleza. Entre sus ventajas está la gran resistencia a tensión y compresión y el costo razonable.

El acero ASTM A36 es el material con el cual se fabricará:

CODIGO	PIEZA	MATERIAL
E18	Tuerca alma de bomba	ASTM A36
E19	Alma de bomba	ASTM A36
E22	Tapa de tubo cargador	ASTM A36
E23	Retenedor de resorte	ASTM A36
E25	Tope de cartuchos	ASTM A36
E27	Aro guía de cañón	ASTM A36
E30	Tuerca del pasador seguro	ASTM A36
E38	Tope de resorte de percutor	ASTM A36

Tabla 5. 2 Elementos fabricados con ASTM A36

Estos elementos de la escopeta no soportan cargas excesivas a excepción de acciones manuales y acciones de resortes.

c) AISI 4140

Propiedades: Es un acero medio carbono aleado con cromo y molibdeno de alta templabilidad y buena resistencia a la fatiga, abrasión e impacto. Este acero puede ser nitrurado para darle mayor resistencia a la abrasión. Es susceptible al endurecimiento por tratamiento térmico, con una resistencia a la fluencia de 690 Mpa.

El acero AISI 4140 es el material con el cual se fabricará:

CODIGO	PIEZA	MATERIAL
E2	Barra de acción derecha	AISI 4140
E3	Barra de acción izquierda	AISI 4140
E7	Cierre de la barra de acción	AISI 4140
E8	Tope detenedor derecho	AISI 4140
E11	Portacartuchos	AISI 4140
E12	Ganchos para eyección	AISI 4140
E13	Gatillo	AISI 4140
E20	Soporte para barras de acción	AISI 4140
E28	Cañón	AISI 4140 (Pavonado)
E44	Mariposa	AISI 4140
E49	Placa de gatillo	AISI 4140
E55	Apoyo del perillo	AISI 4140

Tabla 5. 3 Elementos fabricados con AISI 4140

Estos elementos necesitan soportar cargas mas grandes por lo que se escogió este material debido a que es un acero bonificado con aleación Cromo – Molibdeno de alta resistencia a la tracción y torsión.. La adición de molibdeno previene la fragilidad de revenido en el acero. Tiene una dureza entre 50 – 55 HRC.

En la fabricación del cañón el acero se debe pavonar

d) ASSAB DF2

Propiedades:

- Buen funcionamiento de proceso, tratamiento térmico estable
- Proceso mecánico excelente
- Buena estabilidad dimensional
- Alta dureza superficial y la buena dureza del cuerpo

Las características antedichas hacen el molde producido por DF-2 tienen una buena vida, así como ventajas económicas.

Puede proporcionar las varias formas de fuente, incluyendo: estado, proceso previo, estado del acabamiento del molino del grano y estado laminados en caliente. Además, también disponible bajo la forma de barras huecas.

El acero ASSAB DF2 es el material con el cual se fabricará:

CODIGO	PIEZA	MATERIAL	DUREZA
E5	Mecanismo de enclavamiento	ASSAB DF2	50 - 55 HRC
E6	Patín de corredera	ASSAB DF2	50 - 55 HRC
E14	Perillo	ASSAB DF2	50 - 55 HRC
E15	Percutor	ASSAB DF2	50 - 55 HRC
E33	Eyector	ASSAB DF2	50 - 55 HRC
E39	Cerrojo	ASSAB DF2	50 - 55 HRC
E43	Acción del perillo	ASSAB DF2	50 - 55 HRC

Tabla 5. 4 Elementos fabricados con ASSAB DF2

Estos elementos están ligados estrechamente con la acción y fuerza de retroceso del disparo por lo que necesitan un material mucho más resistente. El acero de herramienta ASSAB DF-2 tiene una buena composición química.

Composición química:

C	Cr	V	Manganeso	W
0.95	0.6	0.10	1.10	0.60

Tabla 5. 5 Composición química del ASSAB DF2

e) AISI 1085

Propiedades: Este tipo de acero presenta la ventaja de ofrecer una mayor resistencia a la carga debido a su gran contenido de carbono, estos aceros permiten lograr a través de tratamientos térmicos de temple y revenido estructuras con dureza que varían entre 23 y 60 HRC.

El acero AISI 1085 es el material con el cual se fabricará:

CODIGO	PIEZA	MATERIAL
E10	Tope detenedor izquierdo	AISI 1085
E32	Tornillo de eyector	AISI 1085
E34	Tornillo tope izquierdo del cartucho	AISI 1085
E36	Perno tope de percutor	AISI 1085
E47	Tornillo de cimbra de gatillo	AISI 1085
E48	Cimbra del gatillo	AISI 1085
E52	Perno de arco gatillo	AISI 1085
E53	Perno de pistolete	AISI 1085

Tabla 5. 6 Elementos fabricados con AISI 1085

Estos elementos son pletinas delgadas como los topes o pequeños como los pernos, se requiere un material que soporte carga con secciones reducidas.

f) AISI 1055

Propiedades: Acero alto carbono bajo la norma AISI. Por su contenido de carbono estos aceros se utilizan para la fabricación de piezas estructurales y algunas aplicaciones donde se requiera resistencia al desgaste.

El acero AISI 1055 es el material con el cual se fabricará:

CODIGO	PIEZA	MATERIAL
E9	Pasador de placa gatillo	AISI 1055
E16	Pasador de gatillo	AISI 1055
E17	Pasador de perillo	AISI 1055
E21	Pasador de la barra de acción	AISI 1055
E31	Seguro	AISI 1055
E35	Pasador de ganchos de eyectores	AISI 1055
E46	Tornillo pasador de cierre de acción	AISI 1055
E50	Pasador de acción de perillo	AISI 1055

Tabla 5. 7 Elementos fabricados con AISI 1055

Estos elementos en su mayoría pasadores resisten mucho desgaste y esfuerzo cortante, este material ofrece alta resistencia a estas cargas.

g) AISI 1065

Propiedades: Material pre-endurecido y adecuado para la fabricación de elementos que requieren soportar cargas de compresión y tracción.

El acero AISI 1065 es el material con el cual se fabricará:

CODIGO	PIEZA	MATERIAL
E45	Resorte torsional de mariposa	AISI 1065

Tabla 5. 8 Elementos fabricados con AISI 1065

h) AISI 1165

Propiedades: Este acero es especialmente diseñado para la construcción de resortes debido a su gran capacidad para absorber cargas e impacto.

El acero AISI 1165 es el material con el cual se fabricará:

CODIGO	PIEZA	MATERIAL
E24	Resorte del cargador	AISI 1165
E37	Resorte de percutor	AISI 1165
E40	Resorte para gancho de eyección	AISI 1165
E42	Resorte de acción perillo	AISI 1165

Tabla 5. 9 Elementos fabricados con AISI 1165

i) ASTM Grado B Ø1 plg

El acero ASTM Grado B Ø1 plg es el material con el cual se fabricará:

CODIGO	PIEZA	MATERIAL
E26	Tubo cargador	ASTM Grado B Ø1 plg

Tabla 5. 10 Elementos fabricados con ASTM Grado B Ø1 plg

j) Bronce

Propiedades: Es toda aleación metálica de cobre y estaño en la que el primero constituye su base y el segundo aparece en una proporción de entre el 3 y el 20%. Exceptuando al acero, las aleaciones de bronce son superiores a las de hierro en casi todas las aplicaciones. Por su elevado calor específico, el mayor de todos los sólidos, se emplea en aplicaciones de transferencia del calor

El bronce es el material con el cual se fabricará:

CODIGO	PIEZA	MATERIAL
E29	Punto de mira	Bronce

Tabla 5. 11 Elementos fabricados con Bronce

Este elemento no soporta ningún tipo de esfuerzo, solo funciona como una referencia para puntería.

k) Duraluminio 4% Cu 1% Mg 0,5% Mn y Cr

Propiedades: El aluminio puro es blando y tiene poca resistencia mecánica, pero puede formar aleaciones con otros elementos para aumentar su resistencia y adquirir varias propiedades útiles. Las aleaciones de aluminio son ligeras, fuertes, y de fácil formación para muchos procesos de metalistería; son fáciles de ensamblar, fundir o maquinar y aceptan gran variedad de acabados.

Aportaciones de los elementos aleantes:

Los principales elementos aleantes del aluminio son los siguientes y se enumeran las ventajas que proporcionan.

Cromo (Cr) Aumenta la resistencia mecánica cuando está combinado con otros elementos Cu, Mn, Mg.

Cobre (Cu) Incrementa las propiedades mecánicas pero reduce la resistencia a la corrosión.

Hierro (Fe). Incrementa la resistencia mecánica.

Magnesio (Mg) Tiene alta resistencia tras el conformado en frío.

Manganeso (Mn) Incrementa las propiedades mecánicas y reduce la calidad de embutición.

Silicio (Si) Combinado con magnesio (Mg), tiene mayor resistencia mecánica.

Titanio (Ti) Aumenta la resistencia mecánica.

Zinc (Zn) Aumenta la resistencia a la corrosión.

El duraluminio es el material con el cual se fabricará:

CODIGO	PIEZA	MATERIAL
E4	Caja de mecanismos	Duraluminio 4% Cu 1% Mg 0,5% Mn y Cr

Tabla 5. 12 Elementos fabricados con duraluminio

La caja de mecanismos debe ser liviana, de fácil conformado y a la vez muy resistente a corrosión, rozamiento, impactos y de buenas cualidades en cuanto a propiedades mecánicas porque es el último punto que resiste el impacto del retroceso del disparo.

I) Acero plata

Propiedades: Un acero indeformable, calibrado, rectificado y pulido según din 175 (ISA h-9), para ser usado en herramientas pequeñas y pinzas de construcción en las cuales la precisión de las medidas es muy importante. Ejemplos : brocas, taladros, escariadores, avellanadores, vástagos para acuñar, punzones para cortar y estampar, machos de expulsión, partes de instrumentos quirúrgicos, guías ejes y arboles de precisión.

El acero plata es el material con el cual se fabricará:

CODIGO	PIEZA	MATERIAL
E41	Pasador mecanismo cerrojo	Acero plata

Tabla 5. 13 Elementos fabricados con acero plata

Aleación: C% 0.95 Si% 0.30 Mn% 1.10 Cr.% 0.5 V% 0.12 W% 0.55

Este elemento es de pequeña sección y debe soportar el retroceso del disparo por estar comprometido a la articulación del mecanismo de enclavamiento, con el acero plata se da mucho cuidado a lo que representa el esfuerzo de aplastamiento por holgura de este en el alojamiento de dicho mecanismo.

5.1.1 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS.

Cada elemento fue estudiado en función de sus esfuerzos y condiciones de trabajo con lo que se determinó la necesidad del tipo de tratamiento térmico y el grado de acabado superficial a realizarse, lo que se detalla en cada plano y se resume en la tabla 5.15.

5.1.1.1 Determinación de propiedades mecánicas

5.1.1.2 Dureza

(Ver matriz anexa).

5.1.2 PROCESOS DE MANUFACTURA.

5.1.2.1 Planos de las Piezas a Fabricarse. (Ver planos anexos A2)

5.1.2.2 Selección de materiales. (Ver planos anexos y matriz A3)

5.1.2.3 Tratamientos Térmicos (Tabla 5.15)

5.1.2.4 Tratamientos Superficiales (Tabla 5.15)

Tratamientos Térmicos: Se conoce como tratamiento térmico el proceso al que se someten los metales u otros sólidos con el fin de mejorar sus propiedades mecánicas, especialmente la dureza, la resistencia y la tenacidad. Los materiales a los que se aplica el tratamiento térmico son, básicamente, el acero y la fundición, formados por hierro y carbono.

Templado: Su finalidad es aumentar la dureza y la resistencia del acero. Para ello, se calienta el acero a una temperatura ligeramente más elevada que la crítica superior A_c (entre 900-950°C) y se enfría luego más o menos rápidamente (según características de la pieza) en un medio como agua, aceite, etcétera.

Revenido: El revenido consigue disminuir la dureza y resistencia de los aceros templados, se eliminan las tensiones creadas en el temple y se mejora la tenacidad, dejando al acero con la dureza o resistencia deseada. Se distingue básicamente del temple en cuanto a temperatura máxima y velocidad de enfriamiento.

Tratamientos termoquímicos: Los tratamientos termoquímicos son tratamientos térmicos en los que, además de los cambios en la estructura del acero, también se producen cambios en la composición química de la capa superficial, añadiendo diferentes productos químicos hasta una profundidad determinada..

Entre los objetivos más comunes de estos tratamientos están aumentar la dureza superficial de las piezas dejando el núcleo más blando y tenaz, disminuir el rozamiento aumentando el poder lubricante, aumentar la resistencia al desgaste, aumentar la resistencia a fatiga o aumentar la resistencia a la corrosión.

Nitruración: al igual que la cementación, aumenta la dureza superficial, aunque lo hace en mayor medida, incorporando nitrógeno en la composición de la superficie de la pieza. Se logra calentando el acero a temperaturas comprendidas entre 400 y 525 °C, dentro de una corriente de gas amoníaco, más nitrógeno.

Fosfatado: La fosfatación no está basada sobre la formación de un depósito de materia sino sobre la transformación de una superficie metálica por ataque químico.

Este ataque químico se realiza mediante ácido fosfórico y sales metálicas que originan, a la superficie del metal, una capa anti óxido que se presenta en forma de una mezcla cristalina de fosfatos insolubles.

La capa fosfática así formada presenta una estructura más o menos porosa con un poder de absorción notable de los aceites y pinturas.

Anodizado: Es una técnica utilizada para modificar la superficie de un material. Se conoce como anodizado a la capa de protección artificial que se genera sobre el aluminio mediante el óxido protector del aluminio, conocido como alúmina. Esta capa se consigue por medio de procedimientos electroquímicos, de manera que se consigue una mayor resistencia y durabilidad del aluminio.

Con estos procedimientos se consigue la oxidación de la superficie del aluminio, creando una capa de alúmina protectora para el resto de la pieza. La protección del aluminio dependerá en gran medida del espesor de esta capa (en micras).⁸

CODIGO	PIEZA	T. TERMICOS	COND. SUPERFICIALES
E1	Empuñadura de bomba	-----	-----
E2	Barra de acción derecha	NITRURADO	N7
E3	Barra de acción izquierda	NITRURADO	N7
E4	Caja de mecanismos	-----	N5 ANODIZADO
E5	Mecanismo de enclavamiento	TEMPLADO Y REVENIDO	N6 FOSFATADO
E6	Patín de corredera	TEMPLADO Y REVENIDO	N5 FOSFATADO

⁸ Obtenido de www.wikipedia.com

E7	Cierre de la barra de acción	NITRURADO	N7
E8	Tope detenedor derecho	NITRURADO	N5
E9	Pasador de placa gatillo	-----	N7 FOSFATADO
E10	Tope detenedor izquierdo	TEMPLADO Y REVENIDO	N7
E11	Porta cartuchos	NITRURADO	N7
E12	Ganchos para eyección	NITRURADO	N7
E13	Gatillo	NITRURADO	N7
E14	Perillo	TEMPLADO	N7 FOSFATADO
E15	Percutor	TEMPLADO	N7 FOSFATADO
E16	Pasador de gatillo	-----	N7 FOSFATADO
E17	Pasador de perillo	-----	N7 FOSFATADO
E18	Tuerca alma de bomba	-----	N7 FOSFATADO
E19	Alma de bomba	-----	N5 FOSFATADO
E20	Soporte para barras de acción	NITRURADO	N7
E21	Pasador de la barra de acción	-----	N7 FOSFATADO
E22	Tapa de tubo cargador	-----	N7 FOSFATADO
E23	Retenedor de resorte	-----	N7 FOSFATADO
E24	Resorte del cargador	-----	-----
E25	Tope de cartuchos	-----	N7 FOSFATADO
E26	Tubo cargador	-----	N5 FOSFATADO Y PINTADO
E27	Aro guía de cañón	-----	N7 FOSFATADO
E28	Cañón	-----	N5 FOSFATADO Y PINTADO
E29	Punto de mira	-----	N7
E30	Tuerca del pasador seguro	-----	N7 FOSFATADO
E31	Seguro	-----	N7 FOSFATADO
E32	Tornillo de eyector	-----	-----
E33	Eyector	NITRURADO	N7
E34	Tornillo tope izquierdo del cartucho	-----	-----

E35	Pasador de ganchos de eyectores	-----	N7 FOSFATADO
E36	Perno tope de percutor	-----	-----
E37	Resorte de percutor	-----	-----
E38	Tope de resorte de percutor	-----	N7 FOSFATADO
E39	Cerrojo	NITRURADO	N7
E40	Resorte para gancho de eyección	-----	-----
E41	Pasador mecanismo cerrojo	-----	N4
E42	Resorte de acción perillo	-----	-----
E43	Acción del perillo	NITRURADO	N7
E44	Mariposa	NITRURADO	N7
E45	Resorte torsional de mariposa	-----	-----
E46	Tornillo pasador de cierre de acción	-----	N7 FOSFATADO
E47	Tornillo de cimbra de gatillo	-----	-----
E48	Cimbra del gatillo	TEMPLADO Y REVENIDO	N7
E49	Placa de gatillo	-----	N7 FOSFATADO
E50	Pasador de acción de perillo	-----	N7 FOSFATADO
E51	Guardamonte	-----	N7 ANODIZADO
E52	Perno de arco gatillo	-----	-----
E53	Perno de pistolete	-----	-----
E54	Pistolete	-----	-----
E55	Apoyo del perillo	NITRURADO	N7

Tabla 5. 14 Tratamientos térmicos y acabados superficiales

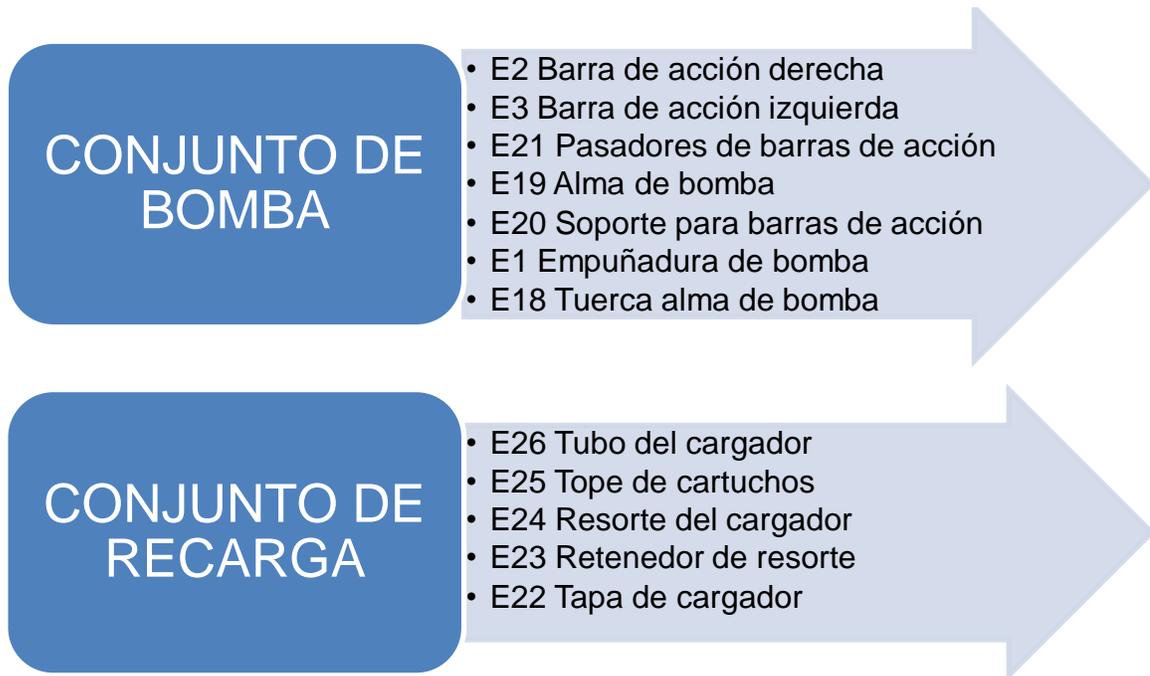
CAPITULO 6

ENSAMBLAJE, MONTAJE CAD Y SIMULACIÓN DE BALÍSTICA

6.1 MONTAJE EN 3D DE LA ESCOPETA

(Ver anexo ensamblaje y cd anexo para simulación en inventor)

6.2 ORGANIGRAMA DE PROCESOS DE ENSAMBLAJE



CONJUNTO DEL CERROJO

- E39 Cerrojo
- E15 Percutor
- E37 Resorte del percutor
- E38 Tope de resorte de percutor
- E36 Perno tope de percutor
- E5 Mecanismo de enclavamiento
- E41 Pasador de mecanismo de cerrojo
- E40 Resortes para ganchos de eyección
- E12 Ganchos para la eyección
- E35 Pasadores de ganchos eyectores

CONJUNTO DEL GATILLO

- E49 Placa gatillo
- E48 Cimbra de gatillo
- E13 Gatillo
- E47 Tornillo de cimbra de gatillo
- E42 Resorte de acción de perillo
- E43 Acción de perillo
- E14 Perillo
- E50 Pasador de acción de perillo
- E55 Apoyo del perillo
- E17 Pasador de perillo
- E16 Pasador de gatillo
- E51 Arco de gatillo
- E52 Pernos arco de gatillo

ELEMENTOS SUJETOS A LA CAJA DE MECANISMOS

- E33 Eyector
- E32 Tornillo de eyector
- E8 Tope detenedor derecho de cartuchos
- E10 Tope detenedor izquierdo de cartuchos
- E34 Tornillo tope izquierdo de cartuchos
- E11 Porta cartuchos

CONJUNTO DE CIERRE DE ACCION

- E46 Tornillo pasador del cierre de acción
- E45 Resorte torsional de mariposa
- E44 Mariposa
- E7 Cierre de la barra de acción

ENSAMBLE DE ESCOPETA

- CONJUNTO DE BOMBA
- CONJUNTO DE CARGADOR
- E28 CAÑON
- E27 ARCO GUIA DE CAÑON
- CONJUNTO DE CERROJO
- E6 PATIN DE CORREDERA
- CONJUNTO DE GATILLO
- E54 PISTOLETE / CULATA
- E53 PERNO DE PISTOLETE / CULATA
- E9 PASADOR DE PLACA GATILLO

6.3 SIMULACIÓN DE BALÍSTICA INTERIOR, EXTERIOR Y DE IMPACTO

La simulación se realizó tomando en cuenta los parámetros necesarios en el estudio de la balística y analizando las dos longitudes de cañón diseñadas:

L1 = 470 mm

L2 = 580 mm

6.3.1 SIMULACION DE BALISTICA INTERIOR

Gráfica Presión vs longitud

Durante el disparo de un arma de fuego, los gases generados por la combustión de la pólvora producen un incremento en la presión del sistema. Ella se encuentra representada por una curva, que nos muestra su evolución en función del avance del proyectil. Esta presión ejercida sobre la base de la punta, se la puede representar como en la figura siguiente.

Para obtener esta gráfica utilizamos el método de LE DUC, el cual es un proceso semiempírico pero bastante preciso para demostrar lo antes dicho.

Este método nos da una tabla de la cual obtenemos nuestra tabla de valores.

$\bar{S} = \frac{1}{2}b$	\bar{P}
b	0,844 \bar{P}
2b	0,500 \bar{P}
3b	0,316 \bar{P}
4b	0,216 \bar{P}
5b	0,156 \bar{P}
6b	0,118 \bar{P}
7b	0,092 \bar{P}
8b	0,074 \bar{P}
9b	0,061 \bar{P}
10b	0,051 \bar{P}

Tabla 6. 1 Tabla de datos obtenida del método de LE DUC

Siendo:

b = longitud del cañón

P = Presión máxima en el momento de la combustión ($1300 \frac{kg}{cm^2}$)

Tabla de Valores para obtener la gráfica

Longitud del cañón	Presión	Longitud del cañón	Presión
0	0	0	0
47	1097,2	47	1097,2
94	650	94	650
141	410,8	141	410,8
188	280,8	188	280,8
235	202,8	235	202,8
282	153,4	282	153,4
329	119,6	329	119,6
376	96,2	376	96,2
423	79,3	423	79,3
470	66,3	470	66,3
		517	56,8
		564	49,3
		611	42,7

Tabla 6. 2 Tabla de valores para la gráfica Presión vs longitud

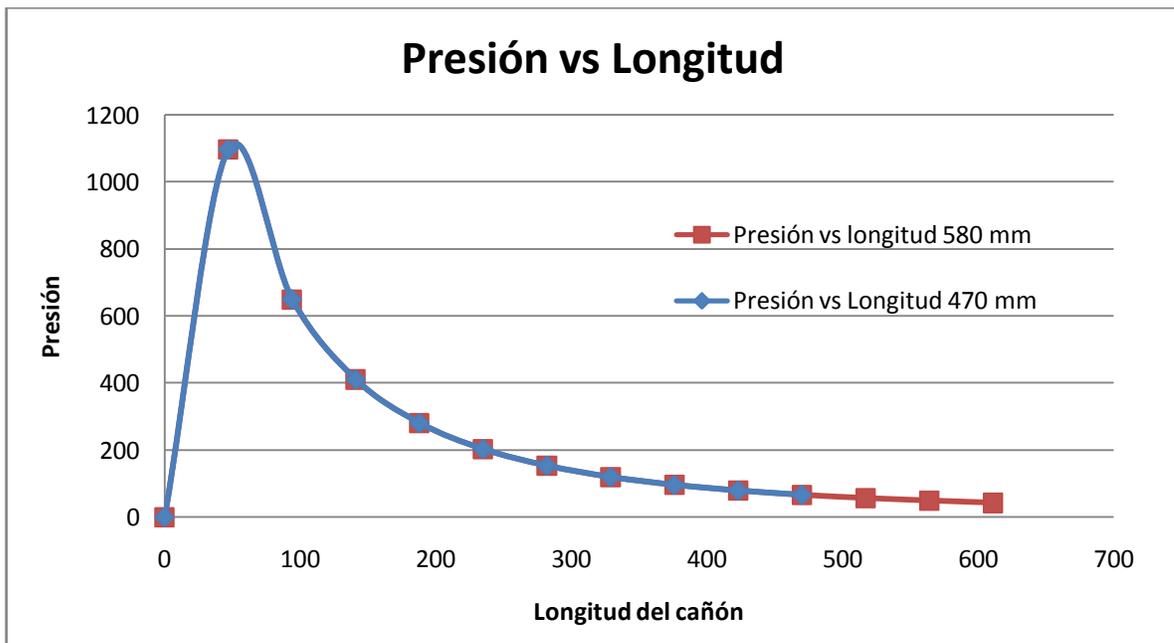


Figura 6. 1 Gráfica Presión vs longitud

Gráfica Velocidad vs longitud

En la segunda fase la expansión de los gases hace que la presión disminuya rápidamente y que el proyectil continúe acelerándose, si bien el valor de la aceleración disminuye constantemente.

Finalmente, el proyectil abandona la boca de la pieza con una velocidad inicial determinada, que depende de la función presión espacio recorrido.

La variación de la velocidad del proyectil durante este tiempo se muestra en la figura siguiente.

Para obtener esta gráfica también utilizamos el método de LE DUC el cual se fundamenta en asimilar la velocidad en función de la longitud del cañón.

Partiendo de la siguiente fórmula obtenemos una tabla para a partir de ahí obtener la tabla de valores para la gráfica.

$$V = f(s)$$

$$\text{donde, } f(s) = \frac{as}{b + s}$$

$$V = \frac{as}{b + s}$$

Así cuando,

$s = 0$	$V = 0$
$s = \frac{1}{2}b$	$V = \frac{1}{3}a$
$s = b$	$V = \frac{1}{2}a$
$s = 2b$	$V = \frac{2}{3}a$
$s = 3b$	$V = \frac{3}{4}a$
$s = nb$	$V = \frac{n}{n + 1}a$

Tabla 6. 3 Tabla de datos obtenida del método de LE DUC

Donde:

a = Velocidad inicial ideal ($375 \frac{m}{s}$)

b = longitud del cañón

Longitud del cañón	Velocidad	Longitud del cañón	Velocidad
0	0,0	0	0,0
47	133,3	47	133,3
94	200,0	94	200,0
141	266,7	141	266,7
188	300,0	188	300,0
235	320,0	235	320,0
282	333,3	282	333,3
329	342,9	329	342,9
376	350,0	376	350,0
423	355,6	423	355,6
470	360,0	470	360,0
		517	363,6
		564	366,7
		611	369,2

Tabla 6. 4 Tabla de datos para la gráfica Velocidad vs longitud

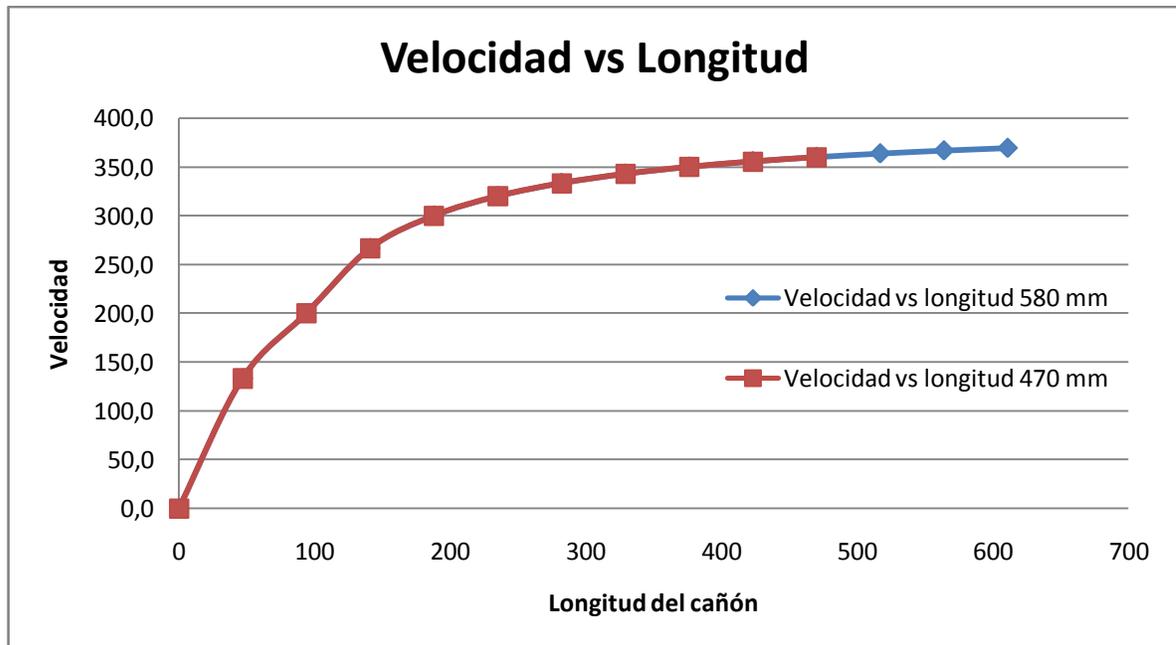


Figura 6. 2 Gráfica Velocidad vs longitud

La velocidad del proyectil se genera por la aceleración que sufre éste debido a las presiones; empieza de cero (reposo) y se inicia en el momento mismo en que la presión toma el valor de la presión de forzamiento (que es la necesaria para vencer la inercia, el roce y que el proyectil se amolde al ánima). La velocidad del proyectil aumenta siempre dentro del ánima, aunque la presión decaiga. La

velocidad en la boca del arma no es la máxima, porque los gases siguen ejerciendo su efecto sobre el proyectil después que éste abandona la boca del arma, aunque, por el hecho de dilatarse una vez que abandonan el tubo, solo una pequeña parte sigue detrás del proyectil.

El tiempo que demora el proyectil en su trayectoria por el tubo es de aproximadamente 1 microsegundo (una milésima de segundo)

Gráfica de la variación del radio del cañón

La siguiente gráfica indica la variación del radio del cañón de acuerdo a la longitud del mismo.

La línea azul corresponde al radio externo y la línea roja al radio interno.

Longitud del cañón	Radio externo	Radio interno
0		10,5
10		10,5
20	17	10,5
30	17	10,5
40	17	10,5
50	17	10,5
60	17	10,5
70	17	10,5
80	17	10,2
90	16,9	9,4
100	16,8	9,2
110	16,7	9,2
120	16,6	9,2
130	16,5	9,2
140	16,4	9,2
150	16,3	9,2
160	16,2	9,2
170	16,1	9,2

Tabla 6. 5 Tabla de datos para la gráfica variación del radio

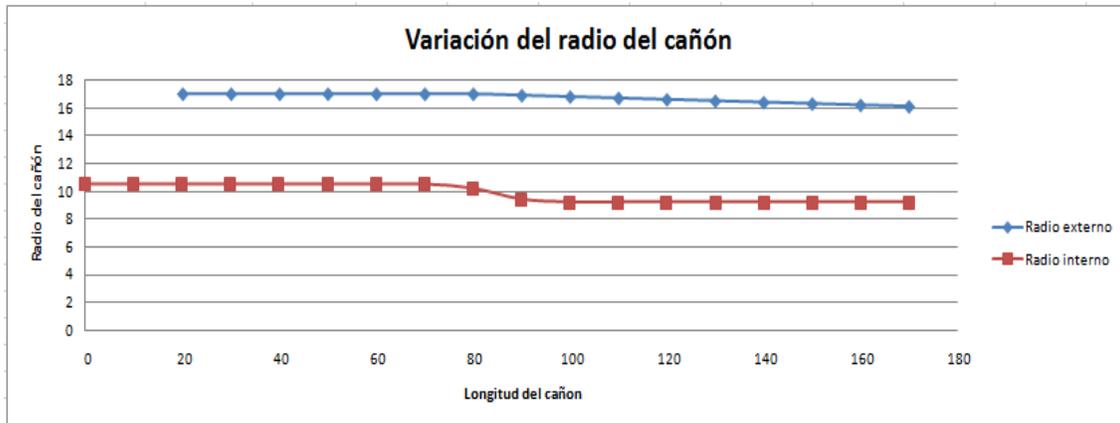


Figura 6. 3 Gráfica de la variación del radio

Gráfica Velocidad vs tiempo

En este tipo de gráficas la variable independiente es siempre el tiempo y la variable dependiente es la velocidad.

Lo que podemos notar de esta gráfica es que para el tiempo de análisis que es de aproximadamente 1 microsegundo (una milésima de segundo), el tiempo que demora el proyectil en su trayectoria por el tubo, la velocidad de los cartuchos aumentan conforme aumenta el tiempo.

El tiempo de análisis se dividió en diez al igual que la longitud del cañón para realizar la tabla de valores, de la siguiente manera:

$$a = 1,09 \times 10^5 \frac{m}{s^2}$$

$$V = 370 \frac{m}{s}$$

$$V_0 = 0$$

$$x = V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2x}{a}}$$

Distancia	Tiempo
0	0
47	0,029
94	0,042
141	0,051
188	0,059
235	0,066
282	0,072
329	0,078
376	0,083
423	0,088
470	0,093

Tabla 6. 6 Tabla de valores para calcular el tiempo

Tiempo	Velocidad	Tiempo	Velocidad
0	0,0	0	0,0
0,029	133,3	0,029	133,3
0,042	200,0	0,042	200,0
0,051	266,7	0,051	266,7
0,059	300,0	0,059	300,0
0,066	320,0	0,066	320,0
0,072	333,3	0,072	333,3
0,078	342,9	0,078	342,9
0,083	350,0	0,083	350,0
0,088	355,6	0,088	355,6
0,093	360,0	0,093	360,0
		0,097	363,6
		0,102	366,7
		0,105	369,2

Tabla 6. 7 Tabla de datos para la gráfica Velocidad vs tiempo

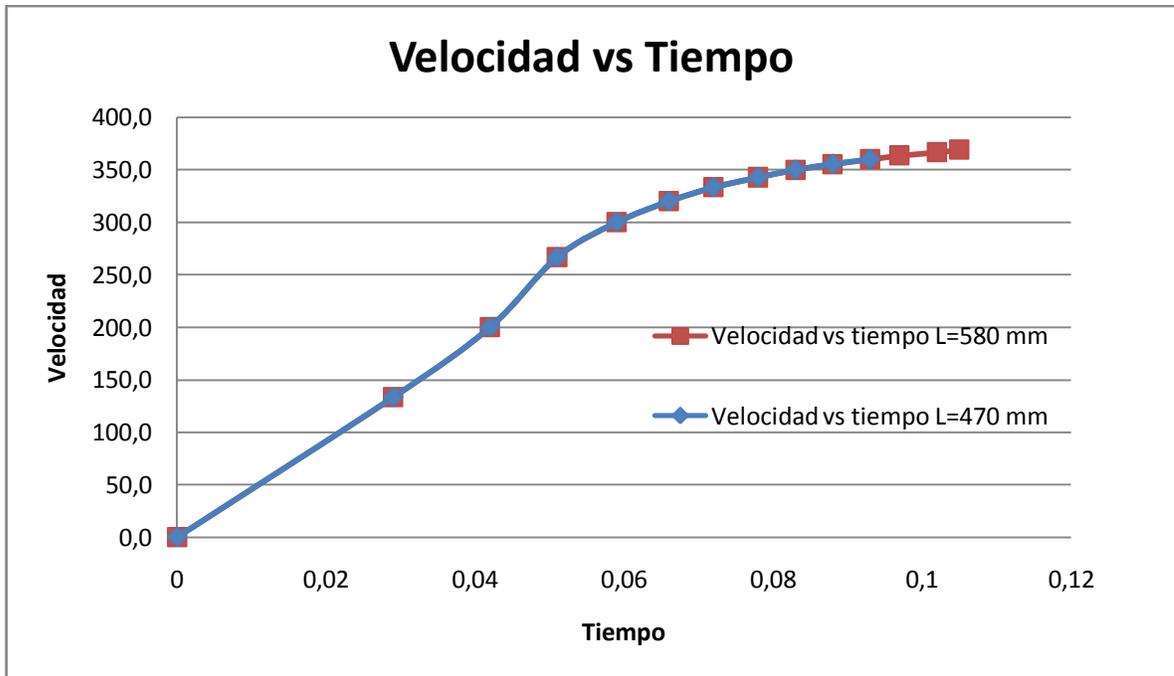


Figura 6. 4 Gráfica Velocidad vs tiempo

Gráfica Presión vs tiempo

La presión desarrollada por la combustión de los granos de pólvora es importante porque afecta al tubo y al proyectil. Tal presión se ejerce en todas direcciones, es decir, hacia el culote del proyectil, el cierre y hacia las paredes interiores del tubo. La presión tiene un aumento drástico en el momento de la combustión y va rebajando su valor conforme aumenta el tiempo.

El tiempo de análisis se dividió en diez al igual que la longitud del cañón para realizar la tabla de valores.

Tiempo	Presión	Tiempo	Presión
0	0	0	0
0,029	1097,2	0,029	1097,2
0,042	650	0,042	650
0,051	410,8	0,051	410,8
0,059	280,8	0,059	280,8
0,066	202,8	0,066	202,8
0,072	153,4	0,072	153,4
0,078	119,6	0,078	119,6
0,083	96,2	0,083	96,2
0,088	79,3	0,088	79,3
0,093	66,3	0,093	66,3
		0,097	56,8
		0,102	49,3
		0,105	42,7

Tabla 6. 8 Tabla de datos para la gráfica Presión vs tiempo

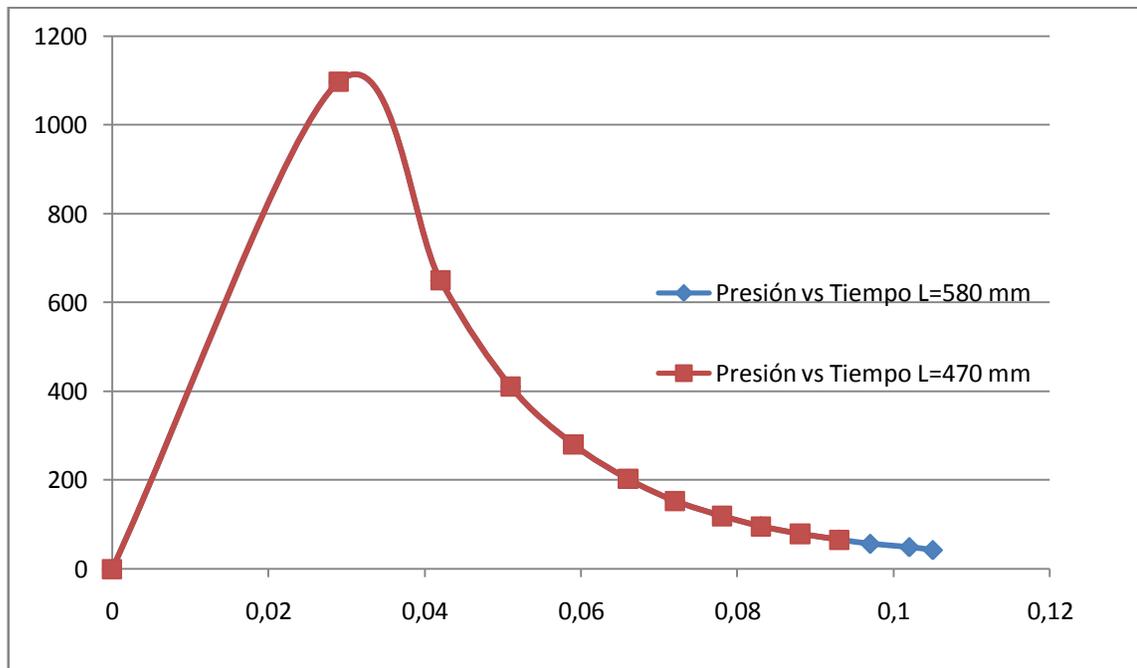


Figura 6. 5 Gráfica Presión vs tiempo

6.3.2 SIMULACION DE BALISTICA EXTERIOR Y DE IMPACTO

Balística externa

Ingrese la velocidad inicial en m/sec
 Ingrese el ángulo de disparo en grados
 Ingrese la altura inicial en metros
 Masa del proyectil en kilogramos

360	Aceleracion	-9,8	m/s ²
5	=	0,0873	rad
2			
0,000592593			

Resultados

Componente Vx 358,63 m/s
 Componente Voy 31,38 m/s

Tiempo de ascenso 3,20 s
 Tiempo de descenso 3,26 s
 Altura máxima 52,23 m

Tiempo de vuelo 6,47 s

Velocidad de impacto en y -31,99 m/s
 Velocidad de impacto 360,05 m/s
 Angulo de impacto -5,10 grados

Tiempo (s)	Altura (m)	Alcance (m)	Velocidad en "y" (m/s)	Velocidad total (m/s)	Angulo (°)	Energía cinética (J)	Energía Potencial (J)	Energía Total (J)
0,00	2,00	0,00	31,38	360,00	4,99	38,40	0,01	38,41
0,01	2,31	3,59	31,28	359,99	4,98	38,40	0,01	38,41
0,02	2,63	7,17	31,18	359,98	4,96	38,40	0,02	38,41
0,03	2,94	10,76	31,08	359,97	4,95	38,39	0,02	38,41
0,04	3,25	14,35	30,98	359,97	4,93	38,39	0,02	38,41
0,05	3,56	17,93	30,89	359,96	4,92	38,39	0,02	38,41
0,06	3,86	21,52	30,79	359,95	4,90	38,39	0,02	38,41
0,07	4,17	25,10	30,69	359,94	4,88	38,39	0,02	38,41
0,08	4,48	28,69	30,59	359,93	4,87	38,39	0,03	38,41
0,09	4,78	32,28	30,49	359,92	4,85	38,38	0,03	38,41
0,10	5,09	35,86	30,40	359,92	4,84	38,38	0,03	38,41
0,20	8,08	71,73	29,42	359,83	4,68	38,36	0,05	38,41
0,30	10,97	107,59	28,44	359,76	4,53	38,35	0,06	38,41
0,40	13,77	143,45	27,46	359,68	4,37	38,33	0,08	38,41
0,50	16,46	179,32	26,48	359,61	4,22	38,32	0,10	38,41
0,60	19,06	215,18	25,50	359,54	4,06	38,30	0,11	38,41
0,70	21,56	251,04	24,52	359,47	3,91	38,29	0,13	38,41
0,80	23,96	286,90	23,54	359,40	3,75	38,27	0,14	38,41
0,90	26,27	322,77	22,56	359,34	3,59	38,26	0,15	38,41
1,00	28,48	358,63	21,58	359,28	3,44	38,25	0,17	38,41

Tabla 6. 9 Tabla de datos para el análisis de la balística externa

Gráfica de la altura de los perdigones en función del tiempo

En esta gráfica el tiempo de análisis es 6,7 segundos ya que es el tiempo en el cual los perdigones descienden luego de alcanzar su altura máxima (tiempo de vuelo), esto es claro que depende del grado de inclinación del disparo que para el análisis fue de 5 grados.

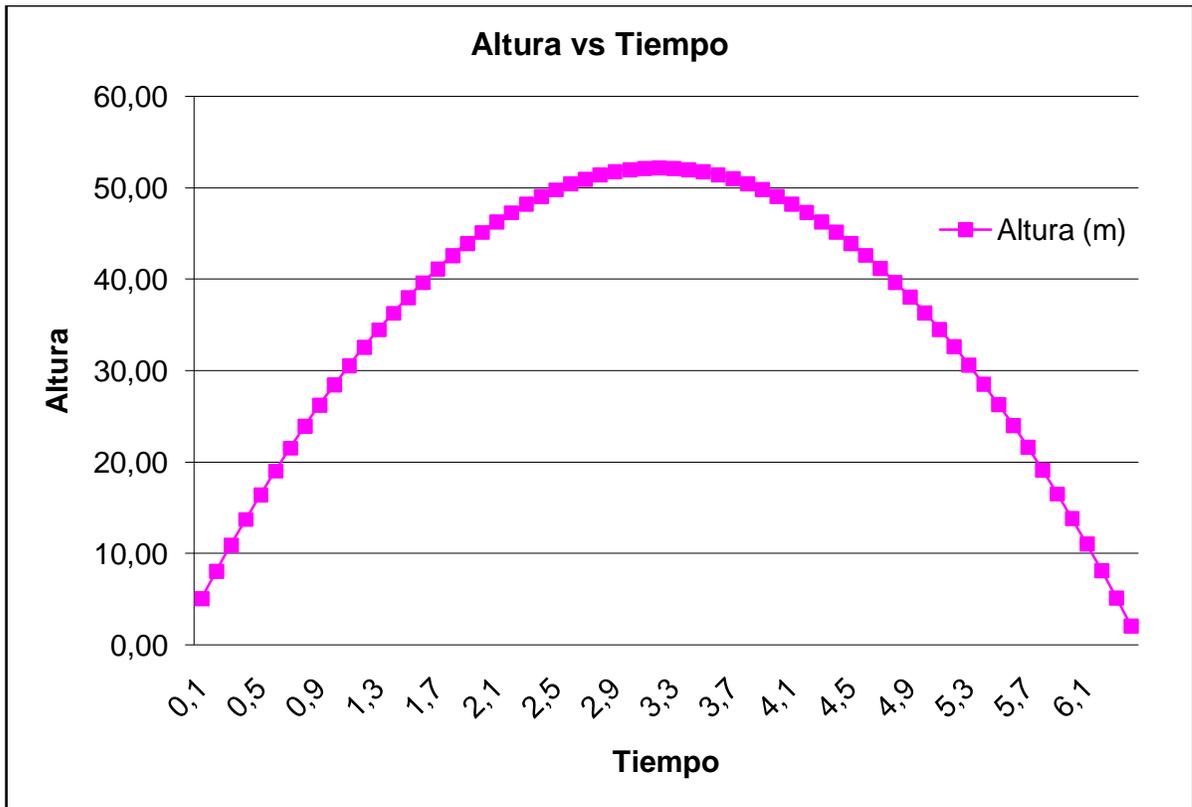


Figura 6. 6 Gráfica de la altura de los perdigones

Gráfica del alcance de los perdigones en función del tiempo

En esta gráfica podemos observar como aumenta el alcance longitudinal que tienen los perdigones en su tiempo de vuelo.

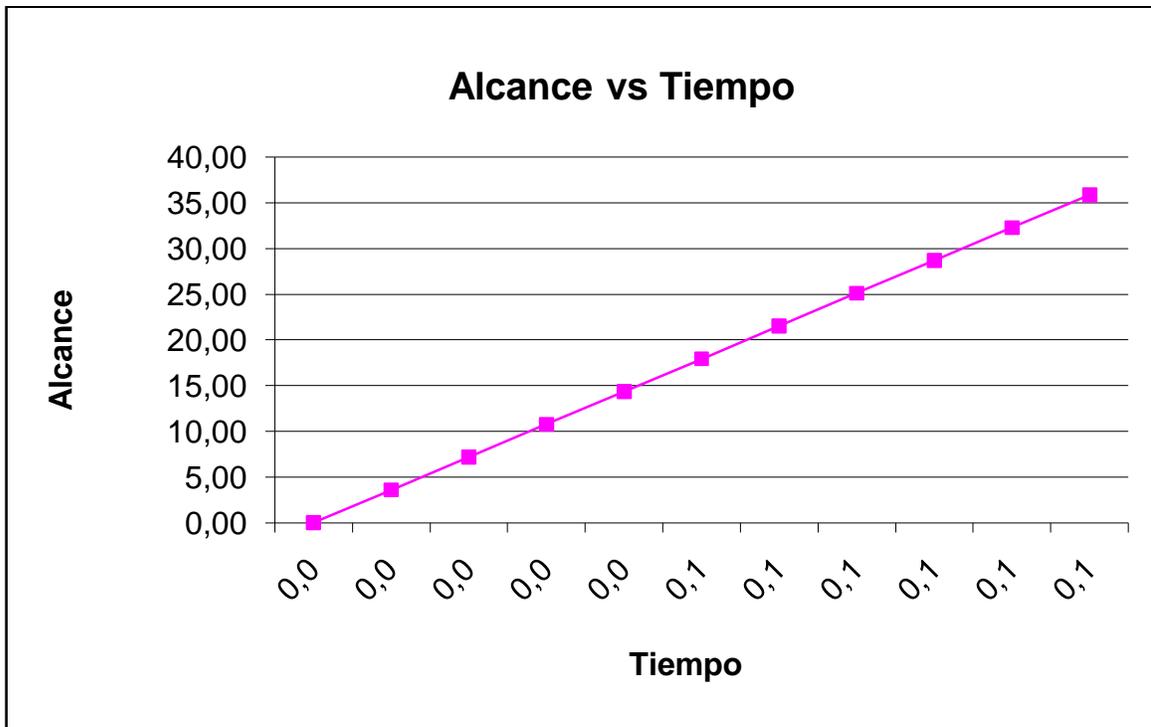


Figura 6. 7 Gráfica del alcance longitudinal de los perdigones

Gráfica de la velocidad en el eje y en función del tiempo

En esta gráfica podemos observar la velocidad en el eje y la cual desciende desde su valor máximo en la salida del cañón conforme aumenta el tiempo de vuelo de los perdigones.

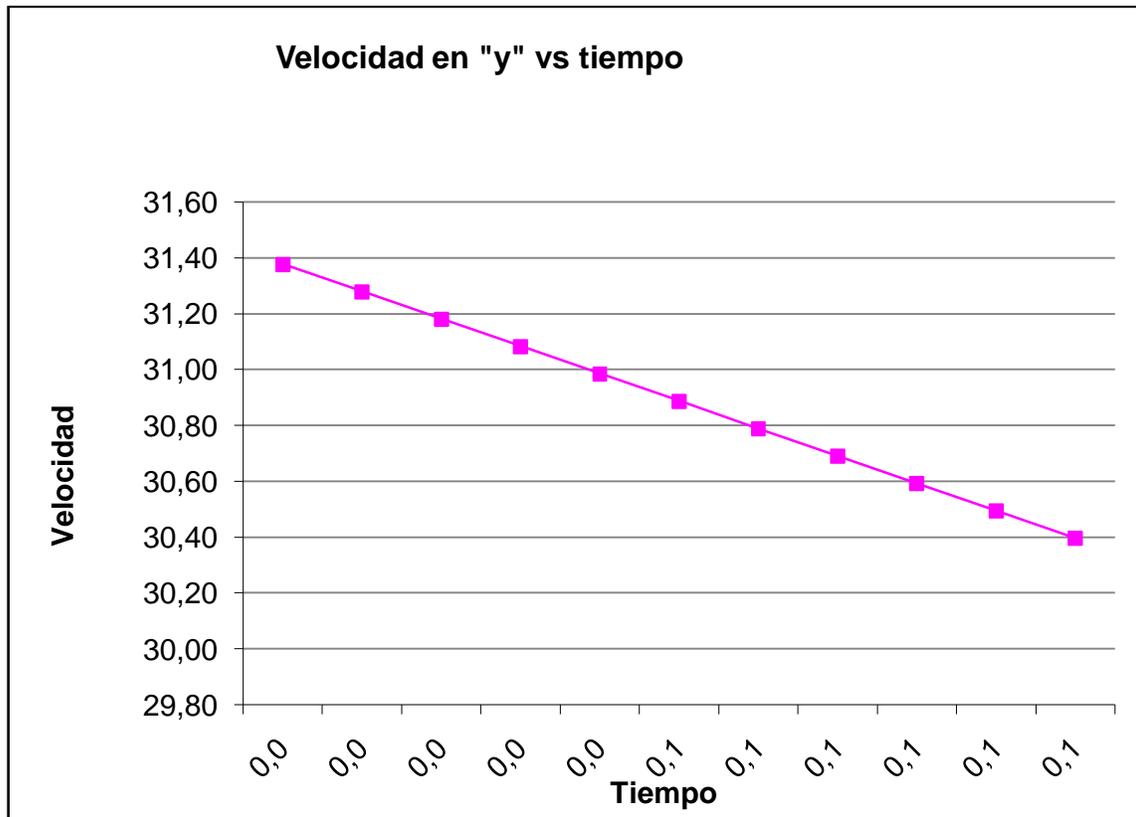


Figura 6. 8 Gráfica de la velocidad en y de los perdigones

Gráfica del módulo de la velocidad en función del tiempo

En esta gráfica podemos observar el módulo de la velocidad y la cual desciende desde su valor máximo de 375 m/s en la salida del cañón conforme aumenta el tiempo de vuelo de los perdigones.

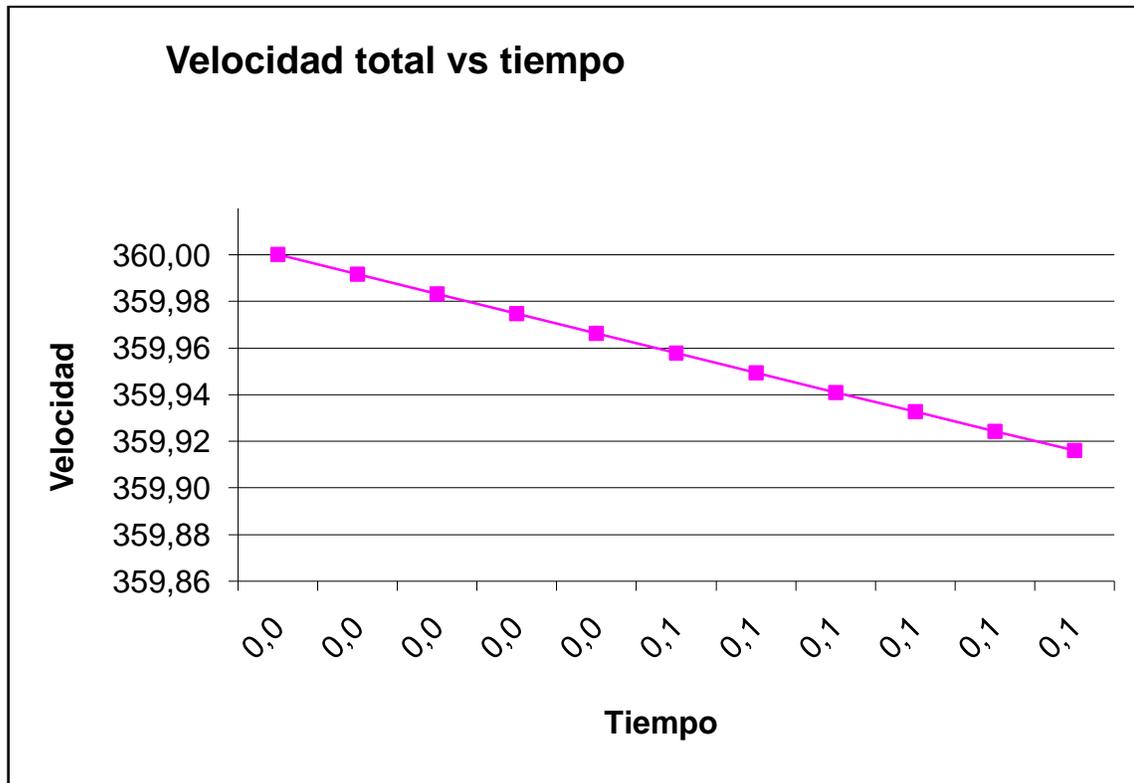


Figura 6. 9 Gráfica de la velocidad total de los perdigones

Gráfica del ángulo de los perdigones en función del tiempo

En esta gráfica podemos observar como disminuye el ángulo de elevación de los perdigones conforme aumenta el tiempo por acción de la gravedad.

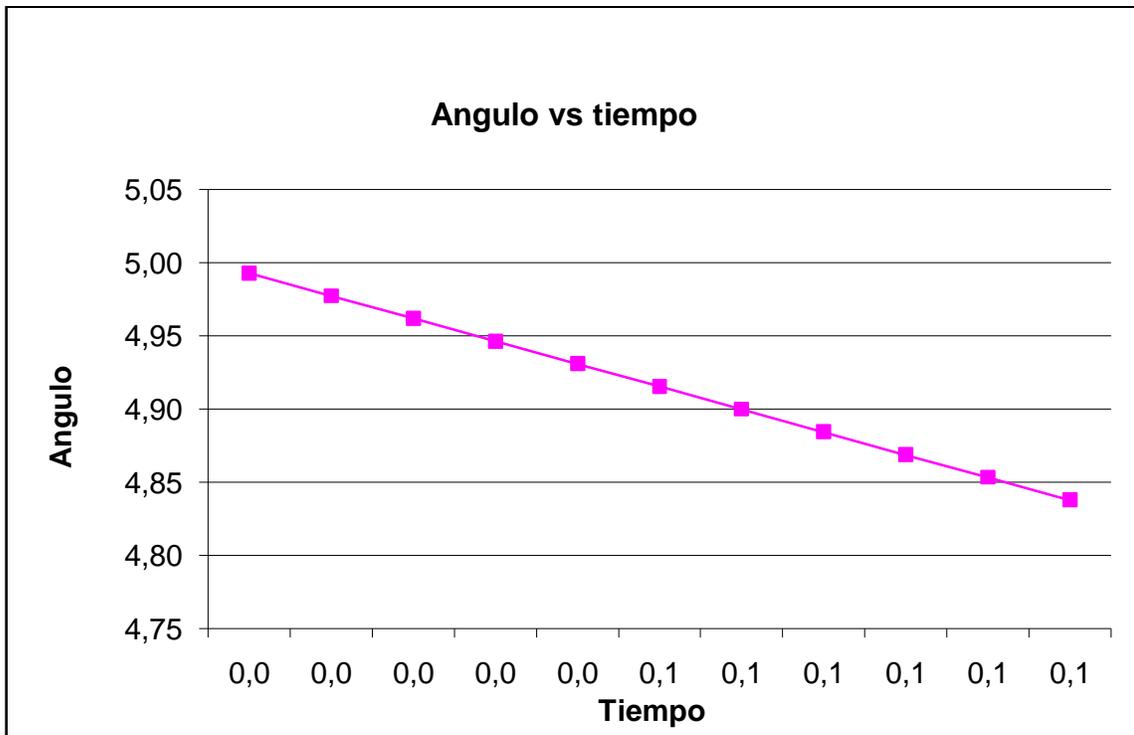


Figura 6. 10 Gráfica del ángulo de los perdigones en función del tiempo

Gráfica de las energías en función del tiempo

Debido al concepto de la conservación de la energía que dice que la cantidad total de energía en cualquier sistema aislado (sin interacción con ningún otro sistema) permanece invariable con el tiempo, aunque dicha energía puede transformarse en otra forma de energía, podemos notar que eso es lo que ocurre en este sistema de combustión en el disparo.

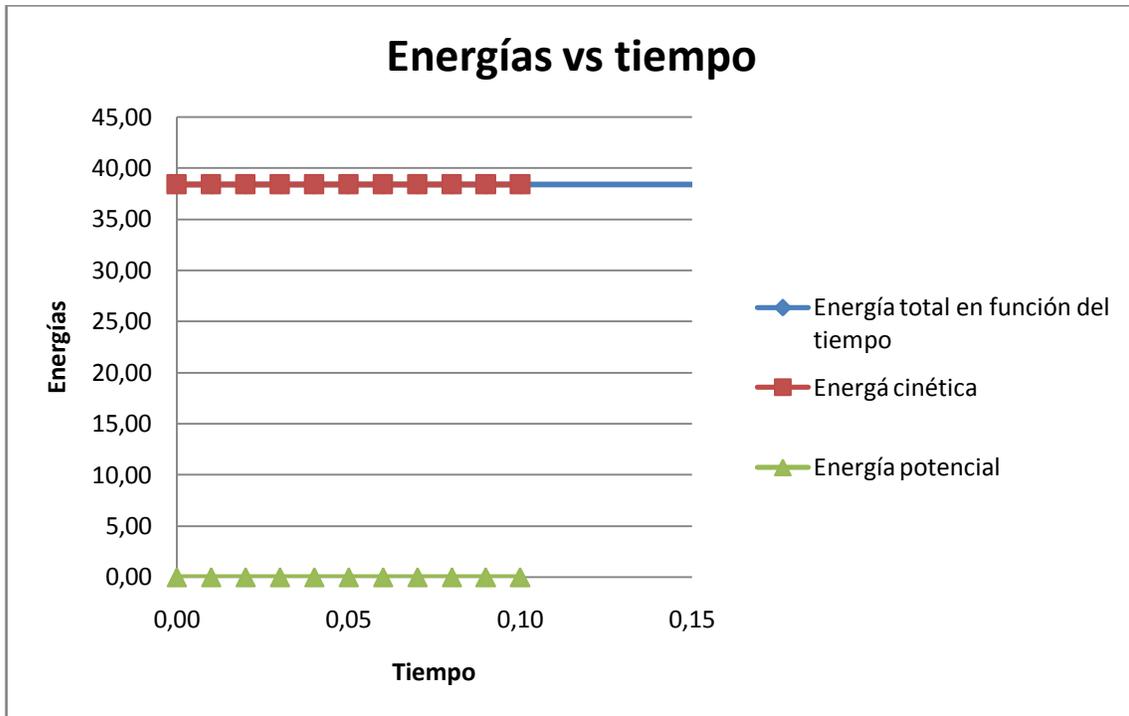


Figura 6. 11 Gráfica de las energías en función del tiempo

6.4 VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Cód.	Elemento	Factor de seguridad
E 6	Patín de corredera	4.5 (Esfuerzo cortante)
E 5	Mecanismo de enclavamiento	4.5 (Aplastamiento alojamiento del pasador)
E 41	Pasador de mecanismo cerrojo	1.76 (Esfuerzo cortante)
E 39	Cerrojo	2.5 (Aplastamiento alojamiento del pasador)
E 35	Pasador de ganchos eyectores	166 (Esfuerzo cortante)
E 33	Eyector	165 (Esfuerzo de aplastamiento)
E 17	Pasador de Perillo	44 (Esfuerzo cortante)
E 15	Percutor	4 (Esfuerzo normal)
E 14	Perillo	350 (Aplastamiento alojamiento del pasador)
E 12	Ganchos eyectores	446 (Esfuerzo normal)
	Soldadura de placa int. caja de mecanismos	2.5 (Esfuerzo cortante)

Tabla 6. 10 Validación de resultados

6.5 MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL ARMA

ESCOPETA DE BOMBA TIPO R

Felicitaciones por su eleccion de su arma Tipo R, con el cuidado adecuado esta arma le proporcionara muchos años de uso confiable y placentero.

Se recomienda usar municiones fabricadas en la FMSB a fin de obtener resultados optimos, este es el tipo de municion utilizado en las pruebas de fabrica para satisfacer las normas mas exigentes de funcionamiento y desempeño.

ESCOPETA DE BOMBA CALIBRE 12 TIPO R

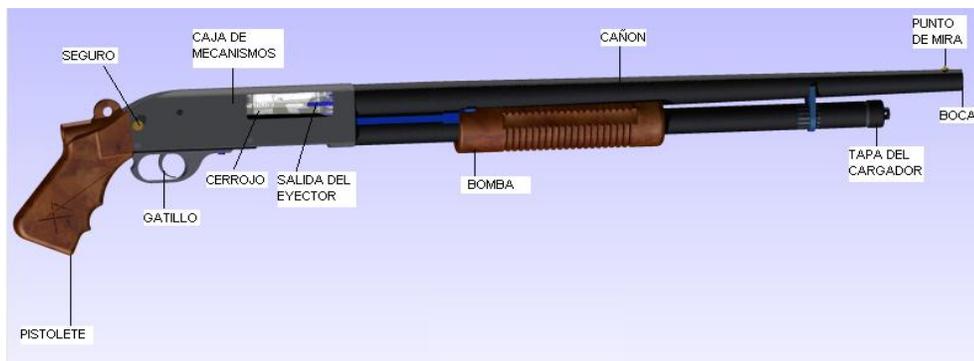


Figura 6. 12 Escopeta de bomba Tipo R

Esta ilustracion muestra las piezas principales de la ESCOPETA DE BOMBA TIPO R.

La ilustracion facilitara la comprension de las instrucciones de este manual.

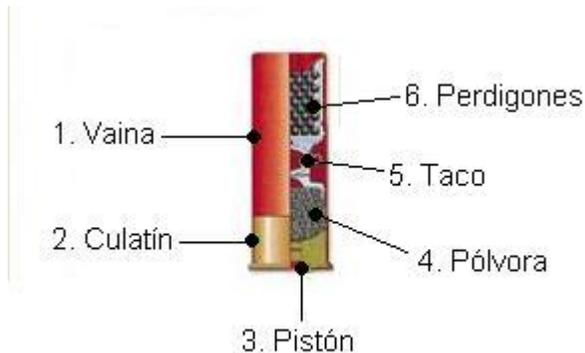


Figura 6. 13 Partes de un cartucho calibre 12

Esta ilustracion muestra las partes de la municion.

REGLAS DE SEGURIDAD

ADVERTENCIA

LEA ESTAS REGLAS DE SEGURIDAD BASICA.

Aprenda a manejar el arma de manera segura, emplear el arma sin haber leído, comprendido ni obedecido estas reglas de seguridad conlleva riesgos de graves lesiones corporales.

Solo usted puede evitar los accidentes.



Figura 6. 14 Diferentes señales de advertencia

CONOZCA SU ARMA. Para utilizar el arma correcta y de una forma segura, lea y obedezca las instrucciones del folleto adjunto de seguridad en el uso de armas de fuego y en este manual de instrucciones.

TRATE TODA ARMA DE FUEGO COMO SI ESTUVIESE CARGADA. No dependa del seguro, opérela de la manera indicada en este manual, incluso con el seguro engranado, el arma puede dispararse si se maneja sin cuidado. Es posible que el seguro no esté bien engranado; que su mecanismo interno este alterado, desactivado o averiado; o que el seguro se haya desengranado al manejar el arma sin cuidado.

NUNCA REALICE AJUTES. Nunca cambien ni modifique ninguna pieza de un arma de fuego. Utilice solo piezas originales, no efectúe ajustes en el gatillo ni cambien la forma ni el tamaño del fiador, muesca del fiador u otras piezas.

PROTEJASE A SI MISMO. Al disparar proteja sus ojos con lentes, lentes de tiro o gafas de sol. Al disparar al blanco o tirotear, proteja sus oídos con tapones o tapa orejas. El oído puede sufrir daños permanentes con la exposición repetida a las detonaciones de los disparos. En el inusual caso que la caja se rompiera o fallara el arma, puede sufrirse daños al oído o la vista. Nunca dispare luego de beber bebidas alcohólicas o tomar medicamentos.

CUIDE SU ARMA DE FUEGO. Mantenga el cañón limpio y sin obstrucciones. Limpie y haga revisar el arma periódicamente para asegurar que sus mecanismos funcionan correctamente. Es peligroso utilizar el arma con piezas desgastadas, dañadas o faltantes.

VIGILE LA BOCA DEL CAÑÓN. Siempre mantenga el arma apuntada en una dirección que no represente peligro.

NUNCA UTILICE LA MUNICION INDEBIDA. Utilice únicamente municiones del calibre exacto o que corresponda a las marcas de calibre o diámetro del arma. Es peligroso cargar manualmente los cartuchos de manera descuidada o incorrecta. Cartuchos mal cargados pueden hacer explotar el cañón o la recámara de cualquier arma de fuego de mano, resultando en graves lesiones corporales.

CARGUE EL ARMA SIN PELIGRO. Nunca cargue el arma de fuego hasta encontrarse en un lugar donde disparar sin peligro y esté listo para disparar.

CONOZCA SU BLANCO. Antes de tirar del gatillo asegúrese que puede ver claramente tanto el blanco como la trayectoria de la bala, plomo o perdigón más allá del blanco. Nunca dispare contra agua, piedras ni superficies duras. Las balas podrían rebotar y causar heridas.

CONOZCA EL ALCANCE DE SU ARMA. Los perdigones de escopeta pueden viajar hasta 460 metros y los plomos pueden tener un alcance de 800 metros. Las balas de percusión anular llegan a más de 2 ½ kilómetros. Las balas de percusión central alcanzan hasta 8 kilómetros.

SI EL ARMA NO DISPARA. Apuntela en una dirección sin peligro y descarguela con cuidado para no exponerse a la recámara. Si el arma dispara pero la detonación o el retroceso pareciera débil, descarguela y compruebe que el cañón no se encuentre obstruido.

DESCARGUE EL ARMA CUANDO NO ESTE DISPARANDO. Nunca lleve ni guarde un arma cargada en un edificio o vehículo. Descargue el arma antes de cruzar, subir o bajar cualquier obstáculo que pueda impedir el control total del arma, como árboles caídos, cercas, troncos de árboles o zonas resbalosas.

GUARDE EL ARMA EN UN LUGAR SEGURO. Mantenga las armas de fuego y municiones fuera del alcance de los niños. Guarde las armas descargadas y las municiones bajo llave y en lugares separados.

ADVERTENCIA. Tanto la descarga de armas de fuego como su limpieza y el manejo de municiones en lugares mal ventilados, implica un riesgo de exposición al plomo, el cual es una sustancia que causa defectos de nacimiento, daños reproductivos y otras lesiones corporales graves. Mantenga siempre una buena ventilación. Lávese bien las manos luego de estas actividades.

PIEZAS IMPORTANTES DEL ARMA.

EL SEGURO.

El seguro de la escopeta tipo R es un botón ubicado en la caja de mecanismos. Vea figura 6.15.



Figura 6. 15 Seguro

En condiciones normales de empleo y cuando se encuentra correctamente engranado y en buen estado de funcionamiento, el seguro protege contra la descarga accidental o involuntaria del arma.

Para engranar el seguro, oprima el botón hasta que NO SE VEA LA MARCA ROJA.

Engrane siempre el seguro cuando el arma está cargada y no tiene la intención de disparar.

Nunca tire el gatillo cuando el seguro está engranado.

Cuando esté listo para disparar, oprima el botón del seguro de manera que SE

VEA LA MARCA ROJA.

No toque el gatillo mientras mueve el seguro.

ADVERTENCIA: el arma disparará si se tira del gatillo MIENTRAS ESTA VISIBLE LA MARCA ROJA.

Incluso con el seguro enganchado, el arma puede dispararse si se maneja sin cuidado. Por favor lea las reglas de seguridad indicadas anteriormente.

LA BOMBA

La bomba se utiliza para correr el cerrojo hacia atrás con el fin de abrir la acción.

PARA ABRIR LA ACCION:

1. Empuje hacia arriba el cierre de la barra de acción.
Ver figura 6.16.
2. Tire de la bomba hacia atrás para abrir la acción.

ADVERTENCIA: Cuando la bomba se encuentra hacia delante, la acción está cerrada y el arma puede dispararse.



Figura 6. 16 Cierre de la barra de acción

El arma se dispara al tirar del gatillo.

La presión del gatillo se regula en la fábrica.



Figura 6. 17 Gatillo

Todos los ajustes al gatillo y al mecanismo de la placa del gatillo deben efectuarse en la fábrica o por un armero recomendado por la misma.

ADVERTENCIA: NUNCA ponga su dedo sobre el gatillo si no tiene intención de disparar el arma.

ADVERTENCIA PARA LOS CAÑONES DE CONTORNO LIVIANO

ADVERTENCIA: NUNCA aumente el diámetro interior ni pule el cañón de la escopeta, cualquier reducción de peso se logra disminuyendo el perfil exterior a la

dimension minima SEGURA. Cualquier disminucion adicional del grosor de la pared del cañon volvera al cañon inseguro y producirse lesiones corporales graves si se dispara.

EL CAÑON

El interior del cañon debe estar siempre limpio y libre de obstrucciones.

I. INSPECCION DEL INTERIOR DEL CAÑON.

1. Apunte el arma en una direccion sin peligro.
2. Engrane el seguro. Compruebe que NO SE VEA LA BANDA ROJA.
3. Tire de la bomba totalmente hacia atrás para abrir la accion.
4. Introduzca una baqueta por la boca. Empuje la baqueta por todo el cañon hasta que la baqueta se vea por la apertura del extractor.

II. EXTRACCION DE OBJETOS DEL INTERIOR DEL CAÑON.

ADVERTENCIA: NUNCA intente sacar objetos del cañon cargando otro cartucho y disparando. Esto puede causar la explosion del cañon.

1. Desarme el cañon siguiendo las instrucciones indicadas posteriormente.
2. Utilice la baqueta de tamaño correcto.
3. Introduzca la baqueta por la boca golpeándola suavemente sobre las obstrucciones.
4. Si no es posible sacar fácilmente un objeto del cañon con la baqueta, envíe el arma a la fábrica o donde un ARMERO RECOMENDADO POR LA FABRICA.

III. PARA LIMPIAR EL CAÑON SIGA LAS INSTRUCCIONES INDICADAS EN LAS PAGINAS SIGUIENTES.

ANTES DE CARGAR EL ARMA:

Compruebe que el interior del cañon se encuentre libre de suciedad y objetos extraños.

CAMBIO DEL TUBO DE AGOLLETAMIENTO:

ADVERTENCIA: DESCARGUE el arma antes de cambiar los tubos de agolletamiento. Deje la acción ABIERTA y la recámara y el cargador VACIOS.

1. Apunte el arma en una dirección sin peligro.
2. Engrane el seguro. Compruebe que NO SE VEA LA BANDA ROJA.
3. Introduzca la llave de tubo de agolletamiento en el tubo de agolletamiento.
4. Gire la llave hacia la izquierda y saque el tubo de agolletamiento.
5. Seleccione el tubo de agolletamiento deseado e introduzcalo en el cañón.
6. Ajuste bien el tubo de agolletamiento pero NO AJUSTE EXCESIVAMENTE.
7. Con la acción abierta y la recámara y el cargador vacíos, inspeccione periódicamente el tubo de agolletamiento para comprobar que no se ha aflojado.

OBSERVACION: Nunca dispare el arma sin el tubo de agolletamiento instalado.

ESCOPETA DE BOMBA TIPO R COMPLETAMENTE ARMADA



Figura 6. 18 Vista completa de la escopeta Tipo R

CARGA Y DESCARGA

- I. CARGA DE UN SOLO CARTUCHO:
 1. Apunte el arma en una dirección sin peligro.
 2. Engrane el seguro. NO SE VERA LA BANDA ROJA.
 3. Tire de la bomba hacia delante totalmente en todo su recorrido para abrir la acción.

4. Introduzca un cartucho del calibre correcto por el puerto de recarga. Vea figura 6.19

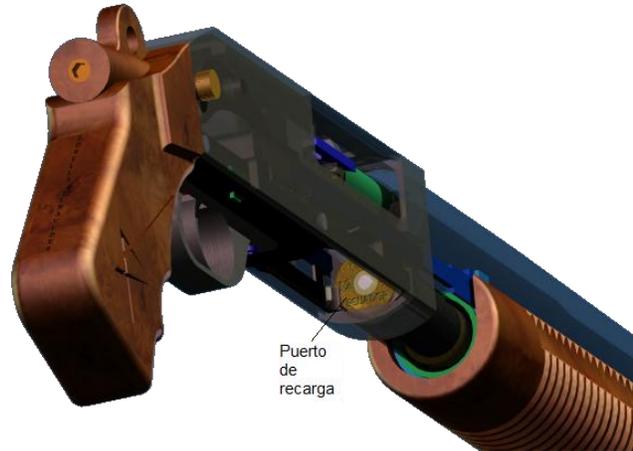


Figura 6. 19 Puerto de recarga

5. Empuje la bomba hacia atrás para cerrar acción.

EL ARMA ESTA AHORA CARGADA.

6. Para disparar el arma, desengrane primero el seguro. SE VERA LA BANDA ROJA.

EL ARMA ESTA LISTA PARA DISPARAR.

7. Tire el gatillo para disparar el arma.
8. Tire de la bomba totalmente hacia atrás para expulsar el cartucho vacío.

ADVERTENCIA: Antes de cargar el arma verifique siempre que el cartucho sea del calibre correcto.

II. CARGA DE LA RECAMARA Y EL CARGADOR:

1. Apunte el arma en una dirección sin peligro.
2. Engrene el seguro. NO SE VERA LA BANDA ROJA.
3. Tire de la bomba en todo su recorrido hacia atrás para abrir la acción.
4. Introduzca un cartucho del calibre correcto por el puerto de recarga.
5. Empuje la bomba hacia adelante para cerrar la acción.

EL ARMA ESTA AHORA CARGADA.

6. Presione el cartucho contra la porta cartuchos.
7. Introduzca 7 (siete) cartuchos del calibre correcto, uno a la vez, completamente dentro del cargador.

OBSERVACION: La escopeta de bomba calibre 12 tiene una capacidad de 7 (siete) cartuchos calibre 12.

ADVERTENCIA: Asegúrese que el reborde de cada cartucho pase del sujetador de cartucho, para evita que el cartucho regrese sobre el porta cartuchos.

LA RECÁMARA Y EL CARGADOR ESTAN AHORA CARGADOS COMPLETAMENTE.

8. Para disparar el arma, desengrane primero el seguro. SE VERA LA BANDA ROJA.

EL ARMA ESTA LISTA PARA DISPARAR.

9. Tire del gatillo para disparar el arma.
10. Tire de la bomba completamente hacia atrás para expulsar el cartucho vacío.
11. Corra la bomba hacia adelante para introducir el próximo cartucho en la recámara.
12. Engrane el seguro cuando haya terminado de disparar.

DESCARGA EL ARMA:

1. Apunte el arma en una dirección sin peligro.
2. Engrane el seguro. NO SE VERA LA BANDA ROJA.
3. Empuje hacia arriba el cierre de la barra de acción.
4. Corra lentamente la bomba hacia atrás hasta que el frente del cartucho se encuentre en línea con el puerto de eyección.
5. Levante el frente del cartucho hacia afuera y sáquelo del puerto de eyección.
6. Corra la bomba totalmente hacia atrás hasta que el próximo cartucho se libere del cargador.

7. Incline el arma hacia un costado para permitir que el cartucho salga del puerto de eyección.
8. Cierre y abra la acción hasta terminar de extraer todos los cartuchos.

ADVERTENCIA: Mire dentro del puerto de eyección. Inspeccione la recámara y el cargador asegurándose que no queden cartuchos en el arma.

DESMONTAJE

Para desarmar la escopeta:

1. Engrane el seguro. **NO SE VERA LA BANDA ROJA.**
2. Abra la acción empujando hacia arriba el cierre de la barra de acción y corriendo la bomba hacia atrás.

ADVERTENCIA: Mire dentro del puerto de eyección. Inspeccione la recámara y el cargador asegurándose que no queden cartuchos en el arma.

3. Corra la bomba hacia la mitad de su recorrido hacia adelante.
4. Destornille y retire la tapa del cargador.
5. Sostenga el cañón agarrándolo por delante del tubo del cargador y retire el cañón del cajón de mecanismos.
6. Empuje el porta cartuchos hacia arriba.
7. Introduzca un dedo hasta el fondo del cajón de mecanismos. Oprima y sostenga el sujetador de cartuchos izquierdo. Ver figura 6.20



Figura 6. 20 Sujetador de cartucho izquierdo

8. Deslice la bomba hacia adelante hasta retirarla del tubo del cargador.

OBSERVACION: El borde derecho superior de la corredera podría engancharse en el borde delantero inferior del puerto de eyección en el cajón de mecanismos. Para liberar la corredera, empuje hacia abajo el extremo delantero del cerrojo. Vea figura 6.21

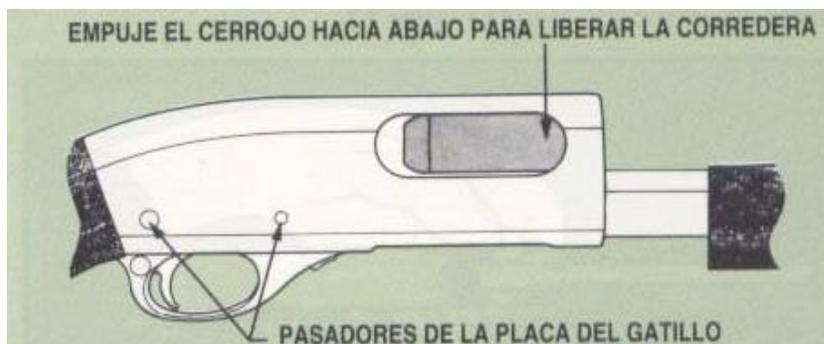


Figura 6. 21 Cerrojo y pasadores de la placa gatillo

9. Levante el mecanismo del cerrojo y la corredera desde el extremo de atrás de las barras de acción.
10. Golpee suavemente para sacar los pasadores delantero y posterior de la placa del gatillo. Ver figura 6.21
11. Levante la sección posterior de la placa del gatillo, deslícela hacia atrás y retírela del cajón de mecanismos.

ADVERTENIA: NO PERMITA que el golpeador se impulse hacia adelante al desmontar la placa del gatillo. Esto puede evitarse manteniendo el seguro engañado todo el tiempo. NO SE VERA LA BANDA ROJA.

LUBRICACION Y MANTENIMIENTO

LIMPIEZA DEL CAÑÓN:

1. Utilice el equipo adecuado, puede pedir sugerencias a un armero autorizado de la FMSB.
2. Seleccione la escobilla de limpieza del calibre correcto e instálela en la baqueta.
3. Introduzca la escobilla de limpieza en el solvente de limpieza del arma.

4. Pase la escobilla por el cañón varias veces.
5. Pase por el interior del cañón una estopa de limpieza del tamaño adecuado.
6. Repita varias veces utilizando cada vez una estopa limpia hasta que salga limpia.
7. Limpie los residuos de la detonación en la muesca de fijación en el cañón.

ADVERTENCIA: Después de limpiarlo, verifique que no queden objetos extraños en el cañón.

CERROJO

Pase la escobilla con solvente de limpieza y séquelo y límpielo bien.

CAJON DE MECANISMOS:

Cepille el cajón de mecanismos con solvente de limpieza y séquelo bien.

MECANISMO DE LA PLACA DEL GATILLO:

OBSERVACION: Limpie como una sola unidad y solo con aceite recomendado.

Rocíe con aceite el mecanismo de la placa del gatillo de la manera indicada en la figura 6.22. Deje reposar durante 15 minutos. Rocíe otra vez para lavar los componentes. Sacuda el exceso de lubricante.



Figura 6. 22 Limpieza de los mecanismos

ADVERTENCIA: El empleo excesivo de un lubricante no recomendado puede causar graves problemas de funcionamiento que podrían conducir a la descarga accidental del arma.

REARMADO

1. Compruebe que el extremo del cierre de la barra de acción se encuentre por debajo del extremo conector izquierdo. Ver figura 6.23



Figura 6. 23 Rearmado de la escopeta

2. Con cuidado, introduzca el conjunto de la placa del gatillo (con el porta cartuchos primero) en el cajón de mecanismos.
3. Alinee los orificios y golpee despacio los pasadores delantero y trasero de la placa del gatillo.
4. Coloque el mecanismo de bomba sobre el tubo del cargador.
5. Posicione el mecanismo del patín de corredera y el mecanismo del cerrojo en la parte posterior de las barras de acción. Ver figura 6.24

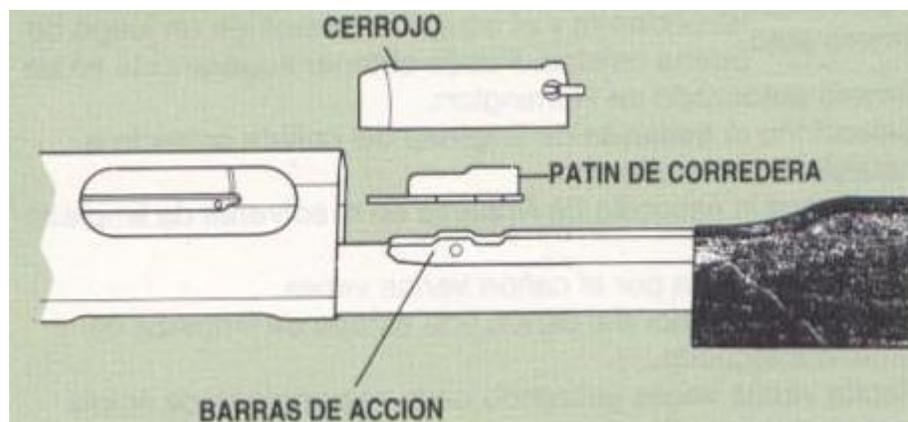


Figura 6. 24 Posicionamiento del patín de corredera

6. Guíe las barras de acción dentro del cajón de mecanismos hasta que se detengan en el sujetador de cartucho izquierdo.

7. Empuje el porta cartuchos hacia arriba, y sostenga oprimido el sujetador de cartucho derecho. Ver figura 6.25



Figura 6. 25 Sujetador de cartucho derecho

LUBRICACION

8. Corra la bomba hacia atrás hasta topar el sujetador de cartucho izquierdo.
9. Introduzca un dedo hasta el fondo del cajón de mecanismos. Oprima y sostenga el sujetador de cartucho izquierdo.
10. Corra la bomba hacia atrás hasta topar el cierre de la barra de acción.
11. Empuje hacia arriba el cierre de la barra de acción. Corra la bomba hacia atrás hasta aproximadamente la mitad de su recorrido.
12. Instale el cañón y la tapa del cargador.

ADVERTENCIA: Un armero recomendado por la FMSB debe revisar el arma periódicamente. De esta manera se garantiza una inspección correcta y el reemplazo de cualquier pieza desgastada o dañada.

LUBRICACION:

Evite siempre el exceso de lubricación. Solo se requiere una capa delgada de aceite para prevenir la corrosión.

Antes de guardar el arma límpiela y acéitela completamente. Las superficies exteriores deben recibir una capa ocasional de aceite recomendado.

Antes de volver a utilizar el arma debe eliminarse el exceso de aceite. Limpie completamente la recámara y la superficie interior del cañón.

Aunque su nueva escopeta de bomba calibre 12 tipo R ha sido diseñada y fabricada con el fin de prestar una mejor protección contra la corrosión,

únicamente el cuidado adecuado mantendrá el arma en buenas condiciones de funcionamiento a la vez que se conserva su apariencia. Luego de un uso extensivo, la capa protectora en las piezas enchapadas puede desgastarse lo suficiente para disminuir la protección anticorrosiva. Tales piezas desgastadas deben reemplazarse a fin de asegurar la integridad de la protección anticorrosiva.

ADVERTENCIA: Siga las instrucciones de lubricación y mantenimiento en este manual de instrucción luego de utilizar el arma. Si el arma ha sido sumergida en agua, debe limpiarse y lubricarse completamente tan pronto como sea posible. En caso de inmersión en agua salada, primero lave bien todas las piezas en agua dulce y luego seque, limpie y lubrique el arma.

Si la escopeta no funciona correctamente, hágala reparar por un armero recomendado por la FMSB antes de utilizarla otra vez. Hacer caso omiso de esta advertencia puede resultar en desperfectos causantes de lesiones corporales graves en el futuro.

CAPITULO 7

ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO

7.1 ANÁLISIS ECONÓMICO.

Proyección Económica:

Se analiza el análisis financiero con una proyección para un período de diez años utilizando los siguientes índices⁹ para cada costo:

Crecimiento Anual de Materia Prima	2.0%
Crecimiento Anual de Insumos	2.5%
Crecimiento Anual de Materiales y Suministros	3.0%
Crecimiento Anual de Sueldos y Salarios	10.0%
Incremento Precio de Producto Terminado Anual	3.0%
Crecimiento de Producción del Proyecto Anual	15.0%
Incremento De Gastos Indirectos	2.0%
Tasa de Interés Anual	12.0%
Factor Sobre Sueldos O Salarios Nominales	0,30%

Tabla 7. 1 Índices de crecimiento anuales

El recurso financiero necesario para la construcción de cada elemento de la escopeta principalmente el procesamiento de la materia prima en la FMSB y la adquisición de elementos manufacturados en la industria nacional e importados es de 293 USD. La tabla 7.1 muestra el costo de los insumos netos, a partir de estos se calculo el costo para cada elemento en la producción de una escopeta.

⁹ Índices obtenidos del INEC

MATERIA PRIMA			
MATERIAL	PRESENTACION	PROVEEDOR	COSTO (USD)
AISI 4140	Platina 20*5*6000 mm	BOHLER	48
ASSAB DF2	Barra cuadrada lado 15 mm * 6 m	BOHLER	56
AISI 1055	Pin \varnothing 5/16 " * 1 m	BOHLER	18
AISI 1085	Platina 20*5*6000 mm	BOHLER	42
A 36	Pin \varnothing 1" * 1 m	BOHLER	30
	TUBO \varnothing 1 ^{5/16} " * 6 m	BOHLER	28
	Platina 20*5*6000 mm	BOHLER	40
AISI 1165	Alambron	BOHLER	35
ASTM GRADO B	TUBO \varnothing 1" * 6 m	BOHLER	35
Polipropileno	10Kg		15

Tabla 7. 2 Costo de materia prima neta.

7.1.1 ANÁLISIS DE COSTOS

Para realizar el análisis del costo de la manufactura de la escopeta se consideraron los costos de la mano de obra directa por tiempo de trabajo, los costos por materia prima para cada elemento, gastos administrativos utilidades, y tratamientos superficiales. Como se puede observar en el anexo A4 (Costos de Manufactura).

El desglose de los costos que corresponden para la tabla del anexo A4 como materia prima se lo hizo con una relación en base a la cantidad de materia prima utilizada del total del insumo con la presentación que existe en el mercado Tabla 7.1 relacionando cuando costaría para cada elemento en función de su dimensión. (Tabla 7.2).

DIVISION DE COSTOS DE MATERIA PRIMA PARA CADA ESCOPETA			
Código	Elemento	Material	Costo Unitario Insumo o adquisicion
E1	Empuñadura de bomba	Polipropileno	1,50
E2	Barra de acción derecha	AISI 4140	0,80
E3	Barra de acción izquierda	AISI 4140	0,80
E4	Caja de mecanismos	Duraluminio	20,00
E5	Mecanismo de enclavamiento	ASSAB DF2	0,47
E6	Patín de corredera	ASSAB DF2	0,37
E7	Cierre de la barra de acción	AISI 4140	0,96
E8	Tope detenedor derecho	AISI 4140	0,64
E9	Pasador de placa gatillo	AISI 1055	0,90
E10	Tope detenedor izquierdo	AISI 1085	0,42
E11	Portacartuchos	AISI 4140	0,96
E12	Ganchos para eyección	AISI 4140	0,24
E13	Gatillo	AISI 4140	0,56
E14	Perillo	ASSAB DF2	0,56
E15	Percutor	ASSAB DF2	0,93
E16	Pasador de gatillo	AISI 1055	0,18
E17	Pasador de perillo	AISI 1055	0,18
E18	Tuerca alma de bomba	ASTM A 36	1,50
E19	Alma de bomba	ASTM A 36	1,63
E20	Soporte para barras de acción	AISI 4140	0,48
E21	Pasador de la barra de acción	AISI 1055	0,18
E22	Tapa de tubo cargador	ASTM A-36	1,50
E23	Retenedor de resorte	ASTM A-36	0,90
E24	Resorte del cargador	AISI 1165	1,50
E25	Tope de cartuchos	ASTM A-36	1,50
E26	Tubo cargador	ASTM GRADO B Ø 1 plg	2,92
E27	Aro guía de cañón	ASTM A-36	
E28	Cañón	AISI 4140 PAVONADO	4,40
E29	Punto de mira	BRONCE	0,25
E30	Tuerca del pasador seguro	ASTM A-36	0,60
E31	Seguro	AISI 1055	1,08
E32	Tornillo de eyector	AISI 1085	0,30
E33	Eyector	ASSAB DF2	0,47
E34	Tornillo tope izquierdo del cartucho	AISI 1085	0,35

E35	Pasador de ganchos de eyectores	AISI 1055	0,45
E36	Perno tope de percutor	AISI 1085	0,80
E37	Resorte de percutor	AISI 1165	1,00
E38	Tope de resorte de percutor	ASTM A-36	0,30
E39	Cerrojo	ASSAB DF2	0,93
E40	Resorte para gancho de eyección	AISI 1165	0,50
E41	Pasador mecanismo cerrojo	ACERO PLATA	1,20
E42	Resorte de acción perillo	AISI 1165	0,80
E43	Acción del perillo	ASSAB DF2	0,56
E44	Mariposa	AISI 4140	0,24
E45	Resorte torsional de mariposa	AISI 1065	1,20
E46	Tornillo pasador de cierre de acción	AISI 1055	0,45
E47	Tornillo de cimbra de gatillo	AISI 1085	0,21
E48	Cimbra del gatillo	AISI 1085	0,07
E49	Placa de gatillo	AISI 4140	1,04
E50	Pasador de acción de perillo	AISI 1055	0,63
E51	Guardamonte	ALUMINIO	7,00
E52	Perno de Guardamonte	AISI 1085	0,35
E53	Perno de pistolete	AISI 1085	1,40
E54	Pistolete	Polipropileno	1,00
E55	Apoyo del perillo	AISI 4140	0,50

Tabla 7. 3 Costo de materia prima para cada elemento

7.2 ANALISIS FINANCIERO.

En el análisis financiero se determina la rentabilidad del proyecto por medio de dos indicadores que muestran cuantitativamente el impacto dentro de la empresa. Estos son: el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Sin embargo, para poder calcular estos indicadores, es necesario primero elaborar el flujo de caja presupuestado correspondiente a diez períodos, que en este caso equivalen a diez años.

Como se puede observar en los cuadros del anexo A4 “Cálculo del VAN y TIR”, los valores del valor actual neto (VAN) que es el valor monetario que excede la

rentabilidad deseada después de que se ha recuperado toda la inversión, es de 1 646 438 dólares.

Por otra parte se obtiene una tasa interna de retorno (TIR) que es el porcentaje máximo que puede ser exigido al proyecto, es decir, cuando el VAN es cero el TIR es el 70%.

Es importante tomar en cuenta que el mantenimiento de la maquinaria es un rubro que por su importancia debe ser tomado en cuenta dentro de este análisis, debido a que permitirá mantener operativos los elementos mecánicos como son las matrices, punzones, maquinaria y los equipos necesarios para la producción.

El análisis económico – financiero ha demostrado que el proyecto es viable y que su ejecución está plenamente justificada.

CAPITULO 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES

Luego de haber concluido con éxito esta tesis podemos obtener las siguientes conclusiones:

El análisis balístico, los cálculos así como el objetivo de simplificar al máximo el funcionamiento y formas de los elementos demandaron que se vayan haciendo muchas variaciones desde el primer diseño hasta llegar finalmente a lo ideado, esto se realizó de manera muy práctica con el uso de Inventor, es necesaria la implementación de sistemas computacionales para el diseño mecánico, el uso de programas permite tener un muy buen acercamiento al desempeño en la realidad, antes de empezar a manufacturar.

La implementación del “Cierre de la barra de acción” en el diseño es muy importante debido a que este mecanismo garantiza el cierre del cerrojo con el cañón al momento del disparo para evitar cualquier tipo de accidente por desplazamiento del patín de corredera aun en situaciones de funcionamiento extremas.

El menor factor de seguridad más bajo fue de 1,7 para el pasador del mecanismo del cerrojo soportando esfuerzo cortante, con esto se garantiza la resistencia e integridad de todos los elementos del arma, el análisis de las otras piezas que no están sometidos a cargas más allá de la acción de resortes o el empuje manual develaron factores de seguridad muy elevados, no se cambiaron las dimensiones considerando la estabilidad en el funcionamiento de los mecanismos.

Fue muy importante familiarizarse con el ensamble y desarme de la escopeta por lo que las pruebas de campo tanto como de disparo como de arme y

desarme fueron de vital importancia en la realización de esta tesis al poder conocer uno a uno cada elemento constitutivo de la escopeta.

8.2 RECOMENDACIONES

La Fábrica de Municiones Santa Bárbara con el objetivo del diseño y construcción de armas debería realizar los proyectos con paquetes computacionales para optimizar tiempo y tener una mejor apreciación del funcionamiento preliminar de los mismos.

El instante que se realice la construcción de las piezas mecánicas indicadas en los planos debe cumplirse con los parámetros de construcción, como tolerancias geométricas y dimensionales de manera de que no exista problemas en el momento del montaje y puesta en funcionamiento del arma.

Cada plano posee su tabla de inspección para control de calidad y seguridad industrial, es indispensable que se sigan estas instrucciones para mantener los procesos de manufactura en un rango de seguridad y calidad óptimo.

Es indispensable colocar un tope de acero DF2 en la cavidad de placa de aluminio donde se aloja el mecanismo de enclavamiento para garantizar el tiempo de vida útil de la escopeta, aunque el duraluminio de esta placa resiste el retroceso, las propiedades mecánicas del duraluminio no brindarán un tiempo de vida útil extenso como lo hará un tope con el acero mencionado.

Cuando se realicen las pruebas de la escopeta construida, es importante dar atención a los procesos de evaluación de armas del Capítulo 4.3.1, la evaluación basada en las normas NATO, en especial énfasis en pruebas de caída y resistencia en función de la utilidad prevista para esta arma antes que las pruebas de frío, considerando que son circunstancias de uso de poca probabilidad de suceso.

BIBLIOGRAFIA

- VALENCIA Antonio, MATRICERÍA, Editorial Salesiana, Tercera Edición, Barcelona 1976.
- OEHLER – KAISER, HERRAMIENTAS DE TROQUELAR, ESTAMPAR Y EMBUTIR, Editorial Gustavo Pili, Tercera Edición, Barcelona 1977.
- ROSSI Mario, ESTAMPADO EN FRIO DE CHAPA METALICA, Editorial Dossat, Tercera Edición, Madrid 1978.
- LANZA Francisco, TRATADO DE CARTUCHERÍA, Editorial Merino AG, Tercera Edición, Madrid 1978.
- SHIGLEY Joseph, DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA, Editorial McGraw-Hill, Quinta Edición, México 1990.
- LARBURU Nicolás, MÁQUINAS PRONTUARIO, Editorial Paraninfo, Décima Edición, Madrid 1998
- PALACIOS Carlos, EL PROYECTO COMO TESIS DE GRADO, Ecuador 1997