



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE PRODUCTOS EN LA  
INDUSTRIA MILITAR DE GUATEMALA**

**Lakshmana Rodríguez Rosales**

Asesorado por el Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

Guatemala, agosto de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE PRODUCTOS EN LA  
INDUSTRIA MILITAR DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**LAKSHMANA RODRÍGUEZ ROSALES**

ASESORADO POR EL ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
EXAMINADOR	Ing. Alberto Eulalio Hernández García
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE PRODUCTOS EN LA INDUSTRIA MILITAR DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 08 de julio de 2013.



**Lakshmana Rodríguez Rosales**

Guatemala, 29 de mayo de 2,014

Srs.

Unidad de Lingüística

Facultad de Ingeniería

Su despacho

Estimados señores:

Como catedrático asesor del trabajo de graduación titulado: ***"OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE PRODUCTOS EN LA INDUSTRIA MILITAR DE GUATEMALA"*** presentado por el estudiante de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, Lakshmana Rodríguez Rosales, carné 201020587, hago constar que dicho trabajo fue revisado y recomiendo su aprobación.

Sin otro particular,  
atentamente,



*Carlos Humberto Pérez Rodríguez*  
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL  
Colegiado 3071

Carlos Humberto Pérez Rodríguez  
Ingeniero Mecánico Industrial  
Colegiado No. 3071



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE PRODUCTOS EN LA INDUSTRIA MILITAR DE GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria **Lakshmana Rodríguez Rosales**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

*Nora Leonor Elizabeth García Tobar*  
*Ingeniera Industrial*  
*Colegiado No. 8121*

Inga. ~~Nora Leonor Elizabeth~~ García Tobar  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, mayo de 2014.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE PRODUCTOS EN LA INDUSTRIA MILITAR DE GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria **Lakshmana Rodríguez Rosales**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
**Ing. César Ernesto Urquizú Rodas**  
**DIRECTOR**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**



Guatemala, agosto de 2014.

/mgp

Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 450.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE PRODUCTOS EN LA INDUSTRIA MILITAR DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Lakshmana Rodríguez Rosales**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 3 de septiembre de 2014

/gdech





## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Maestro Divino, quien me condujo y mantuvo iluminado por el sendero correcto para siempre alcanzar mis metas, quien nunca me desamparó y quien siempre me dio la fuerza para continuar.
- Mi padre** Dr. Vinicio Rodríguez, por ser siempre mi ejemplo, un luchador, por haberme apoyado y estado cuando lo he necesitado.
- Mi madre** Licda. Ondina Rosales, siempre dedicada y amorosa, quien siempre procuró el bienestar de sus hijos ante todo.
- Mi hermano** Rama Rodríguez, compañero y amigo, que siempre ha estado incondicional a mi lado.
- Mi novia** Yancy Juan, por haber compartido y haberme acompañado en estos importantes momentos.
- Mi asesor** Ing. Carlos Pérez, por su valiosa colaboración y aporte a este trabajo.

**La Facultad de  
Ingeniería**

A mis catedráticos, quienes fueron parte de este proceso.

**La gloriosa Universidad  
de San Carlos de  
Guatemala**

Alma máter, formadora de conocimiento y criterio.

**Al Servicio de Material  
de Guerra del Ejército  
de Guatemala**

Por facilitar la realización de este proyecto.

**Guatemala**

Mi tierra querida, mis raíces y mi compromiso.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XIII
GLOSARIO .....	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN .....	XXIII
1. ANTECEDENTES DE LA INSTITUCIÓN .....	1
1.1. Descripción general.....	1
1.2. Ubicación.....	1
1.2.1. Períodos .....	1
1.3. Misión.....	2
1.4. Visión.....	2
1.5. Reseña histórica.....	2
1.5.1. Fundadores del Servicio de Material de Guerra .....	3
1.5.2. Primeras operaciones.....	3
1.5.3. Cursos que se impartían en el Servicio de Material de Guerra hasta el 2004 .....	5
1.5.4. Historia de los departamentos .....	6
1.5.4.1. Historia del Departamento de Vehículos Blindados.....	7
1.5.4.2. Historia del Departamento de Armas.....	10
1.6. Jerarquía de operaciones .....	12
1.7. El comando militar actual.....	13

2.	SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE REMODELACIÓN DE CASCOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y DE POLÍGONOS DE TIRO REGULARES .....	15
2.1.	Definición de cascos de protección personal .....	15
2.2.	Historia del casco de protección personal israelí .....	15
2.2.1.	Propiedades mecánicas del Kevlar .....	18
2.2.1.1.	Rigidez .....	19
2.2.1.2.	Resistencia.....	19
2.2.1.3.	Elongación a rotura .....	20
2.2.1.4.	Tenacidad.....	20
2.2.1.5.	Propiedades térmicas.....	21
2.3.	Proceso de remodelación de cascos de protección personal ...	21
2.3.1.	Antecedentes del proceso .....	22
2.3.2.	Datos del proceso de remodelación actual.....	27
2.3.2.1.	Tablas de datos del proceso de remodelación de cascos de protección personal.....	28
2.3.2.2.	Personal disponible para operaciones...	36
2.3.3.	Especificaciones técnicas .....	37
2.3.3.1.	Modelo.....	37
2.3.3.2.	Seguridad .....	37
2.3.3.3.	Exterior .....	38
2.3.3.4.	Interior .....	38
2.3.3.5.	Dimensiones y capacidades.....	38
2.3.3.6.	Garantía .....	39
2.4.	Situación actual de los polígonos de tiro regulares .....	39
2.4.1.	Antecedentes del tiro con arma de fuego .....	40
2.4.2.	Técnicas de tiro con arma de fuego .....	40
2.4.2.1.	Posición de tiro .....	41

2.4.2.2.	Proceso de respiración .....	42
2.4.2.3.	Proceso de puntería.....	43
2.4.2.4.	Procesos de disparo .....	44
2.4.3.	¿Cómo se debe aprender las técnicas de tiro? .....	45
2.4.4.	Adquisición de información .....	46
2.4.5.	Entrenamiento inteligente –fases- .....	46
2.4.5.1.	Fase exploratoria global.....	47
2.4.5.2.	Fase de disociación .....	47
2.4.5.3.	Fase de estabilización .....	48
2.4.6.	¿Cómo aplicar estas fases durante el aprendizaje del tiro? .....	48
2.4.7.	Entrenamiento en polígonos de tiro .....	50
2.4.7.1.	Tiro sobre blanco vuelto.....	50
2.4.7.2.	Tiro sobre blanco sin zona 9-10.....	50
2.4.7.3.	Tiros de castigo .....	51
2.4.7.4.	Tiros sin mirar la agrupación.....	51
2.4.7.5.	Tiro con banda horizontal .....	52
2.4.7.6.	Tiro con banda vertical.....	52
2.4.7.7.	Series en tiempos reducidos.....	53
2.4.7.8.	Series de máxima concentración .....	53
2.4.7.9.	Tiro a un blanco sin zonas .....	54
2.4.7.10.	Tirar adivinando el disparo.....	54
2.4.7.11.	Tiro al anillo del nueve .....	55
2.4.7.12.	Tiro al anillo del diez .....	55

3.	PROPUESTA PARA MEJORA DEL PROCESO DE REMODELACIÓN DE CASCOS DE PROTECCIÓN PERSONAL, DISEÑO DEL SIMULADOR PARA ENTRENAMIENTO PREPARATORIO DE TIRO Y DISEÑO DE VEHÍCULOS PARA EMERGENCIAS .....	57
3.1.	Propuesta para mejora del proceso de remodelación de cascos de protección personal .....	57
3.2.	Diagrama del proceso mejorado de remodelación de cascos de protección personal .....	58
3.3.	Diagrama del proceso mejorado de remodelación de cascos de protección personal. Departamento de Tapicería.....	60
3.3.1.	Desensamble del casco original .....	60
3.3.2.	Preparado de cinta .....	62
3.3.3.	Cosido de barbiquejos.....	64
3.3.4.	Cosido de arañas (guarnición) .....	66
3.3.5.	Tablas resumen. Departamento de Tapicería .....	68
3.4.	Diagrama del proceso mejorado de remodelación de cascos de protección personal. Departamento de Armas. ....	70
3.4.1.	Tratamiento de hebillas y grapas.....	70
3.4.2.	Colocación de punteros.....	71
3.4.3.	Tablas resumen. Departamento de Armas.....	73
3.5.	Diagrama del proceso mejorado de remodelación de cascos de protección personal. Departamento de Pintura. ....	74
3.5.1.	Proceso de pintura hebillas .....	75
3.5.2.	Proceso de pintura grapas y roldanas .....	78
3.5.3.	Proceso de pintura del interior del casco.....	81
3.5.4.	Proceso de pintura y pixelado de cascos .....	83
3.5.5.	Tablas resumen. Departamento de Pintura.....	86
3.6.	Distribución de los distintos departamentos que participan en el proceso.....	89

3.6.1.	Distribución óptima del Departamento de Tapicería.....	90
3.6.2.	Distribución óptima de la sección del Departamento de Armas .....	92
3.6.3.	Distribución óptima del Departamento de Pintura.....	93
3.6.4.	Diseño de herramientas. Copa lijadora.....	96
3.6.5.	Definición .....	96
3.6.6.	Diseño.....	97
3.7.	Cálculo de la cantidad de personal óptimo .....	98
3.8.	Simuladores de tiro .....	102
3.8.1.	Definición .....	102
3.8.2.	Especificaciones .....	103
3.9.	Funcionamiento .....	104
3.9.1.	Funcionalidad del simulador .....	105
3.9.2.	Principio del funcionamiento .....	106
3.9.3.	Ejercicios .....	107
3.10.	Realización .....	108
3.10.1.	Sistema de proyección.....	109
3.10.2.	Sistema visual.....	110
3.10.3.	Sistema de audio .....	111
3.10.4.	Instructor.....	111
3.10.5.	Posición del instructor.....	112
3.10.6.	Entorno táctico .....	113
3.10.7.	Arma simulada.....	113
3.10.8.	Disparos.....	115
3.10.9.	Sistema de detección.....	115
3.10.10.	Disponibilidad de escenografía .....	116
3.11.	Tiro vivo .....	117
3.12.	Simulador móvil .....	117

3.13.	Requisitos del sistema .....	118
3.13.1.	La placa madre.....	118
3.13.2.	El procesador (CPU) .....	119
3.13.3.	La memoria operativa (RAM) .....	119
3.13.4.	La tarjeta de video.....	120
3.13.5.	El disco duro.....	120
3.13.6.	El lector .....	120
3.13.7.	Tarjeta de la red .....	121
3.13.8.	La tarjeta de sonido.....	121
3.13.9.	El bloque de alimentación (ATX) .....	122
3.13.10.	La fuente de la alimentación incesante (UPC) .....	122
3.13.11.	La pantalla.....	122
3.13.12.	El sistema acústico.....	123
3.13.13.	El proyector de video.....	123
3.13.14.	Programa.....	124
3.14.	Sugerencia del curso básico .....	124
3.14.1.	Contenido del curso.....	124
3.14.2.	Área humanística.....	125
3.14.3.	Área jurídica .....	125
3.14.4.	Área técnico-militar.....	125
3.15.	Configuración recomendada del sistema .....	126
3.15.1.	Configuración recomendada del sistema de proyección .....	126
3.15.2.	Configuración recomendada del sistema de simulación de fusil .....	128
3.16.	Vehículos para emergencias.....	130
3.16.1.	Definición de vehículos para emergencias .....	130
3.16.2.	Medidas del vehículo a modificar .....	131
3.16.3.	Diseño del vehículo para emergencias. Exterior ....	134



3.16.4.	Diseño del vehículo para emergencias. Servicio de atención médica.....	135
3.16.4.1.	Descripción del vehículo para atención médica.....	137
3.16.5.	Diseño del vehículo para emergencias. Servicio de cocina .....	138
3.16.5.1.	Descripción del vehículo de servicio de cocina. ....	140
4.	ANÁLISIS DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS AL PROCESO DE REMODELACIÓN DE CASCOS DE PROTECCIÓN PERSONAL, DEL SIMULADOR PARA ENTRENAMIENTO PREPARATORIO DE TIRO Y DE VEHÍCULOS PARA EMERGENCIAS.....	143
4.1.	Análisis de la implementación de las mejoras al proceso de remodelación de cascos de protección personal.....	143
4.1.1.	Disponibilidad de espacio .....	143
4.1.2.	Disponibilidad de personal.....	144
4.1.3.	Disponibilidad para implementar la herramienta propuesta.....	145
4.2.	Análisis de la implementación del simulador para entrenamiento preparatorio de tiro.....	146
4.2.1.	Disponibilidad de espacio .....	147
4.2.2.	Disponibilidad de tecnología .....	148
4.2.3.	Disponibilidad de personal técnico .....	148
4.2.4.	Disponibilidad de accesorios .....	149
4.2.5.	Ventajas de los simuladores de tiro .....	152
4.2.5.1.	Economía.....	153
4.2.5.2.	Desenvolvimiento verbal.....	153

4.2.5.3.	Rapidez de reacción.....	154
4.2.5.4.	Vivencias .....	155
4.2.5.5.	Mejores tiradores.....	155
4.2.5.6.	Alternativas.....	156
4.2.5.7.	Todo tiempo .....	156
4.2.5.8.	Empleo táctico de nuevos medios.....	157
4.2.6.	Desventajas.....	157
4.2.6.1.	Campo de operaciones .....	158
4.2.6.2.	Capacidades físicas del arma.....	158
4.2.6.3.	Estrés .....	159
4.3.	Análisis de la implementación de vehículos para emergencias.....	159
4.3.1.	Disponibilidad de vehículos para modificar .....	160
4.3.2.	Disponibilidad de personal técnico, herramientas y materiales .....	160
4.3.3.	Disponibilidad de accesorios .....	161
5.	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y CONTROL .....	165
5.1.	Programa de verificación y control de calidad de productos ...	165
5.2.	Programa de verificación de especificaciones.....	174
	CONCLUSIONES.....	179
	RECOMENDACIONES .....	183
	BIBLIOGRAFÍA.....	185
	APÉNDICES.....	189
	ANEXOS.....	195

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Descripción del casco de protección personal Israelí .....	18
2.	Diagrama del procesos mejorado .....	59
3.	Desensamble del casco .....	61
4.	Preparado de cinta.....	63
5.	Cosido de barbiquejos .....	65
6.	Cosido arañas (guarnición) .....	67
7.	Tratamiento de hebillas y grapas .....	71
8.	Colocación de punteros .....	72
9.	Proceso de pintura de hebillas .....	76
10.	Proceso de pintura de grapas y roldanas.....	79
11.	Proceso de pintura del interior del casco .....	82
12.	Proceso de pintura y pixelado de cascos.....	84
13.	Distribución óptima del Departamento de Tapicería .....	91
14.	Distribución óptima de la sección del Departamento de Armas .....	93
15.	Distribución óptima del Departamento de Pintura.....	95
16.	Diseño de la copa lijadora.....	98
17.	Configuración recomendada del sistema de proyección.....	127
18.	Configuración recomendada del sistema de simulación de fusil .....	129
19.	Medidas del vehículo a modificar (escala en milímetros mm).....	133
20.	Diseño del vehículo para emergencias. Exterior .....	134
21.	Diseño del vehículo para emergencias. Servicio de atención médica .....	136
22.	Diseño del vehículo para emergencias. Servicio de cocina .....	139

23.	Adaptación para armas (Indra) .....	150
24.	Diseño de armas (VirTra) .....	151
25.	Cargador adaptado con tubo CO <sub>2</sub> (VirTra) .....	151
26.	Estaciones de recarga de cargadores y tanque de CO <sub>2</sub> (VirTra) ....	152
27.	Hoja de control de trabajo.....	167
28.	Control de operaciones críticas .....	169
29.	Verificación del método .....	170
30.	Registro de toma de tiempos .....	172
31.	Control de especificaciones en elementos cosidos en el casco de protección personal .....	175
32.	Control de especificaciones en elementos exteriores e interiores del casco de protección personal .....	176
33.	Control de especificaciones de modificaciones para vehículos para emergencias .....	177
34.	Control de especificaciones del simulador de entrenamiento preparatorio de tiro .....	178





## TABLAS

I.	Componentes del casco de protección personal .....	29
II.	Tiempo de pulido y esmerilado del casco de protección personal.....	30
III.	Tiempo de cosido de barbiquejo (sin punta ni hebilla).....	30
IV.	Tiempo de engomado de casco.....	31
V.	Tiempo de preparación y prepegado de empaque .....	32
VI.	Tiempo de pegado y secado de empaque.....	32
VII.	Tiempo de cosido de araña .....	33
VIII.	Tiempo de pegado de esponjas, perforado y remachado de arañas, remache de hebillas y soportes, ensamble de barbiquejo .....	34

IX.	Tiempo de otras operaciones y resumen de lo anterior .....	35
X.	Desensamble del casco original.....	68
XI.	Preparado de cinta.....	69
XII.	Cosido de barbiquejo .....	69
XIII.	Cosido de arañas .....	70
XIV.	Tratamiento de hebillas y grapas .....	73
XV.	Colocación de punteros .....	74
XVI.	Pintura de hebillas.....	86
XVII.	Procesos de pintura de grapas y roldanas.....	87
XVIII.	Proceso de pintura del interior del casco .....	87
XIX.	Proceso de pintura y pixelado de cascos.....	88
XX.	Tiempos de otras operaciones y resumen .....	88
XXI.	Resumen de tiempo utilizado por Departamento de Tapicería .....	100
XXII.	Estimaciones para encontrar número óptimo de operarios.....	101



## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
	Almacenaje
PVC	Cloruro de polivinilo
$\Phi$	Diámetro
GPa	Giga Pascales ( $10^9$ Pascales)
H	Hora
	Inspección
J	Joules ( N x m )
MJ	Mega Joules ( $10^6$ Joules)
M	Metro
Mm	Milímetro ( $10^{-3}$ m)
Min	Minuto
N	Newton ( kg x m/s <sup>2</sup> )
	Operación
Pa	Pascal ( N/m <sup>2</sup> )
%	Porcentaje
“	Pulgadas
Q	Quetzal
seg (s)	Segundo
	Transporte





## GLOSARIO

<b>Acción</b>	Indica una conducta que se puede atribuir al personaje, como pueda ser andar, correr, hablar, tirarse al suelo, ir a un punto determinado del escenario, etc.
<b>Araña</b>	(Tipo <i>cradle</i> ) tipo de guarnición que se incluye dentro del casco de protección personal.
<b>Barboquejo</b>	(De barbiquejo). Cinta o correa que sujeta una prenda de cabeza por debajo de la barbilla.
<b>Casco de protección personal</b>	Prenda protectora usada en la cabeza y hecha generalmente de material resistente, típicamente para la protección de la cabeza contra objetos que caen o colisiones a alta velocidad.
<b>Comando militar</b>	Pequeño grupo de tropas de choque, destinado a hacer incursiones ofensivas en terreno enemigo.
<b>Condición</b>	Son eventos que se producen en el mundo virtual o son activados por el instructor y pueden afectar a la conducta de los personajes. Ejemplos de condiciones pueden ser disparos, que se haya alcanzado un tiempo determinado o que se produzcan sonidos en el escenario.

<b>Craddle</b>	Tipo de guarnición utilizada en el casco de protección personal. Provista de seis cintas, es lo que acomoda el casco en la cabeza.
<b>Instructor</b>	Persona encargada de transmitir conocimientos a los alumnos o personas que aprenden algo nuevo.
<b>Kevlar</b>	(Poliparafenileno tereftalamida). Es una poliamida muy resistente y su mecanización resulta muy difícil. La ligereza y la resistencia a la rotura excepcional de estas poliaramidas hacen que sean empleadas en neumáticos, velas náuticas o en chalecos antibala y demás equipo de protección personal.
<b>Kevlar 29</b>	Una poliamida de baja densidad y alta resistencia, se utiliza principalmente para aplicaciones balísticas, cables y cuerdas.
<b>Kevlar 49</b>	Una poliamida de baja densidad, alta resistencia y módulo elástico, se utiliza para reforzar plásticos de materiales compuestos para aplicaciones aeroespaciales, marina, automoción y otras aplicaciones industriales.
<b>Láser pasivo</b>	Dispositivo electrónico que, basado en la emisión inducida, amplifica de manera extraordinaria un haz de luz monocromático y coherente que además es invisible.

<b>Optimización</b>	Buscar la mejor manera de realizar una actividad.
<b>Polígono de tiro</b>	Campo de tiro destinado a estudios y experiencias de la artillería.
<b>Poliacrilamida</b>	Es un homopolímero de acrilamida. Puede ser sintetizado en forma de cadena lineal o entrecruzado, e incluso se emplea junto con otros monómeros como el acrilato de sodio para formar distintos copolímeros.
<b>Proceso</b>	Conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial.
<b>Puntero</b>	Pieza de metal que se coloca a la terminación de las cintas de tela del barbiquejo.
<b>Remodelar</b>	Reformar algo, modificando alguno de sus elementos, o variando su estructura.
<b><i>Sandblast</i></b>	Proceso de limpieza para piezas metálicas, utilizando arena especial lanzada a presión a través de una pistola conectada a un depósito.
<b>Sensor</b>	Dispositivo que detecta una determinada acción externa, temperatura, presión, etc., y la transmite adecuadamente.

<b>Simulador</b>	Aparato que reproduce el comportamiento de un sistema en determinadas condiciones, aplicado generalmente para el entrenamiento de quienes deben manejar dicho sistema.
<b>Sudadera</b>	Pieza de cuero que se fija a la guarnición para mantener fresca la sien del individuo que use el casco.
<b>Tecnificación</b>	Introducir procedimientos técnicos modernos en las ramas de producción que no los empleaban, hacer algo más eficiente desde el punto de vista tecnológico.
<b>Tiro</b>	Hacer que un arma despida su carga.
<b>Tiro en seco</b>	Se denomina así a toda aquella serie de ejercicios que se pueden realizar en cualquier sitio, sin realizar fuego real pero usando el arma que se tiene.
<b>Transportable</b>	Que puede ser transportado, móvil.

## RESUMEN

El entorno sociocultural en el que se encuentran las industrias se ve afectado constantemente por el surgimiento de nuevas tecnologías. Este factor de innovación hace necesario readaptar la estructura de los procesos para lograr óptimos de productividad.

También se involucra en este aspecto, el diseño y ordenamiento de planta; pues esto se traduce en la capacidad de movilidad y accesibilidad que se posee. Las estaciones de trabajo del proceso deben ser ergonómicas y estructuradas de tal manera que este pueda ser trabajado de manera lineal. Por otra parte las herramientas e instrumentos utilizados, deben facilitar la operación y ayudar a minimizar mermas y errores humanos del proceso.

Se busca la agilización de los procesos involucrados en la remodelación de cascos de protección personal, mediante el diseño e introducción de herramientas para realizar operaciones más precisas y que ocasionen menos desgaste a la pieza, y mediante la planificación y organización de estaciones de trabajo, distribuidas en los departamentos que desarrollan dichas tareas.

Por otra parte, la necesidad de responder ágilmente a eventos naturales que ponen en peligro vidas humanas, en lugares remotos o poco accesibles para vehículos que prestan servicios de emergencia, crea la necesidad de desarrollar medios de transporte con capacidades mejoradas para alcanzar dicho fin y atender a este sector afectado.

Por último, se busca garantizar la calidad de los productos elaborados, así como un nivel óptimo de producción, por lo cual se propone un sistema de verificación del método y del proceso, así también de una verificación final del producto.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Desarrollar un programa de optimización de los procesos involucrados en la remodelación de cascos de protección personal, diseño del simulador preparatorio de tiro y del diseño de vehículos para emergencias para el Servicio de Material de Guerra del Ejército de Guatemala.

### **Específicos**

1. Analizar el proceso total de remodelación de cascos de protección personal, para plantear estaciones de trabajo definidas y óptimas.
2. Realizar mediciones de tiempos que faciliten el cálculo de tiempo total invertido para concluir los trabajos de remodelación, y que sirva como referencia a futuros proyectos.
3. Distribuir el espacio actual donde se trabaja el proyecto para hacer óptimo el uso de este y facilitar transporte de productos en proceso y se logre fluidez del mismo.
4. Diseñar herramientas que faciliten los procesos de modificación de cascos de protección personal.
5. Plantear las modificaciones necesarias para modificar un vehículo para poder utilizarlo en ocasiones de emergencias.

6. Proyectar un espacio controlado donde se puedan desarrollar las operaciones del simulador preparatorio de tiro.
7. Analizar las ventajas y desventajas que conlleva la instalación de un simulador preparatorio de tiro.



## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de nuevas tecnologías ha modificado la percepción del mundo, creando ventajas competitivas para gestionar mejores condiciones en las distintas áreas en las que se desempeñan las empresas o instituciones. Adaptarse a las nuevas tendencias e innovarlas es fundamental para asegurar procesos con calidad y garantizar éxito en las operaciones productivas.

Los simuladores virtuales se han hecho populares debido a su versatilidad para reproducir condiciones reales, sin necesidad de implementarlas. Sus ventajas radican en la reducción de costos, semejanza a los procesos reales, y facilidad para su manejo; por tal razón su uso se generaliza y se aplica a casi cualquier industria.

Por otra parte, otro problema que se debe atender es el diseño de las estaciones de trabajo para optimizar el proceso productivo en su totalidad, evitando pérdidas de tiempo, desperdicio de recursos y defectos que afecten la calidad final del producto. La optimización implica planeación, diseño y adecuación de espacios y recursos involucrados en el proceso.

Utilizando técnicas de investigación documentales, se obtiene información valiosa de la manera en como optimizar diseños y procesos; y facilita la tarea de las propuestas para la mejora continua y controles de calidad de bienes y servicios. Por tales motivos, se presenta el análisis respecto a la optimización de los procesos involucrados en la remodelación de cascos de protección personal, el diseño de simuladores preparatorios de tiro y del diseño para modificación de vehículos con finalidad a ser utilizados en emergencias.



# **1. ANTECEDENTES DE LA INSTITUCIÓN**

## **1.1. Descripción general**

En este servicio se proporciona apoyo de servicio de combate en las áreas de construcción, reparación y mantenimiento del parque automotor de transporte militar, fabricación, reparación y mantenimiento del armamento utilizado por las unidades de maniobra del ejército. Asimismo, se brinda apoyo de servicios técnicos en las ramas de electricidad, electrónica, electromecánica, refrigeración, metalmecánica, fundición y otros que se requieran.

## **1.2. Ubicación**

El Servicio de Material de Guerra del Ejército de Guatemala ha cambiado de instalaciones en 3 ocasiones. Esto debido a que en sus inicios no se contemplaba el equipamiento que actualmente es necesario para desempeñar sus funciones exitosamente.

### **1.2.1. Períodos**

De 1957-1962 en este período quedo anexo el Servicio de Material de Guerra, a la Brigada Militar "Mariscal Zavala", con el nombre de Almacén Central "MAP".

De 1962-1963 en el Servicio del Cuartel Maestre zona 13.

De 1963 a la fecha este, el Servicio de Material de Guerra del Ejército de Guatemala se ubica en la 11 avenida 17-50, colonia Aurora II zona 13 de la ciudad de Guatemala, Guatemala, Centro América.

### **1.3. Misión**

“La misión de material de guerra es proporcionar apoyo de mantenimiento, asistencia, inspecciones y supervisiones técnicas, almacenamiento, transporte y abastecimiento de las piezas de reposición de las clases de material de guerra (clases III, V, VII y IX), realiza la recolección y evacuación del material recuperado o capturado, se excluye de su misión el mantenimiento a todos los materiales y equipos de salud, comunicaciones e ingeniería.”

### **1.4. Visión**

“Lograr mantener la operatividad del Ejército con los recursos disponibles, buscando cumplir con las metas y los objetivos trazados, modernizando el equipo, capacitando al personal de alta en el Ejército de Guatemala bajo las más altas normas éticas y morales.”

### **1.5. Reseña histórica**

El Servicio de Material de Guerra surge debido a las necesidades del Ejército de Guatemala de mantener su movilidad y disponibilidad de artillería, como elemento fundamental para el mantenimiento y desarrollo de equipo motriz y armamentos en general. Con esta consigna, el SMG desenvuelve sus tareas enfocándose al mantenimiento correctivo y preventivo de los vehículos puestos a disposición del Ejército de Guatemala.

### **1.5.1. Fundadores del Servicio de Material de Guerra**

- Coronel de Infantería Raúl Arnoldo Andrade de León  
Jefe del servicio
- Mayor de AT. de G. Manuel de Jesús Mendizabal C.  
Subjefe del servicio
- Capitán de Inf. Ángel María Cantoral Dávila  
Jefe Departamento de Armas
- Capitán 2do. M. G. Marco Antonio Mata Polanco  
Jefe Departamento de Mecánica
- Subtte. de Int. Alan Rigoberto Salazar Juárez  
Jefe sección de personal y logística

### **1.5.2. Primeras operaciones**

El MAP comienza con dos pequeños talleres de reparación de vehículos y armamento con un total de cinco especialistas.

El primero de agosto de 1963, causaron alta nueve especialistas en los talleres "MAP", adscrito a la 4a sección del Estado Mayor General del Ejército, conforme oficio no. 08340 de fecha 30 de julio de 1963 del Ministerio de la Defensa Nacional.

En ese mismo año (1963), el Ministerio de la Defensa Nacional, construyó otro edificio, el cual fue inaugurado por el jefe de Gobierno coronel Enrique

Peralta Azurdia, a partir de entonces se dispuso de dos amplios locales para albergar el Almacén Central "MAP", nombre con el que se le conoció en aquella época, quedando adscrito a la 4a sección del Estado Mayor General del Ejército.

El personal fue aumentando y a través del programa MAP, se adquiría el equipo que se iba necesitando, así como becas en el extranjero para especialización de los miembros del Ejército de Guatemala, de acuerdo a las necesidades de la época. La dependencia realizaba trabajos de reparación de equipos de transmisiones, armas y vehículos.

Con fecha 30 de septiembre de 1972 fue suprimida la dependencia militar Almacén Central "MAP" adscrita a la 4a sección del Estado Mayor General del Ejército, pasando a llamarse "Servicio de Material de Guerra", desde el primero de octubre de ese mismo año, de conformidad con el inciso 3o del artículo 32 del Decreto 18-72 del Congreso de la República; Ley Constitutiva del Ejército y publicado en la orden general No.27-72 del 09 de octubre de 1972, quedando estipulado ese día como fecha de celebración del aniversario y fiesta del servicio.

El Servicio de Material de Guerra, según la Directiva No. 001-88 de fecha 01 de noviembre de 1988, es una unidad de apoyo de reparaciones mayores de vehículos versión militar con excepción a los vehículos versión civil que requieran reparaciones del sistema de transmisión automática, aire acondicionado, sistema eléctrico, blindaje transparente u opaco y además del armamento militar de todo tipo del Ejército de Guatemala.

En 1994 nace la idea de adaptar en el fusil galil modelo Kel, el lanzagranadas M203 calibre 40mm., el cual viene incorporado en el fusil m16a2 V-705 calibre 5,56 mm.

En el mes de junio de 1994, se terminó la construcción del vehículo blindado "danto". En 1995 se efectuó la modificación de fusil galil a mini galil. En el mes de septiembre de 1995, el Servicio de Material de Guerra recibió la orden verbal del Ministro de la Defensa Nacional para que se fabricara en este Servicio, el vehículo (papamóvil) que utilizaría su santidad Juan Pablo II, durante su visita al país los días 5 y 6 de febrero de 1996, el cual se concluyó el 13 de enero de 1996. En 1996 fue ordenado adaptar setenta y dos lanzagranadas M203 a fusiles galil modelo Kel ya con mejoras.

### **1.5.3. Cursos que se impartían en el Servicio de Material de Guerra hasta el 2004**

- Curso de conducción y mantenimiento de vehículos militares: preparación a personal militar en materia de manejo de vehículos tipo agrícola, transporte pesado, y vehículos militares armados; así como también en la inspección, preparación y ejecución de mantenimiento preventivo y correctivo, además del seguimiento y control de los distintos vehículos mencionados anteriormente.
- Curso de mecánicos armeros ajustadores de banco: brindado al personal que se dedicará al ajuste, corrección, verificación, mantenimiento y ensamble de las distintas armas de alto calibre que son operativas en el Ejército de Guatemala.

- Curso de reparación y mantenimiento de armas de pequeño calibre: diseñado para el personal que realiza el mantenimiento correctivo y preventivo a las armas de bajo calibre usadas por el Ejército de Guatemala, debido al desgaste que sufre por el uso frecuente de estas.
- Curso de reparación y mantenimiento de cocinas de campaña: utilizadas en destacamentos y operaciones especiales, además de ser utilizadas en situaciones de emergencia, estas cocinas sufrían desgaste y era necesario repararlas y mantener su condición de funcionalidad.
- Curso de conducción y mantenimiento de vehículos blindados: cursos de manejo y mantenimiento para los vehículos especiales del Ejército de Guatemala como lo es el denominado "Armadillo".
- Curso de adiestramiento para jefes de transportes: preparación al personal designado para liderar y organizar las actividades relacionadas con logística para transporte y las posibles rutas de acceso, para garantizar el éxito de la misión.

#### **1.5.4. Historia de los departamentos**

Los departamentos que conforman el actual Servicio de Material de Guerra del Ejército de Guatemala, han experimentado también la transformación a través del tiempo. A continuación, se describen la evolución de los Departamentos de Vehículos Blindados y del Departamento de Armas, quienes son los que cuentan con más participación en el proceso de remodelación de cascos de protección personal.



#### **1.5.4.1. Historia del Departamento de Vehículos Blindados**

En 1981 siendo jefe del Servicio de Material de Guerra, el coronel de Caballería DEM. Juan Francisco Aguilar Oliva, pensó en la fabricación de un vehículo blindado, similar al VBTP V-100, de manufactura americana, e inicialmente se hizo un vehículo similar al VBPT V-100 en madera, siendo este el primer paso para llevar a cabo la idea; en octubre de ese mismo año se inició la fabricación del primer vehículo blindado, el cual fue fabricado por manos guatemaltecas y por ende, dentro de la institución armada.

Fueron necesarios entre nueve y diez meses para llevar a feliz término la fabricación; para ello se utilizó material blindado proveniente del extranjero, así como accesorios y repuestos que se encontraron en la bodega de este servicio.

Para este trabajo se contó con cuatro especialistas quienes trabajaron de lleno en el corte, pulido, armado y montaje de los diferentes sistemas y conjuntos, así como, los diferentes talleres del Servicio de Material de Guerra, cada quien en su especialidad como por ejemplo, tornos, electromecánica, pintura, tapicería, carpintería.

Posteriormente, se inició la fabricación de un segundo vehículos, ya con las modificaciones y mejoras que se le hicieron al primer carro.

El 01 de febrero de 1983 por disposición del Ministro de la Defensa Nacional en Orden General para Oficiales No.6-83 en el punto 193 se dispone crear el Departamento de Producción de Vehículos Blindados formado por las secciones siguientes:

- A. Sección de diseño, dibujo y supervisión
- B. Sección de corte
- C. Sección de soldadura
- D. Sección de tornos
- E. Sección de mecánica
- F. Sección de electromecánica
- G. Sección de pintura

En febrero de 1983 fue creada, con el aval de la superioridad, la fábrica de vehículos blindados del Ejército de Guatemala, autorizando para ello veinticinco plazas distribuidas en diferentes secciones e iniciando así la fabricación en serie para completar cinco vehículos, los cuales al estar terminados formaron el primer Escuadrón de Blindados en la Zona Militar No. 1715, Quetzaltenango.

Luego se hicieron cinco vehículos más los que posteriormente formaron el segundo Escuadrón de Blindados en la Zona Militar No. 19, con sede en Huehuetenango.

A continuación se fabricaron ocho vehículos, los cuales fueron dos a la Zona Militar No. 23, con sede en Poptún, Petén, en donde trabajaron por espacio de dos años aproximadamente, tiempo durante el cual fueron concentrados los diez VBTP M-113 en este servicio para su reparación general.

Por solicitud de la comandancia de la Zona Militar No. 23, los ocho armadillos fueron reconcentrados en este Servicio, ya que por el tipo de terreno del departamento petenero, no presentaban la eficacia de los VBTP M-113, por lo cual solicitaron que les fueran devueltos dichos vehículos, los cuales ya estaban reparados en su totalidad.

Paralelo a lo anterior, se iniciaron los estudios para fabricar doce vehículos más, procediendo a hacer el requerimiento de los materiales, repuestos y accesorios para tal fin; asimismo, con la colaboración del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Guatemala, al haber agregado un dibujante calculista, se dio inicio a la elaboración de planos en general del VBLM armadillo.

Se continúa con la fabricación de dos vehículos más para completar diez, es decir, ocho de la Zona Militar No. 23, y dos fabricados, los que más tarde formarían el Escuadrón de la Zona Militar No. 22, Playa Grande, Quiché y el cambio directo de los de la Zona militar no. 1715, Quetzaltenango, los cuales a su vez, formaron el Escuadrón en la Base Militar La Aurora. Se inicia la fabricación de cinco vehículos más, los cuales formarían el Escuadrón en la Zona Militar No. 12, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

En la última fase se fabricaron cinco vehículos, los que estuvieron terminados en 1994, fueron distribuidos tres en cambio directo con la Zona Militar No. 19, Huehuetenango y dos a la Zona Militar No. 8, Chiquimula.

En este departamento fue fabricada la Unidad Antidisturbios que actualmente se encuentra en el cuartel general del Ejército de Guatemala. Asimismo, fueron modificados dos camiones de  $\frac{1}{4}$  de tonelada M151A2 a camiones de  $\frac{1}{4}$  con tracción en los tres ejes, o sea, 6 X 8; uno de estos vehículos fue diseñado como ambulancia, dicho vehículo fue asignado a la Zona Militar No. 22, Playa Grande, Ixcán, Quiché, y el otro fue a la Escuela Kaibiles, con sede en Poptún, Petén. A estos vehículos se les denominó salchichas, por las dimensiones que alcanzaron en la modificación.

Se fabricaron dos vehículos armadillos a escala, uno que actualmente es utilizado en stands militares en diferentes lugares de la República y el otro que forma parte del monumento en el interior de este servicio, que dicho sea de paso, también fue elaborado por el personal de este departamento.

En el Departamento de Blindados, además de las funciones que le competen, ha iniciado otros proyectos que por una u otra razón no han continuado como por ejemplo la fabricación del Danto, la Torreta Camaleón y la modificación del Vehículo de Asalto "Rby".

#### **1.5.4.2. Historia del Departamento de Armas**

El Departamento de Armas del Servicio de Material de Guerra, desde que se fundó, desempeñó funciones importantes. Se sabe que comenzó a funcionar con cinco elementos, tomando en cuenta la escasez de técnicos armeros del Ejército de los Estado Unidos de América, dio la oportunidad a personal de especialistas del Ejército de Guatemala para participar en el curso de reparación de armas de infantería, artillería y aparatos ópticos, creándose con esto, personal tecnificado y aumentando personal del Departamento de Armas.

Cabe mencionar que el Departamento de Armas principió sus funciones en el 2o nivel de tornos, donde actualmente funciona la cafetería de especialista y según versiones del personal que se jubiló, el general Laugerud García, ex presidente de la República de Guatemala tuvo influencia positiva, en el sentido de que se fundara el Servicio de Material de Guerra y por ende el Departamento de Armas.

Para ese entonces, el Ejército de los Estados Unidos de América, abastecía todos los Departamentos del Servicio de Material de Guerra con

repuestos necesarios para armamento de infantería y artillería, vehículos versión militar, livianos y pesados, cubriendo así, todos los escalones de mantenimiento en el departamento, diferentes zonas y comandos militares.

Pero en 1976, por razones políticas, el Ejército de los Estados Unidos de América, cortó todo tipo de ayuda militar al Ejército de Guatemala; es allí, en donde el Ejército de Guatemala comienza a sentir la necesidad de repuestos, ya que el uso de todo el material bélico comienza el desgaste y deterioro de lo antes descrito, aumentando más en los años 79, 70, 81, 82, 83 y 84, fue cuando la guerrilla aumentó el hostigamiento en nor-occidente, parte de sur-occidente. Es aquí en donde entra la creatividad del personal del Departamento de Armas y se comienza con la fabricación de repuestos, reconstrucción y modificación de diferentes armas.

Dentro de la fabricación y modificación se puede mencionar el mortero SMG V-1, calibre 60 mm, el cual fue construido con la ayuda de los talleres de Tornos y Armadillos, cunas para ametralladora MAG y ametralladora calibre 30", pedestales para ametralladora MAG y ametralladoras calibre 30".

Los morteros fueron fabricados en 1984, las cunas y pedestales en los 1981 y 1982, máquina para elaborar cartuchos cal. 7.62 mm., ametralladora MAG, adaptaciones de ametralladora MAG cal. 7.62 mm. Y los coaxiales que van en los VBLM armadillos en 1988 aproximadamente.

En 1994, de acuerdo a las necesidades se modificó el fusil galil Kel a minigalil (1979 - 1980), y la adaptación del lanza-granadas M203, calibre 40 mm al fusil galil Kel, procediéndose a la adaptación de setenta y dos lanzagranadas M203 calibre 40 mm., al fusil galil modelo Kel, efectuándose pruebas dando buenos resultados, de los cuales están distribuidos en el Puerto de San José.

El personal del Departamento de Armas, durante la guerra interna del país, desempeñó funciones tan importantes para mantener la potencia de fuego, específicamente de 1979 a 1990; el hostigamiento fue demasiado fuerte, el departamento no contaba con repuestos, no había campo de compra en el exterior, el armamento cada día más deteriorado, es aquí en donde la artesanía del personal del departamento entra en acción, con la reconstrucción y fabricación de piezas a bajo costo porque se fabricó piezas, sacando materia prima de la chatarra, se dice a bajo costo, ya que el departamento para ese entonces tenía para compra de materia prima Q 300.00 mensuales.

#### **1.6. Jerarquía de operaciones**

Quedando organizado dentro de los cuadros del Ejército de Guatemala, dependiendo directamente del ese entonces Estado Mayor General del Ejército de la forma siguiente:

- A. Jefatura: encargado de la toma de decisiones y órdenes que se deberán cumplir por todo el personal asignado al comando militar.
- B. Subjefatura: encargado de la delegación de tareas, revisión de informes y verificación del cumplimiento de órdenes.
- C. Tercer jefe e inspector general: asignación de presupuestos, manejo de fondos y seguimiento de la culminación de tareas.
- D. Sección de Personal y Logística: control de la asistencia, verificación del estado de fuerza, trámite de permisos y asignación de proyectos.

- E. Sección de Inteligencia y Operaciones: ejecución de proyectos, planificación de tareas e investigación.
- F. Departamento de Armas: encargado de la reparación, reconstrucción y mejora de las armas que necesitan mantenimiento.
- G. Departamento de Mecánica: presta servicios de mantenimiento y reparación a los vehículos livianos propiedad del Ejército de Guatemala.
- H. Departamento de Abastecimientos: encargado de verificar las existencias de materiales necesarios para las funciones y operaciones efectivas del servicio.
- I. Departamento de Electromecánica: presta el servicio de reparación e inspección de la parte electrónica y eléctrica de los vehículos del Ejército de Guatemala.
- J. Grupo Móvil de Mantenimiento: encargado de darle mantenimiento a vehículos u otros bienes del Ejército de Guatemala que están en operaciones o bien no son móviles.

### **1.7. El comando militar actual**

Desde su creación existió preocupación por instruir personal en los conceptos de mantenimiento y operación de material de guerra, dirigidos primero a los conductores y extendiéndolos posteriormente a los armeros y operadores de cocinas de campaña posteriormente.

Llegándose a impartir en la actualidad entrenamiento a mecánicos armeros ajustadores de banco, adiestramiento para jefes de transportes, mantenimiento de vehículos blindados de transporte de personal, no existiendo un lugar adecuado para impartir las conferencias y cursos, se utilizaban diferentes lugares dentro de este servicio, hasta en mayo de 1981 en que fue inaugurado un edificio específico para la Escuela Mantenimiento.

Actualmente, además de la misión original de mantenimiento y reparación de vehículos y armamento en todos los escalones, el Servicio de Material de Guerra, ha iniciado con éxito la fabricación de repuestos para vehículos y armamento como morteros, vehículos blindados como el "armadillo" y otros.

Habiéndose fabricado hasta la fecha 30 vehículos blindados tipo "armadillo" los cuales se encuentran distribuidos en diferentes zonas del interior de la república de acuerdo a lo estipulado por el Estado Mayor de la Defensa Nacional.

Se efectuaron modificaciones de las ametralladoras MAG terrestres a ametralladoras coaxiales electrónicas en los vehículos armadillos.



## **2. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE REMODELACIÓN DE CASCOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y DE POLÍGONOS DE TIRO REGULAR**

### **2.1. Definición de casco de protección personal**

Un casco es una forma de prenda protectora usada en la cabeza y hecha generalmente de material resistente, típicamente para la protección de la cabeza contra objetos que caen o colisiones a alta velocidad. Un casco cubre como mínimo la coronilla, la frente y la sien.

Para este caso particular de estudio, los cascos de protección personal son aquellos usados por los soldados del Ejército de Guatemala para resguardar su integridad en caso de ataques con armas de fuego o bien contundentes.

Por otra parte, cuentan con diseño pixelado, el cual complementa el uniforme, cuenta con un barbiquejo para asegurar su posición sobre la cabeza y una guarnición tipo “araña” para asentarse en una posición cómoda para el usuario de este.

### **2.2. Historia del casco de protección personal israelí**

La aparición de nuevos materiales estaba revolucionando la fabricación de cascos de combate y casi diez años más tarde de la entrega del M<sup>o</sup> OR 201 se distribuyó un nuevo modelo, el M<sup>o</sup> OR 404.

El nuevo casco conservaba el casco original de plástico balístico, pero las razones económicas que aún influyeron en la composición del material fueron superadas y progresivamente se impuso el Kevlar como material definitivo.

La forma semiesférica, con el frente más despejado que el resto del casco, permitirá su utilización incluso por las unidades especiales, paracaidistas incluidos. La carencia de visera ya había sido valorada al designar en su día el casco de paracaidista inglés como casco prácticamente reglamentario.

El diseño de este casco, sin visera ni falda posterior cubre-nucas, permite una cómoda utilización de máscaras antigás, binoculares, elementos de telefonía, visores nocturnos, etc.

Se mejoró el acabado. El interior, que en el modelo anterior mostraba una capa de barniz, ahora todo el casco estaba forrado interiormente. El rebordeado mantiene el junquillo de neopreno negro de 10 mm.

Fabricado, por razones de economía, en fibra de vidrio y plástico balístico sumergido en numerosas capas de resina, tiene un espesor de 8 mm. Todo el casco va rebordeado mediante un junquillo de caucho de 10 mm.

También la guarnición sufrió importantes variaciones, aunque se mantuvo el "espíritu" de su predecesor. En la guarnición, tipo *Cradle*, las tres tiras de 25 mm, de tejido sintético ahora es en color negro. La sudadera en cuero claro. Entre la sudadera y el casco se intercalan dos fuertes refuerzos de goma negra (frontal y occipital) de 120 mm x 25 mm, más otros tacos menores (35 mm) del mismo material, con encajes para el zuncho.

Bajo la bóveda aparece pegado al forro de tejido de vidrio, el disco amortiguador, de neopreno, de 60 mm de diámetro. Entre la sudadera y el casco se intercalan dos fuertes refuerzos de goma negra (frontal y occipital) de 120 mm x 25 mm, más otros tacos menores (35 mm) del mismo material, con encajes para el zuncho.

De tejido sintético verde de 20 mm está forrado en las zonas que abarcan el mentón, con cuero de color claro. Se sujeta a la nuca mediante una fuerte argolla basculante.

Los enganches laterales en el M<sup>o</sup> OR 404 utilizan tornillos con tuerca interior con ranura, remachados y con arandelas de 19 mm (o también con tornillo con ranura al exterior). Un par de hebillas correderas permiten, mediante unas pequeñas lengüetas de cuero, el ajuste en los dos lados.

Se sujeta a la nuca mediante una fuerte argolla basculante en un rebaje del taco de neopreno amortiguador posterior. Los soportes laterales se fijan mediante remaches y sujetan hebillas basculantes con dentado de retención que permiten los ajustes laterales.

Otra anilla corredera, colocada a la izquierda, permite ajustar el barboquejo a un enganche rápido de material plástico negro que sustituye a la hebilla tradicional. Bajo este fuerte enganche, una pieza triangular de badana protege el rostro de su portador.

El diseño de este casco, similar al de su predecesor M<sup>o</sup> OR 201, sin visera ni falda posterior cubre-nucas, permite una cómoda utilización de máscaras antigás, binoculares, elementos de telefonía, visores nocturnos, etc.

Aunque evidentemente influenciado por los cascos de paracaidista británicos, tanto el M° OR 201 como este M° OR 404, crearon, a su vez, una tendencia que se ha marcado en numerosos cascos de nueva generación.

Figura 1. Descripción del casco de protección personal israelí

<b>Denominación:</b>	<b>OR 404 (1976-85). "NATIONAL".</b>	<b>Ficha 1/1</b>	
<b>Proyecto:</b>	<b>Fabricado por Orlite Enginnering Cº.</b>	<b>Fabricado:</b>	<b>1985.</b>
<b>Destinos:</b>	<b>Uso general.</b>	<b>Distribuido:</b>	<b>1980.</b>
<b>Guarnición:</b>	<b>Tipo cradle.</b>	<b>Periodo:</b>	<b>Años 80/90.</b>
<b>Barboquejo:</b>	<b>Mimetización: Red, funda mimética, tela mimética sin ajustar</b>	<b>País de origen:</b>	<b>Israel.</b>
<b>Características:</b>	<b>Tipo de casco última generación.</b>	<b>Variante:</b>	<b>M° OR 202-76.</b>
<b>Otros:</b>		<b>Material:</b>	<b>Kevlar.</b>
<b>Balística:</b>		<b>Peso:</b>	<b>1,650 g.</b>
		<b>Talla:</b>	<b>2.</b>
		<b>Color:</b>	<b>camuflaje</b>

Fuente: datos de fabricante.

### 2.2.1. Propiedades mecánicas del Kevlar

Las propiedades mecánicas del Kevlar son aquellas que brindan características de resistencia, tenacidad, soporte y capacidad de absorber impactos, lo cual es fundamental para la fabricación de elementos de protección personal.

### **2.2.1.1. Rigidez**

El Kevlar posee una excepcional rigidez para tratarse de una fibra polimérica. El valor del módulo de elasticidad a temperatura ambiente es de entre a 80 GPa (Kevlar29) y 120 GPa (Kevlar49). El valor de un acero típico es de 200 GPa.

Esto ofrece las características de estabilidad que necesita mantener la forma. En aplicaciones tan particulares como los equipos de protección personal, es necesaria la capacidad de mantener la forma, aún bajo esfuerzos externos de compresión y tensión.

### **2.2.1.2. Resistencia**

El Kevlar posee una excepcional resistencia a la tracción, de entorno a los 3,5 GPa. El acero, por el contrario tiene una resistencia de 1,5 GPa. La excepcional resistencia del Kevlar (y de otras poliacrilamidas similares) se debe a la orientación de sus cadenas moleculares, en dirección del eje de la fibra, así como a la gran cantidad de enlaces por puentes de hidrógeno entre las cadenas, entre los grupos amida (ver estructura en anexos).

Esta superior resistencia permite que tenga aplicaciones de seguridad, como en el caso del equipo de protección personal de los ejércitos del mundo, así como también en blindajes.

Además de ser utilizado en construcción de aviones, trenes y barcos, por ser más ligeros y duraderos. Los cual también repercute en un ahorro de combustible y una mejor y más eficiente combustión (en el caso de los que poseen motores de combustión interna).

### **2.2.1.3. Elongación a rotura**

El Kevlar posee una elongación a rotura de entorno al 3,6 % (Kevlar 29) y 2,4 % (Kevlar 49) mientras que el acero rompe entorno al 1 % de su deformación. Esto hace que el Kevlar sea un material más tenaz y absorba mucha mayor cantidad de energía que el acero antes de su rotura.

Esta característica particular del Kevlar, hace que por ejemplo, los chalecos antibalas o bien los cascos, no permitan el paso del proyectil, protegiendo la integridad del usuario de estos elementos de seguridad.

### **2.2.1.4. Tenacidad**

La tenacidad (energía absorbida antes de la rotura) del Kevlar es en torno a los 50 MJ/m<sup>3</sup>, frente a los 6 MJ/m<sup>3</sup> del acero. Esto implica que la capacidad de dispersar la energía emitida por proyectiles que impactan en zonas del cuerpo protegidas por elementos reforzados por fibras de Kevlar, es tal, que no causaran daños severos al usuario de estos.

La capacidad de absorción de energía antes de presentar la falla, permite que sus aplicaciones varíen, sin embargo, los avances en la tecnología militar ha permitido que se desarrolle en áreas específicas como la protección personal, el blindaje y protección de vehículos especiales.

Por otra parte, se desarrollan aplicaciones militares estratégicas, como en el caso del recubrimiento de submarinos para disminuir el ruido que provocan, esto con el objetivo de hacerlos imperceptibles a los sonares de barcos y otros submarinos enemigos.

#### **2.2.1.5. Propiedades térmicas**

El Kevlar descompone a altas temperaturas, entre 420 a 480 °C, manteniendo parte de sus propiedades mecánicas incluso a temperaturas cercanas a su temperatura de descomposición.

El módulo elástico se reduce entorno a un 20 % cuando se emplea la fibra a 180 °C durante 500 horas. Estas propiedades junto con su resistencia química hacen del Kevlar un material muy utilizado en equipos de protección.

### **2.3. Proceso de remodelación de cascos de protección personal**

El proceso de remodelación implica la reconstrucción parcial o total (según el caso lo amerite) del elemento de protección personal para la cabeza del soldado en servicio.

Consistente en la modificación del interior del casco (guarnición tipo *Craddle*) reemplazando todos los soportes por unos nuevos de cintas de poliéster más resistentes y que proporcionan una sensación de frescura al usuario final de este.

También en la sustitución de todas las hebillas de soporte y de ajuste, cosido de barbiquejo y colocación de una barbillerera de cuero, que será más cómoda para quien use el casco.

Reemplazo total de todos los remaches que unen la guarnición al interior del casco, así también los que sostienen las hebillas en su lugar. Implica también la colocación de cinco esponjas, que se encargan de amortiguar impactos y que ayudan a hacer más ergonómico el casco.

Por otra parte, también resalta la necesidad de cambiar totalmente el empaque cobertor de la orilla, lo cual protege al usuario contra cortaduras por los bordes de este, además de brindarle al casco protección contra impactos o caídas.

Por último, la modificación conlleva al cambio más notorio, el cual es el diseño pixelado (utilizado recientemente en los nuevos uniformes militares) y la pintura de este (en colores negro, verde musgo, marrón y blanco).

### **2.3.1. Antecedentes del proceso**

El proyecto inicia a petición del señor director de la Escuela Politécnica San Juan Sacatepéquez, general de Brigada Pedro Amado Robles Valle. En el mensaje oficial dirigido al señor jefe del Estado Mayor de la Defensa Nacional, con fecha 22 de noviembre de 2011, se solicita la reparación de cien catres de aluminio, veinticinco equipos compactos, trescientos sesenta y tres espadines y quinientos noventa cascos israelitas faltantes de barbiquejo y protector de cabeza.

A esto, se solicitan cotizaciones para poner en marcha el proceso. Sin embargo, a causa de los costos elevados, se redirige el proyecto de remodelación de cascos de protección personal hacia el Servicio de Material de Guerra. En agosto de 2012, se entregan 1226 cascos para su modificación y restauración, los cuales serán destinados para los diversos comandos militares en el territorio nacional.

El casco a modificar brinda protección al usuario contra elementos contundentes, objetos punzocortantes y contra balas subsónicas (0,380, el 0,40



de 180 granos y el 0,45 de 230, 200 y 185 granos son normalmente subsónicos; velocidad de la bala < 340 m/s).

Lo anterior supone que las modificaciones brindarían protección al personal que use dicho elemento, evitando daños graves a la cabeza. Los cascos de protección personal han estado en servicio por 37 años, desde 1976 a la fecha. La vida útil de dichos cascos es de aproximadamente de 10 años; la cual se ve superada casi en cuatro veces por el tiempo de uso de estos.

Esto hace realmente necesario darles un mantenimiento correctivo, logrando alcanzar óptimos resultados, siendo estos el rediseño, mejora y reutilización de estos elementos de protección personal.

Esta primer orden (1226 cascos) fueron trabajados desde agosto de 2012 (mes en que se recibieron) hasta febrero de 2013 (mes en el que se entregan mejorados, completos y listos para su distribución y utilización).

Durante el proceso se realizaron varias pruebas de modificación, entre las cuales se ven involucrados el material para los barbiquejos y arañas, el grosor y tipo de empaque a utilizar en los bordes de los cascos, el diseño y tipo de pintura, entre otros. Las primeras pruebas no convencían debido al grosor de las cintas que lo sostienen a la cabeza y acomoda el casco a la posición correcta. El material que se utilizaría para absorber y amortiguar golpes no estaba bien definido, así tampoco su forma y ubicación dentro del casco.

Se agregaron piezas que cumplirían con la función de brindar comodidad y eviten desajustes durante su uso. Por tanto el nuevo diseño del casco brinda soporte, confort y estabilidad a la cabeza de la persona que haga uso de este.

Las mejoras en el casco y su funcionamiento fueron sensibles, se proporcionan accesorios de calidad que mejoran la experiencia del uso de este. Se pretende evitar la sensación de humedad al sudar, se sustituyen elementos que provocan calor en el rostro y cuello de quien lo usa, se utilizan elementos que son propuestos para brindar flexibilidad a las cintas de sujeción y que sean ergonómicos al rostro.

A pesar de estas mejoras, esto también ha implicado una sobrecarga en las operaciones de los trabajadores del Servicio de Material de Guerra (SMG).

Provocando que haya un excedente de trabajo y debido a la escasez de personal, ha incurrido en la obligación de trabajar horas extras, e incluso durante fines de semana, para lograr cumplir con las fechas establecidas para entregar el pedido completo.

Este problema conlleva a otro mayor, cuando un operario realiza tareas repetitivas y el tiempo de trabajo es prolongado, este tiende a experimentar fatiga. La fatiga, tanto si es mental - es decir originada por el trabajo psíquico o nervioso - como si es corporal - originada por el trabajo físico o muscular es un peculiar estado individual, y se caracteriza por fenómenos conscientes y por fenómenos objetivos. Los primeros constituyen la sensación de fatiga, cansancio o agotamiento, que unida a diversas molestias, integra la llamada fatiga subjetiva; los segundos consisten en una disminución del rendimiento (en cantidad, en calidad, o en ambas formas).

Cuando alguien afirma que se está fatigando, generalmente lo hace porque siente que el esfuerzo que realiza para lograr el trabajo le resulta progresivamente más penoso, y va acompañado de malestares tales como

sensaciones dolorosas de tensión, congestión, vacío, etc., en diversas partes del cuerpo.

De esto, es consecuencia también una baja en la productividad total del operario; lo cual conduce a un aumento en mermas (tiempo y recursos), aparición de defectos o errores que pueden comprometer la calidad total del producto final, causas de accidentes, entre otros. La capacidad de ejecutar trabajos físicos varía mucho entre las personas. Estas difieren en su salud general y resistencia física, y estos factores influyen en la rapidez y eficiencia con que cumplen sus deberes.

“Conforme se desarrolla la fatiga, la ejecución de una tarea se hace irregular. Los distintos acontecimientos no se producen en el mismo orden regular con que lo hacen en el estado de no fatiga. El compás del trabajo cambia; no todas las fases se retrasan, aunque algunas lo hacen, y por consiguiente el rendimiento se vuelve menos seguido. Estas irregularidades aparecen al principio en ráfagas cortas, pero posteriormente la irregularidad se mantiene durante más tiempo con un período de recuperación más corto. Las irregularidades pueden entonces afectar a cada una de las fases de la tarea, y si se trata de una fabricación, la producción disminuye a veces con bastante brusquedad, tanto en cantidad como en calidad”<sup>1</sup>.

La edad es otro factor de importancia; los más jóvenes suelen conservar un alto rendimiento. Según los operarios, el proceso ha sido desgastante y exigente; les queda poco tiempo para descansar y algunos se sienten incluso aturcidos. Durante entrevistas realizadas a estos, también se revela que a pesar de no ser un trabajo que involucre esfuerzos corporales y musculares

---

<sup>1</sup>ASETEMYT, *Asociación Española de Técnicos en Métodos y Tiempos*, Enrique Álvarez Negosheva, La fatiga, un poco más. Disponible en: <http://www.asetemyt.com/2011/06/la-fatiga-un-poco-mas/>

grandes, si ha causado desgaste mental y fatiga debido a la repetitividad de las tareas.

Por otra parte, el proceso involucra los Departamentos de Tapicería, Pintura y Armas; en donde se realizan las diversas operaciones que tienen como objetivo final la modificación y regeneración de los cascos de protección personal.

En el Departamento de Tapicería, se realizan las operaciones primarias del proceso: desmonte de los componentes internos del casco, quitado de remaches y del empaque que rodea los bordes del casco; también se costuran las arañas y barbiquejos que se ubican en el interior del casco y dan soporte al casco cuando sea colocado; es acá también donde se lleva a cabo el proceso de instalación de todos los componentes del casco (remachado, fijación de grapas y roldanas, y sujeción de los barbiquejos).

En el Departamento de Pintura, se realizan las operaciones de aplicación de pintura base, protectora, diseño militar (pixelado) y transparente, y pintura del interior del casco; además del tratamiento de hebillas, roldanas y grapas que se incluyen como sistema de soporte y ajuste del casco.

Por último, en el Departamento de Armas, se realizan las operaciones de *sandblast* de hebillas, roldanas y grapas que sostienen al barbiquejo y araña dentro del casco, además de la colocación de punteros en las puntas del barbiquejo.

El trabajo conjunto de dichos departamentos, resulta en la reconstrucción del casco de protección personal, además de darle un aspecto novedoso y vanguardista. El proceso en general, es complejo y tiende a ser tedioso, dada la

repetitividad de las actividades y la cantidad de piezas a trabajar. El trabajo de modificación es minucioso debido al tamaño de las piezas que ensamblan.

Las operaciones actualmente son llevadas a cabo por los especialistas y soldados del Servicio de Material de Guerra, y a consecuencia de la gran cantidad de piezas y detalles que se necesitan trabajar, estos no se dan abasto.

Las jornadas laborales deben ser extendidas, cumpliendo horas extras y a veces inclusive trabajando fines de semana para lograr cumplir con los parámetros de tiempo establecidos para la culminación del proyecto.

Por tanto se deben verificar que tanto las instalaciones, como el personal que se encuentra desempeñando las operaciones de mejoras, sean óptimas para lograr productos de calidad y que la productividad del operario sea máxima; evitando fatigas, cansancio y desgastes por falta de períodos de descanso adecuados.

### **2.3.2. Datos del proceso de remodelación actual**

Los tiempos que se muestran en las tablas siguientes, fueron tomados durante varias jornadas laborales, a distintas horas del día y posteriormente seleccionados aleatoriamente; de esta manera se pretende obtener un tiempo promedio que refleje todas las variables que pueden ocurrir en el proceso.

El tiempo de operación es el referido al que se demora el operario en culminar la tarea por cada pieza o sección del producto. Este tiempo involucra la selección, manejo y trabajo por cada pieza. Además, de estar también envuelto en esto, la inspección parcial o final (dependiendo de la estación en la que se encuentre la pieza o piezas trabajadas).

El tiempo de reabastecimiento, es aquel que muestra el período transcurrido desde la culminación de una pieza o sección, hasta el comienzo de otra o bien almacenamiento (temporal o final), dependiendo de la estación en que se encuentre.

La cantidad total de cascos de protección personal, actualmente es de 1 500; sin embargo, se presume esta cantidad será aumentada en 2 000 unidades más. Para un total de 3 500 cascos de protección personal modificados por el Servicio de Material del Guerra.

#### **2.3.2.1. Tablas de datos del proceso de remodelación de cascos de protección personal**

A continuación se describen los elementos que serán indispensables para concluir con los trabajos de modificación y remodelación de los cascos de protección personal.

Las cantidades descritas, son representativas para realizar la modificación a una unidad, por lo que para obtener un total de piezas requeridas para el proyecto completo, debe agregársele al menos un 10 % más de materiales, con la finalidad de prever las mermas por errores operacionales o bien poder suplir piezas que estén defectuosas.

Por otra parte, se debe mencionar que los materiales utilizados son obtenidos de proveedores locales, esto para fomentar el desarrollo de los negocios de Guatemala y también así optimizar el tiempo de entrega de los productos que serán necesarios en las modificaciones que el personal del Servicio de Material de Guerra realizará.

Tabla I. **Componentes del casco de protección personal**

No.	Componentes	Cantidad
1	Empaque (cinta)	1
2	Roldanas	6
3	Hebillas	4
4	Grapas	6
5	Barbiquejo	1
6	Araña (Guarnición)	1
7	Remaches	8
8	Esponjas	5
9	Punteros	3
10	Cuero (pieza)	1
11	Sudadera	1

Fuente: información del diseño.

El empaque o cinta de empaque es la que rodeará la orilla del casco, con finalidad de protegerlo de golpes. Este debe ser 1/8" de grosor y 17" de largo. De igual manera, las cintas utilizadas para la guarnición y para el barbiquejo, es una combinación de polyester y algodón.

Es importante mencionar que las roldanas, hebillas y grapas son de acero inoxidable y el tratamiento de limpieza que se les dará tiene como objetivo la preparación de estas para aplicarle nuevamente pintura.

Por último, la pieza de cuero y la sudadera serán colocadas al centro de la guarnición y sobre la parte frontal del casco, para darle comodidad al usuario de este.

Tabla II. **Tiempo de pulido y esmerilado del casco de protección personal**

Corrida	Tiempo de operación (min.)	Tiempo de reabastecimiento (min.)
1.	1,48	0,06
2.	1,56	0,05
3.	1,33	0,07
4.	1,50	0,05
5.	1,57	0,06
6.	1,45	0,07
7.	1,56	0,07
8.	1,46	0,04
9.	1,57	0,08
10.	1,56	0,06
<b>Promedio</b>	<b>1,504</b>	<b>0,061</b>

Fuente: datos obtenidos durante operación.

Tabla III. **Tiempo de cosido de barbiquejo (sin punteros ni hebilla)**

Corrida	Tiempo de operación (min.)	Tiempo de reabastecimiento (min.)
1.	8,26	0,07
2.	8,16	0,05
3.	8,12	0,06
4.	7,56	0,05
5.	6,43	0,06
6.	8,10	0,06
7.	8,25	0,07



Continuación de la tabla III.

8.	7,58	0,04
9.	8,02	0,06
10.	7,45	0,07
<b>Promedio</b>	<b>8,193</b>	<b>0,059</b>

Fuente: datos obtenidos durante operación.

Tabla IV. **Tiempo de engomado de casco**

Corrida	Tiempo de operación (seg.)	Tiempo de reabastecimiento (min.)
1.	2,45	0,04
2.	2,58	0,05
3.	2,45	0,04
4.	2,32	0,07
5.	2,47	0,04
6.	2,52	0,05
7.	2,43	0,03
8.	2,53	0,04
9.	2,13	0,04
10.	2,24	0,05
<b>Promedio</b>	<b>2,412</b>	<b>0,04</b>

Fuente: datos obtenidos durante operación.

Tabla V. **Tiempo de preparación y prepegado de empaque**

Corrida	Tiempo de operación (min.)	Tiempo de reabastecimiento (min.)
1.	2,50	0,05
2.	2,56	0,10
3.	2,34	0,03
4.	2,53	0,06
5.	2,56	0,05
6.	3,02	0,12
7.	2,45	0,04
8.	3,04	0,07
9.	3,00	0,09
10.	2,54	0,06
<b>Promedio</b>	<b>2,55</b>	<b>0,067</b>

Fuente: datos obtenidos durante operación.

Tabla VI. **Tiempo de pegado y secado de empaque**

Corrida	Tiempo de operación (min.)	Tiempo de reabastecimiento (min.)
1.	7,19	0,47
2.	7,11	0,22
3.	8,45	0,37
4.	7,34	0,34
5.	8,03	0,44
6.	7,56	0,23
7.	8,13	0,54
8.	7,36	0,43

Continuación de la tabla VI.

9.	7,34	0,23
10.	7,40	0,54
<b>Promedio</b>	<b>7,591</b>	<b>0,381</b>

Fuente: datos obtenidos durante operación.

Tabla VII. **Tiempo de cosido de araña**

Corrida	Tiempo de operación (min.)	Tiempo de reabastecimiento (min.)
1.	19,20	1,12
2.	20,32	1,11
3.	20,24	1,12
4.	20,12	1,13
5.	19,56	1,10
6.	19,20	1,06
7.	20,50	1,14
8.	19,56	1,08
9.	20,02	1,06
10.	21,10	1,14
<b>Promedio</b>	<b>20,382</b>	<b>1,18</b>

Fuente: datos obtenidos durante operación.

**Tabla VIII. Tiempo de pegado de esponjas, perforado y remachado de arañas, remache de hebillas y soportes, y ensamble de barbiquejo**

Corrida	Tiempo de operación (min.)	Tiempo de reabastecimiento (min.)
1.	20,25	2,12
2.	20,54	1,45
3.	20,32	2,12
4.	20,42	2,13
5.	21,33	1,45
6.	29,24	1,56
7.	20,23	2,14
8.	22,03	2,08
9.	20,45	1,56
10.	19,10	1,34
<b>Promedio</b>	<b>20,382</b>	<b>2,195</b>

Fuente: datos obtenidos durante operación.

A partir de las tablas anteriores, se construye la tabla IX de resumen, conteniendo la cantidad de tiempo total que se invierte en el proceso completo de remodelación de cascos de protección personal.

Esta tabla resulta de gran utilidad y como guía para futuros proyectos, pues fundamenta el tiempo invertido, así como orienta un panorama en la cantidad de recursos necesarios para la culminación de un proyecto de esta índole.

Tabla IX. **Tiempos de otras operaciones y resumen de lo anterior**

<b>No.</b>	<b>Operación</b>	<b>Duración</b>
1.	Cortado de cintas de tela y de la cinta de empaque	30 segs. (por cinta, 6 unidades)
2.	Quemado de puntas de cinta de tela	11 segs. (por 6 puntas)
3.	Colocación de hebillas, roldanas y grapas	5 min. (200 piezas)
4.	Pintura (1 capa) de hebillas, roldanas y grapas	4 min. (200 unidades)
5.	Pintura interior del casco	1 min.
6.	Pintura base y transparente exterior del casco	2 min 30 seg
7.	Pintura exterior casco	2 min Color de pixelado. (3 colores)
8.	Remachado de araña	1 min 30 seg
9.	Colocación de barbiquejos	45 seg
10.	Pulido y esmerilado del casco	1 min 57 seg
11.	Cosido de barbiquejo	8 min 25 seg
12.	Engomado de casco	2 min 45 seg
13.	Preparación y pre-pegado de empaque	3 min 03 seg
14.	Pegado y secado de empaque	8 min 37 seg
15.	Cosido de araña	20 min 38 seg
16.	Secado de grapas, hebillas y roldanas	3 hrs
17.	Secado del interior del casco	6 hrs
18.	Secado del exterior del casco	8 hrs
19.	Secado del pixelado del casco	8 hrs (para pixelado y transparente)
20.	Pegado de esponjas, perforado y remachado de arañas, remache de hebillas y soportes, y ensamble de barbiquejo	22 min 57 seg
	<b>Tiempo total</b>	<b>32 hrs 30 min 42 segs</b>

Fuente: datos obtenidos durante operación.

El tiempo total de fabricación de un casco es de 32 hrs 30 min 42 segs. Tomando en cuenta el tiempo de transición y tiempo de espera necesarios para el transporte y secado de las piezas que serán pintadas.

Es importante notar que las actividades que más tiempo demoran serán las de pintura y secado, estas pues implica gran cantidad de tiempo la colocación de las hebillas, roldanas y grapas para poder aplicar la pintura. Además, en la operación propia, la estación con más tiempo consumido es la de costuras. Esto por la falta de personal y la cantidad abundante de ensamblajes que son necesarias.

#### **2.3.2.2. Personal disponible para operaciones**

En el Departamento de Tapicería se cuenta con un especialista encargado del taller, quien se encarga de coordinar pedidos de materia prima y de realizar las tareas de costura y reparación de piezas tapizadas, y participan en turnos rotativos, grupos de seis agregados; quienes realizan las operaciones de desarme, pulido, engomado, colocación de empaque, y remache de los cascos de protección personal tipo israelí.

En el Departamento de Pintura se cuenta con la participación de cuatro especialistas encargados del proceso de colocación y pintura del interior, exterior, diseño y aplicación de pintura transparente para los cascos, así también de la colocación y pintura de hebillas, grapas y roldanas, contando también (ocasionalmente) con la colaboración de dos agregados.

En el Departamento de Armas se realizan las operaciones de limpieza y remoción de pintura de hebillas, roldanas y grapas, y colocación de punteros; dichas operaciones las realizan dos especialistas.

### **2.3.3. Especificaciones técnicas**

Las especificaciones técnicas proporcionan el panorama general de construcción y ensamble de los cascos de protección personal. Partiendo de esto, se puede comenzar a realizar los diseños y la planificación para completar la reconstrucción de estos equipos de protección.

#### **2.3.3.1. Modelo**

Año de fabricación: 1977.

#### **2.3.3.2. Seguridad**

Blindaje: NIJ II-A (de baja velocidad 0,9 mm, 0,40 S & W). Esta armadura protege contra 9 mm de metal con nariz redonda (FMJ RN), balas con masas nominales de 8,0 g (124 gr) que afectan a una velocidad mínima de 332 m/s (1090 ft/s) o menos y S&W calibre 0,40 encamisado de metal (FMJ) balas con masas nominales de 11,7 g (180 gr) que afectan a una velocidad mínima de 312 m/s (1 025 ft/s) o menos.

Es muy adecuado para el uso de tiempo completo por los departamentos de seguridad pública, pues es cómodo, seguro y liviano. Cuenta también con recubrimiento de capas de Kevlar.

Además, ofrece protección contra golpes al usuario mediante el acomodamiento interno de esponjas de Eva, Anterior, posterior, lateral y/o de hule.

### **2.3.3.3. Exterior**

La pintura exterior está conformada por un Pixelado, con un fondo mate, y en las orillas cuenta con un empaque tipo PVC. Además, para ser capaz de sujetar los elementos internos, necesita remaches de aluminio Pop.

### **2.3.3.4. Interior**

En su interior, cuenta con una cinta de 1" de algodón y sintético, una cinta de 3/4" de algodón y sintético para barboquejo, una badana clara para cinta de 1", una badana clara para barboquejo, dos hebillas para barboquejo, una hebilla Cuadrante, dos hebillas para guarnición, dos hebillas sujetadoras de barboquejo, dos clip metálicos sujetadores de guarnición, seis roldanas sujetadoras de guarnición, dos ojetes y dos punteras para cinta de  $\frac{3}{4}$  de barboquejo.

Todos estos elementos de cinta serán reemplazados por piezas nuevas. En tanto las roldanas, hebillas y grapas, que sean retiradas y están en buen estado serán tratadas y vueltas a pintar para luego ser reinstaladas en los cascos modificados.

### **2.3.3.5. Dimensiones y capacidades**

Largo: 10 pulgadas

Ancho: 9,5 pulgadas

Alto: 07 pulgadas

Peso: 03 libras



#### **2.3.3.6. Garantía**

1 año, producto de diseño y fabricación israelita.

#### **2.4. Situación actual de los polígonos de tiro regulares**

“Se entiende por polígonos de tiro, los establecimientos que cuenten con la infraestructura necesaria para la práctica de tiro deportiva o de defensa. Las instalaciones deberán cumplir las normas de seguridad que establezca el Reglamento respectivo de la Ley de Armas y Municiones”<sup>2</sup>.

Los polígonos de tiro pueden estar destinados al uso exclusivo y particular de lo que son los miembros del ejército o de los cuerpos y fuerzas de seguridad de un país o bien, si es de carácter empresarial, a la utilización del mismo por parte de las distintas personas que formen parte de un club.

Campos de tiro, son aquellos que se instalan en forma permanente o transitoria en lugares poco habitados o deshabitados, de manera tal que al disparar un arma, la trayectoria de la bala no afecta a los seres vivos u obras de arte. Esta instalación es ideal para la realización de ejercitaciones del denominado "Tiro Práctico".

Un campo de tiro debe tener la más absoluta seguridad, que no entren en las personas o animales sin poder ser detectados. La seguridad dentro del perímetro de los polígonos debe ser rigurosa. No se debe permitir el acceso de personal no autorizado, pues podría acarrear consecuencias severas e incluso letales.

---

<sup>2</sup> Ley de Armas y Municiones, Decreto número 15-2009, Capítulo II, Polígonos de tiro, Art. 89.

Especialmente, los polígonos de tiro asignados al personal militar, deben estar resguardados fuertemente, pues es ahí donde se prueban armamentos que podrían no ser de acceso o del dominio público; o bien podrían ser de armamentos clasificados.

#### **2.4.1. Antecedentes del tiro con arma de fuego**

El tiro con arma de fuego tiene muchas dificultades y desafíos por resolver de parte del tirador. Estas dificultades son mayores en aquellos que comienzan a aprender estas técnicas, dado que no se tiene que ver con actividades motrices comunes que suponen tener experiencias previas desarrolladas desde el mismo momento del nacimiento.

Esto es una destreza muy particular, dado que las sensaciones corporales profundas son la que señalan si están dadas todas las condiciones para lograr un buen impacto sobre el blanco. Tanto para tiradores aficionados, como para el personal militar que reciben entrenamiento en centros de tiro o polígonos, deben ser evaluados psicológica y físicamente para corroborar que se tengan condiciones adecuadas y dominio de situaciones de estrés y/o peligro, y que posean la capacidad del auto control, para asegurar que no se dañará a sujetos inocentes al presentarse una situación de riesgo.

#### **2.4.2. Técnicas de tiro con arma de fuego**

El aprendizaje de estas técnicas supone un alto grado de complejidad en la representación cerebral de los mismos, por esta razón el proceso de aprendizaje de estas técnicas debe ser escalonado, pausado y debidamente planificado.

En este proceso de aprendizaje, se debe planificar paso a paso cada una de las técnicas por desarrollar con el futuro tirador. Así, se puede establecer cuatro tópicos que no se pueden dejar de tomar en cuenta. Ellos son:

- Posición de tiro (estabilidad, equilibrio y la relación del cuerpo con el arma).
- Procesos de respiración (estimulando la relajación, las sensaciones profundas del cuerpo y los sentidos).
- Procesos de puntería (definiendo claramente las miras sobre el blanco).
- Proceso de disparo (asimilando el proceso de disparo como un acto propio).

Cada uno de estos puntos estimula distintos centros sensorio-motores del cerebro. Si se pasan por alto durante el proceso de aprendizaje alguno de estos puntos, el tirador podrá lograr un rendimiento aceptable pero no podrá sostener en el futuro rendimientos sólidos.

#### **2.4.2.1. Posición de tiro**

En primer lugar, se debe desarrollar el contacto del tirador con el arma. Esto permitirá que conozca la empuñadura, cómo tomar el arma, sus dimensiones, su peso, sus mecanismos, su disparador, incluso su color, sus diferentes texturas, etc.

Luego de reconocer el arma, puede tomar una posición de tiro en condiciones que ayuden a lograr buenos impactos. Esta posición puede ser el estar sentado con apoyo, tanto para arma larga como para arma corta. Esta es una posición cómoda, segura, muy estable que permitirá reconocer perfectamente los sistemas funcionales del arma sin riesgos para su persona.

#### **2.4.2.2. Procesos de respiración**

El siguiente paso es demostrarle como el arma se mantiene más firme manteniendo la respiración. Será fundamental en este proceso que se comprenda la importancia de desarrollar un proceso de respiración profundo y diafragmático ocupando así toda la superficie de los pulmones al momento de inspirar. Deben evitarse las respiraciones cortas elevando los hombros.

Se debe explicar que cuanto más profundo y pausado sea el proceso de respiración mejor se oxigenará el cerebro. Un proceso de respiración profundo y rítmico incentiva los reflejos de tranquilidad mejorando así la concentración y los niveles de tensión muscular.

Luego de dos o tres respiraciones profundas se debería mantener la respiración sin agitación por falta de aire al menos 20 por segundos. Este tiempo permitirá disparar entre los 8 y los 10 segundos posteriores al haber tomado una adecuada posición y definido claramente las miras sobre el blanco evitando que se llegue sin aire al momento crítico del disparo.

Este es el momento donde se comienza a adquirir las destrezas de percibir su propio cuerpo. Aquí se debe motivar al nuevo tirador a que perciba las distintas sensaciones corporales; cómo está ubicado con relación al blanco, los niveles de tensión y relajación muscular, el ángulo de sus articulaciones, la posición de la cabeza, la posición de la mano en la empuñadura, la sensación fina del disparador en el dedo, etc.

Así se estaría volviendo al primer punto tomando nuevamente la posición, pero siendo más consciente de la relación con el arma, la ubicación con relación al blanco y los niveles de tensión - relajación muscular. Muchos

tiradores se preocupan por la empuñadura del arma. Si está firme, si está segura y si les permite tomar correctamente la cola del disparador (uno de los puntos clave de la posición de tiro).

Tanto se preocupan de esto que muchas veces olvidan entrenar específicamente la presión que los dedos medio, anular, índice y pulgar hacen sobre el arma. Y lo que es más grave es que no comprenden que la mayoría de los errores en la técnica de tiro con pistola se deben a una falta de entrenamiento en la correcta fijación de la articulación de la muñeca y no tanto en la posición de los dedos.

El problema no está mayormente en los dedos o la mano, sino en la muñeca. La muñeca es una de las articulaciones más móviles del cuerpo humano y es la que debe mantenerse estable y rígida al momento del disparo. Este error es muy común y de difícil solución sin el debido entrenamiento. Por esa razón, es tan importante aprender conscientemente cada uno de los niveles de tensión muscular, articular y la correcta relajación del cuerpo.

### **2.4.2.3. Procesos de puntería**

La puntería debe ser enseñada utilizando gráficos, esquemas de los distintos tipos de miras. Hoy en día, se puede visitar varios sitios de Internet donde se puede aprender a apuntar y disparar virtualmente. Estos sitios son herramientas muy buenas que permitirán aprender a apuntar verdaderamente bien y de una manera sencilla.

La puntería es un fuerte vital en el entrenamiento y ejecución de misiones para el personal militar. Esto se debe a que, el tirador debe ser capaz de acertar a un objetivo en situaciones donde el margen de error no permitirá el error.

#### **2.4.2.4. Procesos de disparo**

Al llegar al momento del disparo los tres procesos anteriores (posición, respiración y puntería) se convierten en una sola acción, la ejecución del disparo. Todas las acciones quedarán definidas en un solo acto, el disparo. Lo que el tiro no permite es cometer errores al momento del disparo. Por eso el proceso de disparo merecería un tratamiento especial al momento de entrenarlo.

El aprendizaje de la ejecución del disparo debe enseñarse tratando de sensibilizar al máximo el dedo del tirador. Primero con gran cantidad de tiros en seco y con disparadores con descanso. Así el nuevo tirador se verá en la necesidad de hacer una presión pausada y progresiva hasta la liberación final de la aguja de percusión.

El cerebro se moldeará de acuerdo a las informaciones externas y tratará de acomodar sus patrones motores a la mejor respuesta posible, por ello se debe ser cuidadosos en las sensaciones corporales que cada ejercicio produzca.

Por esta razón todo proceso de aprendizaje requiere de un estímulo externo, que pueda ser analizado correctamente por el sistema nervioso para evaluar el tipo de respuesta requerida y su ejecución correcta. Finalmente esta respuesta deberá solucionar la problemática planteada en base a información simple que se le dé y a la propia experiencia personal del tirador.

El cerebro busca, a través de este proceso, liberar espacio del campo de las decisiones conscientes para establecer patrones motores automatizados que den una respuesta de calidad, de acuerdo al entrenamiento y las

experiencias previas en el mínimo de tiempo posible. Así quedarán "espacios cerebrales libres" para ocuparse de la resolución de problemas de mayor dificultad, dado que la técnica está sólidamente fijada a las estructuras motoras.

### **2.4.3. ¿Cómo se debe aprender las técnicas de tiro?**

Desde el punto de vista técnico, las ciencias del entrenamiento intentan resolver dos problemas:

- Construir modelos motrices, dotando al individuo de los estímulos necesarios para obtener las respuestas correctas desde un punto de vista científico, acoplando el sistema a un entorno lo más real posible, esto con la finalidad de darle al sujeto situaciones que pueda asimilar y poner en práctica.
- Ajustar estos modelos motrices a las situaciones reales vividas por el sujeto, y que siempre, tienen un coeficiente cierto de indeterminación; esto significa que el sujeto necesita asimilar las situaciones experimentadas durante las simulaciones y entrenamiento, para poder llevar a cabo lo aprendido al presentarse situaciones reales.

La perfección del automatismo para obtener una respuesta precisa y adecuada, no reside en la variable de la suma de acciones musculares (memoria neuromuscular), sino por el contrario, en sus posibilidades de reorganización en todos los instantes de ejecución y en el curso de ejecuciones sucesivas. Así se logra obtener la respuesta adecuada (el disparo) en el momento ideal.

#### **2.4.4. Adquisición de información**

El ajuste permanente de las acciones motoras requiere una plasticidad de repertorio motor tal, que impone el abandono de la mecanización e incita a poner énfasis en el control sensorial durante el ajuste del aprendizaje.

Los medios de aprendizaje serán por medio de instructores capacitados en la enseñanza de técnicas, posiciones y estrategias para facilitar y acelerar el proceso en los alumnos. Al igual que el alumno, el maestro será evaluado en condiciones psicofísicas para determinar su capacidad y calidad de enseñanza.

El tirador será capaz de automatizar y sincronizar su respiración, sus movimientos, sus pensamientos y mantener la calma para lograr culminar su misión, o bien terminar con la situación de riesgo, con total éxito. El objetivo final es que el tirador esté capacitado para coordinar pensamiento, movimientos y visión para lograr un tiro perfecto.

El entrenamiento debe ser preciso y objetivo, capaz de poder evaluar el desempeño y calidad de avances en el alumno. La información en esta sección del entrenamiento es fundamental. Debe existir también teoría que será complemento de la práctica, con eso se busca que el tirador sea un sujeto completo, con capacidad de reaccionar de la mejor manera, con capacidad de toma de decisiones y no simplemente ser un tirador impulsivo y reactivo.

#### **2.4.5. Entrenamiento inteligente – fases-**

Un entrenamiento inteligente debe ser planificado. Este debe complementar el área táctica y mejorar las relaciones interpersonales del personal sometido a este entrenamiento.



#### **2.4.5.1. Fase exploratoria global**

El sujeto se pone en contacto con el problema a resolver. Puede durar horas, minutos, o fracciones de segundo. Dependiendo de la situación con la que se desea exponer al tirador.

El tirador debe ser capaz de analizar y examinar su entorno, previo a realizar cualquier movimiento. Debe estar consciente de los elementos que lo rodean para acertar en la toma de la decisión más adecuada.

Sin embargo, previo a presentársele una situación así al futuro tirador, el maestro debe examinar su capacidad de reacción y de toma de decisiones por medios teóricos.

#### **2.4.5.2. Fase de disociación**

Al principio el movimiento es difuso, inexacto y torpe. Las acciones motrices son imprecisas e implican numerosas contracciones musculares inútiles, incluso aquellas que atentan contra la buena ejecución.

Durante esta fase de disociación, el proceso de control y de inhibición neuromuscular actuará con el fin de seleccionar las contracciones eficaces. En esta fase se fijará progresivamente el hábito motor.

Debe ejercitarse al alumno con medios prácticos (previo a llevarlo al centro de simulaciones), para asegurarse efectividad de respuesta motriz y sensorial al realizar las prácticas de tiro.

### **2.4.5.3. Fase de estabilización**

Es el momento en que el hábito motor se automatiza. Esta nueva automatización será aplicada inconscientemente en actividades posteriores y en nuevos aprendizajes.

Es acá donde el tirador se habitúa al manejo del armamento con el cual está siendo entrenado; el manejo de esta comienza a ser de manera rutinaria y se facilita el ejercicio de tiro. Comienza a obtener mejores resultados en cuanto a puntería y estrategia.

### **2.4.6. ¿Cómo aplicar estas fases durante el aprendizaje del tiro?**

Permitir que la persona explore el arma, su peso, su contextura, su funcionamiento, su olor, etc. Se debe permitir que la persona deje de sentir a este objeto como extraño y comience a reconocerlo formalmente. Se le deben dar simples nociones de las cuestiones técnicas, y de la puntería. La persona no podrá asimilar mucha información. La información debe ser sencilla, escueta, precisa y segura.

Practica de tiro. Se comienza a explicar las bases de la técnica del tiro: posición - respiración - miras y proceso del disparo. Dejando que la persona analice la información que recibe de sus sentidos. La dificultad del aprendizaje estará condicionada por el nivel de dificultad de ejecución.

Por esta razón en un primer momento las posiciones deben ser estables y con apoyo, para permitir que el sistema nervioso central pueda discriminar perfectamente las vías sensoriales visuales (ver correctamente las miras sobre

el blanco), las zonas de decisión motora (que establecen la orden de disparar) y las vías motoras de ejecución (que ejecutan la orden excitando tan solo el dedo índice e inhibiendo todos los demás músculos en la acción del disparo).

Las armas a utilizar deben ser de bajo calibre, si son armas neumáticas mejor. Este adecuado aprendizaje formará las bases de una técnica muy sólida que jamás será olvidada por el sujeto.

En esta fase, la técnica básica está sólidamente establecida en las representaciones cerebrales. Recién ahora se puede comenzar a construir técnicas más complejas, disparando desde otras posiciones sin apoyo. Tan solo luego de ser un tirador efectivo y altamente seguro en el manejo de armas se puede avanzar hacia las técnicas más complejas de tiro.

Muchas veces la búsqueda de la perfección no es sinónimo de dificultades. Aquí la sencillez de la perfección está claramente evidenciada. Si se pueden formar tiradores excelentes, entonces, ¿por qué no hacerlo? Recuerden que toda primera experiencia marcará por siempre un momento emotivamente vívido. Por esto, toda persona que comienza a tirar, debe ser sólidamente formada en las técnicas básicas de tiro.

Un tirador que solo se ha formado para tirar desconociendo la técnica fundamental del tiro, grabará el modelo técnico de ejecución, pero mucho le costará salir de ese modelo cerrado y esquemático.

Un adecuado programado debe ser sinónimo de simpleza, perfección, economía que ofrecerá altísimos resultados en las condiciones más duras. La ansiedad de los tiradores, muchas veces, hace tomar decisiones apresuradas.

### **2.4.7. Entrenamiento en polígonos de tiro<sup>3</sup>**

Es importante recordar que este entrenamiento no será ubicado en un polígono de tiro regular, sin embargo, las tácticas y ejercicios pueden replicarse en el sistema virtual y así completar un entrenamiento satisfactoriamente, obteniendo capacidad, disciplina y carácter.

#### **2.4.7.1. Tiro sobre blanco vuelto**

Consiste en colocar un blanco al revés, o un cartón de color blanco, y realizar una serie de disparos sobre él. Ya que no existe ninguna referencia, el tirador debe apuntar al centro del blanco. Se debe prestar el máximo de atención a los elementos de puntería y a la salida del disparo.

Sorprendentemente, las agrupaciones en este ejercicio suelen ser tan reducidas como en blanco normal, lo que demuestra al tirador que lo más importante es la concentración en las miras para evitar errores angulares, y en la salida del disparo, sin importar tanto si el punto está perfectamente colocado debajo del negro o no. La agrupación lógica de este ejercicio sería una agrupación vertical, aunque bastante centrada, precisamente por no tener referencia en el blanco.

#### **2.4.7.2. Tiro sobre blanco sin zona 9-10**

Consiste en colocar un blanco normal al que se le han recortado las zonas 9-10, o incluso la zona 8-9-10 para los principiantes. El disparo se realizara exactamente igual que sobre blanco normal.

---

<sup>3</sup> Sin autor, *Ejercicios de tiro*, [en línea], [ref. 02 de abril de 2013], Disponible en web: <<http://www.tirotormes.galeon.com/enlaces1646848.html>>

Este ejercicio, no permite contar los puntos que se están haciendo, permite fijarse nada más en los errores que se cometen, ya que lo que interesa saber son los tiros que han ido fuera de esa zona, y el motivo por el que se han ido.

#### **2.4.7.3. Tiros de castigo**

Este ejercicio combina el tiro real con el tiro en seco, con lo que es ideal para reconocer errores y ahorrar munición, y al mismo tiempo no resulta tan cansado como si solamente tirase en seco.

Consiste en empezar a tirar sobre un blanco normal, y por cada punto que se pierda sobre una determinada media que se haya impuesto, realizar un disparo en seco.

El ejercicio se hace pesado sobre un número de disparos elevado, pero es una manera excelente de entrenar, ya que con los tiros en seco se pueden ver los errores y las oscilaciones del arma a la hora de disparar, e intentar corregir los errores de los tiros reales.

#### **2.4.7.4. Tiros sin mirar la agrupación**

Consiste en disparar 30 o más disparos sobre una misma diana con objeto de no contar el resultado obtenido. Este ejercicio, al igual que el del tiro sin zona 9-10, permite fijarse en la agrupación sin contar las puntuaciones y detectar los errores que se están cometiendo.

Mejora en el ámbito general y no tanto en lo particular. Busca resaltar un avance macro, observando la distribución espacial al finalizar el ejercicio y no durante cada uno de los tiros realizados.

Al realizar gran cantidad de tiros, permite corregir algunos de los cuales pudieron haber salido del margen de aceptación, con este ejercicio se fomenta la capacidad de mejora durante el mismo ejercicio.

#### **2.4.7.5. Tiro con banda horizontal**

Consiste en colocar una banda horizontal negra sobre un blanco vuelto, de grosor un poco menos que el nueve, y disparar una serie de disparos sobre ella, generalmente de diez a quince.

Este ejercicio permite, además de corregir los defectos de inclinación del arma, corregir los defectos de altura. El tirador debe colocar los elementos de puntería debajo de la banda horizontal, e ir apretando poco a poco el disparador hasta que salga el disparo.

Al igual que ocurría en el ejercicio de blanco vuelto, se debe concentrar exclusivamente en las miras y en la salida del disparo, sin prestar atención a la banda horizontal. La agrupación de este ejercicio es probable que se mantenga un poco por encima de la línea horizontal, pero si se hace con cuidado, será notablemente reducida.

#### **2.4.7.6. Tiro con banda vertical**

Es más o menos igual que el anterior en su ejecución, pero este ejercicio permite corregir los defectos de deriva. Conviene intercalarlos. Mediante la

ejecución de este ejercicio se orienta al tirador a mejorar su técnica, por medio de concentración en la mira y el objetivo.

El tirador, una vez familiarizado con el ejercicio de banda horizontal y vertical, será capaz de ejecutar tiros cada vez más acertados y precisos en tanto su concentración y disciplina también aumenta. Este ejercicio también mejora la capacidad de enfoque, pues centra la atención al blanco sin descuidar su entorno.

#### **2.4.7.7. Series en tiempos reducidos**

Permite acostumbrarse a la tensión. Es un buen ejercicio para ayudar a crear el ritmo de tiro, pero hay que tener cuidado de no descuidar los elementos de técnica por querer ejecutar el disparo demasiado rápido.

El estrés generado por la necesidad de cumplir con velocidad y exactitud la culminación del objetivo, es de gran beneficio pues coloca al tirador en situaciones donde debe apresurar su decisión sin comprometer el blanco.

Al mejorar el tiempo de ejecución del disparo, también se mejora la reacción del tirador, mejorando necesariamente su temple y el proceso de respiración debe estar depurado; pues todos estos aspectos mencionados influyen positiva o negativamente en el tiro.

#### **2.4.7.8. Series de máxima concentración**

Consiste en realizar un determinado número de disparos, generalmente reducido, procurando poner el máximo de atención en todos y cada uno de los disparos, aunque esto debería hacerse siempre.

Al realizar este ejercicio, se califica y clasifica cada uno de los tiros resultantes, pues ahora si interesa la posición con respecto al centro del tiro. Más que ser necesaria la cantidad de tiros, interesa más la efectividad final de cada uno de estos.

Al finalizar el ejercicio, el tirador será capaz de haber incrementado su precisión, y en un panorama real, su letalidad y efectividad al realizar un disparo.

#### **2.4.7.9. Tiro a un blanco sin zonas**

Consiste en realizar un determinado número de disparos sobre un blanco al que se le han borrado los anillos, (simplemente cubriéndolos con tinta china es suficiente). Este ejercicio permite fijarse en la agrupación y al mismo tiempo no contar los puntos que están haciendo.

Como objeto del ejercicio, solo interesa saber la ubicación y distribución de la mayoría de tiros, sin anotar puntajes, pues se busca mejorar la agrupación de estos en conglomerados.

La unidad de los disparos debe ser predominante, sin tomar en cuenta la ubicación física de estos, pues ahora se quiere demostrar la capacidad de repetitividad y puntería del tirador.

#### **2.4.7.10. Tirar adivinando el disparo**

Consiste simplemente en disparar y a continuación tratar de "adivinar" la localización exacta del disparo en el blanco. Este sencillo ejercicio permite que



el tirador se familiarice con la ubicación de sus tiros sin necesidad de tener una marca definida.

El tirador asociará la ubicación del proyectil dependiendo de cómo haya realizado su disparo, además también deberá tomar en cuenta las condiciones de su entorno para realizar un tiro preciso y que su pronóstico sea acertado.

El ejercicio apunta hacia el desarrollo de una conciencia total del tirador, involucrando su capacidad de disparo, el control de sus emociones, la precisión y las condiciones en que se encuentra sometido al momento de realizarlo.

#### **2.4.7.11. Tiro al anillo del nueve**

Consiste en realizar una serie de disparos solo sobre el anillo del nueve, siendo los demás anillos borrados. Hay que intentar que todos los disparos entren dentro del anillo del nueve.

Para realizar este ejercicio, el tirador ya debe controlar puntería y procesos de respiración y autocontrol, pues este anillo es el que le continúa al del centro.

Al solicitar al tirador que realice una serie de disparos ubicados en esta casilla, se le incita a obtener una máxima concentración, precisión y control total de la situación.

#### **2.4.7.12. Tiro al anillo del diez**

Al igual que en el ejercicio anterior, todos los anillos menos el del diez, han sido borrados. Todos estos ejercicios mejoran la técnica, pero al cabo de un

tiempo suelen llevar al aburrimiento, por lo que es conveniente combinarlos entre ellos.

El que podría ser el más complicado de todos, solicitando al tirador que apunte todos sus tiros al centro del blanco. Al estar todos los demás anillos borrados (al igual que en el ejercicio anterior), le permite un mayor enfoque y visualización del objetivo al tirador.

Se exige la más alta puntería y precisión durante este ejercicio, pues es el anillo de menor diámetro del blanco. Al finalizar con los ejercicios, se recomienda practicarlos en desorden para garantizar la calidad del disparo.

### **3. PROPUESTA PARA MEJORA DEL PROCESO DE REMODELACIÓN DE CASCOS DE PROTECCIÓN PERSONAL, DISEÑO DEL SIMULADOR PARA ENTRENAMIENTO PREPARATORIO DE TIRO Y DISEÑO DE VEHÍCULOS PARA EMERGENCIAS**

#### **3.1. Propuesta para mejora del proceso de remodelación de cascos de protección personal**

"Mejora mañana lo que puedas mejorar hoy, pero mejora todos los días", esa es una definición de lo que la mejora continua implica. Esto debe ser el objetivo principal del proceso y de la institución como tal. En todo proceso hay opción a la mejora, por lo cual se debe analizar los medios por los cuales se llegará a esta meta.

En proceso de remodelación de cascos de protección existen defectos y deficiencias que pueden y deben ser corregidas, para evitar que haya mermas, trabajos innecesarios, pérdidas de tiempo, tiempos de espera prolongados; además que exista fatiga y cansancio en operarios. Con esto, además de verse agilizado el proceso de remodelación de cascos de protección personal, también se avanza en el aseguramiento de calidad del producto terminado.

Para tal fin, se utilizan herramientas de ingeniería que tienen como objetivo la optimización de procesos.

### **3.2. Diagrama del proceso mejorado de remodelación de cascos de protección personal**

El proceso de remodelación de cascos de protección personal involucra a los departamentos de pintura, tapicería y armas, como ya se mencionó anteriormente.

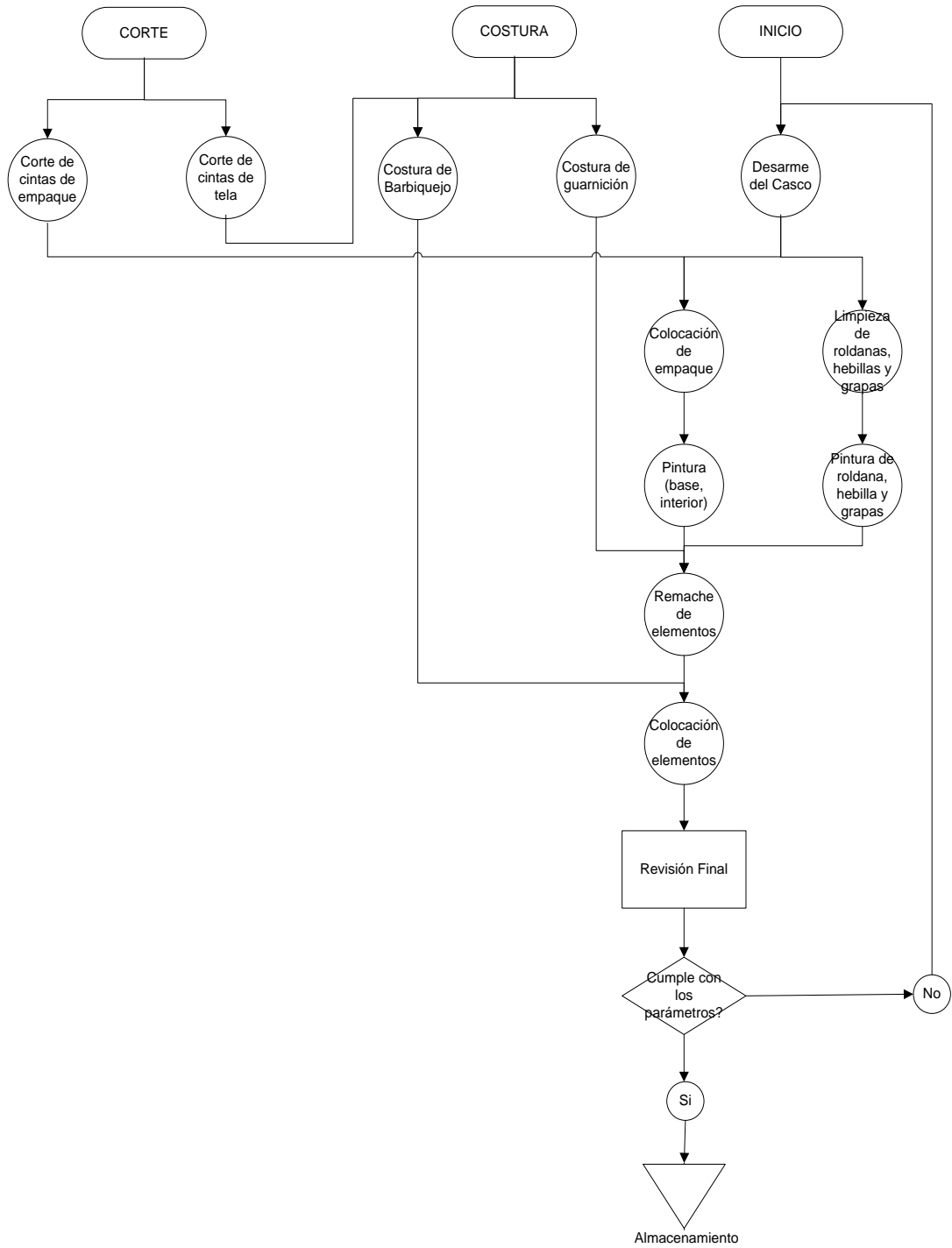
La razón principal para optimizar el proceso es lograr obtener la mayor cantidad de productos, mediante la inversión de mínimos recursos, o bien lograr el máximo aprovechamiento de los que son involucrados en el proceso.

La tarea de remodelación, como ya se expuso en el capítulo anterior, comienza en el taller de tapicería con la limpieza de la pintura original y la remoción del empaque.

Sin embargo, actualmente no se siguen estos pasos en ese orden necesariamente. Por tal motivo, lo primero que se realizará es el ordenamiento del proceso, mediante la descripción de cada uno de los pasos que deben ser cumplidos de acuerdo a la sección donde se encuentre el proceso.

Es importante mencionar, que no debería existir mayor complicación si es cumplido el plan de la ruta que el elemento a modificar (casco de protección personal) debe seguir. Esto se muestra en la figura 2.

Figura 2. Diagrama del proceso mejorado



Fuente: elaboración propia, Microsoft Visio 2007.

### **3.3. Diagrama del proceso mejorado de remodelación de cascos de protección personal. Departamento de Tapicería**

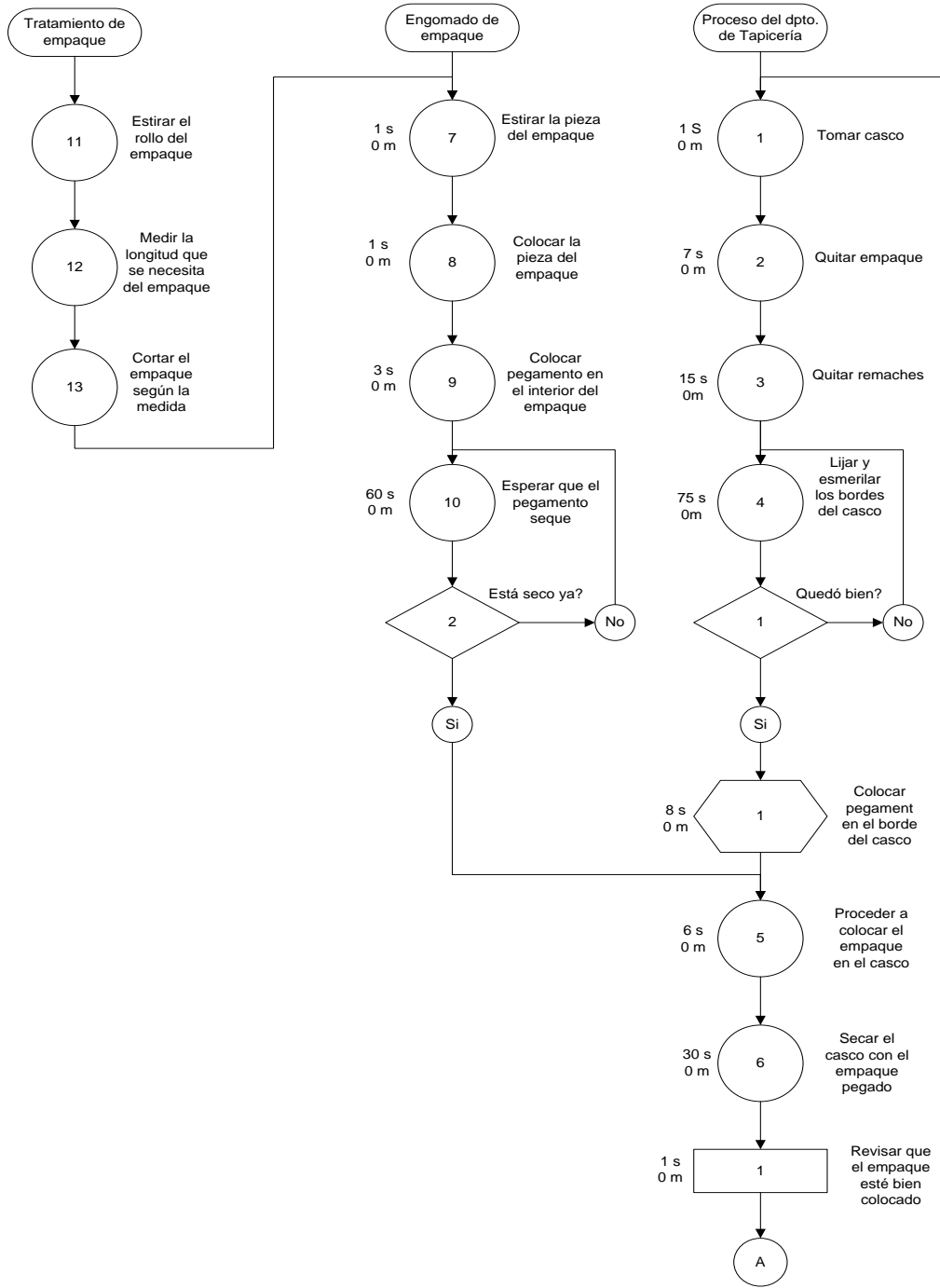
En la primera etapa se encuentra a cargo del Departamento de Tapicería. Este es el encargado de principiar el proceso, como etapa inicial, el desensamble del casco original. Seguido de esto, está el preparado de cintas, para después proceder con el cosido de arañas y de barbiquejos. A continuación, se describe el proceso completo a cargo del Departamento de Tapicería.

#### **3.3.1. Desensamble del casco original**

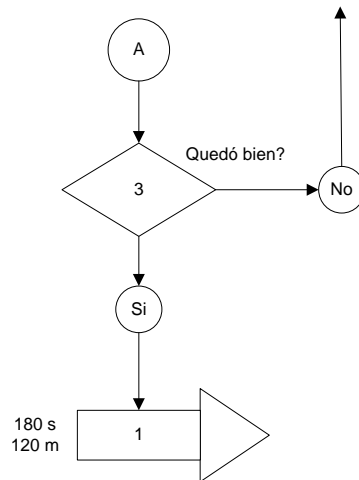
El proceso de desensamble del casco en su forma original comienza con la remoción del empaque original y generalmente ya desgastado, además de la remoción de las hebillas y grapas que sujetan la guarnición original del casco. Continúa con la limpieza del pegamento que sujetaba el empaque, y por sus características adherentes, se debe utilizar lija lo suficientemente fuerte para quitar estos sobrantes, pero que a la vez no se desgaste ni debilite la estructura general del casco.

De igual manera, se prepara ya el casco limpio de residuos del adhesivo anterior, aplicándole nuevo pegamento y preparando la cinta del empaque nuevo. Este es de mayor grosor que el original, pues se busca mantener las condiciones de este por mayor tiempo. El resumen del siguiente flujograma, se encuentra en la sección 3.3.5., en la tabla resumen número X, donde se describe el proceso de acuerdo a la clasificación de las tareas involucradas en esta primera etapa.

Figura 3. Desensamble del casco



Continuación de la figura 3.



Fuente: elaboración propia, Microsoft Visio 2007.

### 3.3.2. Preparado de cinta

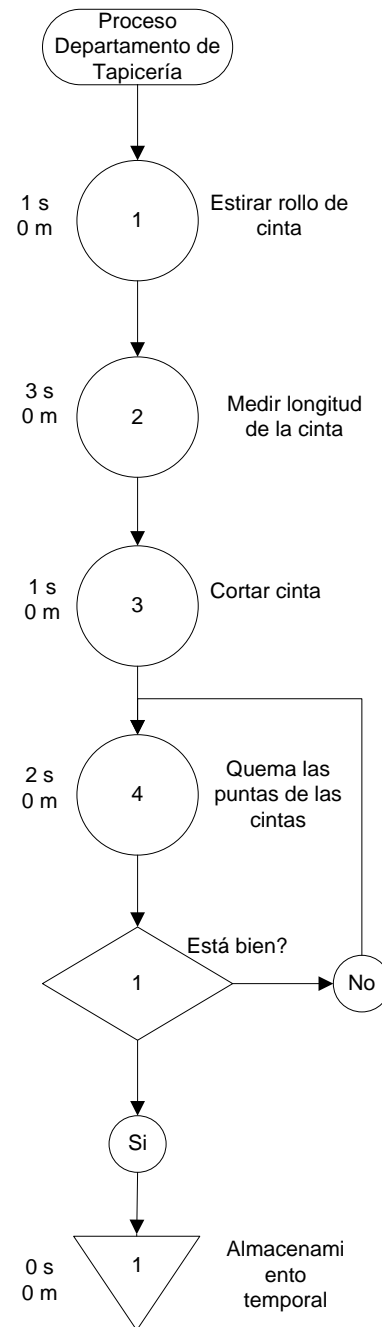
Una vez finalizada la tarea anterior, se prepara la cinta que formará la guarnición y el barbiquejo que sujetarán el casco de protección personal en la cabeza del personal que lo use.

Esta cinta es resistente al desgaste y al deterioro de sus hilos debido a la humedad obtenida y almacenada en esta, producto del sudor de la persona que usa este casco.

Además, las cintas son “selladas”, es decir al finalizar el corte de las cintas, estas son quemadas para asegurar que ningún hilo quede separado y que debido a esto, la cinta se debilite y pierda su forma y resistencia. En la figura 4 se muestra el proceso de esta, y en la sección 3.3.5., tabla XI se muestra el resumen de las actividades realizadas en este subproceso.



Figura 4. Preparado de cinta



Fuente: elaboración propia, Microsoft Visio 2007.

### **3.3.3. Cosido de barbiquejos**

El subproceso de cosido de barbiquejos también a cargo del Departamento de Tapicería, involucra en primera instancia, la medición de las cintas para corroborar el tamaño de estas, sin embargo las cintas no son de igual tamaño. Una cinta es mayor pues es la que cargará la mayor tensión y ajustará la posición del casco.

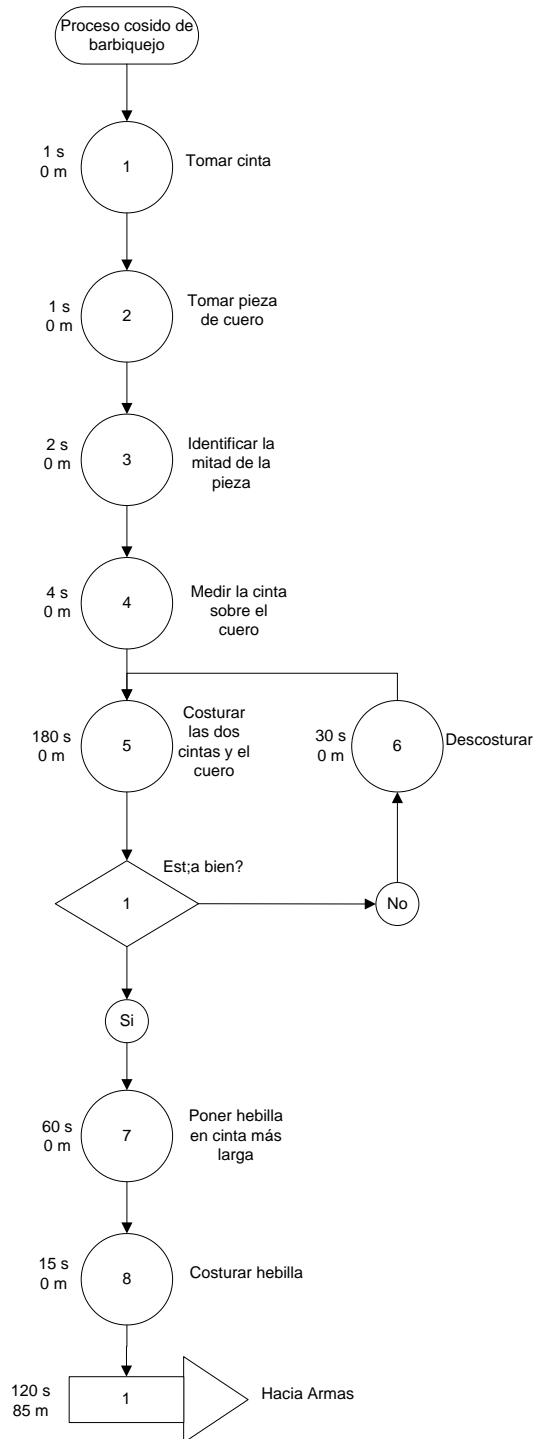
Una vez conforme, se procede a tomar la pieza de cuero en forma ovalada, estas tienen esta forma para adaptarse a la forma de la barbilla del usuario y brindarle comodidad, mientras aporta soporte y estabilidad a la sujeción y ajuste del casco en la cabeza.

Esta pieza de cuero será cosida justamente por la mitad exacta de ambas cintas, esto debe ser así pues, se busca equilibrar el peso del casco sobre la cabeza y de igual manera asegurar que el ajuste proporcionado por las cintas sea uniforme.

Se continúa el proceso con costurar las cintas a la pieza de cuero antes mencionada y con cerciorarse que estas estén centradas y firmemente unidas. De no ser así, se procedería a separar la pieza de las cintas y reprocesarlas nuevamente.

Por otro lado, al estar bien, se continúa con la colocación de la hebilla en la cinta de mayor longitud, pues es por la cual se busca ajustar la tensión del sistema de sujeción. Ya con la hebilla colocada, esta se asegura por medio de costura y se manda el barbiquejo al Departamento de Armas para que le coloquen los punteros. En la sección 3.3.5., tabla XII, se muestra el resumen de las actividades antes mencionadas.

Figura 5. **Cosido de barbiquejos**



Fuente: elaboración propia, Microsoft Visio 2007.

### **3.3.4. Cosido de arañas (guarnición)**

Descrito anteriormente, la guarnición o araña, es la parte interior del casco y es la que soporta y coloca el peso del casco sobre la cabeza de la persona que lo usa. Esta debe ser estable y lo suficientemente fuerte para evitar que el usuario cargue directamente el casco.

El proceso de elaboración de la guarnición es un tanto complicada al principio, pues se debe poner especial atención a las longitudes de las cintas y a la costura pues no se quiere haya desperfectos en esta etapa.

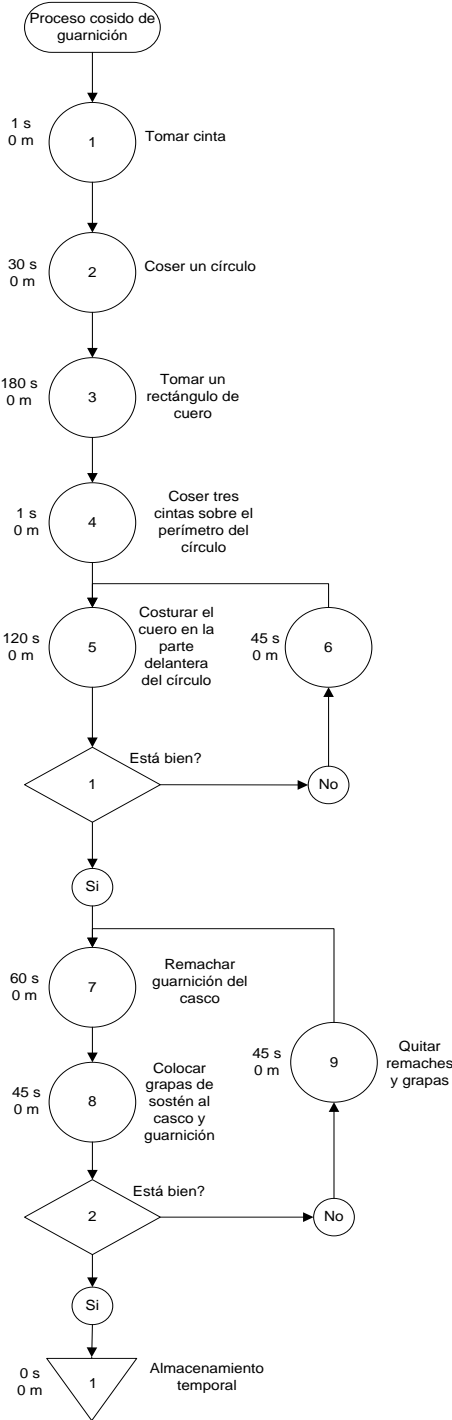
Se comienza uniendo los extremos de un trozo de cinta de 23", al formar un círculo, se le añade un rectángulo de 5" de cuero en la parte frontal de este. Esta será la sudadera, que se acomoda en la frente del usuario y le permite amortiguar mejor la distribución del peso del casco.

A continuación, se añaden las tres cintas de 12", las cuales serán las que carguen y distribuyan el peso total del casco. Estas serán unidas de la siguiente manera: una atravesada de derecha a izquierda, perpendicular a la frente; y las otras dos cruzadas, formando una "X" sobre la cabeza.

Una vez terminada la costura de estas cintas, se procede a remachar la unidad al casco, y luego se colocan las grapas que también ayudarán a la sujeción de la estructura al casco.

Las actividades mencionadas son descritas en la sección de resumen 3.3.5., tabla XIII.

Figura 6. **Cosido de arañas (guarnición)**







Fuente: elaboración propia, Microsoft Visio 2007.

### 3.3.5. Tablas resumen. Departamento de Tapicería

En esta sección, se muestran las tablas de resumen de las actividades de realizadas en el Departamento de Tapicería. Estas son clasificadas de acuerdo a sus características en transporte, operación, inspección y almacenaje.





Los totales mostrados al final de cada tabla, serán utilizados para hacer la comparación del proceso.

Tabla X. **Desensamble del casco original**

TABLA.RESUMEN				
SÍMBOLO	ACCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO
	Transporte	1	120 m	3 min.
	Operación	13	0 m	3 min 33 seg
	Inspección	1	0 m	1 seg
	Almacenaje	0	0 m	0 seg
<b>TOTAL</b>			<b>120 m</b>	<b>6 min 34 seg</b>





Fuente: datos obtenidos durante operación.

Tabla XI. **Preparado de cinta**

TABLA.RESUMEN				
SÍMBOLO	ACCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO
	Transporte	0	0 m	0 seg
	Operación	4	0 m	7 seg
	Inspección	0	0 m	0 seg
	Almacenaje	1	0 m	0 seg
		<b>TOTAL</b>	<b>0 m</b>	<b>7 seg</b>





Fuente: datos obtenidos durante operación

Tabla XII. **Cosido de barbiquejos**

TABLA.RESUMEN				
SÍMBOLO	ACCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO
	Transporte	1	85 m	2 min
	Operación	8	0 m	3 min 53 seg
	Inspección	0	0 m	0 seg
	Almacenaje	0	0 m	0 seg
		<b>TOTAL</b>	<b>85 m</b>	<b>5 min 53 seg</b>

Fuente: datos obtenidos durante operación

Tabla XII. **Cosido de arañas**

TABLA.RESUMEN				
SÍMBOLO	ACCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO
	Transporte	0	0 m	0 seg
	Operación	8	0 m	7 min 17 seg
	Inspección	0	0 m	0 seg
	Almacenaje	1	0 m	0 seg
		<b>TOTAL</b>	<b>0 m</b>	<b>7 min 17 seg</b>

Fuente: datos obtenidos durante operación

### 3.4. Diagrama del proceso mejorado de remodelación de cascos de protección personal. Departamento de Armas

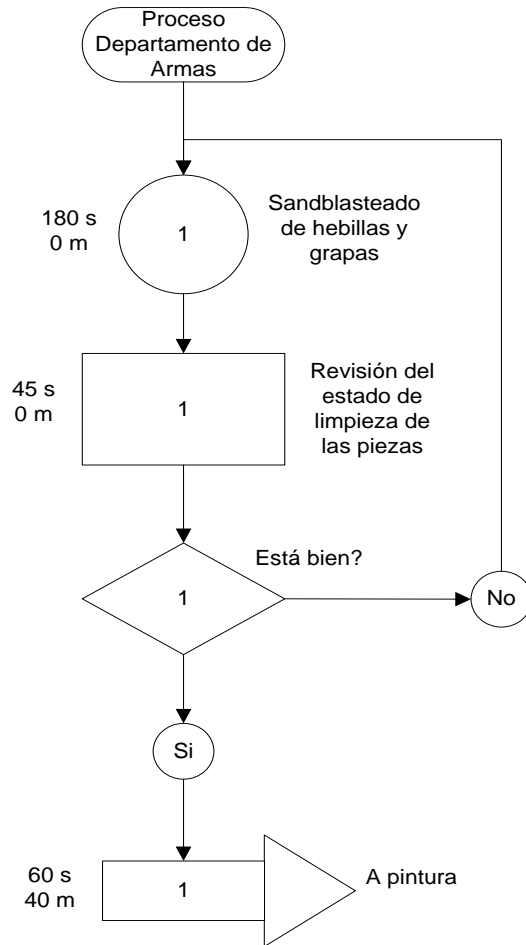
El proceso de remodelación continúa con el Departamento de Armas, aunque su participación es menor, este es necesario para darle tratamiento a hebillas y a grapas, limpiándolas previo a la aplicación de pintura. Y por otra parte, darle un toque de estética al barbiquejo al colocarle punteros.

#### 3.4.1. Tratamiento de hebillas y grapas

El tratamiento consta básicamente, de la limpieza y remoción de la pintura original por medio de las técnicas de *sandblast*, y una vez inspeccionados, son transportados a pintura para la finalización del proceso.



Figura 7. Tratamiento de hebillas y grapas

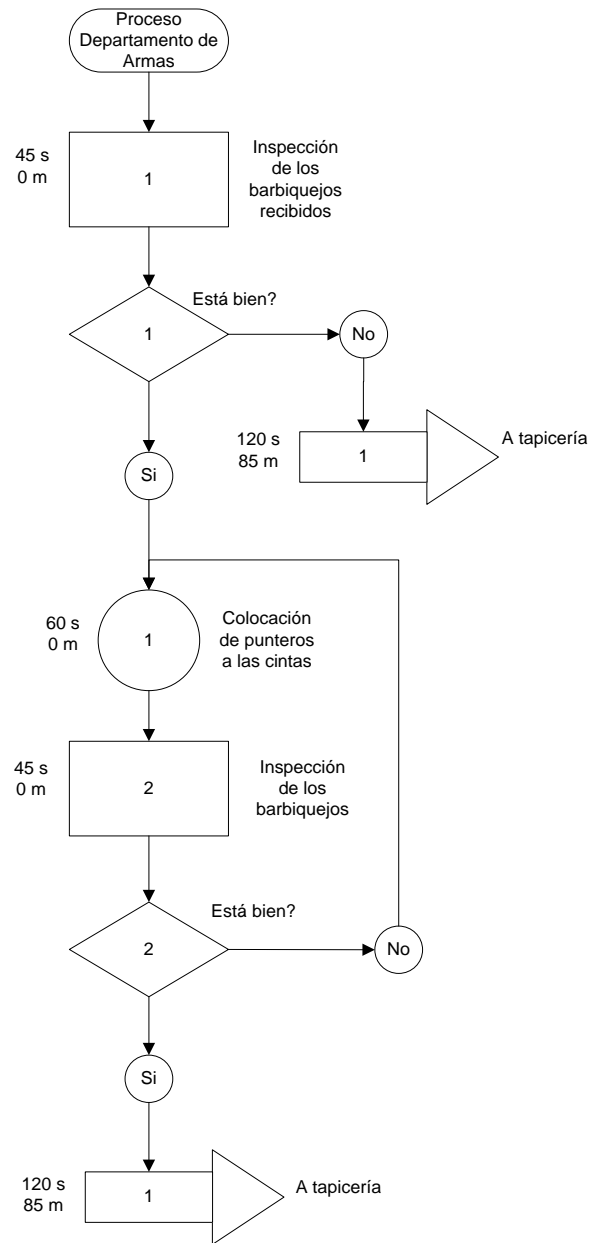


Fuente: elaboración propia, Microsoft Visio 2007.

### 3.4.2. Colocación de punteros

La colaboración del Departamento de Armas finaliza con la colocación de punteros a los barbiquejos ya terminados, esto les brinda un toque de estética y aseguran que ninguna hebra se deshaga. Básicamente consiste en la colocación de puntas de metal a los extremos de las cintas de ajuste.

Figura 8. Colocación de punteros







Fuente: elaboración propia, Microsoft Visio 2007.

### 3.4.3. Tablas resumen. Departamento de Armas

En las siguientes tablas, se muestran los resúmenes de las actividades realizadas por el Departamento de Armas para completar el proceso de remodelación de cascos de protección personal.





Cabe mencionar que parece ser poco tiempo el que este departamento influye en el proceso, sin embargo, estos resultados son basados en lotes pequeños, pues la máquina donde se realiza el tratamiento de *sandblast* es pequeña y de igual manera las piezas son pequeñas, lo que hace al trabajo un tanto más detallado.

Tabla XIV. **Tratamiento de hebillas y grapas**

TABLA.RESUMEN				
SÍMBOLO	ACCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO
	Transporte	1	40 m	1 min.
	Operación	1	0 m	45 seg
	Inspección	1	0 m	1 min
	Almacenaje	0	0 m	0 seg
<b>TOTAL</b>			<b>40 m</b>	<b>2 min 45 seg</b>

Fuente: datos obtenidos durante operación

Tabla XV. **Colocación de punteros**

TABLA.RESUMEN				
SÍMBOLO	ACCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO
	Transporte	1	85 m	2 min
	Operación	1	0 m	1 min
	Inspección	2	0 m	1 min 30 seg
	Almacenaje	0	0 m	0 seg
		<b>TOTAL</b>	<b>85 m</b>	<b>4 min 30 seg</b>

Fuente: datos obtenidos durante operación.

### 3.5. Diagrama del proceso mejorado de remodelación de cascos de protección personal. Departamento de Pintura

El último departamento asociado en la remodelación de cascos de protección personal es el de pintura. Por tanto, acá se realizarán las tareas de acabados finales y aplicación de esmaltes que protegerán el casco y sus elementos.

Entre los subprocesos de este departamento se encuentran las etapas de pintura de hebillas, pintura de grapas y roldanas, la aplicación de la pintura en el interior del casco y por último la aplicación de pintura y pixelado del casco.

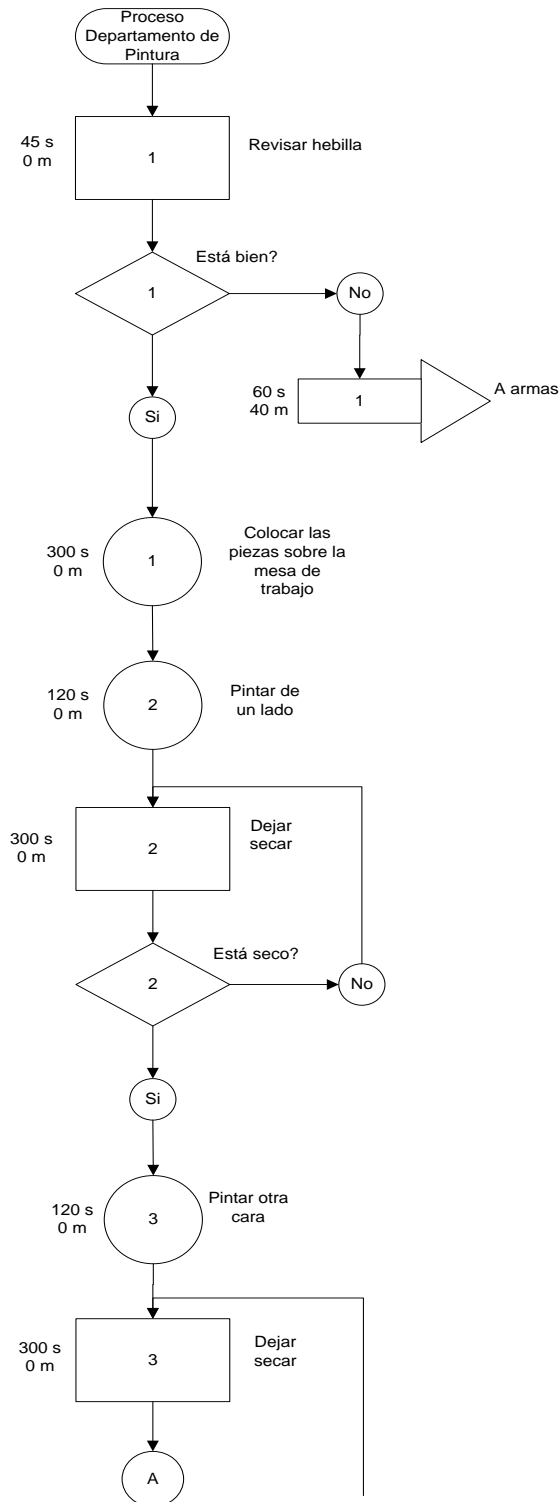
Una vez terminados estos pasos, se procederá a realizar una última inspección general y con esto aprobar el producto terminado para hacer su entrega a las autoridades respectivas.

### **3.5.1. Proceso de pintura hebillas**

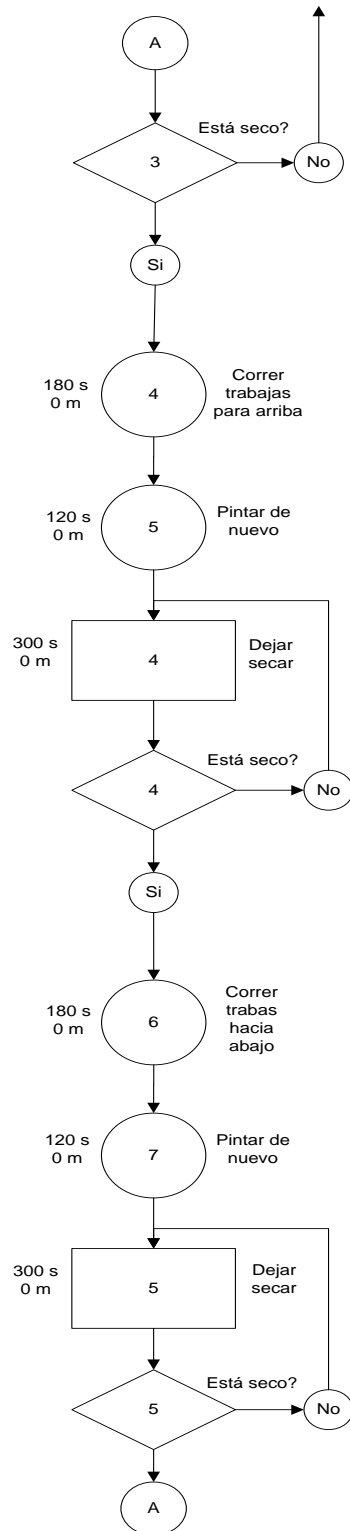
Como primer paso, se tiene la pintura de las hebillas que serán colocadas en las cintas de ajuste y soporte del casco. Por motivos de estética, la pintura de estas será de color negro.

El proceso de pintura consiste en una inspección para corroborar que las piezas estén limpias, luego de esto se procederá a ordenarlas en la mesa de pintura. Una vez ordenadas se aplica una capa de pintura color negro y se deja secar. Al estar secas ambas caras, se corre la hebilla hacia arriba y se procede a pintar, cuando esté seca esta cara se corre la hebilla hacia abajo y se vuelve a pintar. Se repite este proceso para la cara posterior. El resumen de esta tarea se encuentra en la sección 3.5.5, tabla XVI.

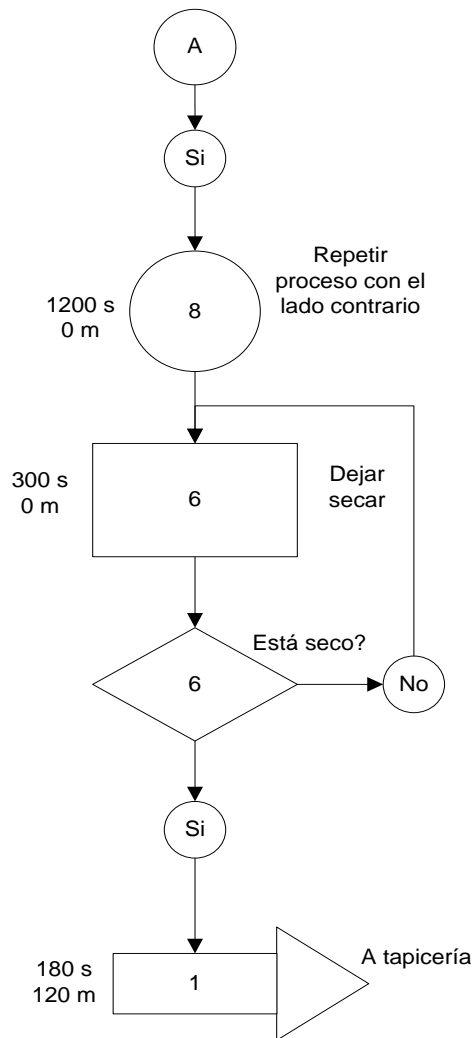
Figura 9. **Proceso de pintura de hebillas**



Continuación de la figura 9.



Continuación de la figura 9.



Fuente: elaboración propia, Microsoft Visio 2007.

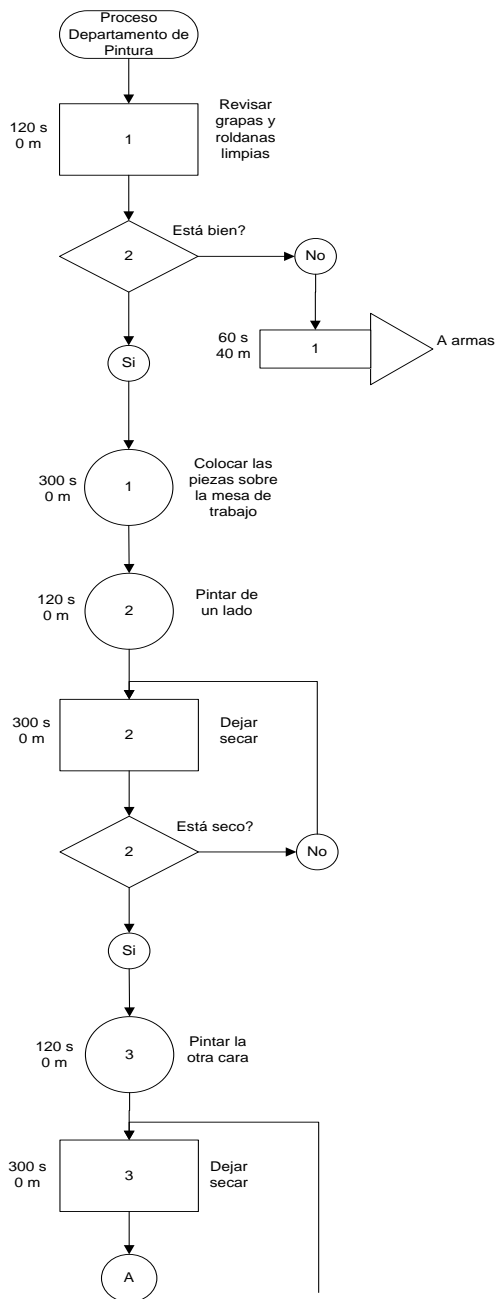
### 3.5.2. Proceso de pintura de grapas y roldanas

Similar al proceso anterior, la pintura de grapas y roldanas se debe hacer en dos pasos. Después de colocarlas sobre la mesa de pintura, se aplica una capa de pintura y tan pronto están secas, voltearlas y repetir la misma acción.

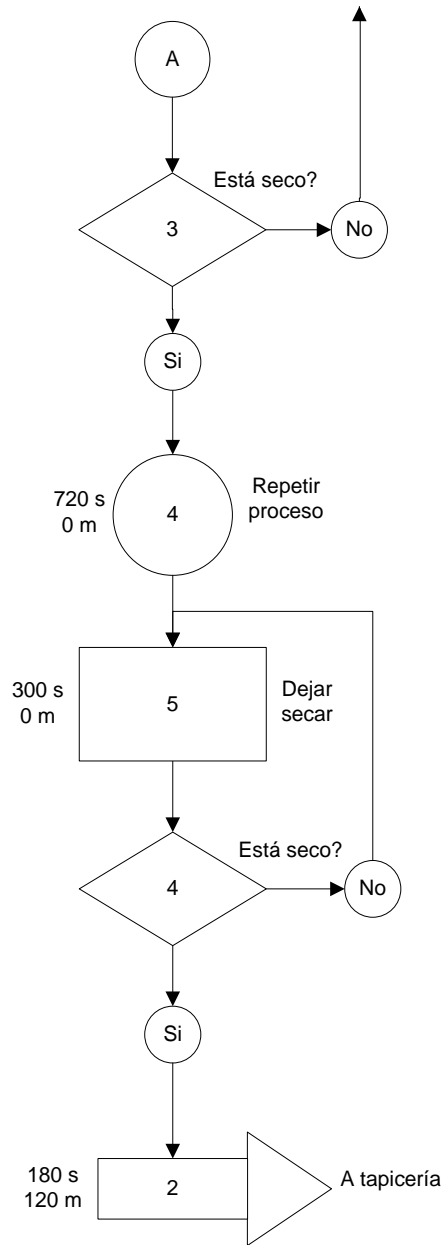


Al estar terminada la tarea, son llevadas al taller de tapicería para su ensamble con el casco. La tabla XVII, de la sección 3.5.5., se describen estos pasos.

Figura 10. **Proceso de pintura de grapas y roldanas**



Continuación de la figura 10.

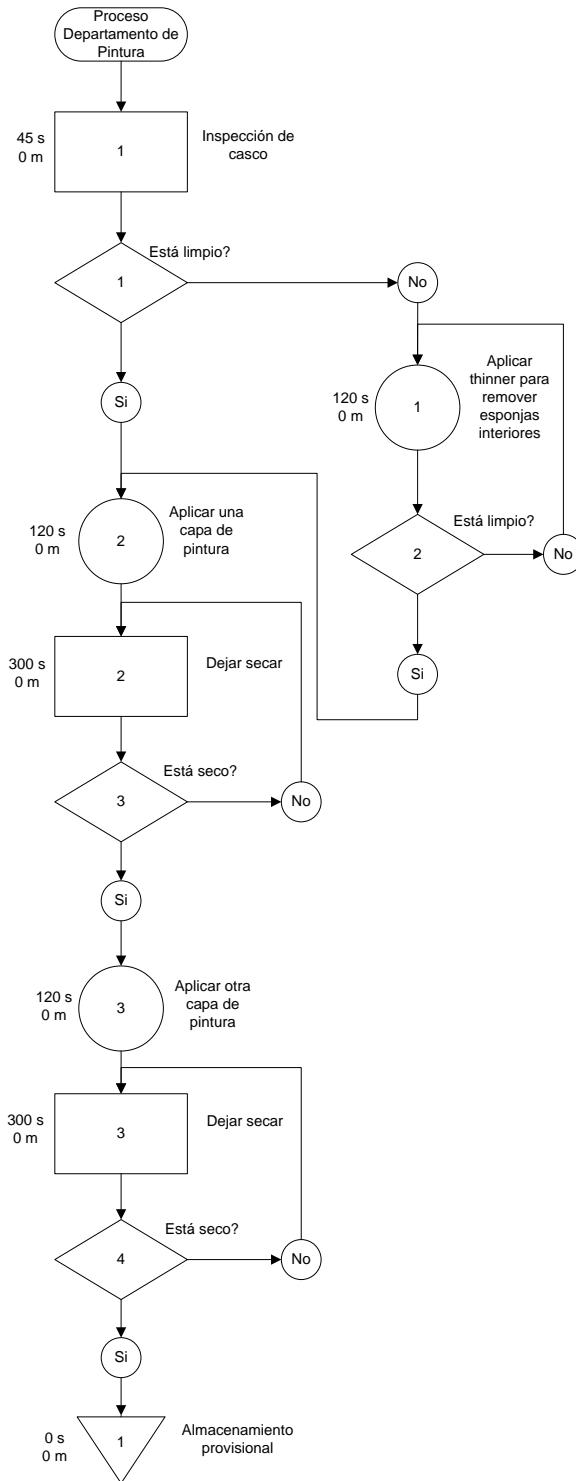


Fuente: elaboración propia, Microsoft Visio 2007.

### **3.5.3. Proceso de pintura del interior del casco**

Consistente en la aplicación de pintura negra al interior del casco, solo necesita una inspección previa de que este esté limpio y después del proceso, se almacenará provisionalmente para terminar el proceso de pintura.

Figura 11. **Proceso de pintura del interior del casco**



Fuente: elaboración propia, Microsoft Visio 2007.

#### **3.5.4. Proceso de pintura y pixelado de cascos**

Por último, el proceso se finaliza con la aplicación de pintura base, el diseño pixelado y del esmalte que protegerá el acabado de este. El proceso comienza con la inspección del estado del empaque previamente pegado en el taller de tapicería.

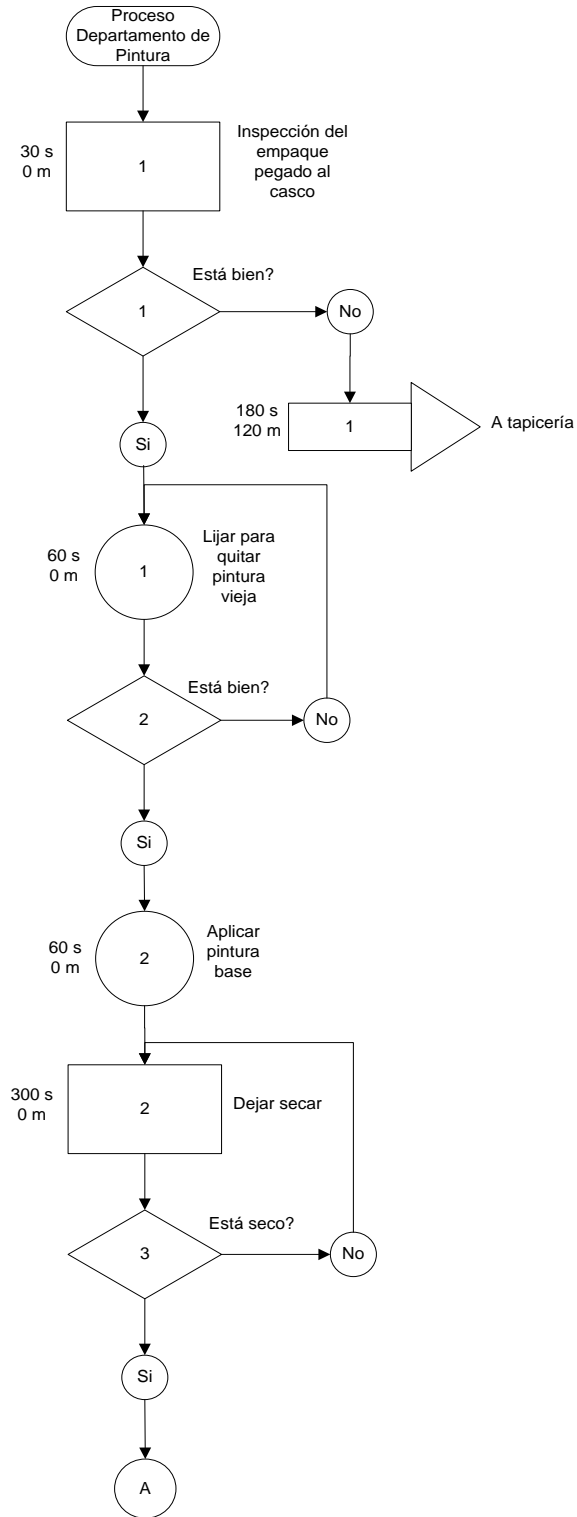
Se continúa con el lijado del casco para retirar la pintura original del casco, esto ayudará también a la fijación de los nuevos colores del casco. Una vez esté bien el casco, se aplicará la pintura verde oscuro (musgo) como base.

Una vez seco, se realiza una inspección rápida de la pintura base, y cualquier imperfección encontrada debe ser eliminada a través de un proceso de remoción de la pintura o bien la aplicación de más, en caso de tener faltantes.

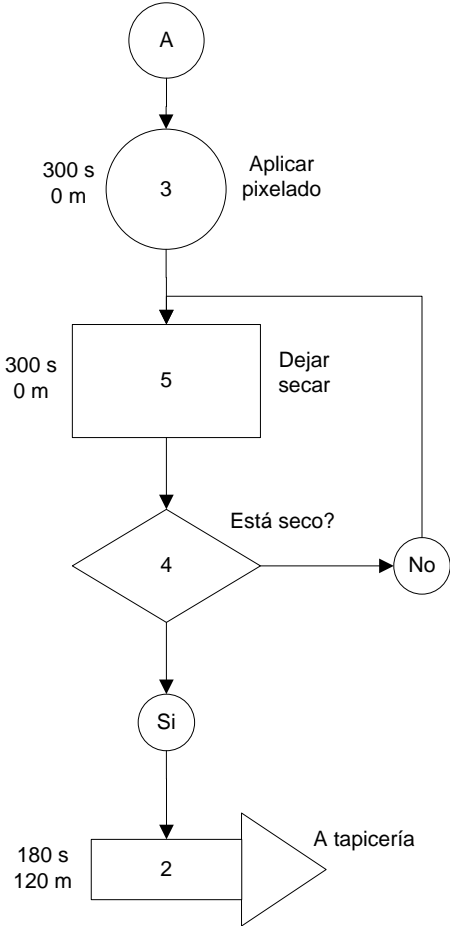
En el caso de determinarse el casco y la pintura se encuentran bien, se procederá con la aplicación del diseño pixelado; este consiste en pequeños detalles en color negro, beige y café. Con estas también se aplicará la capa de pintura protectora (esmalte) que además proporciona una textura rugosa y resistente a los golpes e impactos, que evitará el desgaste prematuro de la pintura nueva.

Con el proceso terminado, el casco será enviado a tapicería, donde se le colocará el barbiquejo terminado y con esto se completa el proceso de remodelación de cascos de protección personal. En la sección 3.5.5., tabla XVIII, se muestra el resumen de todas las actividades realizadas en esta estación de trabajo.

Figura 12. **Proceso de pintura y pixelado de cascos**



Continuación de la figura 12.



Fuente: elaboración propia, Microsoft Visio 2007.

### 3.5.5. Tablas resumen. Departamento de Pintura

Como finalización del proceso, se encuentran los detalles que aportará el Departamento de Pintura. En las tablas que se muestran a continuación se detallan las actividades realizadas por el departamento para concluir con el proceso.

Se debe considerar que ciertas actividades desempeñadas por este departamento son prerrequisito para otras tareas, por ejemplo, la aplicación de pintura en el interior del casco, es necesariamente una actividad que se debe realizar previo a la colocación de la esponja central interna del casco.

La mayor parte de las actividades son desarrolladas en simultáneo con los demás departamentos, es decir, que no se debe esperar a tener el casco físicamente en el departamento para continuar con el proceso.

El proceso es completamente un ciclo, y todos los departamentos son interdependientes y necesitan la colaboración de los demás para concluir exitosamente sus labores.





Tabla XVI. **Pintura de hebillas**

TABLA.RESUMEN				
SÍMBOLO	ACCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO
	Transporte	1	120 m	3 min.
	Operación	9	0 m	21 min
	Inspección	10	0 m	25 min 45 seg
	Almacenaje	0	0 m	0 seg
		<b>TOTAL</b>	<b>120 m</b>	<b>49 min 45 seg</b>

Fuente: datos obtenidos durante operación




Tabla XVII. **Proceso de pintura de grapas y roldanas**

TABLA.RESUMEN				
SÍMBOLO	ACCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO
	Transporte	1	120 m	3 min
	Operación	4	0 m	21 min
	Inspección	4	0 m	17 min
	Almacenaje	0	0 m	0 seg
		<b>TOTAL</b>	<b>120 m</b>	<b>41 min</b>



Fuente: datos obtenidos durante operación

Tabla XVIII. **Proceso de pintura del interior del casco**

TABLA.RESUMEN				
SÍMBOLO	ACCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO
	Transporte	0	0 m	2 min
	Operación	2	0 m	4 min
	Inspección	3	0 m	10 min 45 seg
	Almacenaje	1	0 m	0 seg
		<b>TOTAL</b>	<b>0 m</b>	<b>16 min 45 seg</b>

Fuente: datos obtenidos durante operación

Tabla XIX. **Proceso de pintura y pixelado de cascos**

TABLA.RESUMEN				
SÍMBOLO	ACCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO
	Transporte	1	120 m	3 min
	Operación	3	0 m	7 min
	Inspección	3	0 m	10 min 30 seg
	Almacenaje	0	0 m	0 seg
		<b>TOTAL</b>	<b>120 m</b>	<b>20 min 30 seg</b>

Fuente: datos obtenidos durante operación

Tabla XX. **Tiempos de otras operaciones y resumen**

No.	Operación	Duración
1.	Desensamble del caco original	6 min 34 seg
2.	Preparado de la cinta	7 seg
3.	Tratamiento de hebillas y grapas	2 min 45 seg
4.	Colocación de punteros	4 min 30 seg
5.	Pintura hebillas	49 min 45 seg
6.	Pintura base y transparente exterior del casco	20 min 30 seg
7.	Pintura de grapas y roldanas	41 min
8.	Remachado de araña	1 min 30 seg
9.	Colocación de barbiquejos	45 segs
10.	Pulido y esmerilado del casco	1 min 57 seg
11.	Cosido de barbiquejo	5 min 53 seg
12.	Pintura interior del casco	16 min 45 seg
13.	Preparación y prepegado de empaque	2 min

Continuación de la tabla XX.

14.	Pegado y secado de empaque	5 min
15.	Cosido de araña	7 min 17 seg
16.	Secado de grapas, hebillas y roldanas	3 hrs
17.	Secado del interior del casco	6 hrs
18.	Secado del exterior del casco	8hrs
19.	Secado del pixelado del casco	8 hrs (para pixelado y transparente)
20.	Pegado de esponjas, perforado y remachado de arañas, remache de hebillas y soportes, y ensamble de barbiquejo	24 min
	<b>Tiempo total</b>	<b>28 hrs 9 min 44 segs</b>

Fuente: datos obtenidos durante operación.

### **3.6. Distribución de los distintos departamentos que participan en el proceso**

Referente a la distribución física del espacio asignado a cada departamento que participa en el proceso de remodelación de cascos de protección personal.

Los departamentos necesitan reordenarse para aprovechar y optimizar el espacio disponible. Mediante la utilización correcta de este espacio, se logrará hacer eficiente el proceso, pues se facilita el transporte de materias primas, el orden y limpieza de las estaciones contribuyen a mejorar tiempos de almacenamiento y de reabastecimiento de materiales.

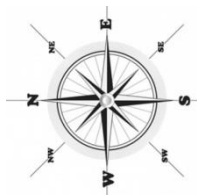
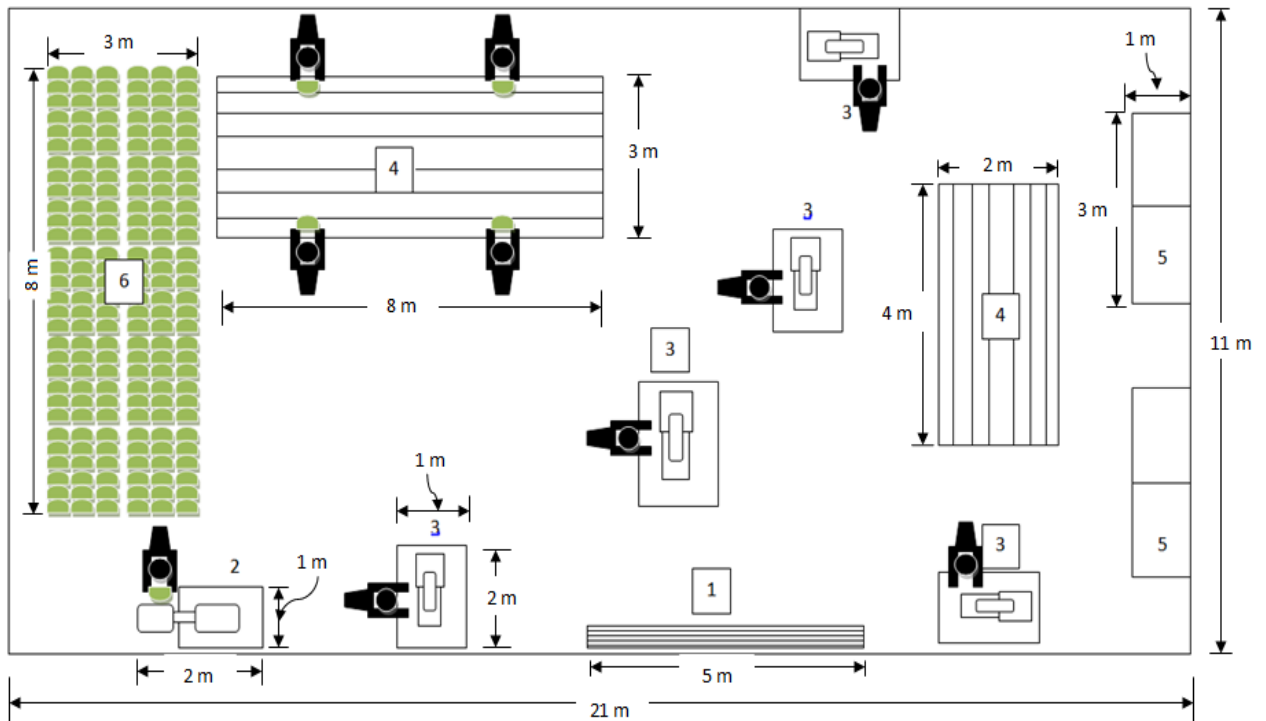
Por otra parte, es importante mencionar que el orden también contribuye al desarrollo de la seguridad industrial.

### **3.6.1. Distribución óptima del Departamento de Tapicería**

El Departamento de Tapicería es el de mayor dimensión en el proceso, esto pues es el que realiza la mayoría de las actividades. El Departamento de Tapicería cuenta con cinco máquinas de costura, las cuales servirán para completar las tareas de cosido de barbiquejos y guarniciones.

También se realiza las tareas de desensamble y limpieza de los cascos originales, esto se realiza en una mesa de trabajo y en la estación de lijado, y cuenta con la bodega de materias primas.

Figura 13. Distribución óptima del Departamento de Tapicería



Fuente: elaboración propia, Microsoft Visio 2007.

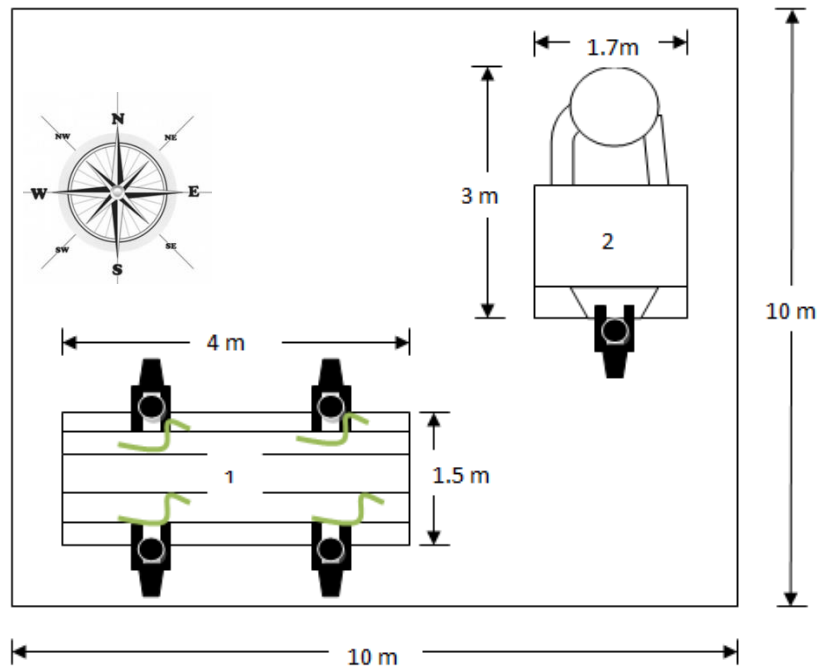
Donde:

1. Entrada al taller.
2. Estación de pulido y esmerilado del casco de protección personal.
3. Estación de costura (máquinas de costura).
4. Mesas de trabajo para desarme del casco y posterior pegado y secado de empaque, remache y colocación de arañas y barbiquejo, corte de cintas de tela y empaque.
5. Bodegas de materia prima.
6. Almacenamiento temporal de cascos en proceso.

### **3.6.2. Distribución óptima de la sección del Departamento de Armas**

En el Departamento de Armas, se realizan únicamente las tareas de *sandblasting* para la limpieza de grapas, roldanas y hebillas, y la colocación de punteros a los barbiquejos ya terminados.

Figura 14. **Distribución óptima de la sección del Departamento de Armas**



Fuente: elaboración propia, Microsoft Visio 2007.

Donde:

1. Estación de colocación de punteros.
2. Estación de sandblasteado de hebillas, grapas y roldanas.

### 3.6.3. **Distribución óptima del Departamento de Pintura**

De igual manera, el Departamento de Pintura, es el segundo mayor en cuanto a la asignación de espacio. Con la segunda mayor asignación de tareas, cuenta con las estaciones de pintura de hebillas, grapas, roldanas y cascos.

La sección de mayor tamaño es la del horno, la cual se utiliza para el secado de dichos elementos. Cuenta con un espacio designado para el almacenamiento temporal de los cascos recién pintados (capa de pintura base),

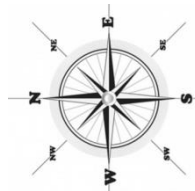
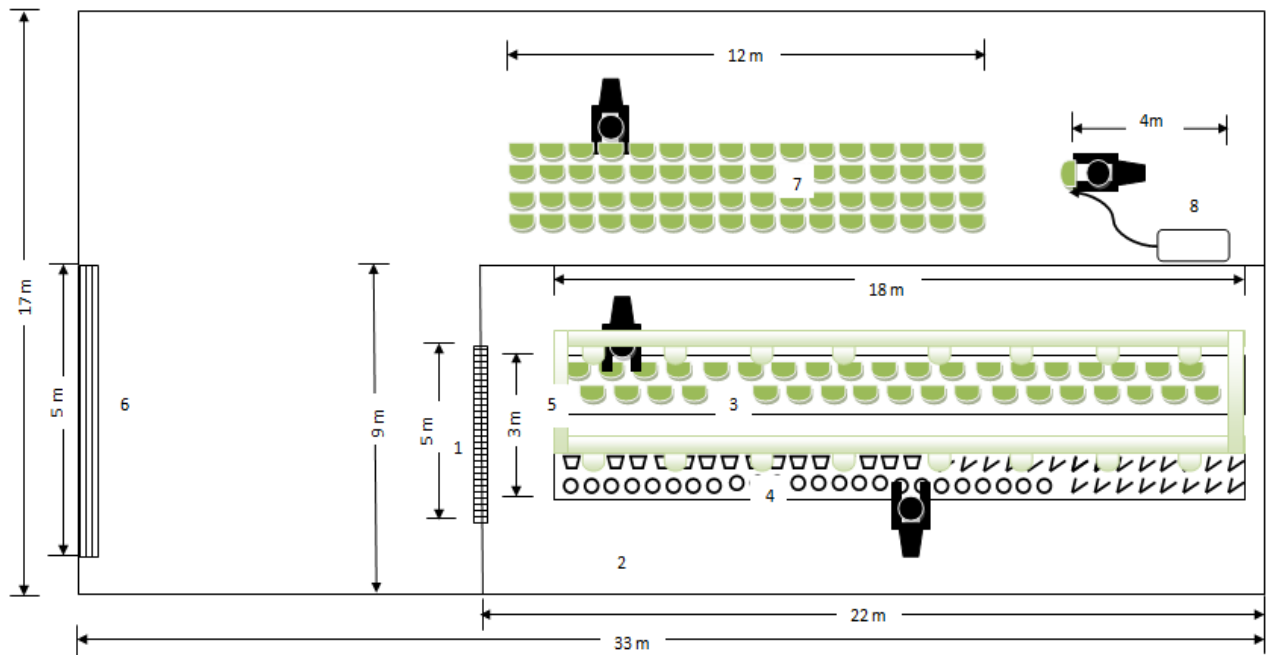
así también de la zona de almacenamiento de los elementos pequeños descritos anteriormente. Este, a diferencia del almacenaje de cascos, se ubica justo al frente de la puerta del horno.

Nuevamente el orden en estas estaciones de trabajo es indispensable para evitar accidentes, mermas y tiempo perdido. Al agilizar la movilidad del operador en su área de trabajo, tanto así se mejora la capacidad de procesar materias y convertirlas en productos.

Por último, quizás el problema más grande que debe afrontar esta sección del proceso, es que en este taller, también se le da mantenimiento y tratamientos de pintura a vehículos del Ejército. Esto se traduce en que no necesariamente se tendrá la disponibilidad de espacio en el departamento en general.



Figura 15. Distribución óptima del Departamento de Pintura



Fuente: elaboración propia, Microsoft Visio 2007.

Donde:

1. Entrada a la sección de horno
2. Área del horno.
3. Área para colocar cascos con pintura fresca.
4. Área para colocar grapas, roldanas y hebillas con pintura fresca.
5. Sistema de calentamiento para secado de pintura.
6. Entrada del taller.
7. Almacenamiento temporal de cascos sin pintura (o con pintura base, según sea la etapa del proceso)
8. Sección de aplicación de pintura (base, diseño o transparente, según la etapa del proceso).

#### **3.6.4. Diseño de herramientas. Copa lijadora**

En el mercado actual existen una gran cantidad de herramientas que pueden ayudar a optimizar procesos. Sin embargo, no siempre son accesibles. Es por tal razón, que se diseña una herramienta que se ajuste a las necesidades del proceso y que sea fácil de elaborar.

##### **3.6.4.1. Definición**

Anteriormente, se procedía a realizar las operaciones de limpieza de la goma del empaque del casco original utilizando un esmeril común.

Esto conlleva un desgaste mayor del necesario, inclusive llegando a rasgar la fibra de la orilla; debilitando el casco y haciendo más tardado el proceso pues se necesitaría que se le aplicara masilla para compensar el área dañada.

Por otra parte, usar una lija supone un aumento de trabajo y tiempo para el operario; pues necesitaría hacer un esfuerzo para desgastar y limpiar el borde del casco.

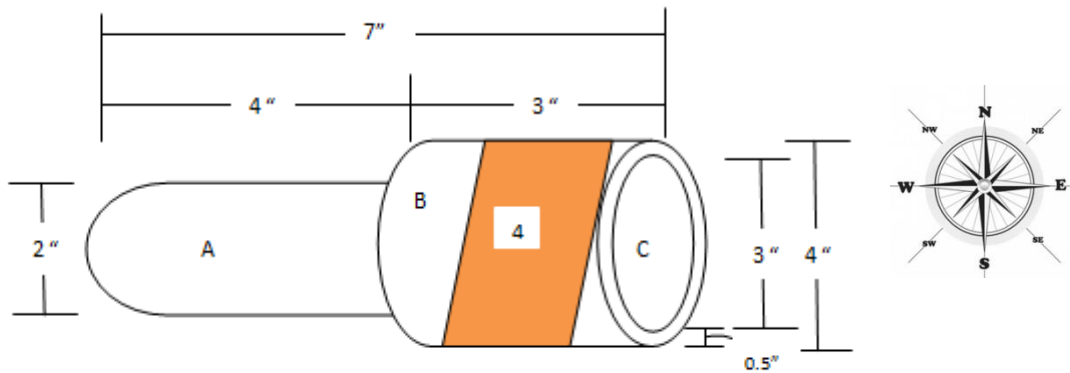
Actualmente existen máquinas diseñadas para realizar tareas similares, sin embargo, se pretende minimizar gastos y tiempo de encontrar el indicado. En consecuencia, se propone un diseño que involucre ambas técnicas; utilizando el cuerpo del esmeril y un anexo de aluminio donde se colocarán cintas de lija.

La herramienta funcionará mediante el accionamiento del esmeril y este hará girar la copa anexa con la lija añadida, por lo que solo será necesario colocar el casco en posición para comenzar a lijarlo.

#### **3.6.4.2. Diseño**

El diseño implica la creación de dos cilindros, uno de 2" de diámetro y el otro de 4". El primero deberá ser sólido con una perforación al centro de 0,5" de diámetro y una profundidad de 1,5", pues es acá donde se acopla al eje rotor. En tanto el otro cilindro deberá ser hueco, dejando un grosor de 0,5" y deberá ser así en toda su extensión, para evitar sobrecarga y exceso de esfuerzo en el rotor.

Figura 16. **Diseño de la copa lijadora**



Fuente: elaboración propia, Microsoft Visio 2007.

Donde:

1. Cuerpo que se sujeta al esmeril
2. Cabeza donde se coloca la lija
3. Interior hueco de la copa
4. Sección donde se coloca la lija

### 3.7. **Cálculo de la cantidad de personal óptimo**

En el Departamento de Pintura y el de Armas, las cantidades de personal actualmente se encuentran niveladas, por otra parte no se puede agregar más personal debido a que no hay otras maquinarias (máquina de *sandblast* ni otro horno para secado de pintura). Obteniendo un ritmo de trabajo constante y rápido. Quedando únicamente en condiciones insatisfactorias el departamento de tapicería.

Esto se debe a que anteriormente se contaba con dos encargados de los trabajos de costura de barbiquejos y de guarniciones tipo araña; lo cual hacía que el proceso fuera tardío e ineficaz.

Debido a circunstancias de fuerza mayor, uno de dichos encargados se retiró del departamento, dejando a un especialista encargado de todos los procesos de costura y confección de las piezas interiores del casco de protección personal.

De conformidad a tiempos cronometrados anteriormente obtenidos del proceso, se procede a calcular el tiempo total utilizado por el departamento de tapicería para la elaboración del interior de un casco. Siendo estos mostrados en la siguiente tabla:

Tabla XXI. **Resumen de tiempo utilizado por Departamento de Tapicería**

<b>No.</b>	<b>Operación</b>	<b>Duración</b>
1.	Cortado de cintas de tela y de la cinta de empaque	30 segs. (por cinta)
2.	Quemado de puntas de cinta de tela	11 segs. (por punta)
3.	Remachado de araña	1 min 30 seg
4.	Colocación de barbiquejos	45 seg
5.	Pulido y esmerilado del casco	1 min 57 seg
6.	Cosido de barbiquejo	8 min 25 seg
7.	Engomado de casco	2 min 45 seg
8.	Preparación y pre-pegado de empaque	3 min 03 seg
9.	Pegado y secado de empaque	8 min 37 seg
10.	Cosido de araña	20 min 38 seg
11.	pegado de esponjas, perforado y remachado de arañas, remache de hebillas y soportes, y ensamble de barbiquejo	22 min 57 seg
	<b>Tiempo total</b>	<b>1 hr 13 min 22 segs</b>

Fuente: datos obtenidos durante operación.

Con tiempo total de 1 hora con 13 minutos y 22 segundos resulta evidente que no es suficiente un solo operario para el trabajo. Por tal razón, se define este departamento como el “cuello de botella” o ritmo del proceso.

El proyecto según lo descrito con anterioridad, tiene un volumen total de 1 500 unidades; esto representaría igual número de productos elaborados en el departamento de tapicería. Lo anterior señala la necesidad de 1 834 horas con 9 minutos y 59 segundos, aproximadamente para la conclusión del proyecto.

Asumiendo que un mes laboral cuenta con 20 días hábiles y cada día cuenta con 8 horas de trabajo; esto se traduce a 229,27 días, que son representados en 11,46 meses aproximadamente (11 meses 9 días).

El resultado anterior, sugiere que para la conclusión del proyecto es necesario aproximadamente un año de trabajo para un solo operario; obviamente se necesita con carácter urgente aumentar la cantidad de personal en dicho departamento. Por otra parte se cuenta actualmente con maquinaria suficiente como para incorporar a 3 operarios más y una máquina más que necesita reparación. La hora de trabajo para el encargado actual del departamento representa un ingreso de Q.16,96, y para un operario es de Q.12,87.

Tabla XXII. **Estimaciones para encontrar número óptimo de operarios**

Encargado	Precio por hora	Operario	Precio por hora	Costo por hora	Tiempo de trabajo
1	Q.16,96	0	Q.0,00	Q.16,96	11,46 meses
1	Q.16,96	1	Q.12,87	Q. 29,83	5,73 meses
<b>1</b>	<b>Q.16,96</b>	<b>2</b>	<b>Q.12,87</b>	<b>Q. 42,70</b>	<b>3,82 meses</b>
1	Q.16,96	3	Q.12,87	Q. 55,57	2,86 meses

Fuente: estimaciones realizadas.

Esto significa un incremento en el valor unitario del casco en Q. 12,87, Q. 25,74, y Q. 36,81, el cual se justifica cuando el pedido de 1 500 unidades es concluido en menor tiempo. Este gasto extra es necesario de realizar, pues no todos los agregados al departamento saben utilizar la maquinaria; por lo que se necesitaría emplear personas con experiencia en el uso de estas.

Por tanto, se encuentra que el número óptimo de operarios que se debe contratar es 2, de esta manera se reduce el tiempo a una tercera parte del tiempo originalmente empleado para fabricar los elementos interiores de los cascos de protección personal.

### **3.8. Simuladores de tiro**

Los simuladores son un instrumento importante que permite a las Fuerzas Armadas entrenarse en realidad virtual reproducida con imágenes, sonidos y condiciones ambientales de cualquier índole, sin necesidad de exponerse a peligro físico.

Mediante estos ejercicios, se fomenta la mejora a través de rutinas de prácticas variadas, según la sección del entrenamiento a la que se encuentre sometido el practicante. El instructor debe apoyar estos ejercicios en experiencias obtenidas previamente en campos de práctica reales.

Tanto el alumno como el instructor pueden interaccionar con este mundo virtual, el primero lo hace a través de su arma y el segundo a través de la posición de instructor. El simulador debe diseñarse de tal manera que sea adecuado para la enseñanza y el adecuado aprendizaje, no se desea que sea demasiado difícil, pero lo suficiente para poder aplicar dichas técnicas aprendidas en situaciones reales.

#### **3.8.1. Definición**

El simulador de tiro transportable, de pistolas y fusil, permite capacitar a distintos niveles de exigencias para corregir las diversas técnicas de disparo, condiciona los reflejos del tirador, aumenta la velocidad de reacción, enseña las



oportunidades en las que el tirador deberá reaccionar con el fuego y cuando abstenerse.

También orienta en cómo proceder con las interrupciones del arma y cómo dosificar adecuadamente la munición evitando un criterio indiscriminado. En el simulador de tiro, la pantalla con los diferentes escenarios no evoluciona en forma lineal sino que el mismo comportamiento del usuario va abriendo las posibilidades en abanico.

Además, el operador del sistema puede introducir variantes como la cantidad de enemigos a combatir o los lugares dónde estos se ubican. El sistema incluye también módulos de estadística que informan, tras la simulación, la cantidad de disparos realizados, su efectividad, si fueron hechos poniendo en peligro la vida de rehenes o transeúntes, entre otras variables.

Un simulador de tiro permite realizar centenares de disparos solo con el costo de la energía eléctrica y sin riesgo de balas perdidas, ni accidentes fatales o daños a terceros o a bienes inmuebles. Cabe mencionar que los riesgos de heridas son anulados pues las armas nunca están cargadas.

El simulador de tiro virtual es una herramienta que actualmente es utilizado por países con altos índices de desarrollo tecnológico. Esto permite experimentar situaciones variadas, sin necesidad de cambiar de posición física, bastando únicamente un cambio en el escenario y trama de la situación.

### **3.8.2. Especificaciones**

Básicamente, se trata de dispararle a blancos que se presentan en una pantalla de 2 x 2,5 metros. Se usan armas verdaderas, con mecanismos y peso

original que tienen retroceso y cuyos disparos hacen ruido. Pero no hay balas ni, por consiguiente, humo, olor a pólvora o contaminación ambiental.

El instructor o capacitador, provee el arma al alumno, elige la escena y el nivel de dificultad correspondiente. A partir de ese momento, el alumno debe resolver tácticamente la escena y decidir qué hacer de acuerdo con las enseñanzas recibidas y su propio criterio

El sistema funciona mediante un láser pasivo (invisible) que hace las veces del proyectil. El retroceso del arma esta dado por una manguera conectada un tanque de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), por donde circula aire comprimido que le permite a la corredera abrirse y cerrarse, simulando el retroceso normal.

Todo el sistema funciona mediante una computadora central dirigida por un instructor de tiro, quien desde un teclado puede modificar tanto el retroceso como la cantidad de disparos alojados en el cargador, el volumen de la explosión, y la distancia, forma y disposición de los blancos, etc.

### **3.9. Funcionamiento**

El multicomplejo de tiro representa pantallas interactivas sensoriales sobre cuales se introduce la imagen con la ayuda del video proyector. El software Net permite crear el ambiente virtual unido usando el video, tecnologías y los efectos de sonido realistas.

En las pantallas se muestra el escenario sobre cual se hace el tiroteo con las armas neumáticas modificadas. El objetivo es poder realizar gran cantidad de ejercicios de práctica sin desperdiciar recursos.

El desarrollo del guion se determina por la calidad de tiroteado del practicante. El manejo del complejo se realiza por un operador, quien también se desenvolverá como instructor y analista, con la ayuda del ordenador-servidor. La posición de los tiros será analizado en función a proximidad del blanco objetivo o bien de la trayectoria del mismo, tomando en cuenta el ejercicio o práctica realizada, así será el puntaje obtenido por el practicante durante el simulacro.

### **3.9.1. Funcionalidad del simulador**

El simulador permite reproducir una galería de tiro virtual, en la que el instructor puede entrenar cualquier ejercicio que ejecute en una galería real, además de tener una serie de funcionalidades propias de la simulación, que le aportan un valor añadido al sistema.

El instructor puede definir el tipo de blanco con el que quiere entrenar al alumno. Se puede modificar la iluminación, tanto de la galería virtual como de los blancos visualizados, modificar la distancia de tiro sin necesidad de desplazamientos del alumno, asignar distintos movimientos a los blancos, en el que se pueden indicar con precisión los tiempos de exposición o velocidades.

Además del entrenamiento en puntería, el simulador permite entrenar al alumno en tiro instintivo mediante ejercicios del tipo “tiro no tiro” ó identificación de blancos móviles por formas o colores.

Los ejercicios de galería virtual, tienen la misión preparar a los alumnos para la realización de las prácticas con tiro real, en ningún caso sustituirlas. El instructor puede utilizar el simulador para entrenar los aspectos técnicos del tiro de una forma segura, sana (sin partículas de pólvora ni gases de plomo) y

económica (mediante una bomba de 50 céntimos se pueden realizar hasta sesenta disparos), de forma que cuando él considere oportuno, el alumno realice las prácticas de tiro real.

### **3.9.2. Principio del funcionamiento**

La imagen del blanco seleccionado se transmite a la pantalla del tiroteo a través de la computadora vía un proyector multimedia. Cuando la bala pega la pantalla del tiroteo, el sistema de reconocimiento de golpe define sus coordenadas en un fragmento de segundo con exactitud absoluta y una reacción apropiada se despliega en la pantalla (por ejemplo, agujero de la bala en el blanco, la explosión barril, enemigo que cae, dependiendo de la escena que se practique).

Puede disparar de las armas de fuego (armas de mano, revólveres, carabinas subametralladoras, escopeta de calibre 12) junto con la munición regular. Esto permite sensación de realidad absoluta, pues le otorga al practicante la situación exacta en la que se podría encontrar.

Las tecnologías de la animación originales permiten reconstituir cualquier lugar, edificio y territorio, y los modelos de enemigos simulados que permiten así a los servicios de seguridad entrenar las condiciones del objeto en particular. El convertidor del software permite utilizar materiales visuales propios como los guiones para el tiroteo.

La instalación de los tiros interactivos auxiliares y de combate multimedia se realiza en dos etapas. En el primer lugar se monta la estructura del sistema, y luego la pantalla de color blanco, de goma de vacío que funciona como un atrapa balas.

En el segundo lugar se establecen los sensores acústicos e interactivos del sistema digital de disparo del módulo que se ha instalado, vía cable están conectados la unidad del sistema, el operador del monitor y el proyector multimedia. Los tipos de arma y munición usados en tiro vivo de los sistemas del tiro interactivo son:

- Armas de mano, revólveres, carabinas subametralladoras, escopetas: energía balística 70-1500 J.
- Munición viva con primicia esférica (hemisférica), las balas de camisa completa, también de semacamisa, llenas 5,45-10,2 mm (.22-.41) calibre.
- De alma lisa: 410, 20, 16 y 12 calibre.
- Arma de la escopeta de aire comprimido: energía balística sobre 16 J.
- Velocidad de la bala inicial sobre 280 m/s. Balas para la escopeta de aire comprimido 4,5-6,35 (.177-.25) calibre.

### **3.9.3. Ejercicios**

Otro tipo de ejercicios que se pueden realizar en el simulador, son los ejercicios tácticos. Consisten en el planteamiento de situaciones que pueden surgir en la vida real llevadas al mundo virtual, en las que el alumno debe aplicar sus conocimientos y experiencia para proporcionar una respuesta adecuada a la agresión que pueda recibir.

Las situaciones que se presentan pueden evolucionar de distintas maneras dependiendo de las indicaciones del instructor, asimismo, este puede activar eventos visuales o acústicos que contribuyan a aumentar la presión emocional del alumno, obligándole a actuar de manera automática.

El simulador proporciona al instructor información sobre todos los disparos realizados y dónde impactaron. Una vez más, son los instructores los que deciden cómo adaptar los ejercicios a sus necesidades, dependiendo del tipo de entrenamiento que desee realizar, de esta forma puede definir un escenario para practicar la triangulación y otro para el efecto túnel.

### **3.10. Realización**

“Para instalar el multicomplejo no hay restricciones estrictas de las dimensiones y de la planificación del recinto. Teniendo en cuenta las peculiaridades del objeto concreto, los especialistas de la empresa seleccionan la cantidad óptima de las pantallas sensoriales de la dimensión correspondiente e instalan estas pantallas usando el procedimiento panorámico”<sup>4</sup>.

Las pantallas sensoriales se sitúan en una o dos líneas. El complejo puede ser instalado en cualquier recinto.

- Alta calidad de pantalla sensorial garantiza facilidad y seguridad en explotación del tiro. Aleación especial de aluminio que se usa en fabricación de pantallas excluye la posibilidad de la deterioración y asegura el peso mínimo de equipaciones (25-50 kg), gracias a este

---

<sup>4</sup> BADOUCH, Hussein, jefe de proyecto del simulador de arma corta de Indra © 2005 Borrmart - C./ Don Ramón de la Cruz, 68 Madrid

hecho es fácil transportar y colocar el tiro interactivo sobre cualquier superficie.

- Sistema duplicado de determinación de coordenadas con detectores de reserva asegura el trabajo incesante del tiro y alta precisión de determinación de coordenadas de los impactos.
- Utilización de tecnología Ethernet (velocidad de transmisión de información hasta 10 mbit/seg) permite conectar pantallas sensoriales con ordenador por medio del cable estandarizado de red y reunir módulos electrónicos en una sola red para crear los simuladores de tiro con varias pantallas.
- Armas y pertrechos recomendados para el tiro neumático  
Armas neumáticas  
Energía balística 3 - 7 J.  
Velocidad inicial del vuelo de balas 70 - 130 m/s.  
Balas de plomo del calibre 4,5 mm (0,177).  
Armas de airsoft  
Velocidad inicial del vuelo de balas 70 - 140 m/s.

### **3.10.1. Sistema de proyección**

Es el sistema encargado de visualizar las imágenes creadas por las tarjetas gráficas utilizando un proyector de altas prestaciones y una pantalla plana, para tener gran calidad de imagen y resolución.

Se debe ajustar la geometría, mediante esto se garantiza que el tamaño y forma de las imágenes proyectadas sea exactamente la misma en ambas zonas

de la pantalla. El ajuste de color, mediante el cual busca uniformidad de color en toda la pantalla.

Además, se debe tomar en cuenta la dimensión de la habitación donde será instalado, pues con esto se debe realizar los cálculos para estimar las proporciones de las imágenes para adaptar a estas de manera real.

El sistema debe ser capaz de hacer sentir y envolver al usuario en situaciones donde pueda vivir los escenarios, de manera tal que al presentársele una situación similar en la vida real, sepa la mejor manera de proceder, tomando las mejores decisiones, apoyado en su experiencia y capacitación previa.

### **3.10.2. Sistema visual**

Es el módulo encargado de generar las imágenes que serán transmitidas al sistema de proyección. Debe ser apoyada por expertos en programación y aclimatación para crear el efecto y sensaciones similares a las que se presentan durante una situación real donde se debe aplicar la estrategia y autocontrol para concluirla con éxito.

Cada uno de los movimientos que se le quiera dar al personaje debe ser modelado previamente, es decir, si se quiere que el personaje corra se debe preparar una animación con el personaje corriendo y así con todas las conductas que se desee asignarle.

Se debe diseñar también, escenarios donde el practicante sea capaz de ejercitar su puntería y calidad de tiro, para posteriormente ir incrementando su



dificultad hasta que este sea capaz de adecuarse a situaciones con movimientos y variedad de personajes.

La calidad visual deberá ser evaluada por expertos, pues es necesario garantizar que los usuarios podrán estar inmersos en la situación, con capacidad de tomar decisiones y formar un carácter para enfrentar situaciones reales.

### **3.10.3. Sistema de audio**

Se trata de un sistema que permita posicionar y orientar los sonidos alrededor del alumno. Debe ser capaz de transportar al alumno a la situación donde se desenvuelve el simulador.

El sonido envolvente es la opción más recomendable, pues es así como se desenvuelve las situaciones en la vida real. El usuario debe ser capaz de reconocer sonidos e interpretarlos como posibles fuentes de alerta y advertencia.

Recordando también que el sonido es fundamental para complementar las sensaciones. Además de ser el complemento para fomentar la concentración y desarrollo integral del tirador en formación.

### **3.10.4. Instructor**

La tarea del instructor consiste en modificar el escenario a voluntad, de acuerdo con las respuestas tácticas y verbales del alumno. El instructor no enseña a tirar, el alumno debe concurrir con una capacitación avanzada, ya que el sistema virtual, si bien permite la enseñanza tradicional, se pierden de esa

manera las enormes ventajas que se mencionan más abajo, perdiéndose tiempo útil.

El instructor proporciona una guía técnica en manejo y control de situaciones, no se orienta tanto al manejo del arma. Sin embargo, es importante mencionar que las atribuciones del instructor también radican en la corrección de posturas.

El instructor debe contar con experiencia en campo real, pues es él quien también aportará sus conocimientos para desarrollar escenarios con dificultades variadas para fomentar reto y no causar aburrimiento o hacer ejercicios tediosos.

### **3.10.5. Posición del instructor**

Es el módulo que realiza la función de interfaz entre el instructor y el simulador, debe proporcionar un entorno amigable que permita controlar la evolución de los distintos ejercicios sin necesidad de requerir grandes conocimientos ni especial atención.

El instructor debe ser el apoyo del sistema, el alumno debe ser capaz de realizar ejercicios sin la ayuda de este. Por tal motivo, el instructor es un observador que calificará y evaluará el desempeño del alumno en varios rubros.

Pudiendo calificar y clasificar, su precisión y exactitud, su tiempo de reacción, habilidad, manejo personal, control de la situación, evaluación del entorno, atención y uso efectivo del armamento.

El instructor no debería estar a la vista del alumno, pues podría afectar negativamente el desempeño de este. Por lo que se sugiere el instructor se encuentre ubicado cerca de la estación de control.

### **3.10.6. Entorno táctico**

Este sistema es responsable de la conducta de todos los objetos que aparecen en el mundo virtual, estos objetos pueden ser tan simples como una diana a la que tiene que dar movimiento o tan complejo como un personaje virtual.

A los personajes virtuales se les dotará de inteligencia artificial basada en reglas. Cada una de estas reglas está formada por una acción y al menos una condición. Es decir, cada personaje debe presentar una característica especial y distintiva, por ejemplo gente en peligro o la aparición de un terrorista.

El entorno táctico como tal debe estar contenido por imágenes que trasladen al tirador y lo sitúen en ambientes diversos sin salir del salón de práctica. Mediante la creación de situaciones variadas, se garantiza una capacitación integral.

La toma de decisiones dependerá del entorno en el que se encuentre inmerso el tirador. Con variaciones ligeras o sutiles, se puede evaluar el avance de este, en aspectos de estrategia y control de la situación.

### **3.10.7. Arma simulada**

La simulación del arma se realiza partiendo de un arma real inutilizada, a la que se somete a varias modificaciones, que se detalla posteriormente.

Mediante estas variaciones se pretende alterar el sistema de ignición y disparo, sin alterar el peso y mecanismos de accionamiento, pues estos serán fundamentales para complementar la experiencia en general a la que se está sometiendo el alumno.

Se fabrica un nuevo cargador, en el que se reserva por un lado el espacio para contener una bomba comercial de CO<sub>2</sub> junto con los mecanismos necesarios para mover la corredera y simular el retroceso, por otro lado se incluye la electrónica de control del arma.

En el cargador se incluye un mecanismo que permite bloquear la corredera, este mecanismo se activa bien porque se ha agotado la munición indicada desde la posición de instructor o bien porque se ha activado una mal función.

Otra de las modificaciones realizadas está referida al cañón, el cual se sustituye por un láser y su correspondiente electrónica de control. La longitud de onda del láser está situada en el rango infrarrojo lo que lo hace invisible al alumno. El láser permite disparar desde una distancia superior a los 25 metros.

Finalmente en el cañón se incluyen sensores que detectan la posición del gatillo o el estado del seguro. Para esto se instala cuidadosamente este sensor en el interior de este, pues no se quiere alterar el tamaño o forma del arma en general.

### **3.10.8. Disparos**

Para su funcionamiento se emplean armas electrónicas que disparan rayos laser, cuyo impacto es detectado por el lector laser, interpretado por la computadora y reflejado sobre la pantalla.

De esta manera, el instructor puede clasificar y evaluar el desempeño del disparo. El disparo es también grabado en la memoria del sistema para una evaluación general posterior a terminar los ejercicios.

Un disparo debe ser calificado por su precisión, y la velocidad de ejecución con la que el tirador reaccionó, en caso que sea un ejercicio con movimiento de personajes. En caso de ser ejercicios de puntería o de objetivos estáticos, se calificará la calidad del tiro y la eficacia del impacto.

Cuando el Instructor lo desea, puede repetir la escena, en la cual se puede observar la imagen de la trayectoria de la boca del arma, antes del disparo, el momento en que presiona el disparador y el instante posterior del tiro. De este modo se puede observar la corrección de la puntería durante el disparo y los movimientos que realizó el tirador.

### **3.10.9. Sistema de detección**

Tiene la misión de detectar y localizar los impactos del láser en la pantalla. El proceso se basa en un sensor digital con una buena respuesta en el campo infrarrojo, alta frecuencia de refresco de imagen que garantice el mínimo retardo en la detección.

El punto de impacto quedará almacenado en el registro del sistema, como herramienta para evaluación del tirador. Es también importante establecer sistemas de ponderación en objetivos móviles y estáticos.

El sistema de detección también está formado por el adecuado sensor adaptado al arma, así también incluye al instructor. Pues es él quien se encarga de hacer una evaluación basada en lo observado durante la práctica.

Como complemento, se podría agregar al sistema de detección, sensores cardíacos para el tirador. Con la finalidad de registrar niveles psicofísicos de estrés y emoción, así como del control personal que este debe ser capaz de manejar.

#### **3.10.10. Disponibilidad de escenografías**

Los polígonos virtuales, poseen diversas escenografías. Las de polígono, para prácticas de tiro convencional, pero con un posterior análisis superior al del tiro real y escenografías tácticas. En todos los casos con diversos niveles de dificultad.

De manera proporcional al avance del curso de entrenamiento preparatorio de tiro, se irá aumentando la dificultad de los escenarios que componen al sistema de polígono virtual.

De igual manera, el reto, capacidad intuitiva y toma de decisiones se deberá intensificar, hasta consolidar capacidad física y mental para lograr la eficacia en el tirador, acertando no únicamente en blancos, y de igual manera en decisiones rápidas.

### **3.11. Tiro vivo**

Puede ponerse en los complejos del tiro especializado en lugar de equipo de campo de tiro regular. Aparte de los tipos normales de blancos (silueta, media-silueta, ronda, y etc.) el software del sistema permite diseñar cualquier ejercicio del tiro original (por ejemplo, los blancos anatómicos, "el terrorista con el rehén", etc.).

La gran ventaja del tiro interactivo es la ausencia del gasto de los materiales para los blancos durante el tiro. Además de facilitar el desarrollo y trama de diversos escenarios y situaciones que harán que el tirador complemente sus habilidades.

El sistema es tan versátil que permite que el tirador se adapte a nuevos retos, permitiéndole alcanzar logros que podría alcanzar al practicar en un polígono regular con un arma y municiones reales.

### **3.12. Simulador móvil**

En calidad de la plataforma puede ser usado cualquier furgón automóvil (caravana) equipado con un tablero móvil para las armas y una mesita del operador, también con un bloque de sistema y con un video proyector atado en el techo.

La pantalla sensorial de la dimensión correspondiente se fija sobre la pared lejana. Los tiros se pueden hacer, estando de pie directamente cerca del furgón, no se necesita ningún equipo adicional en la línea de fuego.

Para la alimentación eléctrica puede utilizarse la red externa, y en caso de su ausencia, un generador externo, ya sea diesel o gasolina. Puede ser establecido en cualquier plataforma móvil y permite realizar la enseñanza y el adiestramiento de tiro en caso de la ausencia de un tiro fijo o un polígono, en cualquier localidad y en cualquier condición de tiempo.

Las instalaciones análogas automotoras, se pueden utilizar en las unidades militares remotas y en las unidades especiales. El uso de los tiros interactivos de combate móviles es conveniente para las Fuerzas Armadas.

### **3.13. Requisitos del sistema**

Un simulador de tiro, consiste en un sistema de cómputos integrado, que consta de los siguientes elementos:

El software es operado bajo Windows XP, Vista, 7, 8. PC de alta velocidad, normalmente Pentium IV, Core 2 Duo, o superior. Se recomienda tener a disposición la tecnología más reciente para agilizar los procesos y mejorar la calidad en gráficos e imágenes.

#### **3.13.1. La placa madre**

Cualquiera, en caso de la ausencia del COM-puerto es necesario instalar el adaptador USB - RS232 (COM). La placa madre de las computadoras es la parte fundamental que dicta la capacidad de procesamiento.

Por tal razón, es necesario contar con la computadora más reciente para mejorar la resolución y procesamiento de imágenes y respuestas o estímulos generados por el tirador.



Por otra parte, es necesario que se complemente con los accesorios que serán mencionados posteriormente para garantizar la eficiencia del sistema. Es importante mencionar que el sistema esta conformado de todas las piezas en su conjunto y que la ausencia de una de estas podría condicionar el funcionamiento más adecuado del sistema virtual.

### **3.13.2. El procesador (CPU)**

Pentium, Núcleo 2Duo, Núcleo i3, i5 o i7, o procesadores AMD, con la frecuencia de 2.8 GHz. Esto es necesario para mejorar la capacidad de procesamiento. Esto significa que el equipo será más ágil para interpretar los resultados obtenidos por el practicante.

La velocidad de imágenes y de aceleración de escenas es dependiente de este factor, por lo que contar con las características antes mencionadas es realmente necesarias.

### **3.13.3. La memoria operativa (RAM)**

1Gb o más. Esto es el complemento de lo mencionado anteriormente. Con una tarjeta de 1 Giga bite debería ser suficiente para mantener ágil y constante el desarrollo de los ejercicios. La memoria de RAM funciona para propiciar la interpretación de resultados obtenidos por el alumno de manera más eficaz.

Con forme se vaya aumentando la cantidad de gigas disponibles en memoria ram, más eficiente y más veloz deberá ser el sistema, no deberá presentar fallas ni se deberá trabar.

#### **3.13.4. La tarjeta de vídeo**

La tarjeta de video es quizás lo más importante del sistema: esto se debe a que en ausencia de esta tarjeta no será posible visualizar nada. Si bien es cierto los elementos anteriores son necesarios, esta tarjeta no puede faltar en el equipo.

Se sugiere el uso e instalación de las siguientes tarjetas: ATI Radeon 9600pro / NVIDIA GeForce FX 5700 (min), NVIDIA GeForce 7600 (recomendado). 128Mb de RAM de vídeo o más. Doble enlace DVI o D-SUB de salida.

#### **3.13.5. El disco duro**

Hasta de 2 Gb de espacio de disco libre, con no menos de 80 Gb de capacidad en disco. Esto permite almacenar gran cantidad de pruebas y resultados, además de permitir que se almacenen más ejercicios o escenarios para entrenamiento.

Estos datos serán valiosos para el instructor o evaluador, pues se pueden convertir estos datos en estadísticos, indicadores y coeficientes para evaluación del desempeño del tirador en entrenamiento.

#### **3.13.6. El lector**

DVD-ROM para instalar los programas, este es sugerido. Este elemento es optativo, pues con el avance de la tecnología se permite el uso de memorias de almacenamiento por puertos USB.

Por tal motivo, es opcional la disposición de lector del tipo DVD-ROM. Otra opción para que se pueda ejecutar el programa, es adquirirlo desde una ubicación de una “nube” virtual. Simplemente se necesitaría la disponibilidad de conexión a internet.

### **3.13.7. Tarjeta de la red**

Cualquier con el receptáculo RJ-45, es decir que puede funcionar con cualquier tarjeta que brinde conexión a internet. La conectividad es necesaria si se desea utilizar aplicaciones como las “nubes” de almacenamiento.

Por otra parte, si se desean enviar reportes de avances o de evaluaciones, se facilita hacerlo por medio de correos electrónicos. Por tal, el internet no deja de ser una herramienta necesaria en la formación y preparación de este simulador.

### **3.13.8. La tarjeta de sonido**

Cualquiera, pues realmente basta con que se tenga sonido que pueda emanar desde el ordenador. Por otra parte, cabe mencionar que se necesita un sistema de audio adecuado para climatizar completamente el salón donde se realizan las prácticas.

Este sistema completo, está compuesto de bocinas y amplificadores, ubicados alrededor del tirador y del escenario, pues se desea crear un ambiente envolvente y real. La capacidad y potencia de las bocinas dependerán obviamente del espacio físico donde estará instalado el salón de pruebas, pues no se desea ni sobredimensionarlo, así como tampoco se quiere subdimensionar la capacidad de este.

### **3.13.9. El bloque de alimentación (ATX)**

400 W, esta alimentación es necesaria para el funcionamiento del conjunto del sistema. Se desea consumir esta potencia pues la gran cantidad de elementos que lo componen serán quienes exigen este consumo.

Cabe mencionar que también la potencia es una variable ante las condiciones físicas de instalación. Por tanto, se volverá dependiente de la cantidad de instrumentos audiovisuales que serán colocados.

### **3.13.10. La fuente de la alimentación incesante (UPC)**

1000 VA y más, esta fuente es para seguridad y protección de todos los instrumentos y del equipo de cómputo como tal. Pues esta se encargará de suprimir picos de voltaje y variaciones de este.

Ayuda a prevenir sobrecargas y en el momento de una descarga atmosférica o que por alguna otra razón exista una disminución o pérdida de la alimentación de energía, proporciona tiempo suficiente para apagar de manera segura el equipo.

### **3.13.11. La pantalla**

Cualquiera que soporte la resolución XGA (1024 x 768), el color verdadero (32 bit). Se debe recordar que también se utilizarán proyectores de imágenes y pantallas lo suficientemente grandes para que el alumno pueda diferenciar objetivos.

En tanto el instructor deberá contar con una pantalla que igualmente le permita observar el desarrollo de la trama a la cual está siendo sometido el alumno, para control y evaluación de este.

### **3.13.12. El sistema acústico**

Configuración 2.0 ora 2.1, desde 25 W RMS, como se mencionaba anteriormente, este es necesario para crear situaciones y escenarios envolventes de realidad completa.

El sonido es importante para que el tirador complemente su entrenamiento, pues de esta manera se prepara en manera muy similar a la experiencia completa que genera un polígono virtual.

### **3.13.13. El proyector de vídeo**

Por otra parte el sistema recomendado de proyección de imágenes y video debería contener un proyector con las siguientes características, para garantizar que el sistema sea captado de manera óptima:

Que cuente con tecnología LCD (recomendado)

El brillo: 1600 lm ANSI o más

La resolución: XGA (1024x768)

La conexión: D-SUB o DVI

Los elementos recién descritos proporcionan nitidez de imagen y una perspectiva más real de lo que está sucediendo, es decir con estos elementos se pretende alcanzar una experiencia más vívida.

#### **3.13.14. Programa**

Indispensable contar con un equipo de programadores que sean capaces de desarrollar sistemas y programas de simulación y escenarios semejantes a la realidad.

Este equipo debe estar enfocado a la creación de un sistema de realidad aumentado, que le permita al aprendiz comprender las situaciones que podría experimentar en la vida real.

#### **3.14. Sugerencia de curso básico**

Adicional al curso preparatorio de tiro, se debe considerar que un tirador no es únicamente precisión, ni se logra solamente halando del gatillo. Un buen tirador también se distingue por la estrategia, análisis de su entorno y su elevada capacidad en toma de decisiones acertadas.

Por tales razones es necesario implementar un sistema de cursos integrales que busquen fomentar y fortalecer las áreas psicosociales y de relaciones interpersonales, que se harán necesarias para tomar decisiones y analizar situaciones obteniendo resultados satisfactorios.

##### **3.14.1. Contenido del curso**

Un curso debe contener al menos las áreas: Humanística, Jurídica y Técnico-Militar, donde se desarrollen los contenidos descritos más adelante. Con esto se pretende desarrollar las áreas complementarias sociales y no únicamente las técnicas.

### **3.14.2. Área humanista**

Darles una formación humanista a los oficiales de seguridad, donde ellos puedan contar con las bases necesarias para ejercer su trabajo de una forma más satisfactoria.

Con esta parte del curso se quiere enfatizar en toma de decisiones consientes y acertadas que prevengan accidentes o errores en situaciones de riesgo.

Relaciones Interpersonales (2 horas)

Total: 2 horas

### **3.14.3. Área jurídica**

Formar a los oficiales de seguridad en el área legal partir de las diferentes leyes publicadas durante los últimos años tales como: Ley de Armas y Municiones. Obviamente es necesario enfatizar en bases legales, las consecuencias e implicaciones de las decisiones que se pueden tomar en cuanto se presente una situación de emergencia.

Derechos Humanos (2 horas)

Total: 2 horas

### **3.14.4. Área técnico-militar**

Se ofrece una capacitación básica técnico militar, para que por medio de ella todo oficial pueda desarrollar su trabajo de una manera cada vez más profesional.

Técnicas y procedimientos (2 horas)

Armas de fuego (2 horas)

Seguridad de instalaciones (2 horas)

Manejo de situaciones de crisis (4 horas)

Identificación de personas, vehículos y armas (2 horas)

Total de horas del curso: 16 horas

Duración mínima del curso: 2 días

### **3.15. Configuración recomendada del sistema**

La configuración del sistema es esencial para el desarrollo exitoso de las maniobras y operaciones de simulacros. El sistema debe de ser capaz de desarrollar escenas que transporten al tirador y lo involucren en esta situación.

Cada detalle es importante, y debe ser cuidadosamente examinado, pues se busca generar condiciones de estrés y tensión lo más parecido a lo que se enfrentaría en situaciones reales.

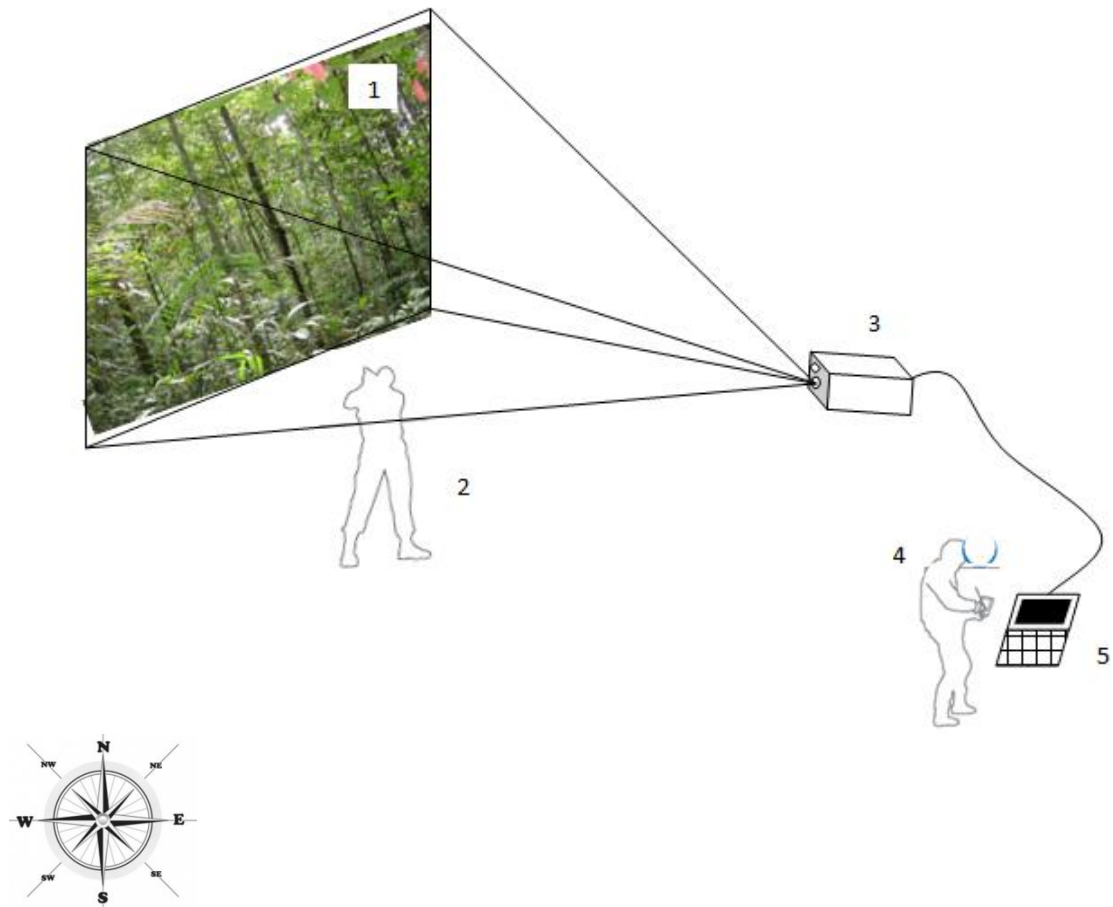
#### **3.15.1. Configuración recomendada del sistema de proyección**

El sistema de proyección es el eje central de todo el simulador. Obviamente es debido a que acá es donde se desarrollan la mayor parte del escenario y la trama de la situación a evaluar.

Debe considerar que el sistema de proyección debe ser de alta calidad y dispuesto a manera de no interferir en el libre movimiento y desempeño del accionar del tirador.



Figura 17. Configuración recomendada del sistema de proyección



Fuente: elaboración propia, Microsoft Visio 2007.

Donde:

1. Pantalla de proyección
2. Posición del tirador (alumno)
3. Sistema de proyección
4. Posición del instructor
5. Computadora

### **3.15.2. Configuración recomendada del sistema de simulación de fusil**

Por otra parte, el elemento clave del sistema será el fusil o arma que se utilice para desarrollar la simulación y entrenamiento preparatorio de tiro. Este debe ser preparado para emular los movimientos y accionamientos de un arma real.

El arma a utilizar deberá ser de preferencia, el arma en que el tirador se especializará. Esto con la finalidad de crear una asociación y lograr que el sujeto se acostumbre al arma.

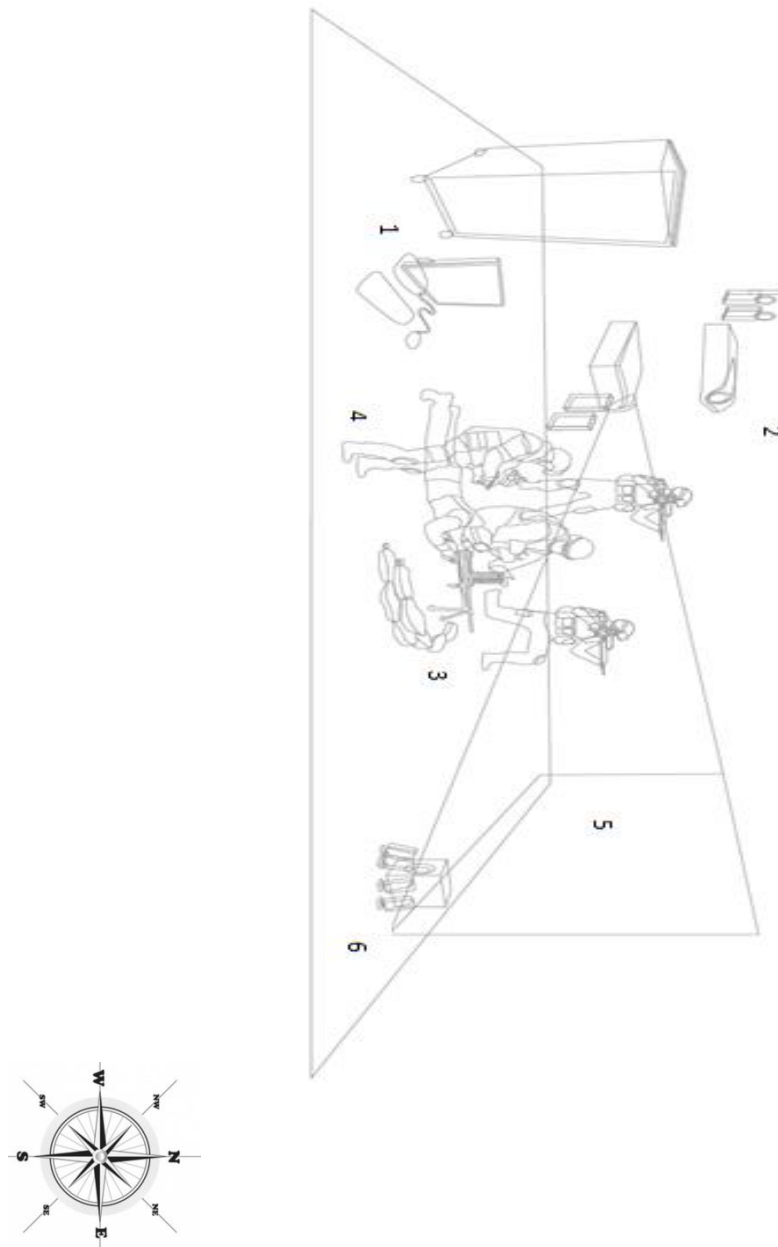
El manejo del arma especialmente configurada, deberá ser guiado y supervisado por un tirador experto.

Sin importar el tipo de arma en que se desea preparar al tirador, el escenario vuelve a ser clave del éxito del uso del simulador. La razón resulta evidente, pues el diseño de la escenografía no debe interferir de manera negativa en el desempeño del ejercicio.

Es recomendable que también se evalúen ciertos aspectos del tirador durante la práctica, como lo podría ser el manejo y control del arma y su posición durante el ejercicio, la postura del cuerpo al momento de ejecutar un disparo, entre otros.

Para ejemplificar lo anterior mencionado, se muestra la configuración del sistema de simulación, desarrollado por INDRA, una empresa dedicada a la seguridad y desarrollo de este tipo de aplicaciones y sistemas.

Figura 18. **Configuración recomendada del sistema de simulación de fusil<sup>5</sup>**



Fuente: Diseño creado por INDRA, Sistemas de seguridad, Simulador de Fusil de Asalto, indra.es, VICTRIX.

<sup>5</sup> Diseño creado por INDRA, Sistemas de seguridad, Simulador de Fusil de Asalto, indra.es, VICTRIX.

Donde:

1. Sistema de computadoras
2. Sistema de proyección
3. Posición del alumno
4. Posición del instructor
5. Pantalla receptora
6. Sistema de audio

### **3.16. Vehículos para emergencias**

Tal como lo indica su nombre, un vehículo para emergencias es aquel móvil que se utiliza durante una situación que no se tenía prevista para transporte de personas afectadas, materias primas o bien de consumibles para proporcionar auxilio y mejorar las condiciones que se tienen.

#### **3.16.1. Definición de vehículos para emergencias**

Se definirá como vehículo para emergencias, todo vehículo utilizado cuando una situación de emergencias se presente. Estos vehículos tienen como finalidad la de aportar ayuda para el salvamento y para el auxilio de las personas damnificadas.

La idea para diseñar vehículos que sirvan para el socorro de personas afectadas por desastres naturales, surge debido a que en la actualidad al suscitarse un evento de esta naturaleza se deben alquilar los elementos básicos para las personas; como lo son estufas para preparar alimentos, servicios sanitarios y en el caso de servicios médicos, en ocasiones resulta realmente complicado el transporte del equipo necesario para prestar dichas atenciones.

Se desea realizar modificaciones a los vehículos de manera que puedan servir como cocinas y clínicas móviles. Se pretende que presten servicio en eventos de desastres naturales, tales como los suscitados en los últimos años; terremotos, inundaciones, deslaves, entre otros.

Por tales razones, se presentan los diseños para modificar vehículos tipo camión para asegurarse el transporte de dichos elementos y garantizar el acceso a sectores remotos. Los diseños consisten en el interior de la caja del camión, adecuando espacios para las distintas opciones que se presentan.

### **3.16.2. Medidas del vehículo a modificar**

El vehículo que podría ser modificado será un vehículo tipo camión, Mercedes-Benz. Esto se hace con el objetivo de que el acceso al servicio que este prestaría no se viera afecto por la accesibilidad del terreno.

Por otra parte, también se considera el espacio y dimensiones, ya que se puede albergar una cocina completa, o bien una clínica, según sea el caso y aplicación para la cual se desea realizar la modificación.

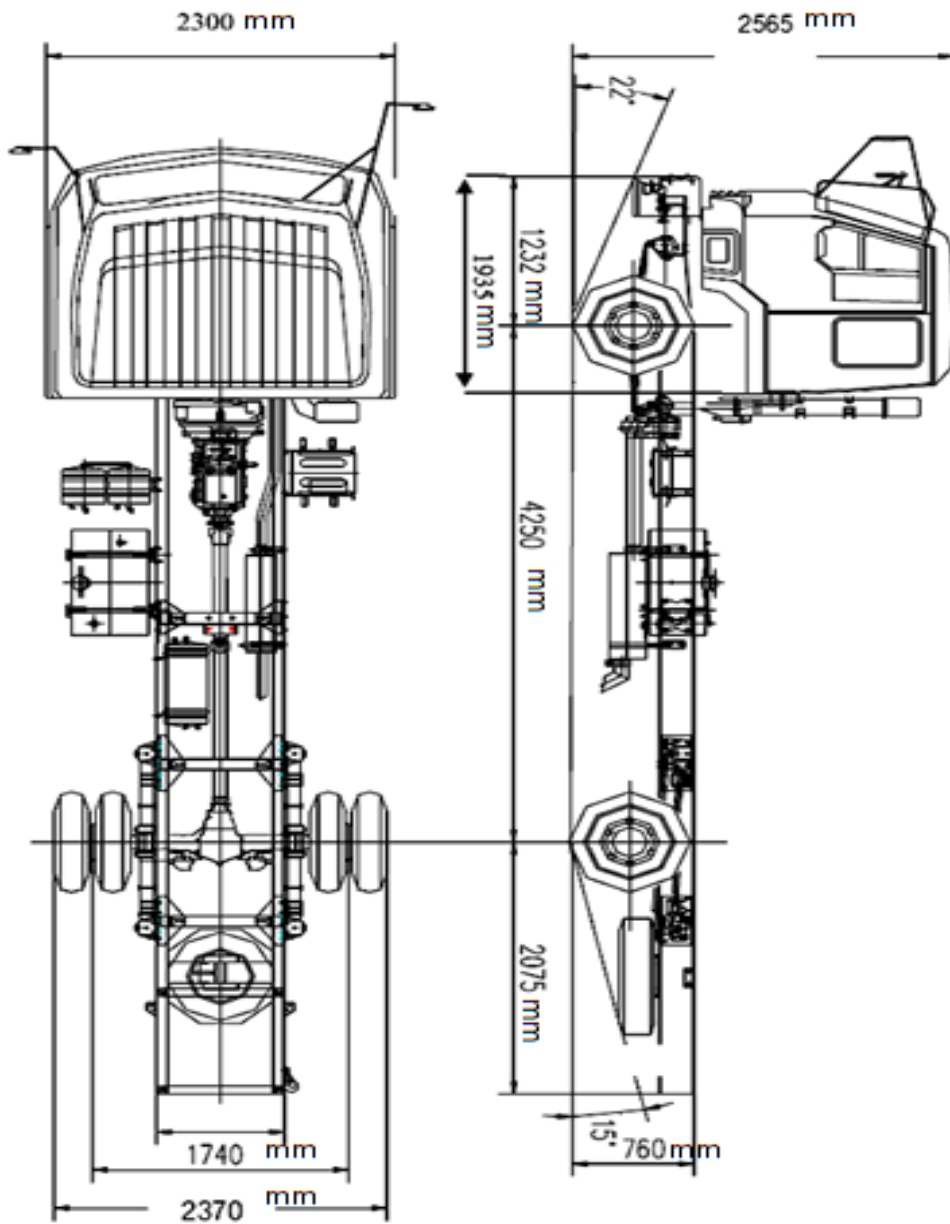
Si las medidas del camión son de 2,565 metros de alto, 7,557 metros de largo; y de capacidad de 5 toneladas. Estas características son recomendables pues se desea que el vehículo resista condiciones del entorno y de capacidad de carga.

Cabe mencionar que los camiones a modificar, deberán contar con la capacidad de desensamble; es decir que las modificaciones y cambios que se le hagan al agregar piezas y partes para que soporte los contenedores con las

adecuaciones necesarias, deben ser removibles, no permanentes y completamente reversibles.

Lo anterior pues se debe resaltar la escasez de recursos asignados al Ejército de Guatemala, y las posibles necesidades de utilizar estos vehículos para otras misiones.

Figura 19. **Medidas del vehículo a modificar (escala en milímetros mm)**

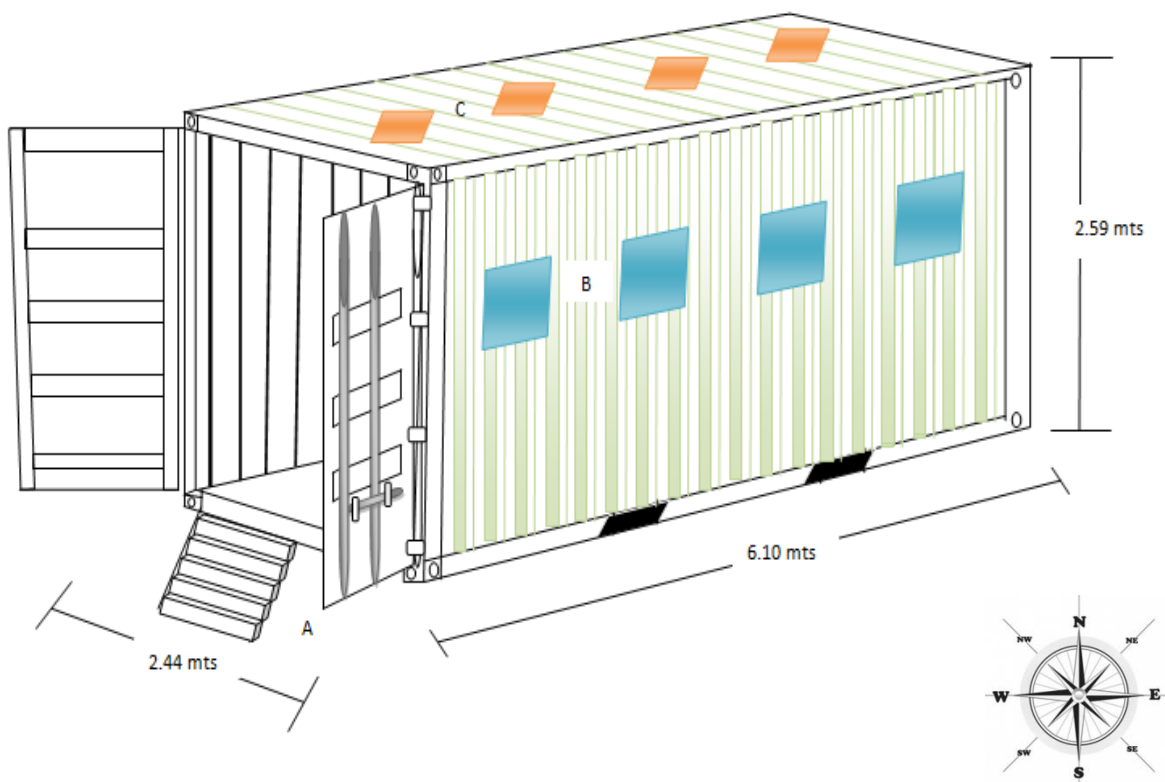


Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2008.

### 3.16.3. Diseño del vehículo para emergencias. Exterior

La parte exterior del vehículo que será concebido para emergencias, deberá contener al menos cuatro ventanas a cada lado y al menos cuatro tragaluces en el techo de este. Además de estar provisto de escaleras plegables para facilitar el acceso al interior de este

Figura 20. Diseño del vehículo para emergencias. Exterior



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2008

Donde:

1. Gradas de entrada
2. Ventanas laterales
3. Sistema de iluminación (natural y artificial)



#### **3.16.4. Diseño del vehículo para emergencias. Servicio de atención médica**

Entre los servicios más necesarios cuando existe una situación de emergencia es el servicio médico. Sin embargo, actualmente la situación se torna más complicada, debido al difícil acceso de algunos lugares que han sido afectados por condiciones naturales.

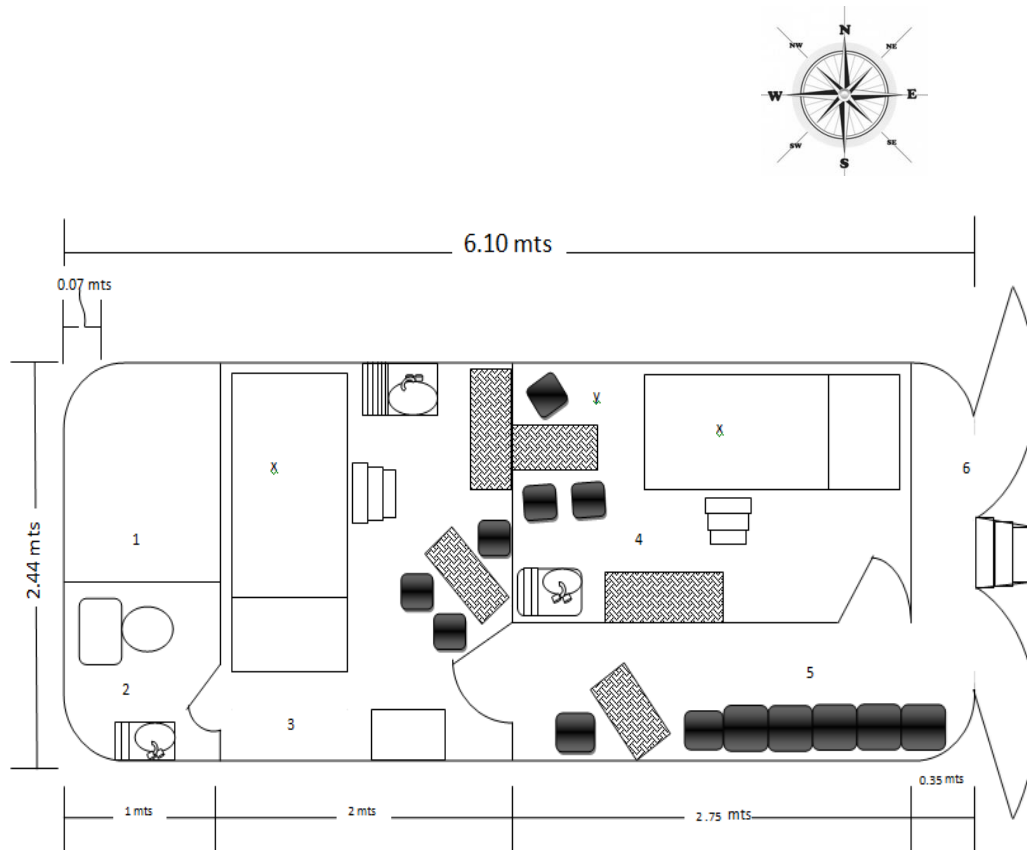
Es por tales razones, que se debe considerar el diseño de transportes que sean capaces de responder de manera más eficiente y pronta ante circunstancias de riesgo y calamidades.

Con el equipamiento necesario, se podría atender a personas afectadas de manera más rápida. Además, serían atendidas en estaciones apropiadas y preparadas para este tipo de circunstancias.

Como elementos básicos, este deberá estar provisto de al menos dos camillas para atender a los pacientes, dos oficinas (consultorios), una bodega especial para medicamentos y otros elementos que sean necesarios para la atención médica, así como también un depósito de agua y al menos un servicio sanitario.

Debido a que este sería un servicio de primera respuesta, contaría únicamente con lo necesario, pues no se quiere sobrecargar ni hacer mal uso del espacio reducido con el que se cuenta. Es necesario considerar que este tipo de aplicación también necesitaría de iluminación artificial, pues no se tiene un horario de atención exclusivo.

Figura 21. **Diseño del vehículo para emergencias. Servicio de atención médica**



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2008

Donde:

1. Reservorio de agua y bodega de medicamentos.
2. Servicio sanitario para personal médico.
3. Clínica 1
4. Clínica 2
5. Sala de espera, con escritorio y silla para recepcionista
6. Entrada

Elementos internos:

- x. Camilla médica con escaleras
- y. Pequeña oficina médica (dos sillas para pacientes, silla para el médico y un escritorio)
- z. Lavamanos

#### **3.16.4.1. Descripción del vehículo para atención médica**

El diseño del vehículo consiste en implementar en el interior del contenedor en donde se prestará el servicio de atención médica.

El vehículo constaría de dos clínicas, separadas por paredes, de una sala de espera con mobiliario para una recepcionista, un baño y un reservorio (donde se colocará el agua).

En el interior de ambas clínicas, se colocarán gabinetes donde se colocarán medicamentos y otros equipos que sean necesarios para brindar atención médica, tales como estetoscopios, otorrinos, baja lenguas, esfigmomanómetros, entre otros.

La entrada estará provista por dos compuertas que se abren hacia el exterior con sus respectivos seguros, y un sistema acoplado de gradas para posibilitar el acceso al interior de este vehículo.

Por otra parte, el vehículo contará con ventanas para permitir el acceso de aire y luz, además de contar con sistemas de iluminación y ventilación artificial.

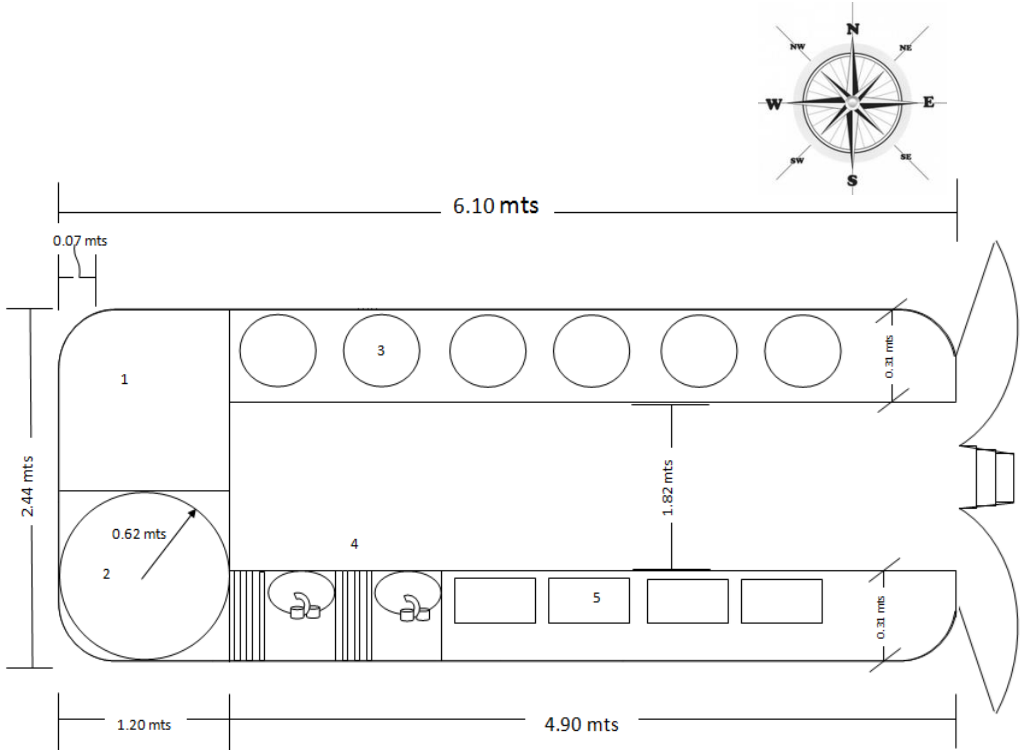
### **3.16.5. Diseño del vehículo para emergencias. Servicio de cocina**

Al igual que el diseño anterior, este espera apoyar durante las emergencias provocadas por causas naturales y donde sea remoto el acceso. Este vehículo estará dispuesto de tal manera que haya espacio suficiente para habilitar un equipo completo de cocina.

Al igual que una cocina estándar deberá contener como mínimo la sección de quemadores, donde los alimentos podrán ser cocinados y preparados; una sección de corte y picado de estos; la sección de lavaderos, en donde los alimentos serán desinfectados previos a su cocción; un espacio dedicado para el almacenamiento de agua pura, para el gas y para una bodega de almacenamiento de alimentos.

También será recomendable agregar gabinetes para el almacenaje de los utensilios y baterías de cocina. De igual manera, estas modificaciones se sugieren se hagan en un contenedor de 6,10 m, pues de esta manera el transporte no se hace tan difícil y se tiene un espacio considerablemente cómodo donde se pueda trabajar.

Figura 22. **Diseño del vehículo para emergencias. Servicios de cocina**



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2008

Donde:

1. Reservorio de gas para las estufas
2. Reservorio de agua ( $v=1,200$  lts,  $\Phi=1.20$  mts,  $h=1.29$  mts)
3. Área de estufas
4. Área de lavado
5. Área de preparado y limpieza de alimentos
6. Entrada

#### **3.16.5.1. Descripción del vehículo de servicio de cocina**

Elementos internos: las secciones de reservorios estarán separadas por una pared de la sección de la cocina en sí. Sobre el área de estufas (3) se colocará un extractor de humo para evitar que se distribuya por el interior del contenedor.

Sobre la sección de lavado (4) y de preparado (5), se podrían colocar gabinetes para guardar ollas, platos y demás utensilios que sean necesarios en una cocina. Debajo del área de preparación de alimentos (5), puede funcionar como bodega para los alimentos que serán distribuidos posteriormente a su cocción.

Podría analizarse la instalación de una refrigeradora o nevera, para aquellos alimentos que perecen con mayor rapidez, o que necesiten ciertos cuidados especiales. El espacio intermedio entre secciones es de 1.24 metros, lo cual supone que dará opción a movilidad interior, y cambios de secciones sin obstrucciones o interferencias mayores.

Las ventanas se colocan como fuente de ventilación natural y se deben colocar sistemas de iluminación y ventilación artificial.





#### **4. ANÁLISIS DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS AL PROCESO DE REMODELACIÓN DE CASCOS DE PROTECCIÓN PERSONAL, DEL SIMULADOR PARA ENTRENAMIENTO PREPARATORIO DE TIRO Y DE VEHÍCULOS PARA EMERGENCIAS**

##### **4.1. Análisis de la implementación de las mejoras al proceso de remodelación de cascos de protección personal**

Este análisis será realizado para comprobar disponibilidad de recursos, tanto económicos como humanos, para la aplicación de mejoras al proceso actual. Por otra parte, también es necesario el análisis del espacio físico con que se cuenta para realizar el proceso de reacondicionamiento.

##### **4.1.1. Disponibilidad de espacio**

Los talleres involucrados en el proceso de remodelación de cascos de protección personal cuentan con espacio suficiente como para albergar las secciones del proceso.

El Departamento de Tapicería cuenta con 6 estaciones (desarme, pulido, pegado de empaque, cosido de guarnición, remachado y colocación de guarnición); la maquinaria disponible asciende a 4 en buen estado y una con necesidad de reparación; cuenta con dos mesas de trabajo (para el desarme, colocación de empaque y del interior de la guarnición, y remachado del interior); cuenta con un esmeril (acoplado con una copa lijadora).

El Departamento de Pintura cuenta con la capacidad instalada (en la sección del horno) de albergar 60 cascos en proceso de pintura; espacio suficiente como para albergar la totalidad del volumen de cascos en las áreas de aplicación de masilla y limpieza general y espacio suficiente como para albergar aproximadamente 300 roldanas, hebillas y grapas (por cada corrida).

Por último, en el Departamento de Armas, hay espacio suficiente para albergar las secciones correspondientes a la colocación de punteros en las cintas de los barbiquejos, y cuentan con la máquina de *sandblasting* para limpieza de las grapas y hebillas.

#### **4.1.2. Disponibilidad de personal**

El personal actualmente es adecuado para los departamentos de pintura y de armas; sin embargo, no es el caso para el departamento de tapicería. Específicamente, en la sección de cosido de guarniciones y barbiquejos solo se cuenta con una persona para realizar las tareas asignadas a esta sección.

Esta persona se encarga del costurado de de las cintas que darán forma a la guarnición interna del casco. Además de; dobladillo de estas para asegurar que no existan puntas de donde puedan deshacerse. Posterior a esto, debe encargarse del cosido del barbiquejo, añadiendo una pequeña sección de cuero que será la protección para la barbilla; además de las cintas que funcionan como ajuste.

Los acabados finales en esta pequeña sección del proceso incluyen la costura de una sudadera, en la parte frontal de la guarnición, y el ajuste de clips, grapas y punteros de las cintas, que serán parte del interior del casco de

protección personal. Sin mencionar que en esta sección se realiza el engomado y pegado del empaque que protegerá la orilla del casco contra golpes.

Por tanto, se hace necesario el agregar al menos dos operarios con habilidades de corte y confección, en el caso de hacer nuevas contrataciones. En caso de no ser contratado externamente y de ser únicamente reasignado el personal, se debería considerar ocupar todas las máquinas disponibles en el taller.

Si bien es cierto, el caso de contratar personal calificado aumenta los costos de fabricación de los cascos de protección personal en Q.12.87/por hora por cada operario extra asignado al departamento, también es necesario resaltar que por cada uno de estos, se ve reducido a la mitad el tiempo necesario de fabricación del interior del casco.

Viéndose limitado esta optimización, únicamente por la cantidad de máquinas disponibles; 3 en capacidad de trabajar.

#### **4.1.3. Disponibilidad para implementar la herramienta propuesta**

En el servicio se cuenta con un Departamento de Tornos y uno de fundiciones. Por tanto, se facilita la opción de fabricar una copa con funciones de lijadora para adaptarse a un esmeril. Esta herramienta (descrita en la sección 3.6.4., copa lijadora), servirá para agilizar el proceso de limpieza y reducción de imperfecciones en los cascos de protección personal.

La limpieza consiste en retirar el empaque viejo y desgastado con la ayuda de esta lijadora, además de retirar los residuos del pegamento original de

este. Las imperfecciones adheridas al casco también serán retiradas cuidadosamente, pues no se desea debilitar la estructura del casco. Por otra parte, este proceso de lijado también ayuda para retirar el esmalte y pintura.

Pudiéndose fabricar toda la pieza en el Departamento de Fundiciones y ser mecanizada posteriormente en el Departamento de Tornos, o bien adquirir un cilindro de aluminio sólido para su mecanización, de igual en el departamento de tornos.

Aproximadamente, el proceso de fabricación de la pieza cilíndrica llevaría un total de 12 horas, donde se incluiría la selección del material, preparación del molde en madera, preparación de la caja de arena, preparación de la fundición y el tiempo de espera de secado de la pieza terminada.

La mecanización llevaría un total de 8 horas de trabajo, pues la pieza necesitaría ser recortada, desgastada, reducida del cuello y ahuecada (para disminuir el peso de la pieza y evitar vibraciones e inclusive evitar sobreesfuerzo del esmeril).

Por otra parte, si se dispone comprar el cilindro de aluminio, el tiempo para obtener la pieza terminada se reduciría de 20 a 8 horas de trabajo. Estas horas de trabajo siguen siendo las correspondientes a la mecanización de la pieza.

#### **4.2. Análisis de la implementación del simulador para entrenamiento preparatorio de tiro**

Un sistema de simuladores de tiro se cotiza en páginas de compras por internet entre \$. 9 250.00 hasta \$. 387 400.00, del más básico al más avanzado contando con soporte y programación personalizada. Estos incluyen sistemas

de proyección, de disparo, receptores, de sonido, y en algunos casos, sistemas de detección y análisis estadístico de aciertos y errores.

Claro está, que será una inversión considerable, sin embargo se pueden utilizar otras alternativas para la reducción de costos. Por ejemplo, se podría considerar asignar este proyecto de programación a practicantes de ingeniería, o a personal interno del Ejército de Guatemala.

Sin embargo, se debe considerar que si el proyecto es encaminado en ese sentido, podría demorarse mucho más tiempo y deberá hacerse una evaluación de beneficio/costo (considerando calidad del sistema, tiempo de entrega, escenarios, efectividad, uso de tecnología, funcionalidad, resolución, armamento modificado, entre otros) en el momento de la autorización para poner en marcha el proyecto.

#### **4.2.1. Disponibilidad de espacio**

Las condiciones de espacio en este tipo de proyecto no son tan importantes, dado que las condiciones de manejo virtual de los entornos facilitan la apreciación de distancias lejanas o entornos semejantes a la realidad.

Sin importar lo anterior, siempre es recomendable instalar el sistema en una habitación de al menos 8.75 metros de largo por 4.05 metros de ancho, para proporcionar comodidad, sensación de confort, para poder adaptar arreglos como escenografías y accesorios que lleven al practicante a otro nivel realidad, y para que no haya aglomeración de todos los elementos incluidos al practicante y al instructor.

O bien, realizar la instalación en un contenedor especial, con la finalidad de poder realizar cámaras de entrenamiento móviles.

#### **4.2.2. Disponibilidad de tecnología**

La tecnología necesaria consta básicamente de equipo de cómputo, equipo de proyección, equipo de sonido, y armamento modificado para poder realizar las prácticas de tiro.

La modificación a las armas debe realizarse utilizando cargadores de aire comprimido o de CO<sub>2</sub>, para asegurar un retroceso del arma, crear la sensación de presión y simular la carga del arma, además de proporcionar sonido para asegurar que la práctica sea lo más real posible.

Dichas modificaciones pueden ser realizadas por el Departamento de Armas del Servicio de Material de Guerra, o bien pueden adquirirse con proveedores que ya tienen modificadas estas, como lo es VirTra e Indra.

Es importante mencionar, si se desean hacer las modificaciones internamente, realizar un análisis del completo funcionamiento del arma a modificar, además de contar con un pleno entendimiento en la manera que funcionará el sistema modificado.

#### **4.2.3. Disponibilidad de personal técnico**

Para realizar las modificaciones a las armas y diseñar el sistema de software que permita simular entornos de realidad virtual, se necesita personal técnico calificado.

Por una parte, técnicos y personal con alto conocimiento, experiencia y relación con armas de accionamiento automático y semiautomático; además de conocimientos básicos sobre el manejo de aire comprimido. Esto pues las armas que se modificarán pueden ser de funcionamiento semi o completamente automáticas. El aire comprimido será el que impulse el accionamiento del arma, genere sonido y proporcione peso al arma.

Las modificaciones al armamento pueden ser mediante cartuchos de aire comprimido o CO<sub>2</sub>, o bien mediante mangueras que conduzcan los elementos anteriormente descritos. Sin embargo, existen ventajas y desventajas de cada uno, pues mediante cartuchos la modificación es más complicada pero el arma es más cómoda para manejar, en tanto es más sencilla la adaptación por medio de mangueras, pero resulta estorbo el entrenamiento con estas.

Para el diseño del simulador, definitivamente se necesita personal que conozca y esté familiarizado con sistemas de programación y desarrollo de software, que conozca métodos para simulación y recepción de señales láser.

Además, deberá contar con experiencia en diseño de gráficos y de creación de escenarios con animaciones. Por último, es necesario que sea capaz de vincular y crear bases de datos a partir de datos obtenidos durante el proceso de entrenamiento, además de generar estadísticos para evaluación de desempeño.

#### **4.2.4. Disponibilidad de accesorios**

Siendo este servicio una dependencia del Ejército de Guatemala, y teniendo en sus instalaciones un Departamento de Armas; se cuenta con armamento para modificarlas y adaptarlas a un sistema como el descrito

anteriormente. Los equipos de cómputo y demás equipos de complemento, son de por sí de uso común en el servicio. Además, conseguir uno de estos equipos resulta fácil de adquirir.

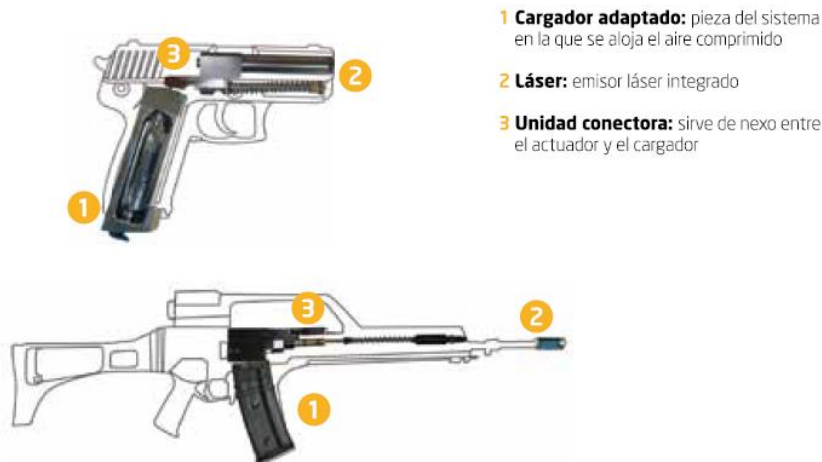
Por otra parte, las armas a modificar deberían ser adaptadas y no quedar permanentemente inutilizadas. Es decir, que toda modificación debería ser perfectamente reversible.

Compañías privadas dedicadas a la simulación de este tipo de escenarios han realizado modificaciones únicamente al cargador de estas armas, por lo que debería imitarse su sistema. Por ejemplo, el fabricante “Indra” propone utilizar cilindros recargables de CO<sub>2</sub> con los que se imita el golpe y retroceso en un disparo con munición real.

Figura 23. **Adaptación para armas (Indra)**

**Adaptación del arma**

---



Fuente: BADOUCH, Hussein, Jefe de Proyecto del Simulador de Armas de Indra © 2005



Figura 24. **Diseño de armas (VirTra)**



Fuente: VirTra Inc.

Figura 25. **Cargador adaptado con tubo CO<sub>2</sub> (VirTra)**



Fuente: VirTra Inc.

Figura 26. **Estaciones de recarga de cargadores y tanque de CO<sub>2</sub> (VirTra)**



Fuente: VirTra Inc.

#### **4.2.5. Ventajas de los simuladores de tiro**

Las ventajas de este sistema de tiro virtual interactivo son muchas, ya que el tirador puede seguir sus avances y corregir sus defectos gracias al seguimiento computarizado de sus disparos y el ahorro en municiones es destacable, ya que un alumno puede llegar a efectuar en una sesión unos 100 tiros y si es un profesional entrenado puede efectuar entre 400 y 500 disparos y en una sesión de 20 minutos.

En todo momento instructores con experiencia y capacitación guiarán y supervisarán a los alumnos durante sus prácticas, con la finalidad de garantizar éxito en el proceso de aprendizaje y desarrollo de habilidad motriz, sensorial e intuitiva.

Se pueden realizar prácticas de tiro en grupo de 4 a 6 personas por hora, en la cual cada participante podrá realizar alrededor de 100 disparos o más, con una instrucción básica de medidas de seguridad del uso y manejo del arma.

#### **4.2.5.1. Economía**

Cada disparo en el stand virtual, cuesta mucho menos que un cartucho del calibre que sea. Con el tiempo se autofinancia. Es realmente beneficioso contar con un sistema de entrenamiento preparatorio virtual.

En el ámbito económico, se reconoce una inversión considerable al inicio, sin embargo, el proceso de enseñanza y práctica de tiro es un proceso constante y repetitivo a través del tiempo.

Por tal motivo, un sistema de práctica en realidad virtual puede considerarse como una buena inversión, pues los entrenamientos con armas de fuego no desaparecerán en un futuro cercano.

Por otra parte, mediante la implementación y uso de este tipo de sistemas, se fomenta el desarrollo tecnológico y de investigación en el país; además de brindar oportunidades de crecimiento personal al equipo técnico y ofrece un panorama de innovación a la institución en general.

#### **4.2.5.2. Desarrollo verbal**

Las diversas escenografías exigen que el alumno se vea obligado a dar órdenes solventes y precisas para resolver cada situación, lo cual conduce a una sensible mejora en la actuación del personal policial o fuerzas militares en sus funciones.

Se mejora la expresión y manejo de situaciones, al enfrentar al tirador a situaciones variadas con personajes con los que pueda “interactuar”, se

fortalece la capacidad de control y análisis tanto de situaciones, como también de las personas involucradas en estas.

Se busca que el agente esté capacitado integralmente y que sea capaz de tomar decisiones orientadas a solventar situaciones, sin necesidad de desenfundar un arma.

#### **4.2.5.3. Rapidez de reacción**

Muchas de las situaciones presentadas, exigen una respuesta de reacción muy veloz, e impone un grado de atención y concentración muy superior a los exigidos en los entrenamientos convencionales.

Combinado con los factores que se analizan, el sistema virtual ofrece otra ventaja, la preparación del tirador en velocidad y exactitud para acertar en su objetivo. Sin importar cuál sea la situación, se debe tener presente que el tirador estará sujeto a toma de decisiones rápidas, por lo cual debe ser capaz de mantener la calma y serenidad ante situaciones estresantes y de confrontación.

Añadido a esto, la velocidad de reaccionar y realizar un disparo efectivo, significa completar la misión con éxito. Basado en esto, el sistema se orienta a darle al tirador situaciones donde se vea obligado a actuar, evaluando y considerando los demás aspectos de su entorno.

#### **4.2.5.4. Vivencias**

La cantidad y variedad de escenografías permiten al alumno adquirir experiencias vívidas, imposible de obtener a lo largo de su carrera. Este aspecto permite obtener un policía o agente militar entrenado y experimentado en la multiplicidad de situaciones que se le puedan presentar.

La capacidad del sistema de replicar situaciones que podrían estar presentes en la vida profesional del agente, brinda la oportunidad de conocer el carácter y temple del tirador en presencia de estrés.

La toma de decisiones en situaciones comprometidas es de suma importancia, por lo cual el sistema se enfoca también a presentarle al tirador condiciones donde deba utilizar su capacidad de razonamiento y no solo actuar impulsivamente.

#### **4.2.5.5. Mejores tiradores**

La diversidad de blancos y condiciones de tiempo, distancia, velocidad y análisis computarizado del tiro, conduce necesariamente a la obtención de mejores tiradores.

Un tirador estará completo cuando coordine mente, mano y ojo. Esto combina la capacidad de razonamiento y análisis, con ubicación y selección de objetivo, con la eficacia de la culminación del tiro acertado.

Sin embargo, como ya se mencionó anteriormente, el tirador no solo debe ser capaz de acertar, sino también de analizar, dicho esto el sistema debe

enfocarse en lograr la concentración de tirador para que sus decisiones sean las más acertadas.

#### **4.2.5.6. Alternativas**

Si bien se trata de un simulador de tiro, las escenografías permiten escoger alternativas no letales, tales como el empleo del bastón, el *spray* o la persuasión.

Esto significa, que los escenarios asociados a situaciones de peligro, pueden ser controlados con herramientas o diálogos, y no solo con armas. Por tal, se presentarán situaciones que el tirador afrontará con criterio personal utilizando razonamiento lógico y evaluará el caso, previo a tomar decisiones.

Más que las herramientas y armas utilizadas, se busca evaluar el desempeño y criterio del tirador ante representaciones de peligro.

#### **4.2.5.7. Todo tiempo**

La instrucción de tiro convencional exige el traslado, permanencia en conjunto, transporte y control de los materiales de armamento y munición y empleo de mayor personal, dentro de rigurosas medidas de seguridad. El polígono virtual simplifica todo esto.

Se mejora disponibilidad del sistema, condiciones ambientales que no serán determinantes para la práctica, siempre hay disponibilidad de equipos, no habrá escasez de armamento ni balas, y el cumplimiento de seguridad se vuelve en cuestiones básicas.

Inclusive, se podría considerar el uso del sistema sin instructor, de manera que replique un campo de entrenamiento libre.

#### **4.2.5.8. Empleo táctico de nuevos medios**

Se pueden emplear *spray* y linternas y mediante soluciones adecuadas a la situación presentada. Esto permitirá al personal militar, perfeccionar sus habilidades y aplicar conceptos tácticos adecuados para cada uno de los escenarios existentes o blancos. Los cuales se podrán adquirir, en muy breve tiempo, sin riesgo alguno y con muy bajo costo, conocimientos de gran importancia para los integrantes de las fuerzas de seguridad.

Otro factor beneficioso del sistema es la adaptabilidad al uso de estrategias y la capacidad de este para asimilarlo e interpretar resultados. La construcción del software basado en situaciones donde se apliquen estas estrategias, es necesario para formar un tirador con mentalidad abierta, con disposición a manejo de situaciones de peligro y estrés.

Nuevamente, el tirador debe ser capaz de desarrollar inteligencia espacial, con finalidad de conocer el entorno donde se ubica y como parte fundamental la toma de decisiones asertivas en presencia de estas situaciones.

#### **4.2.6. Desventajas**

Para tener un panorama general y completo del sistema se hace necesaria la evaluación crítica de este considerando todos los factores que lo componen. De igual que todos los procesos, estos no son perfectos, y este sistema también presenta desventajas.

#### **4.2.6.1. Campo de operaciones**

Al ser un entorno simulado no se compara con el entorno real. Un escenario no ofrece los aspectos que podrían estar presentes en el campo real, y a pesar de la preparación de este, no será tan completo como la realidad.

Al igual que en un campo de práctica real, una situación de peligro presenta ciertos factores que se asocian al entorno o bien condiciones que al estar presentes en el escenario son también focos de peligro, por ejemplo presencia de observadores en el área de un tiroteo.

El tirador siempre debe estar atento y vigilante de su entorno, pues un detalle sin considerar podría traer consecuencias graves y comprometer el éxito de la misión asignada.

#### **4.2.6.2. Capacidades físicas del arma**

Aún cuando se diseñan arreglos, no es lo mismo el retroceso, el olor, el sonido, y el peso de un arma con munición real que la de un simulador. Sin importar que el arma esté preparada con cartuchos de aire comprimido u otro gas, no transmite la misma sensación al momento de ejecutar un disparo.

Sin embargo, es un equivalente a las situaciones que se presentarán al disparar un arma real. La experiencia asociada al cargar y descargar un arma real, no puede ser replicada en un simulador.



#### **4.2.6.3. Estrés**

A pesar que los entornos controlados se prestan a la simulación de situaciones altamente estresantes, no se puede comparar estas a una situación real donde el estrés es mayor, ya que la propia vida se está arriesgando.

Aún con escenarios modificados y preparados para la toma de decisiones que podrían salvar la vida del rehén o la del propio agente, no se puede generar las mismas sensaciones que en situaciones reales.

Por tal motivo, uno de los principios de operación del sistema, debe ser el de control de las emociones y autocontrol, pues de esta manera se busca prevenir la ocurrencia de tragedias o de decisiones apresuradas.

Po tanto, se pueden observar más ventajas que desventajas, sin embargo las condicionales que negativas, obligan a realizar estos ejercicios en el simulador únicamente como preparación y no como un entrenamiento formal, de acuerdo a lo expuesto anteriormente.

#### **4.3. Análisis de la implementación de vehículos para emergencias**

De igual manera, para el proceso de implementación de vehículos para emergencias, se hace necesaria la evaluación para la implementación y fabricación de estos vehículos modificados especialmente para atender emergencias.

Se necesita hacer una evaluación completa del panorama para evidenciar las fortalezas y debilidades que se tienen actualmente, para conocer los puntos a reforzar y llevar a cabo este proceso.

#### **4.3.1. Disponibilidad de vehículos para modificar**

Los vehículos a modificar serán, según lo anteriormente descrito, camiones militares, a los que se les acoplará una armazón similar a un contenedor. Debido a que un contenedor podría llegar a pesar más de 5 toneladas (peso máximo de carga del camión a modificar), se plantea diseñar y realizar las paredes con materiales más livianos como láminas de acero de 1.20 mm de espesor.

Esto supone una disminución de la carga del peso de las clínicas o bien de las cocinas, según sea el caso.

#### **4.3.2. Disponibilidad de personal técnico, herramientas y materiales**

Al contar con un departamento especializado en soldadura, se cuenta con personal suficientemente capacitado para la elaboración de las modificaciones superficiales e interiores de los vehículos que serán destinados para realizar apoyo a las comunidades damnificadas por alguna catástrofe o emergencia.

Por mismos motivos, se cuenta con herramientas suficientes para la elaboración de los vehículos, pues se realizan trabajos de reconstrucción, corte, enderezado y demás, a chasis de vehículos dañados.

Los materiales necesarios para readaptar un vehículo tipo camión, serían hojas de láminas calibre 18 (1.20 mm) para hacer resistente el vehículo contra desgastes prematuros; para el interior podría usarse lámina de igual calibre o bien podrían usarse planchas de materiales prefabricados o bien de plásticos.

Otros materiales y herramientas a utilizar, son los comunes a los demás proyectos; como lo son cortadoras, lijadoras, soldadora, martillos, cinceles, entre otros, que actualmente son encontrados en dicho departamento.

Por otra parte, el departamento de tornos también podría colaborar en la estructuración del vehículo para emergencias, realizando tareas de acabados y corrección de uniones de soldadura.

#### **4.3.3. Disponibilidad de accesorios**

Los accesorios necesarios para los vehículos de emergencias según su clasificación serán:

Para los servicios de clínicas médicas:

- Un depósito de agua
- Un servicio sanitario (incluyendo retrete y lavamanos)
- Dos camillas médicas (incluyendo gradas para su ascenso)
- Dos servicios de lavamanos (uno para cada clínica)
- Trece sillas (3 para cada consultorio, una para la recepcionista y el resto para la sala de espera)
- Tres escritorios pequeños (uno para cada consultorio, uno para la recepcionista)
- Dos muebles para bodega de medicamentos (uno para cada consultorio)

Para los de servicios de cocina:

- Seis hornillas
- Seis unidades de baño María de mínimo 7 litros cada una

- Acción mediante aceite combustible o keroseno
- Consumo de combustible de aproximadamente 3 litros/hora
- Gabinetes aéreos
- Gabinetes inferiores
- Extractores de humo
- 2 unidades con grifo
- Depósito de agua
- Depósito de combustible

En el caso particular para el servicio de cocinas, no se necesitaría de mayor inversión, pues actualmente se cuenta con varias cocinas móviles que ya no se usan por diferentes motivos. Por tanto, se podría realizar modificaciones pertinentes a estas, acomodarlas en nuevas secciones y readaptar los sistemas de alimentación de combustible. Los espacios para las cocinas podrían ser de 4,90 m x 60 cm, lo cual daría espacio para cocinar y trabajar cómodamente.

El precio para ambos depósitos de agua oscila entre los Q. 1 000.00 y Q. 1 500.00, de acuerdo con la capacidad que tienen estos para almacenar líquidos (1 100 – 1 200 litros). De lámina exterior se necesitaría una cantidad aproximada de 17,08 m x 2,59 m para cada contenedor.

De construirse las divisiones con el mismo material de lámina, se necesitarían 3,64 m x 2,59 m para el servicio de cocinas y 10,07 m x 2,59 m para el de servicios de atención médica.

De usarse otro material, se necesitaría igual dimensión de material para construir las divisiones interiores de los contenedores. Las ventanas deben ser construidas para permitir el paso de luz natural y para permitir la circulación de aire. En tanto las secciones para tragaluces superiores podrían ser construidas

con plástico transparente de alta resistencia para garantizar durabilidad y buena entrada de luz.

Las camillas para el servicio de atención médica deberían medir al menos 1,80 m para garantizar que todas las personas, de cualquier edad, quepan en dicho aparato. De igual manera el escritorio para ambos consultorios y para la secretaria, deberían medir unos 70 cm aproximadamente. Las sillas deberían de medir aproximadamente 45 x 45 cm.



## **5. PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y CONTROL**

### **5.1. Programa de verificación y control de calidad de productos**

La división de control de calidad es responsable de desarrollar y conservar registros de inspección. La división de control de calidad deberá clasificar los diferentes tipos de inspecciones que realiza. Estas inspecciones se clasifican comúnmente de la siguiente manera:

- Inspección de aceptación: este tipo de inspección se realiza para asegurar que el equipo esté en conformidad con las normas. Generalmente se realiza sobre equipo nuevo.
- Inspección de verificación de la calidad: este tipo de inspección se realiza después de una tarea de inspección o reparación para verificar si esta se realizó de acuerdo con las especificaciones.
- Inspección documental o de archivo: esta se realiza para revisar la norma y evaluar su grado de aplicación.
- Inspección de actividades: esta inspección se realiza para investigar si las unidades de mantenimiento se están apegando a los procedimientos y a las normas.

Estos cuatro tipos de inspecciones son realizadas por el personal de control de calidad. La figura central en la mayoría de los programas de control de calidad del mantenimiento es el inspector técnico.

Este es el individuo al que se le ha asignado la responsabilidad de evitar que se empleen técnicas deficientes de trabajo y superar las deficiencias de la organización, o reducir el reemplazo innecesario de componentes que todavía pueden dar un buen servicio.

En consecuencia, la habilidad del inspector para diagnosticar debe ser satisfactoria para un programa de control de calidad con éxito. Las decisiones del inspector son críticas y pueden llevar a una catástrofe dependiendo sea el tipo de trabajo.

Por tanto, se vuelve necesaria la implementación y uso de tablas de control para los procesos involucrados en las actividades productivas del Servicio de Material de Guerra.

Para el caso particular de los procesos involucrados en la remodelación de cascos de protección personal, se sugiere la utilización de una tabla como la que se muestra a continuación en la figura 27.

En esta tabla se registran las actividades de corte, pegado, producción, producto auditado y producto empacado (terminado); en tres etapas, durante la entrada a las estaciones, durante el proceso y las que ya fueron terminadas en una estación particular.



Figura 27. Hoja de control de trabajo

Depto.	Fecha	Línea	ENTRAN				EN PROCESO				SALEN			
			O/C	Est.	Col.	Cant.	O/C	Est.	Col.	Cant.	O/C	Est.	Col.	Cant.
Corte														
Azorad.														
Produc.														
Audit.														
Empaq.														

Fuente: elaboración propia

También se debe utilizar una tabla como la que es mostrada en la figura 27, debido a que en esta se registran las operaciones que son críticas en el proceso.

Mediante esta sencilla tabla, se controlan las operaciones involucradas en el proceso, permitiendo conocerse las más críticas. Con esto también se identificarán las posibilidades y opciones de mejora continua, y mediante un seguimiento adecuado, el desarrollo de técnicas y estrategias para lograr el cumplimiento de las tareas.

Además de esto, ofrece un control estadístico sobre los productos, al comparar los productos inspeccionados contra los que están defectuosos, obteniéndose un porcentaje que funciona como un indicador para conocer exactamente cuántos son los productos que son rechazados debido a deficiencias.

Por otra parte, también se analizan los productos dependiendo del estado del proceso en el que se encuentran; ya sea en entrada (de cada departamento), en proceso (ya está siendo transformado y preparándose para su traslado a la siguiente estación), o bien los que salen (de la estación y departamento o del proceso como producto terminado), dependiendo de la parte del proceso en el que se encuentre.

Estos análisis son realizados según el día de la semana en el que se esté laborando; para conocer los días más productivos así como los que se cometen más defectos.

Es importante mencionar que esta tabla, debería ser proporcionada a todos los departamentos involucrados en el proceso, pues de esta manera se obtiene información general de todo el proceso y se puede analizar los resultados como un sistema macro y no como puntos aislados.



En la figura 29, se detalla una muestra de cómo poder calificar la calidad durante la operación en cada estación.

Figura 29. **Verificación del método**

VERIFICACIÓN DEL MÉTODO	
Fecha _____	Operario: _____
Operación: _____	Estilo: _____ Talla: _____
1. Realización de los movimientos adecuados en la operación. Deficiente ___ regular ___ buena ___ excelente ___	
2. Seguridad en los movimientos y acciones. Deficiente ___ regular ___ buena ___ excelente ___	
3. Habilidad y rapidez en los movimientos. Deficiente ___ regular ___ buena ___ excelente ___	
4. Tiempo empleado en la operación. Deficiente ___ regular ___ buena ___ excelente ___	
5. Ritmo de trabajo en relación a la operación siguiente. Deficiente ___ regular ___ buena ___ excelente ___	
6. Mantenimiento de un mismo ritmo durante la jornada. Deficiente ___ regular ___ buena ___ excelente ___	
7. Firmeza y calidad de la operación realizada. Deficiente ___ regular ___ buena ___ excelente ___	
8. Toma la pieza o elementos de donde corresponde y con la mano correcta. Nunca ___ a veces ___ casi siempre ___ siempre ___	
9. Colocación de la pieza a donde corresponda con la mano correcta. Nunca ___ a veces ___ casi siempre ___ siempre ___	
10. Fatiga o cansancio demostrado con la utilización del nuevo método. Muy alto ___ alto ___ regular ___ mínimo ___	

Fuente: elaboración propia.

Otro factor importante para controlar la calidad del producto y la calidad del trabajo en cuestión, es la verificación de tiempo empleado para concluir satisfactoriamente la operación que se realiza.

Esto puede ser verificado por el inspector de calidad o bien por el jefe o encargado de departamento. Este parámetro brinda una referencia para asegurar el cumplimiento de las fechas establecidas para entregar los pedidos.

También sirve como apoyo para verificar el desempeño de cada operario durante sus actividades, y tanto así como para controlar los tiempos efectivos de labores y descansos.

Una buena planeación de la mano de obra, es útil para conseguir un óptimo de personal, donde los tiempos de ocio sean mínimos, los costos asociados a transformación de materias primas en productos en proceso y terminados disminuya y al aumento de productividad total en las distintas líneas del proceso.

Por otra parte, permitirá coordinar de manera óptima, los turnos y descansos en los que deberán cumplir los operarios. Pues no se debe sobrecargarlos con las tareas y esto contribuye a mantener la eficiencia de líneas sin fatigar al operador.

Los registros de tiempos de operaciones son utilizados también para la planeación óptima de personal requerido y para conocer la capacidad de producción que se tiene.

Mediante la utilización de los registros, se pueden analizar también futuros proyectos donde las cantidades de productos sean variables, o bien, se pueden utilizar para la toma de decisiones en materia de aumentar la cantidad de personal capacitado dentro de la institución.

Figura 30. **Registro de toma de tiempos**

**REGISTRO DE LA TOMA DE TIEMPOS**

Fecha: \_\_\_\_\_ Línea: \_\_\_\_\_ Estilo: \_\_\_\_\_ Supervisor: \_\_\_\_\_ Analista: \_\_\_\_\_

NOTAS	No.	O P E R A C I Ó N										Observac.
	1											
	2											
	3											
	4											
	5											
	6											
	7											
	8											
	9											
	10											
	11											
	12											
	13											
	14											
	15											
Total												
T.M.Obs.												
15% tol.												
T. Total												

Fuente: elaboración propia.

Para el caso específico del simulador de entrenamiento preparatorio de tiro, se deben verificar que se estén utilizando componentes de calidad (armas modificadas, proyectores, equipo de sonido, pantalla, iluminación y la resolución de los escenarios) en la composición final del sistema de simulación.

El inspector deberá realizar estas evaluaciones previas a la finalización e instalación del proyecto, a fin de poder concluir si es satisfactorio el montaje y preparación, o bien si es necesario realizar modificaciones al sistema.

En caso que los componentes no cumplan con los requerimientos de calidad, no se garantiza entonces el correcto funcionamiento del sistema. Esto pudiendo comprometer directamente las operaciones del simulador.

De igual manera para el caso de la modificación de vehículos para emergencias, los materiales y componentes deben pasar por evaluaciones realizadas por el inspector.

Estas evaluaciones comprenden desde las medidas físicas de anchura, espesor, altura y rigidez de las placas para realizar paredes y divisiones dentro de los vehículos a modificar; hasta la evaluación de los componentes internos como los depósitos de agua, sistemas de lavado y almacenamiento de alimentos y aparatos de cocina.

Una vez se tenga la aprobación del inspector en cuanto al cumplimiento de los parámetros de calidad de los elementos (tanto para la construcción del simulador virtual como de los componentes para realizar las modificaciones a los vehículos), entonces se procederá a la elaboración de estos.

Todas las hojas de registro anteriores son principalmente aplicables para los procesos involucrados en la modificación de cascos de protección personal, sin embargo, algunas pueden también ser aplicadas a los procesos de modificación de vehículos para emergencias.

Los datos obtenidos con la realización de estas hojas deberán ser almacenadas en bases de datos y también ser presentadas ante el jefe de la institución para que se autorice y se esté informado acerca del progreso y prospectos del proyecto en general.

## **5.2. Programa de verificación de especificaciones**

Para concluir el proceso satisfactoriamente, en cualquiera de los tres casos previamente descritos, el inspector de calidad se encargará de verificar que los productos están acorde a las especificaciones descritas con anterioridad en el capítulo 3 y 4.

Para facilitar dicha operación, y al igual que en el caso de la verificación de calidad en los distintos productos, el inspector o encargado de verificar las especificaciones de los productos debe valerse de una hoja de registro, donde se anotarán los detalles más importantes a tomar en consideración para cada caso en particular.

Estos registros deben ser procesados y para su posterior análisis, el cual tendrá como objetivo determinar y validar que tanto los procesos como los productos se encuentren regidos por criterios y parámetros de calidad aceptados y previamente establecidos por los jefes y encargados de los distintos departamentos involucrados.

Claro está, que para sentar dichos parámetros de validación de calidad, todos los encargados deberán presentar sus propuestas para aceptar o rechazar un producto; involucrando al departamento previo y posterior, para no comprometer la calidad final del producto.



La figura 31, muestra una representación de los detalles a evaluar en el caso de evaluar los componentes que son cosidos para el interior de los cascos de protección personal.

Figura 31. **Control de especificaciones en elementos cosidos en el casco de protección personal**

**CONTROL DE INSPECCIÓN AL FINAL DEL PROCESO**

Línea: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ O/C: \_\_\_\_\_ Estilo: \_\_\_\_\_  
 Supervisor: \_\_\_\_\_ Inspector final: \_\_\_\_\_ Tol. Piezas inspecc. \_\_\_\_\_

Operac.	Hilos	Manch.	Camb. tonal.	Punt. floja	Cost. torc.	Cost. desal.	Frunc.	Desc.	Cost. sin terminar	Cost. no atrac.	Pest.	Mala aparenc.	No lleva 2as.

Fuente: elaboración propia.

De igual manera, se debe verificar las especificaciones en el exterior e interior del casco de protección personal, resultando de una modificación a la hoja anterior; quedando según lo muestra en la figura 32.

Figura 32. **Control de especificaciones en elementos exteriores e interiores del casco de protección personal**

**CONTROL DE INSPECCIÓN AL FINAL DEL PROCESO**

Línea: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ O/C: \_\_\_\_\_ Estilo: \_\_\_\_\_  
 Supervisor: \_\_\_\_\_ Inspector final: \_\_\_\_\_ Tol. Piezas inspecc. \_\_\_\_\_

Op.	Peso	Pixe lado	Empaq	Hebilla	Esponj. Interior	Alto	Anch.	Comodidad.

Fuente: elaboración propia.

Al concluir el proceso de modificación de vehículos para su adaptación para servir en caso de emergencias, deberá de existir nuevamente la inspección del producto para garantizar óptimos resultados.

El inspector deberá registrar sus observaciones para su posterior recopilación y compilación.

En la figura 33, se describen algunos parámetros que deben ser verificados por el inspector al evaluar las condiciones que constituyen a los vehículos modificados para operar en casos de emergencias.

Figura 33. **Control de especificaciones de modificaciones para vehículos para emergencias**

**CONTROL DE INSPECCIÓN AL FINAL DEL PROCESO**

Línea: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ O/C: \_\_\_\_\_ Estilo: \_\_\_\_\_  
 Supervisor: \_\_\_\_\_ Inspector final: \_\_\_\_\_ Tol. Piezas inspecc. \_\_\_\_\_

Op.	Peso	Alto	Ancho	Profun.	Espac. Interior	Ilum	Vent.	Accesib.

Fuente: elaboración propia.

Por último, también se debe garantizar que se cumplan con las especificaciones descritas previamente para las operaciones del simulador de entrenamiento preparatorio de tiro. En la figura 34 se muestran los aspectos más relevantes a evaluar en este sistema.

Figura 34. **Control de especificaciones del simulador de entrenamiento preparatorio de tiro**

**CONTROL DE INSPECCIÓN AL FINAL DEL PROCESO**

Línea: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ O/C: \_\_\_\_\_ Estilo: \_\_\_\_\_  
 Supervisor: \_\_\_\_\_ Inspector final: \_\_\_\_\_ Tol. Piezas inspecc. \_\_\_\_\_

Op.	Arma modif	Sonido	Imagen	Ambie.	Ilumin.	Disparo	Vel. Resp.	Acción	Control

Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

1. Las estaciones de trabajo involucradas en los procesos de remodelación de cascos de protección personal son la de desmantelamiento del casco original, remoción de remaches, empaque y componentes internos de este, cosido de elementos internos (arañas y barbiquejo), colocación de los elementos antes mencionados, pintura (base, transparente y pixelado), pulido de elementos metálicos (grapas, hebillas y roldanas), pintado de elementos metálicos, colocación de punteros en barbiquejos y la inspección final; distribuidos en los departamentos de armas, pintura y tapicería.
2. Mediante el reordenamiento de procesos y la mejora en la distribución realizada en el espacio físico de los distintos departamentos involucrados en las operaciones de remodelación de cascos de protección personal, se ve un decremento en la cantidad de tiempo necesario a laborar para finalizar una unidad de 4 horas 20 min y 58 seg.
3. La distribución óptima de los departamentos que desarrollan las labores de remodelación de cascos de protección personal se muestra en el capítulo 3, en las figuras 13, 14 y 15.  
Con esto se logra mejorar la movilidad de productos en proceso dentro de las instalaciones del servicio.

Además, facilita los trabajos desempeñados en las estaciones, permitiéndole al operario tener disponible los elementos con los que trabajará en sectores con fácil acceso.

4. Se diseñó una herramienta que logra prevenir el desgaste innecesario provocado por el proceso de limpieza previamente realizado por un esmeril convencional.

Esta es una adaptación a un esmeril y trabaja con lija para carpintería 40, lo cual permite remover el pegamento seco del empaque original sin causar mayor desgaste en el cuerpo del casco.

5. Para lograr que un vehículo tipo camión, sea funcional en casos de emergencia, se debe agregar a este en la caja depósitos de agua, servicios sanitarios, servicios para limpieza de alimentos, apartados para almacenar provisiones, elementos para elaborar una cocina y depósito de gas; además de un lugar para guardar baterías y otros elementos de cocina; esto para el caso particular de cocinas móviles.

Y para el caso de los vehículos previstos para brindar servicios de salud, se necesitan adaptaciones para reservorios de agua, servicios sanitarios, bodega para medicinas, división para áreas de consulta y apartado para sala de espera.

6. Para la construcción de un espacio controlado para ejecutar las prácticas de un simulador virtual, se debe realizar la adaptación de un cuarto o bien de un furgón (simulador móvil), con mínimo de 6 metros de largo y un mínimo una pantalla de 2 x 2,5 metros.

Estas dimensiones son necesarias para lograr transportar (mediante escenografías montadas) al tirador a distintas situaciones sin necesidad de cambiar de lugar.

7. La instalación de un simulador preparatorio de tiro conlleva más ventajas que desventajas; sin embargo, se debe considerar también que un simulador de tiro virtual no reemplazaría un entrenamiento real.

Este tipo de sistemas únicamente proporciona reforzamiento técnico y es funcional como preparación, pues a pesar de su versatilidad de maniobras en distintos escenarios, estas no generan el mismo nivel de estrés psicológico que es generado en situaciones de riesgo real.





## RECOMENDACIONES

1. Mantener las estaciones de trabajo limpias y libres de objetos no pertenecientes a las herramientas que son utilizadas en las operaciones, facilitará los movimientos necesarios para concluir la tarea asignada; evitando mermas, haciendo eficiente los movimientos realizados y reduciendo tiempo.
2. Los procesos de mejora continua debe ser un esfuerzo diario por alcanzar mejores resultados. Actualmente, ya se logró una disminución en los tiempos de operación, sin embargo, aún se pueden reducir más.  
  
Se debería considerar reordenar los departamentos involucrados en estos procesos para reducir la espera y transporte de materiales.
3. Debido a que la lija utilizada para limpiar la goma original de los cascos de protección personal se impregna de esta, hasta saturarla luego de varias repeticiones; se recomienda que se utilice un cepillo metálico para remover estos residuos. De esta manera se disminuyen los costos de las lijas, y se reducen los costos totales del proyecto.
4. Para el sistema del simulador de tiro, se recomienda una instalación en un lugar fijo, de esta manera se logran mejores condiciones para ambientar los escenarios de las distintas situaciones a simular.

5. En el caso específico para realizar los programas y otros instrumentos necesarios para hacer funcionar el sistema de simulación, se recomienda solicitar la colaboración de practicantes de la carrera de ingeniería en ciencias y sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
  
6. Se recomienda hacer horarios de turnos específicos para las tareas desempeñadas en el Departamento de Tapicería, pues en la sección de desensamble, el ruido provocado por los operarios al quitar los remaches originales, se llega a los 90 – 96 dB; esto puede llegar a ser perjudicial en exposiciones prolongadas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ANDRADE ÁLVAREZ, Alex Fabián; JARAMILLO MADRID, Guido Antonio. *Diseño y construcción de chasis para un vehículo tipo buggy de la fórmula automovilística universitaria (FAU)* Director: Ing. Christian Hidalgo, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Escuela de Ingeniería Automotriz, Riobamba, Ecuador, 2009. 133 p.
2. Aprinsa, *Sistema Simulador De Tiro Virtual: El Multicomplejo de Tiro* [en línea]. <<http://www.aprinsa.com/simuladortirovirtual1.pdf>> Consulta: 28 de febrero de 2013.
3. ASETEMYT, *Asociación Española de Técnicos en Métodos y Tiempos, La fatiga*. [en línea]. < <http://www.asetemyt.com/2011/06/la-fatiga-un-poco-mas/>> Consulta: 15 de marzo de 2013
4. COSS, Raúl. *Simulación un enfoque práctico*. México D.F.: Limusa Noriega Editores, ISBN: 968-18-1506-8.
5. DAHLBERG, Erik, *Eurosimulator.com* [en línea] <[http://www.hlberg.dk/eurosimulator/shooting\\_es.html](http://www.hlberg.dk/eurosimulator/shooting_es.html)> Consulta: 28 de febrero de 2013.
6. DOETZE J. Sikkema. *Polímeros y diseño de polímeros*. J Appl Polym Sci, John Wiley & Sons, Alemania 2002 Inc. (83). 484–488.

7. Ejercicios de tiro. [en línea].  
<<http://www.tirotormes.galeon.com/enlaces1646848.html>>  
Consulta: 02 de abril de 2013.
8. Guatemala, Decreto número 15-2009, 20 abril. Ley de Armas y Municiones, 20 de abril de 2009, Capítulo II, Polígonos de tiro, Art. 89, p. 30.
9. HILLERMEIER, Kh.; WEIJLAND, H. G. *Reenforzamiento de plástico*. Alemania 1977. *Plástica* (11). P. 374–380.
10. HIMMELBLAU, David M.; BISCHOFF, Kenneth B. *Análisis y Simulación de procesos*. Berlín, Alemania: Reverte. 18 p.
11. PAREDES SOSA, Juan Pablo. *Optimización del proceso productivo de la industria de calzado INDESA*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2010. 177 p.
12. REVUELTA, Joseba. *Cascos del siglo XX Mº OR 404 (76/85) Israel* [en línea]. <<http://www.cascoscoleccion.com/israel/isra404.htm>>  
Consulta: 15 de marzo de 2013.
13. RÍO, Ricardo. *Iniciación en el entrenamiento*, [en línea], <<http://www.fullaventura.com/>> Consulta: 01 de abril de 2013.

14. ROCA GARCÍA, Jorge Efraín. *Análisis De Operaciones Para La Optimización Del Proceso De Producción En Tecnología Y Formas*, S. A. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2009. 245 p.
15. RUÍZ DÍAZ, Laura Amelia. *Optimización del proceso productivo de sudaderos en la introducción de nuevos estilos a la línea de producción de una empresa maquiladora*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2005. 143 p.
16. SIA S. A., *Polígono de tiro virtual, Costa Rica*, [en línea], <<http://www.poligonovirtualsia.com/poligono-virtual/poligono-de-tiro.php>> Consulta: 02 de marzo de 2013.
17. *Simulación: la realidad, más barata*. Ministerio de la Defensa, Gobierno Español, 2012, no. 283 Publicaciones de Defensa, Revista Española de la Defensa, Año 25. 1987-. España abril de 2012.



## APÉNDICE 1

### Herramienta para lijar pegamento del casco



### Interior del casco, pintado y con esponja central



## Almacenamiento provisional de cascos en proceso



## Sudadera de cuero para la frente, interior del casco





**Interior del casco (araña o guarnición cosida)**



**Estación de pegado y secado de empaque**



**Estación de pegado y secado de empaque**



**Grapas después del tratamiento de *sandblast***



## Preparado de cascos para la pintura exterior



## Casco terminado







## ANEXO 1

### Casco original



Fuente: Joseba Revuelta, Cascos del siglo XX M° OR 404 (76/85) Israel [en línea], Disponible en web:  
<<http://www.cascoscoleccion.com/israel/isra404.htm>>

### Casco original



Fuente: Joseba Revuelta, Cascos del siglo XX M<sup>o</sup> OR 404 (76/85) Israel [en línea], Disponible en web: <http://www.cascoscoleccion.com/israel/isra404.htm>

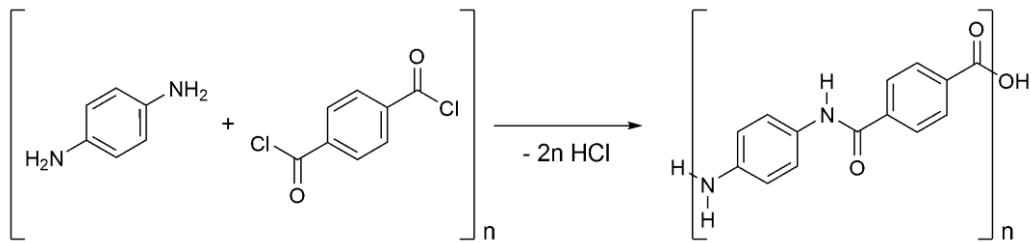
## Casco original



Fuente: Joseba Revuelta, Cascos del siglo XX M° OR 404 (76/85) Israel [en línea], Disponible en web: <http://www.cascoscoleccion.com/israel/isra404.htm>

## ANEXO 2

### Síntesis del Kevlar



Fuente: Sin autor, Kevlar, Disponible en: < <https://cv3.sim.ucm.es/wiki/site/curriculo-3313-1/Kevlar.html>>



## ANEXO 3

### Escala de ruido



Fuente: Asociación de Padres con de Personas con Discapacidades Auditivas, Escala de Ruido, Disponible en: < <http://www.aspasleehabla.com/?p=1395>>

## ANEXO 4

### Distribución del Servicio de Material de Guerra



Fuente: Imágenes 2013, Digital Globe, Datos del Mapa, Google.

Donde:

1. Oficinas y área de bodega.
2. Departamento de mecánica diesel.
3. Departamentos de tornos, mecánica gasolina, fundiciones y electromecánica.
4. Departamentos de tapicería, soldadura y armadillos.
5. Departamento de carpintería y tienda.
6. Departamento de pintura.
7. Departamento de armas.