



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

**INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN EL PROCESO DE CORTES Y DOBLECES EN EL PROCESO DE CAJAS DE SEGURIDAD; MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA KAIZEN, EN LA EMPRESA BETANTÉCNICA, S.A.**

**Álvaro Gonzalo Sinay Areano**

Asesorado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León

Guatemala, febrero de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN EL PROCESO DE CORTES Y DOBLECES EN EL PROCESO DE CAJAS DE SEGURIDAD; MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA KAIZEN, EN LA EMPRESA BETANTÉCNICA, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ÁLVARO GONZALO SINAY AREANO**  
ASESORADO POR LA INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, FEBRERO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo 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. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADORA	Inga. Rosybel Alhelí Suchini Morales
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:

**INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN EL PROCESO DE CORTES Y DOBLECES EN EL PROCESO DE CAJAS DE SEGURIDAD; MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA KAIZEN, EN LA EMPRESA BETANTÉCNICA, S.A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería de Mecánica Industrial, con fecha 25 de noviembre de 2010.



**Álvaro González Sinay Areano**



Guatemala, 15 de noviembre de 2012.  
REF.EPS.DOC.1513.11.12.

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Alvaro Gonzalo Sinay Areano**, Carné No. **9213322** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN EL PROCESO DE CORTES Y DOBLECES EN EL PROCESO DE CAJAS DE SEGURIDAD; MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA KAIZEN, EN LA EMPRESA BETANTÉCNICA, S.A."**.

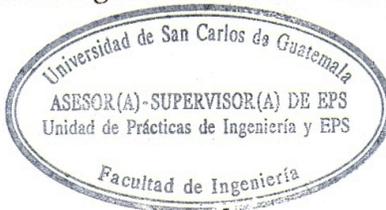
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga Sigrid Aliza Corderón de Mesa  
**Asesora-Supervisora de EPS**  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial  
DIRECCIÓN  
Prácticas de Ingeniería y EPS  
Facultad de Ingeniería



SACdL/ra



Guatemala, 15 de noviembre de 2012.

REF.EPS.D.979.11.12

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN EL PROCESO DE CORTES Y DOBLECES EN EL PROCESO DE CAJAS DE SEGURIDAD; MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA KAIZEN, EN LA EMPRESA BETANTÉCNICA, S.A."** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Alvaro Gonzalo Sinay Areano** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sigríd Alitza Calderón de León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Sigríd Alitza Calderón de León De León  
Directora Unidad de EPS



SACdLDdL/ra



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN EL PROCESO DE CORTES Y DOBLECES EN EL PROCESO DE CAJAS DE SEGURIDAD; MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA KAIZEN, EN LA EMPRESA BETANTÉCNICA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Alvaro Gonzalo Sinay Areano**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2012.

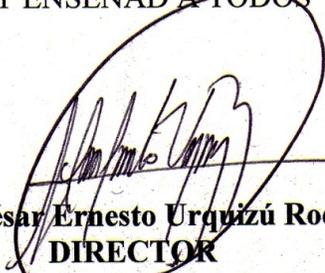
/mjp



REF.DIR.EMI.022.013

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 **INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN EL PROCESO DE CORTES Y DOBLECES EN EL PROCESO DE CAJAS DE SEGURIDAD; MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA KAIZEN, EN LA EMPRESA BETANTÉCNICA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Alvaro Gonzalo Sinay Areano**, 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, febrero de 2013.

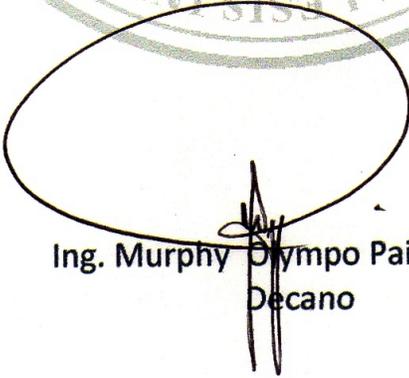
/mgp



DTG. 061 .2013

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: **INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN EL PROCESO DE CORTES Y DOBLECES EN EL PROCESO DE CAJAS DE SEGURIDAD; MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA KAIZEN, EN LA EMPRESA BETANTÉCNICA, S. A.,** presentado por el estudiante universitario: **Álvaro Gonzalo Sinay Areano,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 7 de febrero de 2013

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios y la Virgen María</b>	Por estar presentes y ser la guía en todos los momentos de mi vida y por iluminarme para que pudiera conducir mi carrera universitaria.
<b>Mis padres</b>	Julio César Sinay Tije y María Eva Ariano de Sinay, por sus innumerables esfuerzos y sacrificios que han hecho por mí.
<b>Mi esposa</b>	Dora Elizabeth Chacón de Sinay, por su apoyo, amor y comprensión.
<b>Mis hijos</b>	José David, Eva María y María José Sinay Chacón, por ser la fuerza de mi inspiración.
<b>Mis hermanos</b>	César Estuardo y María Teresa Sinay Areano, por su apoyo incondicional en todo momento.
<b>Mis sobrinos</b>	Alejandra Sinay, Marielos Sinay, Edgar Barillas, Luis Barillas y Ana Karina Barillas.
<b>Mis suegros</b>	Ambrocio Chacón (q.e.p.d.) y Eveltia Duque.
<b>Mis cuñados</b>	Edgar Barillas, Xiomara Celis y Berta Chacón.

**Mis tíos**

Luis, Cándida, y María Luisa Ariano Roldán, Carlos García, Alfredo, Edgar, Pedro (q.e.p.d.), Noé y María del Camen Sinay.

**Mis tíos políticos**

Flora Marroquín, Víctor Hugo Morales, Luis Alfredo de la Roca.

**Mis primos**

Mara Ariano, Juan Luis Ariano, Enma García, Liseth García, Alfredo García, Julio Roberto de la Roca, Luis Alfredo de la Roca, Karin de la Roca, Ana Luisa de la Roca, Rosa Virginia Morales y Víctor Hugo Morales.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

- Mi asesora** Inga. Sigrid Alitza Calderón de León, por su apoyo y motivación.
- Ingeniero** José Roberto Betancourt Lara, por permitirme hacer el EPS en la fábrica de cajas de seguridad.
- Ingeniero** Miguel Antonio Ortiz Berger, por su apoyo incondicional para la realización de mi trabajo de graduación.
- Ingeniero** Miguel Ángel Sic, por su apoyo y motivación.
- Ingeniero** Carlos Arnoldo Montenegro González, por su apoyo y motivación.
- Ingeniero** Carlos Humberto Montenegro González, por su apoyo y motivación.
- Ingeniera** Norma Ileana Samiento Zeceña de Serrano, por su apoyo y motivación.
- Ingeniera** Rosybel Alhelí Suchini Morales, por su motivación, apoyo incondicional y asesoría.
- Ingeniera** Angie Mérida de Suárez, por su amistad y motivación.

**Mis padres** Julio César Sinay Tije y María Eva Ariano de Sinay, por su amor, dedicación, esfuerzo, apoyo y por creer en mí.

**Facultad de Ingeniería  
USAC** Por ser fuente de mi formación profesional, y por la cantidad de conocimientos adquiridos.

# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXII
INTRODUCCIÓN.....	XXV
1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....	1
1.1. Entorno de la empresa.....	1
1.1.1. Datos históricos .....	1
1.1.2. Misión.....	2
1.1.3. Visión.....	2
1.1.4. Valores.....	3
1.1.5. Políticas.....	4
1.1.6. Ubicación en el mercado.....	5
1.1.7. Productos elaborados.....	5
1.1.7.1. Cofres de seguridad.....	6
1.1.7.2. Puertas de seguridad (bóveda).....	6
1.1.7.3. Cajas de seguridad.....	7
1.1.7.4. Ventanas blindadas.....	8
1.1.7.5. Archivos de seguridad.....	9
1.1.7.6. Blindaje de vehículos.....	9
1.1.8. Estructura organizacional de la empresa	
BETANTÉCNICA, S.A. ....	10

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	13
2.1.	Diagnóstico de la situación actual de la planta.....	13
2.1.1.	Diagrama de Pareto.....	13
2.1.2.	Análisis del diagrama de Ishikawa.....	16
2.1.3.	Descripción del proceso de corte y dobléz de cajas de seguridad.....	17
2.1.3.1.	Análisis FODA de la empresa.....	18
2.1.4.	Parámetros de medidas de las cajas 39SS y 90SS para la medición de la calidad.....	21
2.2.	Situación actual de la planta.....	29
2.3.	Aspectos generales del proceso de producción de lámina y de perfiles de acero.....	30
2.3.1.	Laminado en caliente.....	30
2.3.2.	Laminado en frío.....	31
2.4.	Descripción de una caja de seguridad.....	32
2.5.	Capacidad de producción.....	36
2.5.1.	Capacidad hora-hombre de operación.....	37
2.5.2.	Medida de la capacidad de producción en hora- hombre del área de cortes y dobleces.....	38
2.5.3.	Capacidad instalada de producción.....	38
2.6.	Localización de la planta.....	39
2.7.	Descripción del edificio.....	41
2.7.1.	Techos.....	41
2.7.2.	Iluminación.....	43
2.7.3.	Piso.....	45
2.7.4.	Paredes.....	46
2.7.5.	Ventilación.....	47
2.8.	Herramienta y equipo.....	48
2.8.1.	Descripción de la herramienta.....	49

2.8.2.	Descripción del equipo .....	50
2.9.	Distribución de la planta.....	53
2.10.	Fases del proceso de producción de cajas de seguridad.....	56
2.10.1.	Fase de trazado.....	56
2.10.2.	Corte y dobléz de la lámina .....	56
2.10.3.	Fase de ensamble.....	57
2.10.4.	Fase de acabados y pintura .....	57
2.10.5.	Fase de amado.....	58
2.10.6.	Fase de empaque .....	58
2.11.	Producción actual de cajas de seguridad.....	58
2.11.1.	Producción estándar.....	59
2.11.2.	Cálculo de la producción actual de la caja 90SS.....	59
2.11.3.	Cálculo de la productividad actual para la caja de seguridad 90SS.....	60
2.11.4.	Producción de equipo bajo pedido .....	60
2.11.4.1.	Modelo estándar.....	61
2.11.4.2.	Diseño solicitado por el cliente.....	61
2.11.4.3.	Diseño descrito.....	61
2.12.	Diagrama de proceso.....	62
2.12.1.	Evaluación de costos de la elaboración de una caja de seguridad 90SS.....	65
2.12.2.	Cálculo de la producción actual de la caja 90SS.....	65
2.13.	Introducción del sistema Kaizen.....	66
2.14.	Aplicación del sistema Kaizen .....	68
2.14.1.	Sistema de producción justo a tiempo.....	71
2.14.2.	Mantenimiento productivo total (TPM) .....	74
2.15.	Meta final del Kaizen .....	78
2.16.	Definición de las pérdidas claves.....	79
2.16.1.	Pérdida por <i>setup</i> y ajuste .....	79

2.16.2.	Pérdida por defectos y reproceso.....	85
2.17.	Herramientas del sistema Kaizen para la solución de problemas.....	99
2.17.1.	Siete pasos para llegar a nivel cero averías.....	99
2.18.	Preparación al cambio de la implementación de Kaizen.....	100
2.18.1.	Educación y formación.....	101
2.18.2.	Crear una cultura de trabajo en equipo.....	101
2.18.3.	Crear depósitos de conocimiento y facilitar su acceso.....	102
2.19.	Beneficios por la aplicación del sistema Kaizen.....	102
2.20.	Evaluación de tiempos y costos con la implementación de la mejora en la aplicación del Kaizen, utilizando la reestructuración y estandarización de las plantillas de las cajas de seguridad.....	104
2.20.1.	Cálculo de la productividad mejorada para la caja de seguridad 90SS.....	105
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN.....	113
3.1.	Plan de contingencia.....	113
3.1.1.	Evaluación de riesgos.....	113
3.1.1.1.	Identificación de riesgos potenciales.....	114
3.1.1.2.	Evaluación de riesgos empresa BETANTÉCNICA, S.A.....	117
3.2.	Aplicación del método del INSHT a la planta de producción de cajas de seguridad de la empresa BETANTÉCNICA, S.A.....	119
3.3.	Ruta de evacuación.....	127
3.4.	Medios de protección para la planta de producción de la empresa BETANTÉCNICA, S.A.....	132
3.4.1.	Medios técnicos.....	132
3.4.2.	Medios humanos.....	133

3.4.3.	Diagrama de señalización de la planta de producción de la empresa BETANTÉCNICA, S.A. ....	133
3.5.	Plan de evacuación .....	135
3.5.1.	Simulacro de emergencia .....	135
3.5.2.	Emergencia parcial .....	137
3.5.3.	Emergencia general.....	138
3.5.4.	Protocolo de evacuación.....	138
3.6.	Implementación local.....	139
4.	FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE .....	143
4.1.	Programa de capacitación.....	143
4.1.1.	Evaluación de la capacitación.....	144
4.1.2.	Capacitación en tareas de detección.....	144
4.2.	Auditorías de calidad.....	147
4.2.1.	Auditorías de proceso.....	148
4.3.	Auditorías BPM (Buenas Prácticas de Manufactura).....	149
	CONCLUSIONES.....	151
	RECOMENDACIONES.....	153
	BIBLIOGRAFÍA .....	155
	APÉNDICES.....	157



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Cofres de seguridad .....	6
2.	Puertas de seguridad .....	7
3.	Cajas de seguridad.....	8
4.	Ventanas blindadas .....	8
5.	Archivos de seguridad.....	9
6.	Blindaje de vehículos.....	10
7.	Organigrama de la empresa .....	11
8.	Gráfico del diagrama de Pareto de las cajas de seguridad 39SS y 90SS.....	15
9.	Diagrama de causa y efecto de baja productividad y calidad de las cajas de seguridad.....	17
10.	Gráfico de control de la medida con más variabilidad (fondo) de la caja 39SS con el proceso actual .....	22
11.	Gráfico de control de la medida con más variabilidad (ancho) de la caja 90SS con el proceso actual .....	24
12.	Gráfico de control de la medida con más variabilidad (fondo) de la caja 90SS en el proceso actual .....	24
13.	Toma de medida física de ancho .....	25
14.	Toma de medida física de largo .....	26
15.	Toma de medida física de alto.....	26
16.	Estado actual plantilla 1.....	27
17.	Estado actual plantilla 2.....	28
18.	Estado actual plantilla 3.....	28

19.	Vista frontal, lateral y de planta de la puerta bóveda.....	35
20.	Partes de una caja de seguridad.....	35
21.	Techo actual de la planta BETANTÉCNICA, S.A. ....	43
22.	Clases de iluminación natural y artificial de la empresa BETANTÉCNICA, S.A. ....	44
23.	Rutas de recorrido de la empresa BETANTÉCNICA, S.A. ....	46
24.	Paredes de la planta BETANTÉCNICA, S.A.....	47
25.	Ventilación de la empresa BETANTÉCNICA, S.A. ....	48
26.	Cortadora de lámina manual.....	51
27.	Cortadora de lámina eléctrica (CINCINNATI) .....	52
28.	Dobladora de lámina manual .....	52
29.	Dobladora de lámina neumática (CINCINNATI) .....	52
30.	Plano de la planta de producción.....	55
31.	Diagrama de operaciones del proceso caja 90SS.....	63
32.	Diagrama de operaciones del proceso caja 39SS.....	64
33.	Diseño interior marco bóveda 2085.....	81
34.	Diseño contra marco bóveda 2085 .....	82
35.	Diseño exterior marco bóveda 2085.....	83
36.	Diseño plato marco bóveda 2085.....	84
37.	Diseño pieza lateral marco bóveda 2085.....	85
38.	Elaboración de mesa inclinada por el autor para la cortador (CINCINNATI).....	86
39.	Mesa inclinada receptora de material en la cortadora(CINCINNATI) ..	87
40.	Plantilla de la caja 39SS .....	90
41.	Plantilla de la caja 53SS .....	91
42.	Plantilla de la caja 68SS .....	92
43.	Plantilla de la caja 75SS .....	93
44.	Plantilla de la caja 90SS .....	94
45.	Plantilla de la caja 110SS.....	95

46.	Plantilla de la caja 130SS.....	96
47.	Plantilla de la caja 150SS.....	97
48.	Plantilla de la caja 180SS.....	98
49.	Gráfico de control de la medida con más variabilidad (fondo) de la caja 39SS proceso mejorado con la utilización de las plantillas reestructuradas.....	107
50.	Gráfico de control de la medida con más variabilidad (ancho) de la caja 90SS en el proceso mejorado con la utilización de las plantillas reestructuradas.....	108
51.	Gráfico de control de la medida con más variabilidad (fondo) de la caja 90SS en el proceso mejorado con la utilización de las plantillas reestructuradas.....	109
52.	Plano de la ruta de evacuación de la empresa BETANTÉCNICA, S.A.....	128
53.	Muestra cómo se trabajaba antes y después de pintar la ruta de recorrido en las áreas de trabajo.....	129
54.	Señales de evacuación, condición de seguridad.....	131
55.	Señales de protección contra incendios, señales de advertencia.....	131
56.	Señales de obligación, acción de mando, señales de prohibición.....	132
57.	Diagrama de señalización para la empresa.....	134

## TABLAS

I.	Diagrama de Pareto del tamaño estándar de las cajas de seguridad.....	14
II.	Medidas exteriores de las cajas 39SS terminada.....	22
III.	Medidas exteriores de la caja 90SS terminada.....	23
IV.	Descripción de una caja de seguridad.....	33

V.	Horas disponibles para la producción de las cajas de seguridad 90SS y 39SS en la fase de cortes y dobleces en el primer semestre de 2011.....	37
VI.	Tiempos de operación de las cajas 90SS y 39SS en la fase de cortes y dobleces.....	37
VII.	Herramienta básica para un operario.....	50
VIII.	Maquinaria utilizada para realizar las cajas de seguridad.....	51
IX.	Promedio de tiempos de proceso de marcaje, corte y doble para la caja de seguridad 90SS.....	59
X.	Medidas de los modelos de las cajas de seguridad según catálogo de la empresa BETANTÉCNICA, S.A.....	60
XI.	Costos directos de la elaboración de una caja de seguridad 90SS.....	65
XII.	Costos de no calidad.....	66
XIII.	Elementos que componen la tarea de elaboración de una caja de seguridad.....	68
XIV.	Cálculo del tiempo total del proceso.....	69
XV.	Cálculo del tiempo normal del área de cortes y dobleces.....	69
XVI.	Parte interior del marco de bóveda 2085.....	80
XVII.	Contra marco de bóveda 2085.....	81
XVIII.	Parte exterior del marco de bóveda 2085.....	82
XIX.	Plato del marco de bóveda 2085.....	84
XX.	Pieza lateral marco de bóveda 2085.....	84
XXI.	Siete pasos para llegar a nivel cero averías.....	99
XXII.	Costos de la caja de seguridad 90SS.....	104
XXIII.	Medidas exteriores de cajas 39SS terminadas con el uso de las plantillas reestructuradas.....	106
XXIV.	Medidas exteriores de cajas 90SS terminadas.....	108
XXV.	Criterios de valoración.....	114

XXVI.	Criterios de valoración distinto nivel.....	119
XXVII.	Criterios de valoración mismo nivel.....	120
XXVIII.	Criterios de valoración por manipulación.....	120
XXIX.	Criterios de valoración objetos inmóviles .....	121
XXX.	Criterios de valoración móviles de las máquinas .....	121
XXXI.	Criterios de valoración por objetos o herramientas.....	122
XXXII.	Criterios de valoración fragmentos o partículas .....	122
XXXIII.	Criterios de valoración aplastamientos por o entre objetos.....	123
XXXIV.	Criterios de valoración por el vuelco de maquinaria.....	123
XXXV.	Criterios de valoración posturas inadecuadas o movimientos...	124
XXXVI.	Criterios de valoración contactos eléctricos.....	124
XXXVII.	Criterios de valoración contacto con sustancias tóxicas y partículas de polvo .....	125
XXXVIII.	Criterios de valoración incendios .....	125
XXXIX.	Criterios de valoración tránsito peatonal durante la jornada laboral.....	126
XL.	Criterios de valoración ruido .....	127
XLI.	Implementación local .....	140



## GLOSARIO

<b>Acero inoxidable</b>	Aleación de hierro con un mínimo de 10% de cromo contenido en masa.
<b>Análisis de los 5 porqués</b>	Análisis que se usa con el objetivo de atacar las causas de raíz, y se basa en la observación.
<b>Antisociales</b>	Patología de índole psíquica que deriva en que las personas que la padecen, pierden la noción de la importancia de las normas sociales.
<b>Archivos de seguridad</b>	Similares a los archivos utilizados normalmente, con un blindaje que los protege de la violencia y del fuego.
<b>Auditoría interna</b>	Actividad independiente y objetiva de aseguramiento y consulta para agregar valor mejorando las operaciones de una organización.
<b>Automatización</b>	Sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.
<b>Autoprotección</b>	Sistema de comportamiento y actitudes que se ponen en práctica, a través de métodos y técnicas de prevención.

<b>Blindaje de vehículos</b>	Proceso mediante el cual se refuerza el vehículo con materiales resistentes al impacto de proyectiles de armas de fuego.
<b>Cajas de seguridad</b>	Es un mueble que es utilizado para almacenar dinero en efectivo, joyas y papeles importantes, éstas se fabrican para resistir al fuego y a la violencia.
<b>Capacidad de operación</b>	Volumen o la cantidad de unidades que se producen en un período determinado de tiempo.
<b>Capacidad de producción</b>	Se mide por número de horas-máquina disponibles, el número de hora-hombre disponible en cada fase de proceso.
<b>Capacidad instalada de producción</b>	Se usa para hacer referencia al volumen de producción que puede obtenerse en un período determinado en una cierta rama de actividades.
<b>Catálogo</b>	Muestra de los modelos y medidas de las cajas de seguridad por medio de fotografías.
<b>Chapas electrónicas</b>	Mecanismo mecánico eléctrico que se utiliza en las cajas de seguridad para disminuir el riesgo de robo.
<b>Chapas mecánicas</b>	Mecanismo mecánico que se utiliza para evitar que se abra libremente la puerta de una caja de seguridad.
<b>Cizalla</b>	Cortadora manual de lámina.

<b>Cofres de seguridad</b>	Se caracterizan por ofrecer una alta protección a la violencia.
<b>Contingencia</b>	Posibilidad que suceda alguna cosa; problema o hecho que se presente de forma imprevista.
<b>Costes</b>	En economía el coste o costo es el valor monetario de los consumos de factores que supone el ejercicio de una actividad económica destinada a la producción de un bien o servicio.
<b>Costo de calidad</b>	Es aquel que hace disminuir la productividad de la empresa.
<b>Costo de materia prima</b>	Es todo aquello que va a generar un ingreso, es decir, que representará una inversión ya sea presente o futura.
<b>Diagrama de Pareto</b>	Diagrama que clasifica los problemas de acuerdo con la causa y fenómeno.
<b>Ductilidad</b>	Propiedad que presentan algunos materiales, como las aleaciones metálicas o materiales asfálticos, los cuales bajo la acción de una fuerza pueden deformarse sosteniblemente sin romperse.
<b>Equipos blindados</b>	Equipos que se fabrican con materiales especiales para ofrecer seguridad ante un robo, siniestro o incendio.

<b>EREA</b>	Acrónimo de estandarizar, realizar, evaluar y actuar.
<b>Estandarización</b>	Redacción y aprobación de normas que se establecen para garantizar el acoplamiento de elementos contruidos independientemente.
<b>Exhaustivo</b>	Muy completo y profundo.
<b>Fiabilidad</b>	Probabilidad del buen funcionamiento de algo.
<b>Fidedigno</b>	Digno de fe o de confianza.
<b>Herramienta oxiacetilénica</b>	Herramienta que se utiliza para la soldadura autógena. En este tipo de soldaduras no es necesario aporte de material.
<b>Jidohka</b>	Palabra japonesa que significa autocontrol de los defectos.
<b>Just in time</b>	Conocido también como Sistema de Producción Toyota.
<b>Kaizen</b>	Palabra japonesa que significa cambio para mejorar.
<b>Laminado en frío</b>	Proceso de fabricación común que aumenta la dureza y la fuerza de un metal.
<b>Lijadoras de banda</b>	Se utilizan para pulir láminas de acero inoxidable.

<b>Manganeso</b>	Elemento químico de número atómico 25 situado en el grupo 7 de la tabla periódica de los elementos y se simboliza como Mn.
<b>Manipulación</b>	Manejo, hacer maniobras.
<b>Mano de obra</b>	Costo total que representa el montante de trabajadores que tenga la empresa, incluidos los salarios y todo tipo de impuesto que van ligados a cada trabajador.
<b>Mantenibilidad</b>	Representa la cantidad de esfuerzo requerida para conservar su funcionamiento normal o para restituirlo una vez se ha presentado un evento de falla.
<b>Masillado</b>	Proceso realizado para corregir pequeñas imperfecciones del amado.
<b>Moldura</b>	Elemento decorativo utilizado en diversas obras artísticas, entre ellas, y quizás pudiera decirse que de forma significativa.
<b>Perfiles de acero</b>	Utilizados en estructuras metálicas como vigas de entresijos, columnas, cerchas y tijeras estructurales, correas para techo y piso, rieles, plataformas y barandas de camiones y losas.
<b><i>Performance</i></b>	Muestra escénica, muchas veces con un importante factor de improvisación.

<b>Pionera</b>	Cuando una persona ha actuado por primera vez en una tendencia profesional o teoría innovadora aún no explorada.
<b>PMP</b>	Acrónimo de programa de mantenimiento preventivo.
<b>Polivalente</b>	Que puede ser usado con distintos fines.
<b>PREA</b>	Acrónimo de planificar, realizar, evaluar y actuar.
<b>Productividad</b>	Obtener mayores resultados con los mismos o menores recursos.
<b>Puertas de bóveda</b>	Fabricadas, principalmente para las agencias bancarias; protegen contra la violencia y contra el fuego.
<b>Salvaguardar</b>	Defender o proteger a una persona o cosa.
<b>Simergística</b>	Término derivado del verbo griego <i>synergein</i> que significa cooperar.
<b>Simulacro</b>	Falsificación, algo que imita la realidad teniendo sólo sus apariencias.
<b>Skinpass</b>	Son láminas cortadas a una longitud específica.
<b>Sobreesfuerzo</b>	Pasar un límite de una acción de esfuerzo que se esté realizando.

<b>Step by step</b>	Término que traducido al español significa paso a paso.
<b>Taguchi</b>	Genichi Taguchi uno de los padres de la Calidad Total.
<b>Tecnología</b>	Conjunto de conocimientos técnicos ordenados científicamente, que permiten diseñar y crear bienes y servicios que facilitan la adaptación al medio ambiente y satisfacer tanto las necesidades esenciales como los deseos de las personas.
<b>Termomecánico</b>	Clasificada entre las mayores industrias como la transformación de metales no ferrosos.
<b>TPM</b>	Acrónimo de mantenimiento productivo total.
<b>Ventanas blindadas</b>	Éstas tienen dos componentes: el marco y el vidrio blindado. El vidrio blindado es una combinación de policarbonato y vidrio laminado.
<b>Viabilidad</b>	Tiene probabilidades de llevarse a cabo o de concretarse gracias a circunstancias o características.



## RESUMEN

El enfoque de la empresa BETANTÉCNICA, S.A. es suministrar de cajas de seguridad al mercado interno, así como equipos blindados y aparatos eléctricos, utilizados por el sistema bancario de Guatemala. La empresa BETANTÉCNICA, S.A. es pionera en la fabricación de equipos blindados, siendo la más antigua e importante de las compañías que actualmente se dedican a manufacturar estos equipos.

La empresa consta de una planta de producción en donde se producen cajas de seguridad, ofreciendo a sus clientes 9 modelos con medidas ya establecidas en un catálogo ilustrado, dando la opción de que el cliente pida su producto con especificaciones que se ajusten a sus necesidades, en la alternativa de venta por catálogo están las medidas que la empresa ofrece al cliente y cuando el cliente hace nichos para incrustar las cajas, éstas deben ajustarse exactamente con las medidas ofrecidas; cuando la caja se elabora con variación en sus medidas genera un costo de no calidad dando margen a una disminución de la productividad de la empresa.

Con este proyecto se trata de identificar todos aquellos problemas que afectan la calidad y productividad del proceso de cortes y dobleces mediante la aplicación del Sistema Kaizen, respondiendo a la necesidad de garantizar la calidad de los productos, enfocándose en el Departamento de Cortes y Dobleces para la reducción de desperdicios; así como incrementar la productividad en el entorno del producto terminado, utilizando como herramientas de análisis el Diagrama de causa y efecto, Diagramas de operaciones, índices de productividad, medición de tiempo normal y tiempo

estándar en el área de estudio, dando como resultado una mayor rentabilidad para la empresa.

Uno de los resultados obtenidos para la mejora continua es la renovación de las plantillas, que sirven como base para la elaboración de las cajas de seguridad, punto de partida para la mejora continua.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Incrementar la productividad y calidad en el proceso de cortes y dobleces en la fabricación de cajas de seguridad; mediante la aplicación del Sistema Kaizen, en la empresa BETANTÉCNICA, S.A.

### **Específicos**

1. Determinar la variabilidad en las medidas finales de las cajas de seguridad 39SS y 90SS en sus dimensiones de alto, ancho y fondo.
2. Verificar el estado de las plantillas de los 9 modelos de cajas de seguridad utilizadas en el área de cortes y dobleces de la empresa BETANTÉCNICA, S.A.
3. Determinar la capacidad de producción de cajas de seguridad en el área de cortes y dobleces de los modelos 39SS y 90SS.
4. Establecer los costos de la elaboración de una caja de seguridad 90SS que es el modelo más vendido por la empresa, sumándole el costo de no calidad.
5. Realizar la señalización de la planta BETANTÉCNICA, S.A., incluyendo un diagrama de recorrido y ruta de evacuación.

6. Establecer un plan de contingencia con procedimientos alternativos que permitan el funcionamiento normal de la empresa aun cuando alguna de sus funciones se vea en riesgo o dañada.
7. Realizar una capacitación involucrando al personal del área en estudio estableciendo objetivos de mejora continua abarcando temas como prevención de riesgos laborales en el taller y un programa de mantenimiento preventivo de compresores.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación de EPS es la aplicación del Sistema Kaizen de mejora continua a la empresa BETANTÉCNICA, S.A. que se dedica a elaborar cajas de seguridad y equipos blindados utilizados por el sistema bancario de Guatemala, el cual tiene como objetivo principal la reducción de desperdicios y despilfarros, los cuales son factores que generan altos costos, así como el desaprovechamiento de los recursos, pérdida de clientes así como defectos de calidad, lo cual origina una desventaja en la participación en el mercado, con la reducción de la rentabilidad y en los niveles de satisfacción al cliente.

El proyecto consta de cuatro capítulos, en los cuales se describen aspectos generales de la empresa como su entorno, datos históricos, misión y visión. Los productos que se elaboran describiendo los procesos, de tal manera que se tenga una idea clara del área a analizar.

Se presenta la situación actual de la empresa, estableciendo parámetros que servirán de comparación para implementar el Sistema Kaizen, así como el desarrollo de las herramientas que determinarán los resultados que llevarán al cumplimiento de los objetivos trazados.

Asimismo se describe la fase de investigación la cual se basa en el desarrollo del plan de contingencia, abarcando la evaluación de riesgos, desarrollando un plan de evacuación, estableciendo la ruta de recorrido y las diversas señales de prevención.

Se desarrolla la fase de enseñanza aprendizaje, estableciendo la etapa de capacitación en aspectos desarrollados en el proyecto, como tareas de detección, auditorías de proceso y auditorías BPM (Buenas Prácticas de Manufactura).

Por medio del presente proyecto se espera crear conciencia de los distintos tipos de desperdicio que se puede originar por no utilizar un patrón de medidas estandarizado para la realización de cajas de seguridad, como también, involucrar a la gerencia y personal operativo acerca de la necesidad de identificar y destruir los generadores de desperdicios.

# **1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA**

## **1.1. Entorno de la empresa**

BETANTÉCNICA, S.A. es reconocida como una empresa centroamericana, la cual está enfocada en suministros de cajas de seguridad, equipos blindados y aparatos electrónicos de tecnología específica, los cuales son utilizados por el sistema bancario de Guatemala; es pionera en la fabricación de equipos blindados, siendo la más antigua e importante de las compañías que actualmente se dedican a manufacturar estos equipos, abarcando el mercado en El Salvador, Honduras y Nicaragua.

### **1.1.1. Datos históricos**

El inicio de las operaciones se da en junio de 1943, el fundador de la empresa, el señor José Luis Betancourt, ve una oportunidad en la oferta de artículos de oficina, por lo que inicia un negocio enfocado al suministro de éstos. Al principio funcionó como una papelería, más tarde se establece como representante de compañías suecas dedicadas a la fabricación de sumadoras y máquinas registradoras. En 1953 distribuye cajas de seguridad, de una prestigiosa marca norteamericana, lo que le sirve de experiencia para que en mil novecientos ochenta y seis se inicie la fabricación de cajas de seguridad y equipos blindados.

Las cajas de seguridad, como se conocen actualmente, son diseños derivados de los aparecidos en el siglo XIX; pero incorporando las nuevas tecnologías de seguridad tanto en materiales y sistemas de fabricación como en

sistemas de apertura y cierre, incluyendo sistemas digitales de introducción de combinación.

### **1.1.2. Misión**

“Brindar productos y servicios que llenen las necesidades de:

- Seguridad física y electrónica de las instituciones financieras de la región.
- Información pronta y confiable para los restaurantes y cafeterías (puntos de venta).
- Sistemas de procesamiento de datos de la arquitectura Apple-Macintosh.
- Equipos de oficina.

A través de un grupo de profesionales técnicos y administrativos, que comprenden la importancia y la mística del servicio de la más alta calidad, usando tecnología de punta para ayudar a la mejora de la competitividad de las empresas en el área centroamericana.”

### **1.1.3. Visión**

“Ser reconocidos como una empresa centroamericana líder en servicio, profesionalismo y aplicación innovadora de la tecnología en las distintas áreas en que está involucrada. Caracterizados, especialmente por la calidad y el esfuerzo de su personal para asegurar la satisfacción de los clientes.”

#### **1.1.4. Valores**

- **Compromiso:** siempre ir más allá de sus obligaciones, porque quien trabaja comprometido, disfruta lo que hace y esa es la base de la armonía de la empresa.
- **Servicio:** la actitud de servicio es una de las ventajas competitivas más grande, es un valor diferenciador en beneficio del usuario, porque un cliente satisfecho es el mejor multiplicador de los servicios.
- **Respeto:** es la base de la sana convivencia, siempre estar dispuestos al diálogo, la comprensión y la tolerancia. Sin extralimitarse en los derechos que permite la libertad para interactuar con el cliente, el empleado y el competidor.
- **Responsabilidad:** el ejercicio de la labor siempre se hará de una manera consiente sobre las consecuencias que ocasionará aquello que se haga o se deje de hacer.
- **Lealtad:** ser siempre fiel al valor, principio, norma y a la palabra, a la idea y a la institución que se representa; porque la lealtad significa respeto.
- **Honestidad:** ser siempre transparente en todos los ámbitos del diario actuar, siempre ser honrado tanto espiritual como materialmente.
- **Calidad:** es la premisa en la realización de cada trabajo o proyecto que se emprenda.

- Liderazgo: los resultados del trabajo siempre llevarán a ser abanderado en el medio. Todos los esfuerzos siempre apuntarán a liderar el desarrollo y la evolución de la empresa.
- Trabajo en equipo: es fundamental para la obtención de los mejores resultados, siempre tendrá en cuenta los aportes de cada uno de los miembros de la empresa.
- Calidez: es el sello de la atención que le gusta brindar. Es el reflejo del amor, la pasión y la vocación por lo que se hace.

#### **1.1.5. Políticas**

- La seguridad siempre será la bandera, no se hará nada que ponga en riesgo la estabilidad y el bienestar de las personas.
- Nunca se pensará que se ha logrado todo, siempre trabajará por ir más allá y establecer un mejoramiento continuo como persona, empresa e institución.
- Siempre buscará mantener y fomentar ventajas competitivas que fortalezcan en el sector.
- La disposición al cambio será positiva.
- Se consolidarán alianzas que fortalezcan la labor, porque un trabajo en equipo siempre entrega los mejores resultados.- Siempre se acatará la norma y la disposición legal que propendan por el bienestar y el buen funcionamiento de la empresa.

- Siempre hará un manejo responsable y eficiente del recurso, lo cual garantizará el bienestar del proveedor y empleado.

#### **1.1.6. Ubicación en el mercado**

Actualmente la compañía es líder de las empresas dedicadas a la fabricación y distribución de equipos de seguridad, esto debido a que cuenta con producción local, lo cual le permite al cliente realizar pedidos de equipo estándar o hacer variaciones del mismo, sin afectar el período de entrega. Además se encarga de otorgar mantenimiento preventivo y correctivo de equipo propio y extranjero, debido al alto nivel de calificación de su mano de obra. Por lo que se estima que en porcentajes de clientes posee el 90% de la banca a nivel nacional y un 25% del mercado centroamericano, esto a pesar de tener una fuerte competencia con equipo importado, principalmente de origen chino.

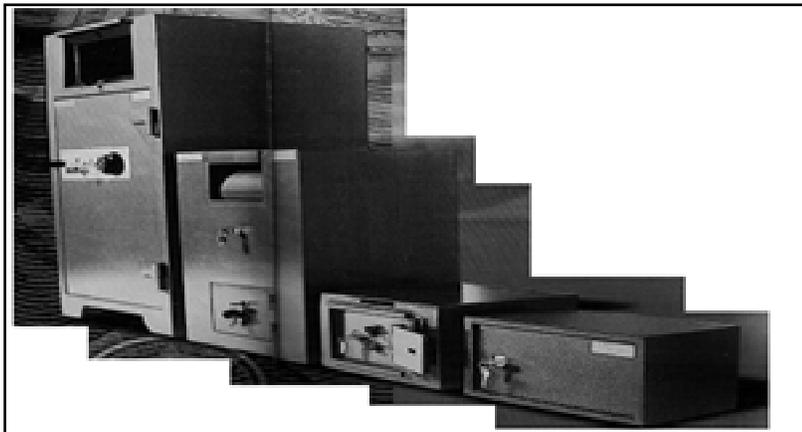
#### **1.1.7. Productos elaborados**

Se manufacturan cajas de seguridad de una puerta, desde 0,39 m de alto, hasta 1,80 m, que es un modelo adecuado para residencias y negocios pequeños, hasta cajas de 1 500 lb con 1,80 m de alto utilizadas por instituciones bancarias; puertas de bóveda que pesan 1 200lb, que se utilizan en las agencias grandes de los bancos; ventanas blindadas para garita y para atención al público; archivos de seguridad que brindan protección contra la violencia, pero cuya función principal es proteger los documentos contra el fuego y cofres de seguridad para empotrar en el suelo o en la pared. También se blindan automóviles personales y empresariales, los cuales tienen la característica de resistir impacto con proyectil de arma de fuego, en las partes más importantes del vehículo.

### **1.1.7.1. Cofres de seguridad**

Los cofres de seguridad se caracterizan por ofrecer una alta protección a la violencia, pero muy poca protección al fuego. Éstos se pueden fabricar para sobreponer y para empotrar en el piso o pared, también se fabrican para instalar en vehículos de reparto soldados al chasis. Su tamaño varía de 0,30 m de alto hasta 1,00 m de altura, dependiendo de las necesidades del cliente; su sistema de cierre cuenta con una chapa de llave de alta seguridad con llaves especiales que no se pueden copiar. A continuación se muestran los cofres de seguridad que hace la empresa.

Figura 1. **Cofres de seguridad**



Fuente: catálogo de productos BETANTÉCNICA, S.A. p. 10.

### **1.1.7.2. Puertas de seguridad (bóveda)**

Son fabricadas, principalmente para las agencias bancarias, protegen ante la violencia y contra el fuego, son más resistentes que las cajas de seguridad. Éstas pueden ser fabricadas en acero inoxidable, su peso varía de

media hasta ocho toneladas, las que pesan más de una tonelada se importan de Estados Unidos, pues no se cuenta en Guatemala con la tecnología para fabricarlas. A continuación se muestra en la figura 2 una puerta de seguridad que se fabrica en la empresa.

Figura 2. **Puertas de seguridad**



Fuente: catálogo de productos BETANTÉCNICA, S.A. p. 12.

### **1.1.7.3. Cajas de seguridad**

Éstas se fabrican para resistir al fuego y a la violencia, existen de una y de dos puertas, además hay variedad de tamaños y pesos desde 0,39 m de alto hasta 1,80 m de altura, y de 185 lb a 1000 lb de peso. A continuación se muestran en la figura 3 las cajas de seguridad que se fabrican en la empresa.

Figura 3. **Cajas de seguridad**

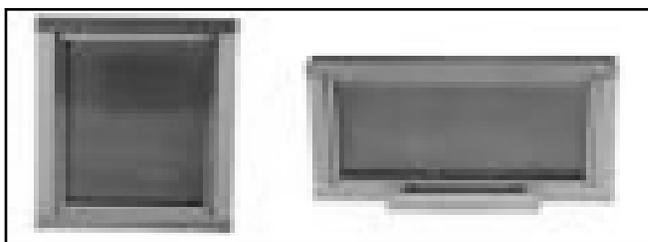


Fuente: catálogo de productos BETANTÉCNICA, S.A. p. 16.

#### 1.1.7.4. **Ventanas blindadas**

Éstas tienen dos componentes: el marco y el vidrio blindado. El vidrio blindado es una combinación de policarbonato y vidrio laminado que puede ser de cuatro diferentes clases. Puede soportar impactos con proyectiles de armas cortas (clase 1) hasta de fusiles militares (clase 4). El marco puede ser fabricado en acero pintado o en acero inoxidable. A continuación se muestran en la figura 4 una ventana blindada.

Figura 4. **Ventanas blindadas**



Fuente: <http://www.cajasfuerteskeeper.com.mx/ventanas-blindadas.php>. Consulta junio de 2012.

#### **1.1.7.5. Archivos de seguridad**

Son similares a los archivos utilizados normalmente, con un blindaje que los protege de la violencia y del fuego, se fabrican con cuatro, tres y dos gavetas. Cuentan con las mismas características de las cajas de seguridad, tienen rodos para moverlos en la oficina. A continuación se muestran en la figura 5 los archivos de seguridad que se fabrican en la empresa.

Figura 5. **Archivos de seguridad**



Fuente: catálogo de productos BET ANTÉCNICA, S.A. p. 16.

#### **1.1.7.6. Blindaje de vehículos**

Este es un proceso mediante el cual se refuerza el vehículo con materiales resistentes al impacto de proyectiles de armas de fuego, se puede blindar toda clase de vehículo como: camionetas tipo agrícola, automóviles, pick up doble cabina y para transporte de valores .A continuación se muestran los vehículos que se blindan en la empresa.

Figura 6. **Blindaje de vehículos**

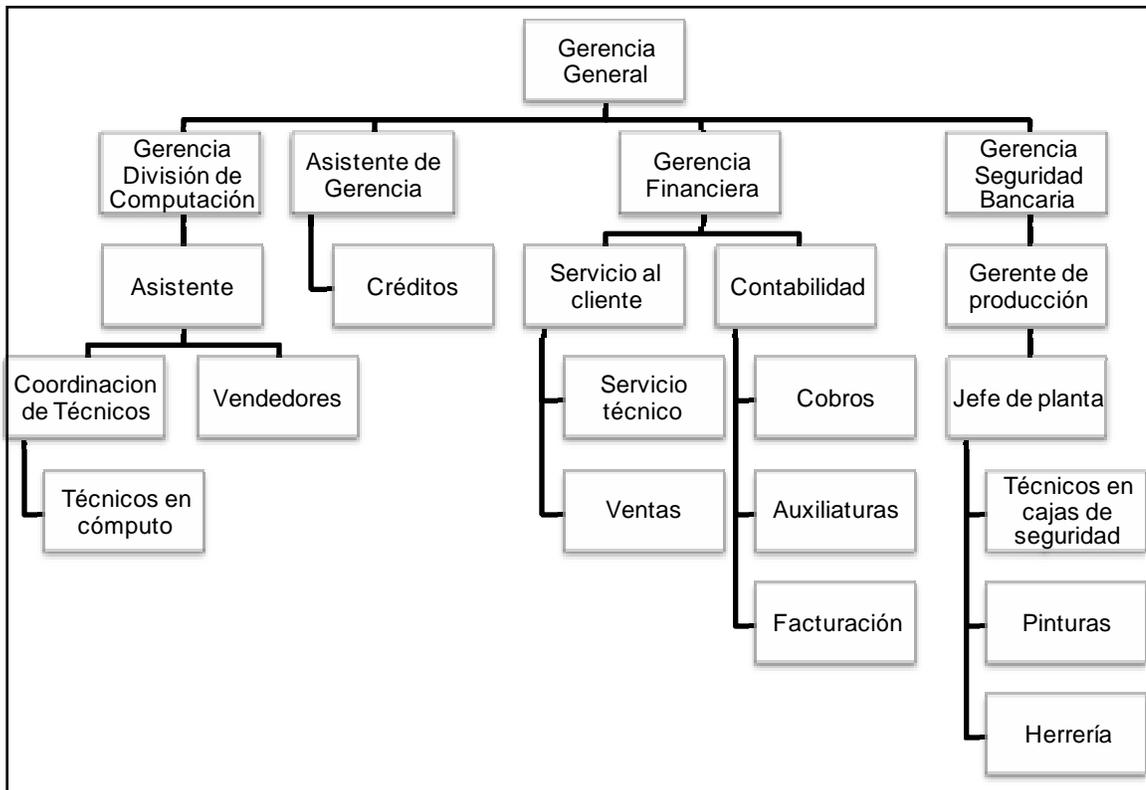


Fuente: BETANTÉCNICA, S.A., km 17,5 carretera a Villa Canales, zona 6 de San Miguel Petapa.

#### **1.1.8. Estructura organizacional de la empresa BETANTÉCNICA, S.A.**

La estructura organizacional de la empresa BETANTÉCNICA, S.A. se califica como funcional, ya que este tipo de organización se caracteriza por la concentración de la autoridad en una persona o grupo de personas que son, en la mayoría de los casos, fundadores de la empresa que se ocupan de la totalidad de las decisiones y funcionamiento de la estructura organizacional; en el siguiente organigrama se observa gráficamente esta clase de estructura (ver figura 7).

Figura 7. Organigrama de la empresa



Fuente: elaboración propia.



## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Diagnóstico de la situación actual de la planta**

Se ha determinado que la causa raíz del problema de baja calidad y productividad es la no utilización de las plantillas para el corte y doblado de las cajas de seguridad, este proceso no está definido como obligatorio, ya que por la experiencia que tiene el operario en la elaboración del producto, se le hace más fácil el trazo sin plantilla, dando esto como resultado la no estandarización de las medidas de producto final, afectando la calidad del mismo, sumando al costo del proceso el costo de rechazo, en donde se incurre en duplicidad de gastos y la insatisfacción del cliente.

Con respecto a las medidas que se ofrecen en el catálogo, estas medidas de la caja difieren en el ancho, para lo cual, si la caja se coloca en un espacio abierto, por ejemplo, en habitación no hay mayor inconveniente; pero en el caso de que el cliente realice nichos para incrustar dentro las cajas, éstas no ajustarían en el espacio en donde se requieren, originando el costo de calidad que viene dado por la insatisfacción del cliente.

#### **2.1.1. Diagrama de Pareto**

Se utilizará el Diagrama de Pareto para clasificar los problemas de acuerdo con la causa y fenómeno que se da cuando las cajas de seguridad no tienen un tamaño estándar, se pondrán en orden de prioridad, utilizando un formato de gráfica de barra, con el 100% indicando la cantidad total del valor perdido.

A continuación, en la tabla I, Diagrama de Pareto se detallan las causas por las cuales no se logra un tamaño estándar en el producto terminado de las cajas de seguridad, se establece una ponderación de acuerdo al grado de relevancia e incidencia en el proceso de elaboración.

La tabla I muestra la ponderación en porcentaje de las causas por la cuales no se logran las medidas que la empresa ofrece en el catálogo a los clientes que compran las cajas de seguridad elaboradas en la empresa BETANTÉCNICA, S.A.

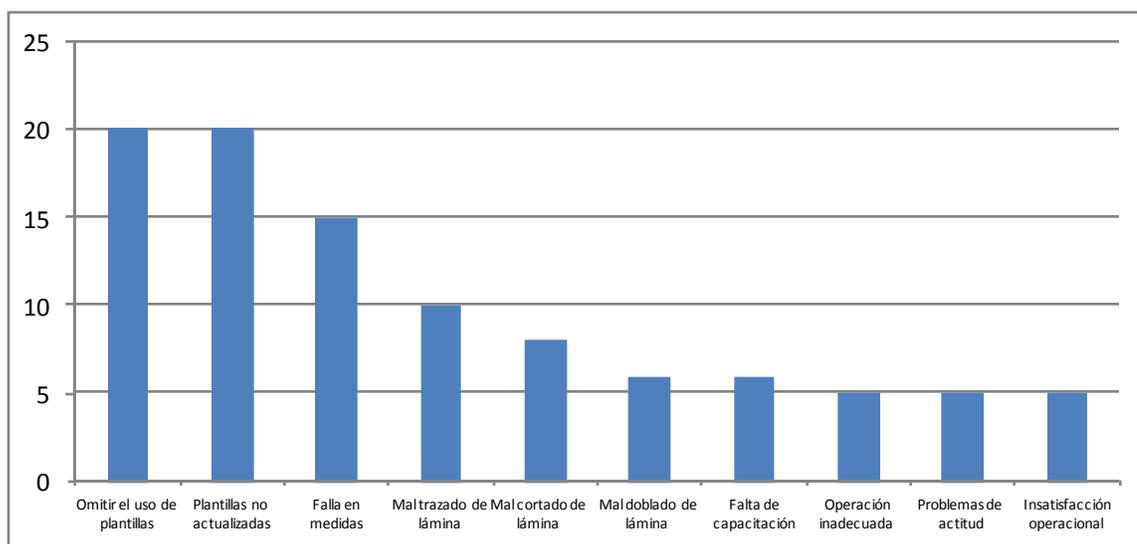
**Tabla I. Diagrama de Pareto del tamaño estándar de las cajas de seguridad**

CAUSAS	CANTIDAD	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
Omitir el uso de plantillas	20	20 %	20 %
Plantillas no actualizadas	20	20 %	40 %
Falla en medidas	15	15 %	55 %
Mal trazado de lámina	10	10 %	65 %
Mal cortado de lámina	8	8 %	73 %
Mal doblado de lámina	6	6 %	79 %
Falta de capacitación	6	6 %	85 %
Operación inadecuada	5	5 %	90 %
Problemas de actitud	5	5 %	95 %
Insatisfacción operacional	5	5 %	100 %
TOTAL	100	100 %	---

Fuente: elaboración propia.

La figura 8 muestra, en un gráfico de barras, la causa de mayor ponderación que incide en el problema de medidas en estudio.

Figura 8. **Gráfico del diagrama de Pareto de las cajas de seguridad39SS y 90SS**



Fuente: elaboración propia.

En conclusión, se determinó que el factor que más influye en no lograr que las cajas de seguridad sean de un tamaño estándar es el omitir el uso de las plantillas, ya que cada operario toma las medidas de acuerdo al diseño de la caja, pero incide en la experiencia que tenga para la elaboración de la misma.

Como punto de mejora se establecen las causas por medio de las cuales, las plantillas en mal estado y con las medidas no estandarizadas, son la causa primordial por la cual no se logra la estandarización de las medidas de las cajas de seguridad y por ende no se logra la calidad esperada por el cliente.

Este proceso tiene oportunidad de mejora, ya que se puede hacer una clasificación de las plantillas para establecer un orden y control del uso de las mismas para estandarizar la calidad del producto.

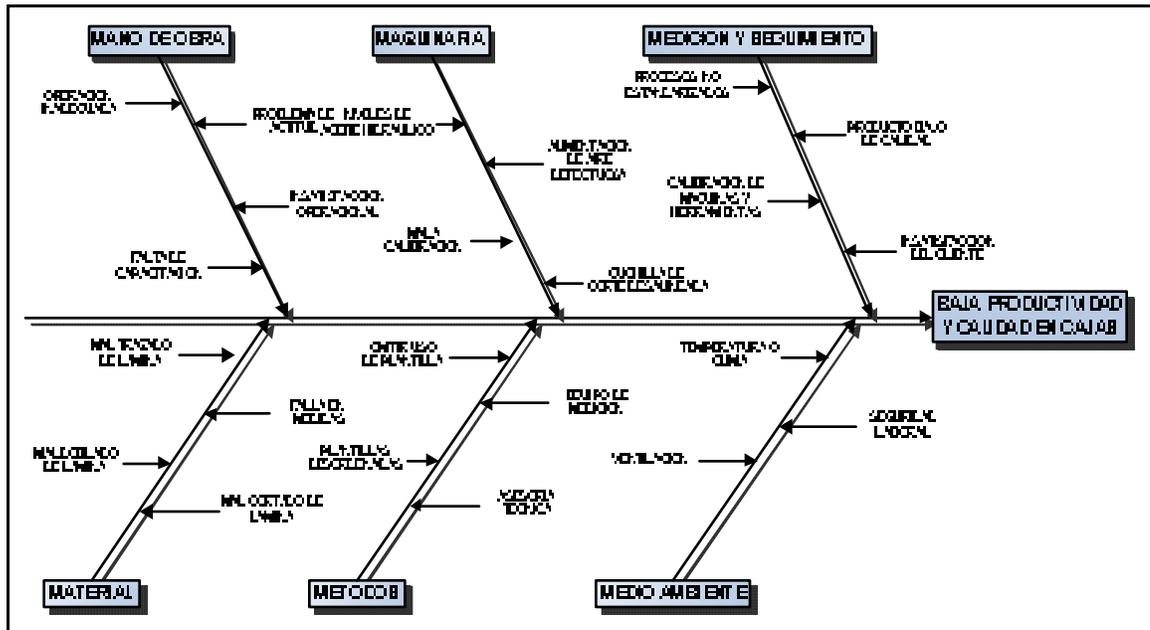
Se puede incluir en el proceso una mesa con rodos para trasladar la lámina que se utilizará para realizar la caja de seguridad; de la bodega de materia prima al área de trazo, diseñada con la misma altura de la cortadora neumática, la cual podrá ser utilizada como base para el trazo de los cortes y dobleces que se deben realizar para la elaboración de la caja de seguridad, estimando aumentar la productividad por el tiempo y la cantidad de operarios que intervienen en el traslado de la materia prima hasta el área de trazo.

Es necesario incluir una mesa receptora de la lámina ya cortada en la parte trasera de la cortadora neumática diseñada con rodos y una inclinación de 30° grados, para que el material salga del área de peligro debido a que en esta parte de la máquina hay un brazo horizontal, que cuando se realiza el corte baja 20 cm, pudiendo causar un accidente al operario que esté extrayendo su material ya cortado, aumentando la productividad por el tiempo que se utiliza para seleccionar bajo la máquina las piezas de lámina ya cortada.

### **2.1.2. Análisis del diagrama de Ishikawa**

En el siguiente Diagrama causa y efecto se describen las causas que influyen en la baja productividad y calidad en el proceso de cortes y dobleces de una caja de seguridad en la empresa BETANTÉCNICA, S.A.

Figura 9. Diagrama de causa y efecto de baja productividad y calidad de las cajas de seguridad



Fuente: elaboración propia.

### 2.1.3. Descripción del proceso de corte y doblado de cajas de seguridad

La producción actual se determina por los modelos de cajas de seguridad estándar según el catálogo de la empresa, también existen las cajas de medidas especiales, las cuales cumplen con los requerimientos que el cliente haga en el momento de solicitarla.

- Al inicio del proceso se saca la lámina de la bodega y se elabora una orden de producción, la cual es revisada y autorizada por el ingeniero de planta.

- Se utiliza la plantilla que corresponda al modelo de la caja de seguridad a realizar, se trazan las medidas en la lámina utilizando instrumentos de precisión como escuadras, metro, punzones y martillo, que determinarán los puntos en donde se deberán doblar y cortar las piezas de la caja.
- Con la lámina ya trazada se traslada a la máquina cortadora eléctrica o la cizalla (cortadora manual), según el modelo de la caja de seguridad a realizar, o según lo requerido por el diseño, ya que hay clientes que solicitan especificaciones adecuadas a sus necesidades.
- El trazo y doblado se realiza según medidas del modelo de caja o puerta de seguridad que se desea elaborar.
- Con la lámina ya cortada y trazada se traslada a la máquina neumática-eléctrica para realizar el doblado, según modelo requerido por el diseño, este proceso se realiza con dos operarios, ya que se debe ajustar la presión de la máquina para obtener los ángulos adecuados para un ajuste exacto.

### **2.1.3.1. Análisis FODA de la empresa**

El análisis FODA permite, con la información básica de la empresa, examinar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas diferenciales internas de manera objetiva y realista de los aspectos influenciados en la organización.

- Fortalezas
  - La organización cuenta con varios años de participación en el mercado, es una marca ya reconocida.
  - Cuenta con la experiencia de personal de varios años.
  - Debido a su tamaño, la comunicación es rápida y efectiva entre sus empleados.
  - Los trabajadores están comprometidos con su trabajo y actividades diarias.
  - Su objetivo primordial lo constituye el cliente.
  - Elaboración de cajas a medidas especiales solicitadas por el cliente.
  
- Oportunidades
  - Incursionar en mercados internacionales, lo que permite una competitividad aceptable.
  - El mercado nacional como el internacional de cajas es grande, lo cual le permitiría a la empresa buscar nuevos segmentos de mercado que actualmente no atiende.

- La calidad de materias primas aplicadas en su fabricación son renovadas, lo cual le permite a la empresa la búsqueda de nuevos materiales que le provean elevar la calidad de sus productos y mejorar su productividad.
- La búsqueda constante de nuevas tecnologías disponibles que faciliten la producción de cajas.
- El esfuerzo constante y preocupación en protección al medio ambiente.
- Debilidades
  - Problemas frecuentes de reclamos de los clientes por medidas inadecuadas de cajas.
  - Procesos de producción no estandarizados ni controlados.
  - Personal empírico y no técnico en el área.
  - Bajo índice de productividad y calidad.
  - Desperdicios de materia prima por falta de organización y control.
  - Falta de penetración en el mercado.

- Amenazas

- Atrasos en la producción de cajas por no llevar el proceso adecuado en la utilización de las plantillas.
- Existe una amplia competencia dentro del sector de cajas, por aperturas nuevas de empresas en el mercado nacional, provocando su consumo dentro del medio por precios y no por la calidad que pueda ofrecer.
- La competencia ofrece servicios similares a los clientes.
- Nuevas y mejoradas cajas ofrecidas por la competencia.
- Alta inestabilidad económica en el país, provocando la reducción de la capacidad adquisitiva de los clientes y el cierre de empresas productoras nacionales.

#### **2.1.4. Parámetros de medidas de las cajas 39SS y 90SS para la medición de la calidad**

Se realizó un muestreo del producto terminado, para determinar la variabilidad de las medidas en una muestra de 10 unidades del modelo 39SS, el cual es una de las más elaboradas.

A continuación, la tabla II muestra la variabilidad de las medidas de alto, ancho y fondo de una caja de seguridad modelo 39SS, la tabla contiene tres campos en los cuales se especifican las medidas de las tres dimensiones del volumen, las cuales fueron tomadas con una cinta métrica. Asimismo, en la tabla

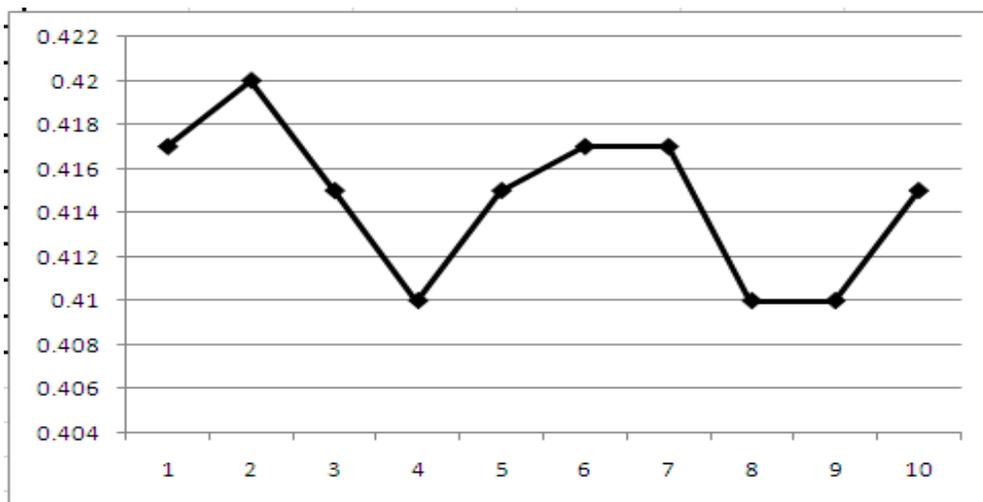
Il se muestra el promedio de cada una de las dimensiones de las cajas de seguridad. Se tomaron las medidas a 10 unidades de la caja de seguridad modelo 39SS.

Tabla II. **Medidas exteriores de las cajas 39SS terminada**

Caja	Alto vrs real 0,39 cm	Ancho vrs real 0,49 cm	Fondo vrs real 0,42 cm
1	0,397 cm	0,505 cm	0,417 cm
2	0,390 cm	0,505 cm	0,420 cm
3	0,395 cm	0,505 cm	0,415 cm
4	0,395 cm	0,505 cm	0,410 cm
5	0,398 cm	0,505 cm	0,415 cm
6	0,397 cm	0,505 cm	0,417 cm
7	0,390 cm	0,505 cm	0,417 cm
8	0,397 cm	0,505 cm	0,410 cm
9	0,395 cm	0,505 cm	0,410 cm
10	0,390 cm	0,505 cm	0,415 cm
Prom.	0,3944 cm	0,505 cm	0,4146 cm

Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Gráfico de control de la medida con más variabilidad (fondo) de la caja 39SS con el proceso actual**



Fuente: elaboración propia.

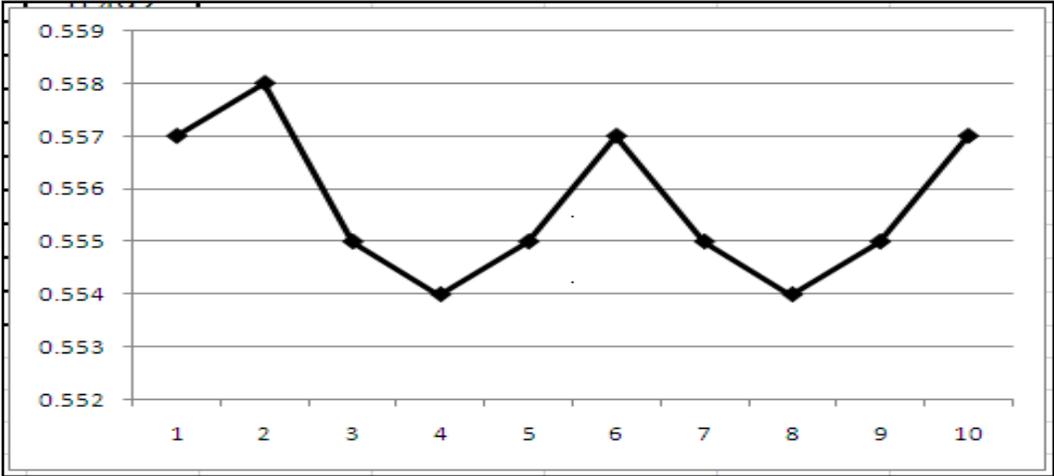
A continuación la tabla III muestra la variabilidad de las medidas de alto, ancho y fondo de una caja de seguridad modelo 90SS, la tabla contiene tres campos en los cuales se especifican las medidas de las tres dimensiones del volumen, las cuales fueron tomadas con una cinta métrica; en esta tabla se muestra el promedio de cada una de las dimensiones de las cajas de seguridad. Se tomaron las medidas a 10 unidades de la caja de seguridad modelo 90SS.

Tabla III. **Medidas exteriores de la caja 90SS terminada**

<b>Caja</b>	<b>Alto vrs real 0,90 cm</b>	<b>Ancho vrs real 0,55 cm</b>	<b>Fondo vrs real 0,50 cm</b>
1	0,900 cm	0,557 cm	0,492 cm
2	0,905 cm	0,558 cm	0,494 cm
3	0,905 cm	0,555 cm	0,493 cm
4	0,900 cm	0,554 cm	0,493 cm
5	0,900 cm	0,555 cm	0,493 cm
6	0,905 cm	0,557 cm	0,494 cm
7	0,900 cm	0,555 cm	0,494 cm
8	0,905 cm	0,554 cm	0,492 cm
9	0,900 cm	0,555 cm	0,493 cm
10	0,900 cm	0,557 cm	0,493 cm
Prom.	0,9025 cm	0,5557 cm	0,4931 cm

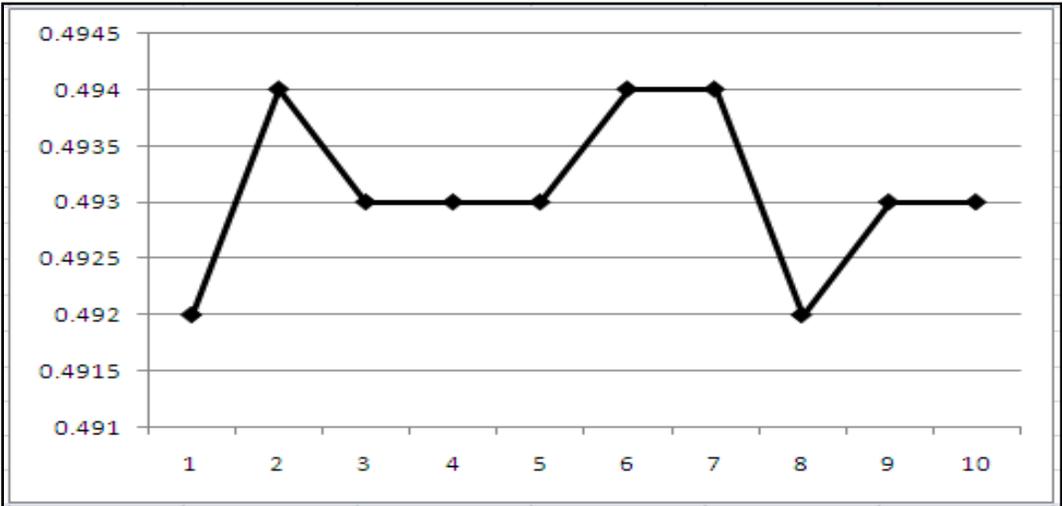
Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Gráfico de control de la medida con más variabilidad (ancho) de la caja 90SS con el proceso actual**



Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Gráfico de control de la medida con más variabilidad (fondo) de la caja 90SS en el proceso actual**



Fuente: elaboración propia.

- Toma de medidas físicas de alto, largo y ancho de las cajas de seguridad modelos 39SS y 90SS.

Las fotografías siguientes muestran la forma en que se tomaron las medidas de ancho, largo y alto de las cajas de seguridad 39SS y 90SS, utilizando una cintra métrica normal graduada en centímetro y pulgadas.

Figura 13. **Toma de medida física de ancho**



Fuente: BETANTÉCNICA, S.A., km 17,5 carretera a Villa Canales, zona 6 de San Miguel Petapa.

Figura 14. Toma de medida física de largo



Fuente: BETANTÉCNICA, S.A., km 17,5 carretera a Villa Canales, zona 6 de San Miguel Petapa.

Figura 15. Toma de medida física de alto



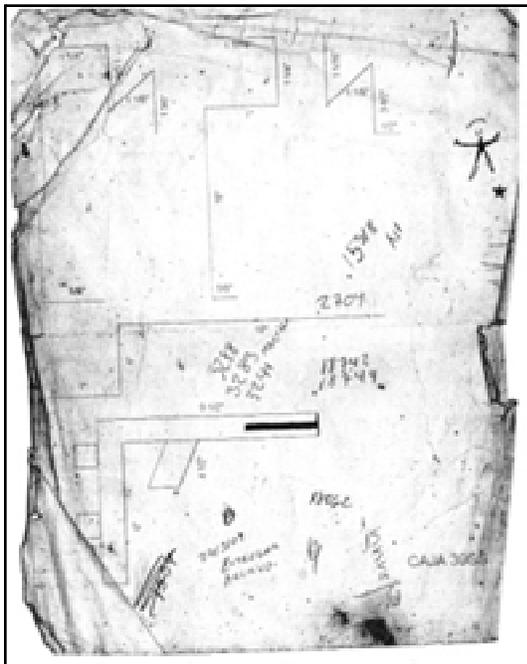
Fuente: BETANTÉCNICA, S.A., km 17,5 carretera a Villa Canales, zona 6 de San Miguel Petapa.

- Estado actual de las plantillas de las cajas de seguridad

Se determina el estado actual de las plantillas de las cajas de seguridad y se encuentra una diferencia entre algunas de las medidas de los operarios y las estándar originales, debido al estado de las plantillas y modificaciones que se realizan a solicitud del cliente que luego se quedan estipuladas en un juego de plantillas, pero en el de los demás operarios.

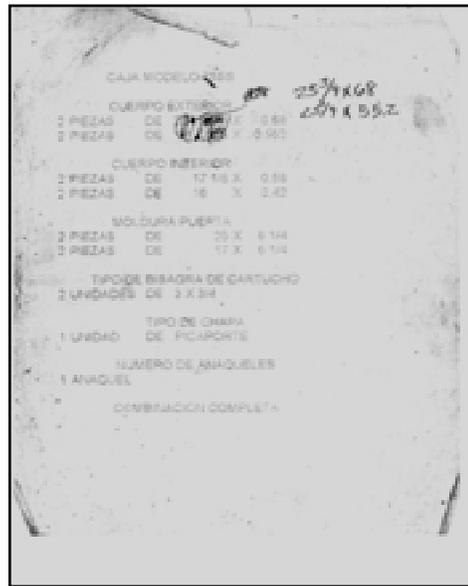
Estas fotografías muestran el estado actual de las plantillas de los modelos de las cajas de seguridad, las cuales permiten apreciar el grado de deterioro en que se encuentran.

Figura 16. **Estado actual plantilla 1**



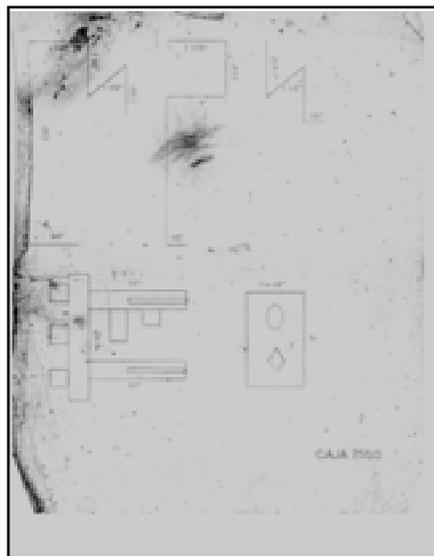
Fuente: BETANTÉCNICA, S.A., km 17,5 carretera a Villa Canales, zona 6 de San Miguel Petapa.

Figura 17. Estado actual plantilla 2



Fuente: BETANTÉCNICA, S.A., km 17,5 carretera a Villa Canales, zona 6 de San Miguel Petapa.

Figura 18. Estado actual plantilla 3



Fuente: BETANTÉCNICA, S.A., km 17,5 carretera a Villa Canales, zona 6 de San Miguel Petapa.

## **2.2. Situación actual de la planta**

La planta está localizada en el municipio de San Miguel Petapa, a diecisiete kilómetros de la Ciudad de Guatemala y a diez kilómetros del centro del municipio.

Se localiza en un área donde están instaladas varias industrias que se dedican a la transformación de acero. Es muy fácil encontrar herreros y soldadores, que es la mano de obra calificada necesaria para fabricar cajas de seguridad y equipos blindados.

La fabrica está dividida en departamentos, los cuales cumplen con funciones específicas para desarrollar los productos que se elaboran en la misma, los departamentos que intervienen en el proceso de elaboración de las cajas de seguridad son: Gerencia de Operaciones, el Departamento de Herrería, de Enmasillado, de Pintura, de Armado y Empaque.

Las áreas en que se compone el proceso de elaboración de una caja de seguridad son:

- De trazo
- Cortes y dobleces
- Herrería
- De acabados y pintura

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo en las instalaciones de la planta en las áreas de trazo, cortes y dobleces tomando en cuenta el inicio del proceso con la utilización de las plantillas de trazo y corte.

Se cuenta con equipo especial que se utiliza para trabajar lámina de 1,6 mm de espesor por ocho pies de largo, una cortadora de plasma con capacidad de cortar lámina de un 6,4 mm de espesor, soldadoras de arco y de micro alambre protegido con una mezcla de argón y gas carbónico (CO<sub>2</sub>), dos compresores de seis caballos de potencia con tanques de sesenta galones.

### **2.3. Aspectos generales del proceso de producción de lámina y de perfiles de acero**

El proceso más eficiente para producir lámina y perfiles, es el laminado o rolado, que consiste en hacer pasar la lámina de acero a través de un juego de rodillos para disminuir su espesor, estirarlo y aumentar su superficie. Este proceso se efectúa desde el siglo diecinueve con la invención de tren de laminado. Éste puede ser en caliente o en frío, dependiendo lo que se quiere como producto terminado.

#### **2.3.1. Laminado en caliente**

Los productos laminados en caliente se obtienen de la reducción del espesor planchones, mediante la aplicación de un proceso termo mecánico, a altas temperaturas. Son utilizados por una variedad de consumidores industriales, en usos tales como la fabricación de ruedas, piezas automotrices, tubos, cilindros de gas, construcción de edificios, puentes, ferrocarriles y para chasis de automóviles o camiones.

Estos laminados en caliente, también sirven como entrada para la producción de laminados en frío. Los productos laminados en caliente se pueden proveer como bandas, bobinas, bobinas decapadas, bobinas con skin pass o láminas cortadas a una longitud específica. Este producto está destinado a

aplicarse en los sectores: industrial, construcción, tubería, envases, automotriz y transporte, recipientes a presión y distribuidores.

Este proceso es más económico que el rolado en frío, ya que al estar el material caliente y en condición plástica es más fácil rolarlo, requiere un tren de laminado con menor potencia. La desventaja es que las láminas y perfiles obtenidos tienen una baja precisión en forma y en medidas.

### **2.3.2. Laminado en frío**

La empresa utiliza el proceso de laminado en frío, ya que por sus características de aumentar la dureza y la fuerza del metal son indispensables para ofrecer la seguridad de los bienes que los clientes desean resguardar.

El laminado en frío es un proceso de fabricación común. Es de uso frecuente formar el metal de hoja. Las latas de la bebida son cerradas rodando, y las latas de acero del alimento son consolidadas rodando costillas en sus lados. Los molinos de balanceo son de uso general y sirven para reducir de forma exacta el grueso de los metales de la tira y de hoja.

Durante laminado en frío, el metal absorbe mucha energía, algo de esta energía se utiliza en los defectos nucleados y del movimiento (y deforma posteriormente el metal). El resto de la energía se lanza como calor.

Mientras que el laminado en frío aumenta la dureza y la fuerza de un metal, también da lugar a una disminución grande de la ductilidad. Así los metales consolidados en el laminado en frío son más sensibles a la presencia de grietas y son de propensa fractura frágil.

Un metal que ha sido endurecido laminado en frío se puede ablandar cerca del recocido. El recocido relevará tensiones, permitirá crecimiento del grano, y restaurará las características originales de la aleación. La ductilidad también es restaurada por el recocido. Así, después de recocer, el metal puede ser laminado en frío más a fondo sin fracturar. El laminado o rolado en frío se entiende por el proceso en el cual el metal se calienta, pero no al grado que alcance una condición plástica. La lámina de acero inoxidable utilizada en partes de las cajas de seguridad, es rolada por este procedimiento. Este proceso es más caro que el rolado en caliente, requiere un tren de laminado con mucha potencia. La ventaja es que las láminas obtenidas tienen una alta precisión en forma y en medidas.

#### **2.4. Descripción de una caja de seguridad**

Actualmente, la seguridad es parte fundamental en las empresas que se dedican a resguardar valores propios o de terceros, por lo que la creación de cajas de seguridad resulta una necesidad. La elaboración de estas cajas puede ser de tipo estándar o con especificaciones de cliente, con chapas mecánicas o chapas electrónicas con o sin cronómetro.

Se puede definir como un mueble que es utilizado para almacenar dinero en efectivo, joyas y papeles importantes. Existen diferentes diseños y tamaños, dependiendo del uso que se le quiera dar. Éstas tienen dos componentes claramente distinguibles, siendo éstos la puerta de metal con chapa de seguridad y el cuerpo de metal reforzado con una mezcla de homigón, algunas tienen rodos y otras patas de metal, que sirven para fijarlas al piso.

Los modelos de cajas estándar están establecidos de acuerdo a las medidas de su altura externa, contando en su interior con anaqueles, gavetas,

con o sin rodos, dependiendo el tamaño de las especificaciones del cliente, siendo la de mayor demanda la caja 90ss con las medidas que se describen en la tabla IV.

Tabla IV. **Descripción de una caja de seguridad**

Concepto	Alto	Ancho	Fondo
Medidas exteriores	0,90 mts	0,55 mts	0,50 mts
Medidas interiores	0,69 mts	0,41 mts	0,28 mts
Anaqueles	2		
Gavetas	1		
Peso	540 lbs		
Con o sin rodos	C/S		

Fuente: catálogo de la empresa BETANTÉCNICA, S.A. p. 2.

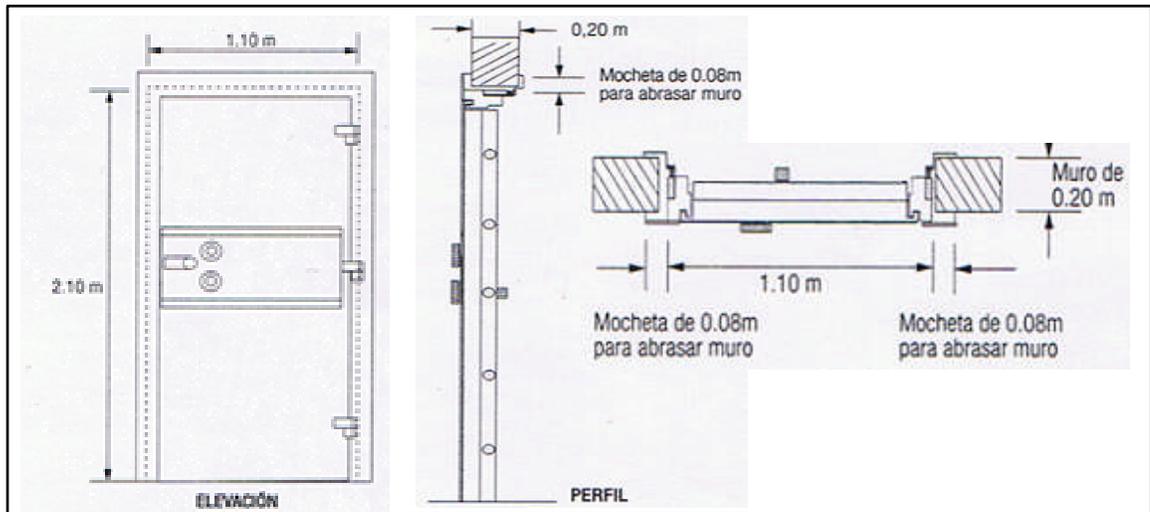
Cuando una caja de seguridad es solicitada sin rodos o con especificaciones que alteren las medidas estándar de los diseños producidos por la fábrica, se clasifica como 130E, al igual que las demás medidas de cajas de seguridad.

La caja está compuesta de un cuerpo, que es una cajuela de acero rolado en caliente, compuesta por una combinación de materiales, la parte externa es de lámina de acero con un espesor de 1,6mm en las cajas de menor resistencia, hasta las de máxima seguridad, que pueden tener una lámina de acero de 25 mm, luego sigue una fundición de material cerámico de 600mm de espesor, que es una mezcla de cemento refractario y arcilla refractaria, reforzada con una armadura de hierro angular de 317mm por 317mm por 3,2mm de espesor, la parte interior es de lámina de 1,6mm .dentro del cuerpo hay una gaveta con chapa de llave y un anaquel en las cajas más pequeñas, hasta seis en las cajas más grandes, éstos se pueden remover de la caja si fuera necesario.

La hoja de la puerta integrada por una lámina de 3,2mm en las de menor resistencia hasta 250mm en las más resistentes, luego sigue una fundición de material cerámico de 600mm de espesor, que es una mezcla de cemento refractario y arcilla refractaria, reforzada con una armadura de hierro angular de 500 mm por 500mm por 3,2mm de espesor, tapando esta con lámina de 3,2mm, luego el área de mecanismo de cierre que incluye una chapa de combinación cambiable y una chapa de llave, éstas activan pasadores de acero inoxidable de 25mm de diámetro, en el área de chapas hay un blindaje de lámina de acero con un alto porcentaje de manganeso, que la protege contra las perforaciones con herramientas de corte.

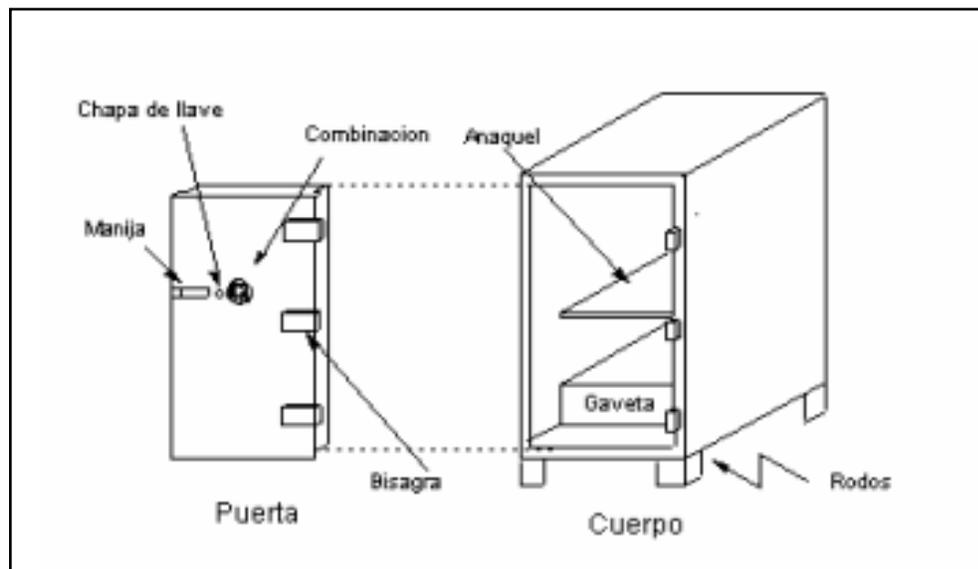
Las puertas de bóveda, se diferencian de las blindadas, ya que aunque poseen todas las características de ellas como la resistencia a disparos de armas de grueso calibre y resistencia al fuego, soportan la exposición a herramienta oxiacetilénica hasta un máximo de 30 minutos según aval de las Normas UL en su estatuto TL-15 con el que cuenta la empresa. A continuación en la figura 19 se muestra una puerta de bóveda en tres vistas.

Figura 19. Vista frontal, lateral y de planta de la puerta bóveda



Fuente: catálogo de la empresa BETANTÉCNICA, S.A. p. 3.

Figura 20. Partes de una caja de seguridad



Fuente: ORTIZ BERGER, Miguel Antonio. *Propuesta de un sistema de producción basado en la programación lineal en una industria de fabricación de cajas de seguridad.* p. 52.

## **2.5. Capacidad de producción**

Se entiende como capacidad de producción a la disponibilidad que tiene una organización de definir las operaciones en un proceso productivo que involucra el concepto en los parámetros donde se conciben las operaciones. En la empresa BETANTÉCNICA, S.A., la capacidad de producción de cajas de seguridad modelos 90SS y 39SS está determinada por el número de horas-hombre disponibles en cada fase del proceso.

La planta utiliza la jornada ordinaria diurna de 44 horas efectivas de trabajo a la semana, que se distribuyen trabajando 9 horas de lunes a jueves y 8 horas el día viernes.

Con esta jornada se tienen para un operario una disponibilidad en horas de 185 en enero, 176 en febrero, 203 en marzo, 184 en abril, 194 en mayo y 194 en junio esta disponibilidad es del primer semestre del 2011.

Analizando la distribución de la producción de años anteriores se estima que del total de horas disponibles se usa el 30% en fabricar estos 2 modelos de cajas y el 70% restante se usa en los otros modelos estándar así como en los productos especiales.

Tabla V. **Horas disponibles para la producción de las cajas de seguridad 90SS y 39SS en la fase de cortes y dobleces en el primer semestre de 2011**

Fase	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Corte y dobléz de lámina	55	52	60	55	58	58

Fuente: ORTIZ BERGER, Miguel Antonio. *Propuesta de un sistema de producción basado en la programación lineal en una industria de fabricación de cajas de seguridad*. p. 63.

En la fase de corte y dobleces se tienen 2 operarios que realizan las dos fases, para el cálculo de la capacidad de producción se hace referencia al tiempo que marca la operación de corte y dobles, en las figuras 31 y 32 del diagrama de operaciones del proceso caja 90SS y 39SS.

Tabla VI. **Tiempos de operación de las cajas 90SS y 39SS en la fase de cortes y dobleces**

	Horas – hombre	Horas – hombre	Total horas-hombre
FASE	Caja 90SS	Caja 39SS	Total
Corte y dobléz de lámina	0,75	0,67	1,42

Fuente: elaboración propia.

### 2.5.1. Capacidad hora-hombre de operación

Debido al tipo de proceso, la capacidad de operación se analiza con la capacidad de producción que viene dada por la razón máxima de capacidad productiva o de conversión para la combinación de producto existente en las operaciones de una organización. La capacidad incorpora el concepto de tasa de

conversión dentro de un escenario de operaciones. Un cambio en la mezcla del producto puede cambiar la capacidad de las unidades de producción. Se puede medir la capacidad con base en la producción o a los insumos utilizados.

También se conoce como el volumen o la cantidad de unidades que se producen en un período determinado de tiempo, a todos los recursos disponibles en un proceso de producción. Entre los diferentes procedimientos dentro del sistema de producción existen diferencias de conceptos, por lo que el término de capacidad instalada se define tomando en cuenta los niveles de actividad en la producción.

### **2.5.2. Medida de la capacidad de producción en hora-hombre del área de cortes y dobleces**

La capacidad de producción se mide por el número de horas máquina disponibles, el número de hora-hombre disponibles en cada fase del proceso. En el caso actual se usa una jornada ordinaria diurna.

La capacidad de producción viene dada por

CP = unidad de producción X h por horas laborales disponibles

CP = 1,42 unid X h X 44 h semanales

CP = 62 unidades semanales

### **2.5.3. Capacidad instalada de producción**

Término que se usa para hacer referencia al volumen de producción que puede obtenerse en un período determinado en una cierta rama de actividad. Se relaciona estrechamente con las inversiones realizadas: la capacidad instalada depende del conjunto de bienes de capital que la industria posee, determinando

por lo tanto un límite a la oferta que existe en un momento dado. Normalmente la capacidad instalada no se usa en su totalidad: hay algunos bienes que se emplean sólo en forma limitada, puesto que ellos tienen un potencial superior al de otros bienes de capital que intervienen en forma conjunta en la producción de un bien determinado.

También se puede decir, que es la capacidad de producción máxima, menos las interrupciones ordinarias de las operaciones. La capacidad instalada representa la utilización de los recursos e insumos productivos sin tomar en cuenta la demanda de los productos. Hay que considerar las interrupciones en las operaciones como: el tiempo perdido en las reparaciones y en el mantenimiento preventivo de la maquinaria, los materiales defectuosos, atraso en la entrega de materia prima por parte de los proveedores, cambios en los pedidos de producción y ausencias no previstas de los operarios.

La capacidad instalada se basa en la utilización planificada de los recursos disponibles en el proceso, que permitan poder cumplir con las ventas para un período de tiempo. Estas proyecciones se obtienen a través de la correcta utilización de los métodos de pronósticos de venta.

## **2.6. Localización de la planta**

Para la localización de la planta se tomaron en cuenta los factores que intervienen en el método de selección primaria como:

- Región: en el aspecto de región se tomó la zona geográfica que presenta características como: materiales accesibles, medios de transporte y el clima del lugar.

- Comunidad: en el aspecto de la comunidad es relevante que en el medio hay mano de obra adecuada a las necesidades de la empresa, la escala de salarios, otras empresas existentes, actitud de la comunidad, condiciones y nivel de vida y, políticas de la compañía.
- Terreno: en el factor terreno se determinó que cumple con la superficie necesaria, topografía, proximidad a las vías de comunicación, servicios públicos, facilidad de acceso a personal.

Con el método de selección primaria se hizo el análisis de la asociación aparente en el cual se compara la planta con industrias semejantes que existen en el lugar. está localizada en el municipio de San Miguel Petapa, a diecisiete kilómetros de la Ciudad de Guatemala y a diez kilómetros del centro del municipio.

Se localiza en un área donde están instaladas varias industrias que se dedican a la transformación del acero. Es muy fácil encontrar herreros y soldadores, que es la mano de obra calificada necesaria para fabricar cajas de seguridad y equipos blindados.

Por estar en un municipio no aplica el reglamento de localización e instalación industrial del perímetro urbano.

Tomando en cuenta el análisis anterior, se concluye que la planta está ubicada en el lugar adecuado para el desarrollo de sus actividades y beneficio de los inversionistas.

## **2.7. Descripción del edificio**

El edificio está construido con las especificaciones de una planta industrial, ya que está construido con una estructura de acero, perimetrada por una pared de block de alta resistencia, el techo es de lámina industrial, tiene un área de 1097 metros cuadrados, cuenta con 72 metros cuadrados para uso administrativo. Además cuenta con baños y vestidores adecuados para una planta de este tamaño.

El edificio posee el espacio adecuado para el desarrollo de las actividades que en él se realizan.

La construcción se clasifica como de primera categoría, ya que este tipo de edificaciones se dividen como de primer nivel dejando el área de adelante para uso exclusivo de las oficinas y la de atrás para la planta de producción.

### **2.7.1. Techos**

El techo de la planta de producción es de dos aguas con un caballete en el medio, permitiendo la circulación de aire, éste es de lámina termo acústica recubierta con un material especial que limita el ingreso del calor generado por el sol en el día y el frío en la noche, cada ocho metros se instaló una lámina transparente que permite el ingreso de la luz natural a la planta. Este tipo de lámina tiene la característica de absorber parte del ruido generado en el interior de la planta. La estructura del techo es de marcos de acero.

El techo es clasificado del tipo de techos de dos aguas, el cual tiene las siguientes ventajas:

- Su instalación es rápida y es desmontable, pudiéndose usar en otros lugares.
- Puede usarse para plantas altas dando la oportunidad de formar entresijos dentro del área de la planta.
- Por su forma se pueden agregar luminarias, lo que favorece la iluminación, como también se pueden colocar ventiladores, lo que favorece la ventilación.

Las desventajas que puede dar este tipo de techo son:

- Es necesario implantar un programa de mantenimiento preventivo a las estructuras.
- La lámina necesita ser pintada periódicamente y para el apoyo de la misma necesita ser exacta, si no, no quedarán alineadas las vigas.

Concluyendo que el techo de la empresa BETANTÉCNICA, S.A. si cumple con las especificaciones del tipo de techo para esta planta industrial según la clasificación de techos industriales.

Figura 21. **Techo actual de la planta BETANTÉCNICA, S.A.**



Fuente: BETANTÉCNICA, S.A., km 17,5 carretera a Villa Canales, zona 6 de San Miguel Petapa.

### **2.7.2. Iluminación**

La importancia que tiene una adecuada visión dentro del mundo en su conjunto (laboral, de investigación, de descanso, de recuperación de la salud, etc.). Como justificación de este hecho puede darse, por una parte, el que la automatización industrial supone la sustitución de muchos esfuerzos musculares por trabajos especializados, en que la visual es fundamental. A esta razón hay que añadir el hecho de que los procesos a realizar (industriales, de investigación, de requerimientos de cirugía y otros) suponen tareas visuales cada vez más difíciles y exigentes. Desde los primeros años del siglo XX se han realizado estudios e investigaciones, para conocer la iluminación que debe proporcionarse en cada caso para satisfacer las exigencias de la tarea visual que en ella se realiza.

La planta cuenta con 6 lámparas de campana tipo industrial y con iluminación natural por medio de láminas transparentes que permiten, que las

actividades que se desarrollan dentro de la planta se realicen sin ningún inconveniente.

Esta iluminación es la adecuada para distinguir la señalización de la ruta de recorrido, ruta de evacuación y rótulos de advertencia.

Se hizo un análisis comparativo con las especificaciones de las campanas industriales ya instaladas y lo recomendado por el proveedor, para los requerimientos del área.

Se determina que la campana industrial con lámpara y balasto electrónico es la idónea para naves y almacenes industriales con alturas entre 6 y 7m, por lo tanto es la recomendada siendo una campana de fluorescencia compacta.

Figura 22. **Clases de iluminación natural y artificial de la empresa BETANTÉCNICA, S.A.**



Fuente: BETANTÉCNICA, S.A., km 17,5 carretera a Villa Canales, zona 6 de San Miguel Petapa.

### 2.7.3. Piso

El piso en la planta de producción y en el área administrativa es de cemento pulido. Éste es fácil de limpiar, permite el manejo y traslado de las cajas de seguridad con rodos, tiene señalada la ruta de recorrido con color amarillo cumpliendo con las especificaciones estandarizadas de grosor y dimensiones de las líneas.

Las especificaciones para pisos industriales en la práctica común del diseño consiste en diseñar en función de una carga viva de 75lb/pie<sup>2</sup> para fabricación liviana y de 125lbs/pie<sup>2</sup> para fabricación pesada y almacenaje. El suelo debe de estar uniformemente compacto o bien usar una subbase granular de 4 pulgadas de espesor. Entre más lejana esté una carga de una columna, más alto será el esfuerzo y mayor la vibración. El concreto es el material que se utiliza en las fundiciones de pisos industriales y es un término similar al homigón siendo una mezcla de cemento, arena, pedrín y agua. Sin embargo, el mortero es una mezcla de cemento, arena y agua. Las condiciones que debe tener el suelo para hacer una subbase son:

- Que exista agua
- Que exista tránsito pesado
- Suelos que sean arcillosos

Para un piso industrial, el grosor de la plancha debe ser de 20 a 30 cm, para soportar tránsito y paso de montacargas. El tamaño de las losas, con su sisa debe calcularse con el doble del espesor de la losa (plg), trasladado a pies, el tamaño de la losa no debe exceder de 4,5mt de largo. Cuando se necesita mayor resistencia en las losas, específicamente en las juntas, se puede fundir

con el sistema de dovelas, y consiste en poner varillas de hierro de ¼plg de 40 a 50cm, entre junta y junta, cada 30cm a lo largo de la losa.

Concluyendo, el piso de la empresa BETANTÉCNICA, S.A. sí cumple con las especificaciones de un piso industrial.

Figura 23. **Rutas de recorrido de la empresa BETANTÉCNICA, S.A.**



Fuente: BETANTÉCNICA, S.A., km 17,5 carretera a Villa Canales, zona 6 de San Miguel Petapa.

#### **2.7.4. Paredes**

Las paredes son de block de alta resistencia reforzadas por una estructura de acero. En éstas hay empotrados soportes especiales que permiten fijar las puertas de bóveda después de instalarles las bisagras, para verificar que habrán y cierren bien; los tubos que protegen los cables de energía eléctrica que alimentan las estaciones de trabajo están sujetos a las paredes por medio de abrazaderas y tarugos expansivos.

Figura 24. **Paredes de la planta BETANTÉCNICA, S.A.**



Fuente: BETANTÉCNICA, S.A., km 17,5 carretera a Villa Canales, zona 6 de San Miguel Petapa.

### **2.7.5. Ventilación**

Cuenta con ventilación natural a través de una persiana calada que permite el flujo de aire que atraviesa la planta hacia un extractor de motor el cual está situado de forma estratégica en el centro de la planta para lograr evacuar los sedimentos generados por la operación de los metales y material de blindaje de automóviles; además tiene ventilación a través de un caballete en el centro de la estructura del techo.

Estableciendo que la ventilación es la calidad del aire, determinada simplemente por la concentración de agentes contaminantes, tales como: polvo, humo, detergentes, gases, vapores, disipadores de calor de motores, hornos, secadores, calderas, etc. en ventilación de edificios industriales se determina que el proceso mediante el cual el aire viciado del interior es reemplazado por aire fresco del exterior. La renovación del aire dentro de una nave industrial se puede llevar a cabo por:

- Estática
- Dinámica
- Renovación natural
- Renovación forzada

El área de ventanas aceptable es del 25 al 30% de la superficie total de las paredes del edificio, el área frontal de la planta es de 150 m<sup>2</sup> y tiene 17 ventanas que promedian 34 m<sup>2</sup> para la ventilación, compensando para llegar al mínimo de 38 m<sup>2</sup> la persiana calada frontal que tiene un área de 12 m<sup>2</sup>, cumpliendo con las especificaciones.

Figura 25. **Ventilación de la empresa BETANTÉCNICA, S.A.**



Fuente: BETANTÉCNICA, S.A., km 17,5 carretera a Villa Canales, zona 6 de San Miguel Petapa.

## **2.8. Herramienta y equipo**

Se utiliza herramienta de banco y equipo eléctrico adecuado para este tipo de industria, La herramienta y el equipo que se usa es muy parecido al de los talleres de herrería y de enderezado y pintura, ya que las fases principales del

proceso de producción incluyen trabajos similares al de herrería en el amado de las cajas, de enderezado y pintura en la fase de acabados; se utilizan herramientas de taller mecánico en la fase de amado de mecanismos y cerraduras de puertas de caja de seguridad.

El taladro de mano es utilizado por un solo operario, se utiliza para taladrar con brocas no mayores de tres octavos de pulgada de diámetro. El taladro de pedestal es mucho más potente y se utiliza para taladrar con brocas de hasta una pulgada de diámetro.

La amoladora para discos de cuatro y media pulgadas de diámetro se usa para desbastar cordones de soldadura relativamente pequeños. La amoldadora que utiliza disco de nueve pulgadas se puede utilizar para desbastar soldadura o para cortar perfiles y lámina.

La cortadora de banco con disco de catorce pulgadas se utiliza en el corte de perfiles. Las lijadoras de banda y orbitales se utilizan para pulir láminas de acero inoxidable y, para rebajar masilla.

### **2.8.1. Descripción de la herramienta**

Se usan herramientas eléctricas como taladros de mano y de pedestal, amoladoras para discos de cuatro y media pulgadas y de nueve pulgadas, cortadora de disco de catorce pulgadas, lijadoras de banda y orbitales.

La tabla VII muestra la herramienta básica que cada operario debe de contar para llevar a cabo la parte del proceso que le corresponde, por lo que se le dota de la siguiente herramienta:

Tabla VII. **Herramienta básica para un operario**

Nombre de la herramienta	Utilidad	No.
Martillo de bola de una libra	amoldar la lámina	1
Martillo de bola de dos libras	amoldar la lámina	1
Alicate de electricista	el mecanismo de cierre	1
Pinza de seis pulgadas	el mecanismo de cierre	1
Alicate de presión	fijar la lámina	2
Sargento	fijar la lámina	1
Destornillador plano de doce pulgadas	fijar tornillos	1
Destornillador plano de seis pulgadas	fijar tornillos	1
Destornillador en cruz de seis pulgadas	fijar tornillos	1
Lima plana de diez pulgadas	ajustar los mecanismos	1
Lima plana de seis pulgadas	ajustar los mecanismos	1
Lima cuadrada de un cuarto de pulgada	ajustar los mecanismos	1
Lima redonda de un cuarto de pulgada	ajustar los mecanismos	1
Lima redonda de media pulgada	ajustar los mecanismos	1
Lima redonda de tres cuartos de pulgada	ajustar los mecanismos	1

Fuente: elaboración propia.

### 2.8.2. Descripción del equipo

Se cuenta con equipo especial para trabajar con láminas de diferentes calibres, soldadoras de arco y de micro alambre protegido con una mezcla de argón y gas carbónico (CO<sub>2</sub>), dos compresores de seis caballos de potencia con tanques de sesenta galones.

La tabla VIII muestra la maquinaria que se utiliza para la elaboración de las cajas de seguridad, con la especificación de capacidad de corte en lámina.

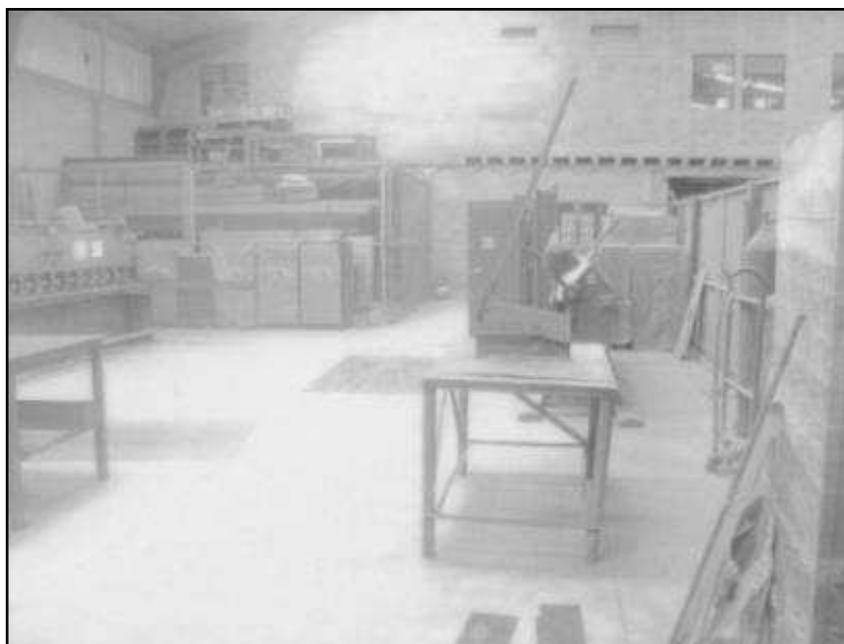
Tabla VIII. **Maquinaria utilizada para realizar las cajas de seguridad**

Nombre de la Herramienta	Descripción	No.
Cortadora de lámina manual	capacidad de cortar lámina 1,6mm	1
Cortadora de lámina eléctrica (CINCINNATI)	capacidad de cortar lámina 1,6mm hasta 3/16	1
Dobladora de lámina manual	Capacidad de trabajar lámina de 1,6mm	1
Dobladora de lámina neumática (CINCINNATI)	puede doblar láminas hasta de 3/16"	1

Fuente: elaboración propia.

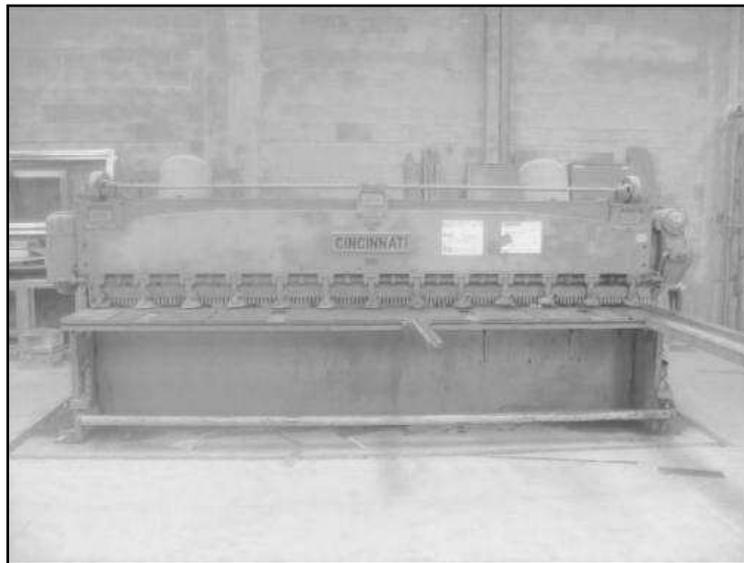
Las figuras siguientes muestran las fotografías del la maquinaria que se utiliza en la elaboración de las cajas de seguridad.

Figura 26. **Cortadora de lámina manual**



Fuente: BET ANTÉCNICA, S.A., km 17,5 carretera a Villa Canales, zona 6 de San Miguel Petapa.

Figura 27. **Cortadora de lámina eléctrica (CINCINNATI)**



Fuente: BETANTÉCNICA, S.A., km 17,5 carretera a Villa Canales, zona 6 de San Miguel Petapa.

Figura28. **Dobladora de lámina manual**



Fuente: BETANTÉCNICA, S.A., km 17,5 carretera a Villa Canales, zona 6 de San Miguel Petapa.

Figura 29. **Dobladora de lámina neumática (CINCINNATI)**



Fuente: BETANTÉCNICA, S.A., km 17,5 carretera a Villa Canales, zona 6 de San Miguel Petapa.

## **2.9. Distribución de la planta**

La planta está distribuida por áreas de trabajo, asignándole un espacio a cada fase del proceso, por lo que está dividida en área de bodega, de trazado corte y dobleces, de ensamble, de acabados y pintura, de armado y empaque.

En el área de bodega se almacena la materia prima, la cual lleva un control de entrada y salida de material por medio de documentos con hojas de orden de producción, está limitada por un enrejado con malla, ocupando 38,72 metros cuadrados de la planta.

El área de trazado, corte y dobleces, cuenta con una mesa de trabajo de 2,44 metros por 1,22 metros, una dobladora de lámina de 3 metros de largo, y

una cortadora de lámina manual, así como las máquinas (CINCINNATI); dobladora y cortadora. Ocupando un área 95 metros cuadrados. El área de ensamble ocupa 95 metros cuadrados, distribuidos en 9 bancos de herrería.

El área de masillado, pintura y acabados ocupa un área de 127 metros cuadrados, El área de empaque ocupa un área de 60 metros cuadrados.

Se hizo una comparación entre las especificaciones de una distribución de planta según la bibliografía del Dr. Pedro Palominos: distribución física de planta, clasificándola como una distribución por producto, ya que éste se mueve al proceso, la línea está orientada según el flujo del producto de acuerdo a la secuencia de las operaciones, dando ventajas como: reducción del tiempo de producción total, bajos niveles de material en proceso, baja inversión en materiales, utilización más efectiva de la mano de obra, dando como resultado que la distribución existente es la adecuada para el proceso de elaboración de cajas de seguridad.

La figura 30 muestra el plano de la planta de producción de la empresa BETANTÉCNICA, S.A.



## **2.10. Fases del proceso de producción de cajas de seguridad**

El proceso de elaboración de cajas de seguridad consta de seis fases, que al entrelazarlas dan como resultado una caja de seguridad terminada. Cada fase del proceso se realiza en una estación de trabajo, en la que se realizan múltiples operaciones, que permiten transformar la materia prima en cajas de seguridad terminadas.

### **2.10.1. Fase de trazado**

En esta fase es donde da inicio el proceso de producción, es aquí donde se marca sobre la lámina los cortes y los dobleces necesarios que darán forma a la caja de seguridad, para lo cual es necesario utilizar plantillas que poseen la forma y medida de la moldura adecuada del modelo de caja que se desea realizar.

### **2.10.2. Corte y dobléz de la lámina**

La fase de corte sigue después de la de trazo, en esta fase es donde se verifica la lámina marcada y se procede a cortarla con ayuda de las máquinas cortadoras, ya sea de forma manual o utilizando la cortadora eléctrica; es aquí en donde se deben seguir estrictamente los trazos marcados, luego la lámina es trasladada a la máquina dobladora en donde adquiere la forma de las molduras, siempre y cuando coincidan con el patrón del modelo deseado.

El proceso de corte se efectúa en la planta de producción si la lámina es de un 1,6mm de espesor, utilizando la cizalla manual; sin embargo, si el espesor de la lámina es igual o mayor a 3,2mm, es trasladada a la cortadora eléctrica (CINCINNATI) la cual permite cortes en lámina hasta de 3/16”.

### **2.10.3. Fase de ensamble**

En esta operación se reúnen todas las piezas anteriormente trazadas, cortadas y dobladas, para darle paso al ensamble del cuerpo interior y exterior de la caja, utilizando refuerzos a través de una amadura de perfil de acero en forma de ángulo, formando una cajuela de dos pulgadas y media de espesor, en cuyo interior se realiza una fundición de mortero utilizando una mezcla de material que funciona como aislante ante un eventual incendio.

En el proceso de ensamble de la puerta, hay que cortar la hoja de la misma en lámina de 3 2mm la cual se realiza con discos de corte, para luego unirla a la moldura previamente doblada y así formar una cajuela que contendrá en su interior la misma combinación del material de fundición anteriormente descrito, aunque en menor cantidad.

El proceso de unir ambas partes y formar la caja de seguridad, da como resultado el producto terminado el cual es pulido para desbastar los excesos de soldadura.

### **2.10.4. Fase de acabados y pintura**

En esta fase, luego de supervisar el correcto funcionamiento de la caja de seguridad, se traslada al Departamento de Pintura, en donde se procede a realizar una limpieza total de cada una de las partes que conforman la caja de seguridad; esto con el propósito de que al momento de colocar en la superficie macilla plástica, la cual es utilizada para corregir pequeñas imperfecciones del amado, la superficie quede uniforme y lisa.

Luego se procede a cubrir los puntos de soldadura y desbaste que tenga la caja de seguridad, y a lijarla de tal manera, que no se pierda la

simetría del cuerpo exterior, se prepara para poder colocar la primera de las tres capas de pintura con otra limpieza general utilizando *thinner* para retirar de la superficie cualquier impureza, ya que de otra manera la pintura no tendrá el recubrimiento necesario para el acabado.

#### **2.10.5. Fase de armado**

En esta fase es necesario que cada una de las piezas que forman el mecanismo de apertura de la puerta se encuentren debidamente ajustados, luego se coloca la chapa principal de la puerta para revisar que funcione adecuadamente con el mecanismo de cierre, al momento de verificar el su funcionamiento adecuado, se realiza la instalación de la combinación (está preseleccionada por el cliente, cuando no es un producto estándar).

#### **2.10.6. Fase de empaque**

En esta fase se revisa y se limpia la caja de seguridad, también se le colocan las placas de aluminio con el logotipo de la marca, el modelo y número de serie. Luego se procede a empacarla con cartón y tela plástica, asegurándola con fleje plástico.

### **2.11. Producción actual de cajas de seguridad**

La producción actual se determina por los modelos de cajas de seguridad estándar según el catálogo de la empresa, también existen las cajas de medidas especiales, las cuales cumplen con los requerimientos que el cliente haga en el momento de solicitarla.

### 2.11.1. Producción estándar

La producción media que actualmente fabrica la empresa en diferentes tamaños de cajas de seguridad, es de una o de dos puertas, como se muestra en el catálogo de la empresa, la caja más producida es la 90SS, debido a su tamaño y versatilidad es requerida por la mayoría de clientes.

### 2.11.2. Cálculo de la producción actual de la caja 90SS

En la tabla IX se muestra el total del promedio de los tiempos de los procesos de marcaje, corte y dobles actuales para la caja de seguridad 90SS.

Tabla IX. **Promedio de tiempos de proceso de marcaje, corte y doble para la caja de seguridad 90SS**

ELEMENTO	TIEMPO min	TIEMPO h
Se marca la lámina (sin plantilla), el marco y el contra marco	54,5 min	0,91 h
Se corta la lámina, marco y contramarco	30,5 min	0,54 h
Se dobla la lámina, marco y contramarco	14,8 min	0,25 h
TOTAL	99,8 min	1,66 h

Fuente: elaboración propia.

- 1,66 cajas h/hombre, obteniendo una producción mensual de:
  - Producción mensual: 176 h / 1,66 cajas h/mes
  - Producción mensual: 106 cajas/mes

### 2.11.3. Cálculo de la productividad actual para la caja de seguridad 90SS

De la tabla IX se obtiene la capacidad hora-hombre de la producción de la caja 90SS.

$$\text{Productividad} = \frac{106 \text{ cajas/mes}}{(2h) \cdot (8\text{hrs/día}) \cdot (25/\text{días/mes})} = 0,26 \text{ caja/hora-hombre}$$

Tabla X. **Medidas de los modelos de las cajas de seguridad según catálogo de la empresa BETANTÉCNICA, S.A.**

CAJAS DE SEGURIDAD										
MODELO	MEDIDAS EXTERIORES			MEDIDAS INTERIORES			ANAQUELES	GAVETA	PESO (LBS)	RODOS
	ALTO	ANCHO	FONDO	ALTO	ANCHO	FONDO				
39SS	0,39	0,49	0,42	0,24	0,36	0,23	1	0	185	NO
53SS	0,53	0,49	0,45	0,38	0,35	0,24	1	1	265	NO
68SS	0,68	0,49	0,47	0,48	0,35	0,26	1	1	300	SI
75SS	0,75	0,54	0,50	0,55	0,4	0,29	1	1	340	SI
90SS	0,90	0,55	0,50	0,69	0,41	0,28	2	1	540	SI
110SS	1,10	0,58	0,57	0,9	0,45	0,35	2	1	600	SI
130SS	1,30	0,58	0,57	1,09	0,45	0,35	3	1	680	SI
150SS	1,50	0,7	0,74	1,28	0,56	0,52	3	1	950	SI
180SS	1,80	0,75	0,61	1,58	0,61	0,39	4	1	1000	SI

Fuente: catálogo de la empresa BETANTÉCNICA, S.A. p. 5.

### 2.11.4. Producción de equipo bajo pedido

Es necesario que, para mantener el lugar de vanguardia en el mercado, los clientes puedan tener posibilidad de crear su propio modelo de equipo de seguridad que cumpla con las expectativas individuales de sus necesidades.

Se pueden mencionar tres opciones de las cuales se hace una clasificación según los requerimientos del cliente:

#### **2.11.4.1. Modelo estándar**

Es cuando el cliente puede crear sus modelos, modificando las características de los productos que están en el catálogo de equipos estándar, como: agregar divisiones fijas o móviles en el interior, disminuir o ampliar alguna medida de ancho, largo o profundidad sin afectar las otras, agregar puertas interiores o exteriores, etc.

#### **2.11.4.2. Diseño solicitado por el cliente**

Se da cuando en algunas construcciones son supervisadas por profesionales en la rama de la construcción y seguridad, y pueden requerir un equipo de seguridad bancario de acuerdo a su propio diseño, el cual es trasladado a la planta de fabricación con todas las especificaciones necesarias para su creación.

#### **2.11.4.3. Diseño descrito**

En este caso, si alguno de los modelos no satisface los requerimientos de los clientes y necesitan un equipo especial, se hace una visita técnica en donde se toman medidas y características del producto solicitado y se presenta un diseño que cumpla con lo requerido por el cliente.

## **2.12. Diagrama de proceso**

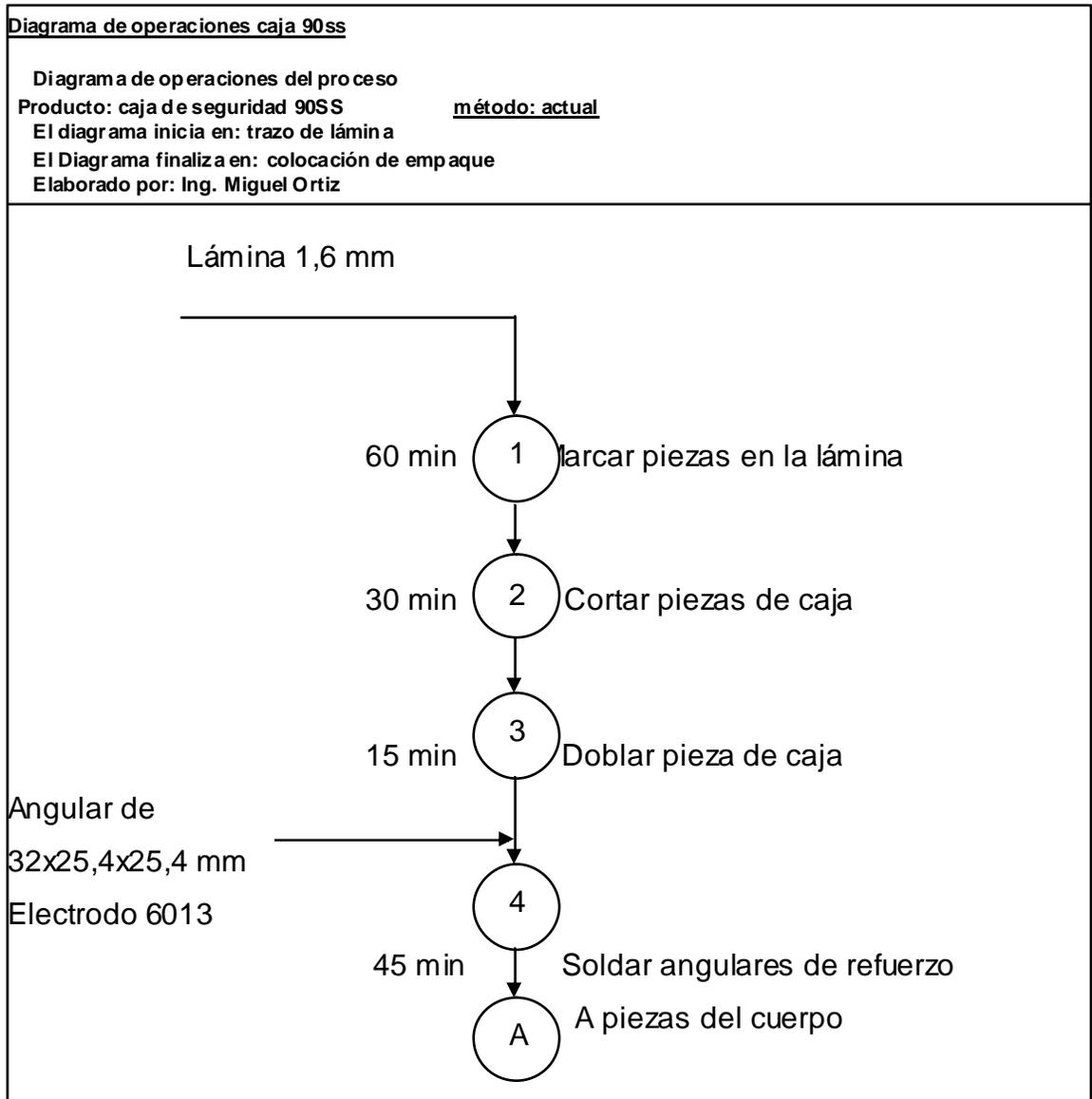
Se toma como punto de referencia el diagrama de proceso actual, determinando los puntos de mejora en el proceso, este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso productivo de cortes y dobleces, desde que llega la materia prima hasta que pasa al área de herrería para unir las piezas cortadas y dobladas.

Los diagramas de operaciones de proceso que se tomaron en cuenta son los de la elaboración de la caja de seguridad 90SS y 39SS, las cuales son las cajas que se piden con mayor frecuencia en la fábrica.

Los diagramas de operaciones están segmentados, ya que la parte del proceso en estudio únicamente corresponde al proceso de cortes y dobleces, dejando referencia la fuente de información en cada una de las figuras.

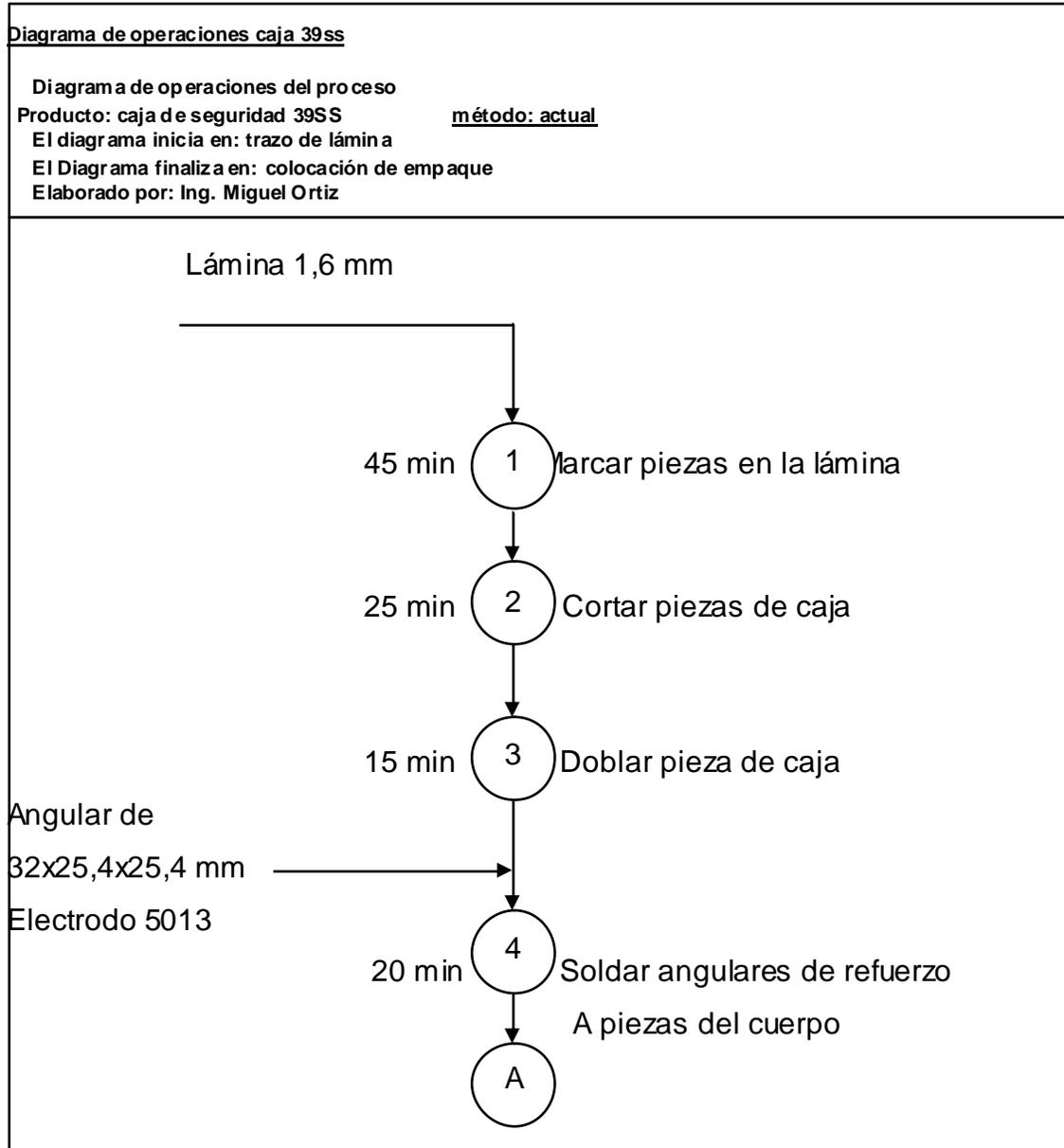
Se analiza la parte del diagrama que corresponde a las fases de trazo, corte y dobles que se manejan actualmente.

Figura 31. Diagrama de operaciones del proceso caja 90SS



Fuente: ORTIZ BERGER, Miguel Antonio. *Propuesta de un sistema de producción basado en la programación lineal en una industria de fabricación de cajas de seguridad.* p. 73.

Figura 32. Diagrama de operaciones del proceso caja 39SS



Fuente: ORTIZ BERGER, Miguel Antonio. *Propuesta de un sistema de producción basado en la programación lineal en una industria de fabricación de cajas de seguridad.* p. 76.

### 2.12.1. Evaluación de costos de la elaboración de una caja de seguridad 90SS

Evaluación de costos directos de la elaboración de una caja de seguridad 90SS con método actual: En el análisis de costos con el método actual intervienen los costos directos como: mano de obra y el costo de materia prima.

En el caso de la caja de seguridad 90SS, para el área de cortes y dobleces se tiene la tabla XI:

### 2.12.2. Cálculo de la producción actual de la caja 90SS

De acuerdo al cálculo de la tabla IX, el tiempo total del proceso que se toma para los procesos de marcaje, corte y doblaje es de 1,66 horas.

Tabla XI. **Costos directos de la elaboración de una caja de seguridad 90SS**

Costo de Mano de Obra	Q. 23,05 x n
Costo de Materia Prima	Q. 523,20
Tiempo del proceso de Cortes y Dobleces	1,66 n
Numero de Operarios que interviene	2
TOTAL	Q. 599,72

Fuente: elaboración propia.

Desarrollo del análisis:

- Costo del proceso actual de corte y doblaje:
  - $CP = \text{costo mano de obra} + \text{costo de materia prima}$
  - $CP = (1,66 \text{ hrs}) * (2 \text{ operarios}) * (Q. 23,05) + Q. 523,20 = Q. 599,72$

El costo de no calidad es aquel que hace disminuir la productividad de la empresa, debido principalmente, al incumplimiento de los requisitos que se establecen para las diferentes actividades. El costo de no calidad está fijado por medio de un porcentaje, con base en las ventas que se tienen. También en este caso puede definirse como el costo que tiene la empresa como una devolución del producto por no ajustarse a las medidas estándar que se ofrecen a los clientes en los catálogos de venta.

El costo de no calidad viene dado por los siguientes parámetros: logística, transporte, mano de obra y gastos fijos.

Tabla XII. **Costos de no calidad**

Logística	Q. 50,00
Transporte	Q. 150,00
Mano de obra	Q. 75,00
Gastos fijos	Q. 50,00
TOTAL	Q. 325,00

Fuente: elaboración propia.

### 2.13. Introducción del sistema Kaizen

En la empresa BETANTÉCNICA, S.A. es necesario que cada uno de los miembros de la empresa se responsabilicen en el mejoramiento de los estándares concentrándose en los procesos, ya que mejorando éstos mejoran los resultados de la empresa, actualmente en el Departamento de Cortes y Dobleces se realiza el trabajo con base en la experiencia del operario para el marcaje de los puntos en donde debe doblarse y cortarse la caja a ser elaborada.

En la empresa BETANTÉCNICA, S.A. se necesita la aplicación de la mejora continua en el Departamento de Cortes y Dobleces, ya que es necesario establecer una estandarización de las plantillas de elaboración de las cajas para garantizar que éstas estén entre el parámetro de medida que se ofrece al cliente en el catálogo.

El enfoque de esta empresa es suministrar de cajas de seguridad al mercado interno, así como equipos blindados y aparatos eléctricos, utilizados por el sistema bancario de Guatemala. La empresa BETANTÉCNICA, S.A. es pionera en la fabricación de equipos blindados, siendo la más antigua e importante de las compañías que actualmente se dedican a manufacturar estos equipos.

Es importante que en la actualidad las industrias requieran una mayor competitividad y rentabilidad; es necesario buscar soluciones para la reducción de problemas que impidan alcanzar totalmente sus metas empresariales. Es por ello que el presente proyecto, por medio de la aplicación del Sistema Kaizen busca ayudar a cumplir dichos objetivos, siendo el sistema Kaizen una teoría japonesa de mejoramiento continuo, la cual ha sido probada en diferentes empresas industriales logrando resultados benéficos para el desarrollo empresarial.

El sistema Kaizen se basa en la teoría de mejorar cada día cierta área o lugar de trabajo de la empresa, sin omitir esta mejora ningún día, Kaizen enfatiza el reconocimiento de problemas, establece puntos críticos para la identificación de los mismos y es un proceso para la resolución de éstos. Sin duda, adoptar la decisión de implantar Kaizen en una empresa, es una de las primeras acciones a realizar que giran alrededor de la detección, prevención, y eliminación

sistemática de los diversos tipos de desperdicios y despilfarros que afectan a las organizaciones.

#### **2.14. Aplicación del sistema Kaizen**

Poner en acción la mejora continua y lograr los niveles más altos en una serie de factores, requiere a parte de constancia y disciplina, el poner en marcha sistemas fundamentales aplicados a las necesidades del proceso el cual se necesita mejorar.

Se tomaron los tiempos en el traslado de la lámina desde bodega de materia prima a los puntos de en donde se realiza el trazo de corte y dobles, con el objetivo de ratificar el diagrama de operaciones descrito en las figuras 31 y 32. La tabla XIII indica los elementos que componen la tarea de elaboración de una caja de seguridad.

Tabla XIII. **Elementos que componen la tarea de elaboración de una caja de seguridad**

1. Se saca la lámina de la bodega materia prima.
2. Se marca la lámina sin plantilla (marco y contramarco).
3. Se corta la lámina (marco y contramarco).
4. Se traza la lámina sin plantilla para el dobléz.
5. Se dobla la lámina marco y contramarco

Fuente: elaboración propia.

La tabla XIV muestra el cálculo del tiempo total del proceso del área en estudio.

Tabla XIV. **Cálculo del tiempo total del proceso**

Usando un cronómetro se mide el tiempo de cada elemento (10 veces)											
Tiempo total del proceso											
Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Te (media)
1. Se saca la lámina de la bodega materia prima.	5	4	3	5	6	3	4	3	5	6	4,4
2. Se marca la lámina sin plantilla (marco y contramarco).	45	50	45	55	60	50	65	60	55	60	54,5
3. Se corta la lámina (marco y contramarco).	25	30	25	35	40	25	30	35	25	35	30,5
4. Se dobla la lámina marco y contramarco.	12	14	15	13	12	15	14	15	12	14	14,8
<b>Tiempo Total =</b>											<b>104,2min</b>

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo del tiempo normal y el tiempo estándar del proceso de cortes y dobleces

Para este caso, cada elemento de la tarea se califica por separado, es decir, en cada elemento el operador mostró un ritmo de trabajo diferente. El factor de calificación que el observador asignó en cada elemento se puede observar en la tabla XV:

Tabla XV. **Cálculo del tiempo normal del Departamento de Cortes y Dobleces**

Elemento	Te (min.)	Factor de calificación	Tiempo normal (min.)
1. Se saca la lamina de la bodega materia prima.	4,4	1	4,4
2. Se marca la lamina sin plantilla (marco y contramarco).	54,5	1,1	59,95
3. Se corta la lamina (marco y contramarco).	30,5	1,2	36,6
4. Se traza la lamina sin plantilla para el dobléz.	14,8	1,1	16,28
<b>Tiempo normal de la tarea =</b>			<b>117,23 min</b>

Fuente: elaboración propia.

Para establecer el tiempo estándar, hay que tomar en cuenta los suplementos que son tiempos que están presentes, pero que no se suman a la actividad, ya que aparentemente restan tiempo a la operación siendo necesario tomarlos en cuenta. Esta tabla se determina según la bibliografía de los Ingenieros Ana Sofía Rodas, Germán Soto y Manuel Salazar, en su texto: Estudio de tiempos y movimientos. Se le asigna un porcentaje del tiempo total de la operación a cada uno de los suplementos que intervienen en el proceso siendo el total el tiempo de tolerancia que se debe incluir en el cálculo del tiempo estándar.

- Suplementos
  - Necesidades personales: 5%
  - Se corta la lámina (marco y contramarco): 8%
  - Interrupciones por demoras: 7%
  - Tolerancia total = 5% + 8% + 7% = 20

Tiempo estándar:  $TE = TN (1 + Tol. total)$   
 $TE = 117,23 (1 + 0,2) = 140,67$  minutos

Es necesario mencionar que la productividad y la calidad son las directrices que determinan la mejora continua, definiendo la productividad como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados para producirlos, en la fabricación la productividad es utilizada para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los operarios, la productividad en las máquinas y equipos está dada como parte de sus características técnicas y la calidad está definida como el conjunto de propiedades y atributos que posee objetivamente un producto o servicio, o como

el conjunto de características de un producto, proceso o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer necesidades establecidas o implícita.

#### **2.14.1. Sistema de producción justo a tiempo**

La empresa BETANTÉCNICA, S.A., utiliza materia prima que tiene un alto costo, ya que son materiales derivados del hierro tales, como planchas de lámina y perfiles, es por esto que se determina que la producción justo a tiempo es la que se acopla al estudio del proceso de cortes y dobleces logrando un inventario justo a la demanda, haciendo mención que las cajas de seguridad se trabajan contra pedido y acorde a las necesidades del cliente.

La incursión de la competencia mundial en la Industria, ésta no debe decidir si debe cambiar; sino cómo debe ser ese cambio, dejar las cosas como están es una opción fatal, pudiendo sólo elegir entre controlar el propio cambio o permitir que lo controle la competencia.

Naturalmente que el sistema *just in time* no es lo único que necesita una empresa para competir; pero es ya evidente que nadie seguirá siendo competitivo por mucho tiempo sin las posibilidades de avance que dicho sistema ofrece. No importa cuán elevado sea el desempeño actual, cualquier disminución en el esfuerzo dará como resultado pérdida en la posición, por tal motivo la mejora continua es un imperativo presente en los negocios, y debe ser un índice buscado con persistencia y atino.

La forma más sencilla de comprender las posibilidades del sistema *just in time* (conocido también como sistema de producción Toyota), es imaginar un oleoducto que recorra toda la fábrica. En uno de los extremos se paga a los

proveedores el material que entra en el oleoducto, y en el otro extremo, los clientes pagan los productos se les envía.

El objetivo es reducir el plazo entre el pago, en un extremo, y el cobro, en el otro. Por tanto, se necesita mover el material a lo largo del oleoducto con mayor rapidez, un oleoducto grueso permitirá hacer envíos, pero lentamente, con un oleoducto más delgado se puede conseguir la misma tasa de envíos si se acelera la velocidad de flujo en su interior. Si el plazo de producción es menor, se podrá además responder mejor a los cambios que se adviertan en el mercado.

La manufactura *just in time* es una extensión del concepto original de la administración del flujo de materiales para reducir los niveles de inventario. Sin embargo, existen muchas más cosas involucradas en una empresa de manufactura como la productividad de la mano de obra directa, los gastos de administración, la administración de los proveedores, el soporte de ingeniería y la calidad del producto que debe ser entregado a los clientes, además de reducir los inventarios para obtener el control de los costos; las empresas se deben manejar eficientemente estas cuestiones con el objetivo de operar los departamentos de una manera ligera, productiva y con orientación hacia la calidad.

Los fenómenos a los que se le atribuye, ponen a una empresa en desventaja y que le impiden ser eficaz y reducir al mínimo el coste son las siguientes:

- Almacenes elevados de cajas producidas
- Retrasos
- Falta de agilidad, de rapidez de reacción

- Tiempo excesivo en los cambios de herramienta
- Proveedores no fiables
- Problemas de calidad
- Montones de desechos, desorden
- Errores, trazos y cortes fuera del estándar
- Despilfarros (hombres, tiempo, materiales, equipos)

Aplicar el *just in time* implica comprar o producir sólo lo que se necesita y cuando se necesita, pero para ello es menester que se cumplan las condiciones siguientes:

- Producir las cajas que el cliente desea y cuando lo desea, y no producir para constituir almacenes de productos terminados o intermedios.
- Tener plazos muy cortos de fabricación y gran flexibilidad para poder responder a los requerimientos del cliente.
- Saber fabricar cuando sea necesario y sólo cantidades muy pequeñas de un diseño de caja de seguridad o bóveda.
- No producir más que estrictamente las cantidades inmediatamente necesarias.
- Evitar las esperas y las pérdidas de tiempo, lo que impone en particular, la renuncia a un almacén centralizado así como la utilización de medios de manutención comunes a varios puestos de trabajo y que por ello, podrían no estar disponibles en el momento en que se necesiten.

- Ajustar los materiales, las piezas y los diseños al lugar en que son necesarios, para no almacenarlos y detener el ciclo de venta.
- Conseguir una alta fiabilidad de los equipos. Para que una máquina pueda no producir una pieza más que cuando resulte necesaria para la etapa siguiente del proceso de fabricación, es preciso que la máquina no se averíe en ese preciso momento.
- Gestionar la calidad de la producción. Si las piezas llegan en el momento oportuno y en el número deseado.
- Adquirir únicamente productos y materiales de calidad garantizada para no detener la producción, cumpliendo con los estándares de medidas ofrecidos a los clientes por medio del catálogo.
- Disponer de un personal polivalente capaz de adaptarse con rapidez y que comprenda los objetivos de la empresa.

#### **2.14.2. Mantenimiento productivo total (TPM)**

El mantenimiento productivo total está dirigido a la maximización de la efectividad del equipo de compresores de la empresa BETANTÉCNICA, S.A. , el TPM involucra a todos los empleados de un departamento y de todos los niveles; motiva a las personas para el mantenimiento de la planta a través de grupos pequeños y actividades voluntarias, y comprende elementos básicos como el desarrollo de un sistema de mantenimiento, educación en el mantenimiento básico, habilidades para la solución de problemas y actividades para evitar las interrupciones en los procesos.

El TPM se implementa como un sistema para el control del mantenimiento de compresores, haciendo partícipe al operario. El personal y la maquinaria deben funcionar de manera estable bajo condiciones de cero averías y cero defectos, dando lugar a un proceso de flujo continuo regularizado. Por lo tanto, puede decirse que el TPM promueve la producción libre de defectos, la producción *just in time* y la automatización controlada de las operaciones.

El resultado final del TPM deberá ser un conjunto de equipos e instalaciones productivas más eficaces, una reducción de las inversiones necesarias en ellos y un aumento de la flexibilidad del sistema productivo.

En la aplicación del TPM a la empresa BETANTÉCNICA, S.A. se tiene la incorporación de un PMP (programa de mantenimiento preventivo), el cual se puede visualizar por medio de una secuencia de fichas técnicas que establecen paso a paso cómo se debe de hacer un mantenimiento preventivo a los compresores de la empresa, esta ficha técnica se puede ver en el apéndice 2, ficha técnica 1, para la elaboración del mantenimiento preventivo con el equipo de compresores el cual se describe a continuación.

Como parte del sistema Kaizen para la mejora continua se presenta este programa de mantenimiento preventivo para compresores de aire, el cual pretende alargar la vida útil de esta máquina-herramienta así como establecer períodos de limpieza, cambios y nivelaciones de aceite.

El compresor es una herramienta que viene a satisfacer y facilitar el trabajo en aplicaciones diversas, es necesario que el operario adquiera el conocimiento básico para comprender su uso y adecuar sus actividades al tipo de compresor que tiene en la operación.

En la empresa BETANTÉCNICA, S.A. se trabaja con compresores cuyas características requieren un mantenimiento preventivo, ya que es necesario luego de haber invertido en un compresor de aire, aprender cómo mantenerlo en servicio, ya que los compresores estándar no requieren típicamente mantenimiento diario, es fácil olvidarse sobre ellos y descuidar su mantenimiento. Esto puede ser un descuido costoso, así que es vital que se vigile las opciones de un mantenimiento preventivo para su compresor.

Como objetivos están los siguientes:

- Mantener en óptimo funcionamiento el sistema motor-cabezal del compresor.
- Evitar la corrosión por la acumulación de agua en el tanque depósito de aire, a través del drenado del cilindro.
- Despejar de polvo y suciedad el sistema de captación de aire hacia el cilindro.
- Determinar la vida útil de los filtros de aire a través de la frecuencia de uso del compresor.
- Revisar y mantener los tornillos sujetadores del motor y cabezal del compresor bien ajustados evitando desajustes por la vibración.
- Revisar el sistema de mangueras en su óptimo estado para garantizar el correcto funcionamiento del sistema de paro automático del compresor.
- Verificar el funcionamiento correcto del sistema de paro automático.
- Comprobar el nivel de aceite para garantizar el funcionamiento correcto del compresor.
- Conocer el tipo de aceite correcto para el tipo y uso del compresor.
- Definir el tipo de limpieza externa que se realiza a un compresor de aire.

Se aplicará el método grafico *step by step* con el mantenimiento dado en una secuencias cronológica de fotografías que muestran la metodología a seguir para un mantenimiento preventivo a los compresores que se utilizan en la planta, siguiendo las recomendaciones tales como:

- Verificar que el compresor esté desconectado de la corriente.
- Antes de drenar el cilindro liberar la presión de aire.
- Verificar en la tarjeta control del compresor la última fecha de mantenimiento para determinar el tiempo de uso de los filtros, de ser necesario cambiarlos cada seis meses.
- Utilizar llaves adecuadas para ajustar las tuercas sujetadoras del motor y la cabeza del compresor.
- Comprobar a diario de forma visual, el indicador del nivel de aceite para determinar si es necesario su nivelación y verificar en la tarjeta control la fecha de la última nivelación o cambio total de aceite.

Se establece un modelo para la ficha control que será el registro del historial del compresor,(Ver apéndice 1).

Se crea una ficha técnica para la capacitación de los operarios, a manera de seguir paso a paso la secuencia de fotografías y estandarizar el mantenimiento preventivo de los compresores que son utilizados en el proceso(Ver apéndices 2 y 3).

## 2.15. Meta final del Kaizen

La parte fundamental y el objetivo principal haciendo uso de los sistemas que se acoplan al proceso de trazo, corte y doblado de cajas de seguridad es lograr el óptimo estándar en calidad, costos y mejora del ambiente fabril de la empresa BETANTÉCNICA, S.A.

Calidad, no sólo hace referencia a la calidad de las cajas de seguridad, sino que también a la calidad de los procesos y el ambiente en donde son desarrollados. Costo se refiere al costo total, que incluye diseño, producción, venta y suministros de productos representativos, entrega significa despachar a tiempo el volumen solicitado con las especificaciones requeridas por los clientes, de tal forma que cuando se cumplen las tres condiciones de calidad, costo y entrega, los clientes están plenamente satisfechos.

Entre los instrumentos, métodos y herramientas que contribuyen a hacer realidad la mejora continua y el alto nivel de competitividad, se encuentran:

- Control total de calidad
- Disciplina en el lugar de trabajo
- Mantenimiento productivo total
- Mejoramiento de la calidad
- *Just in time*
- Mejoramiento de la productividad
- Sistema para la detección, prevención y eliminación de desperdicios
- Ciclo de Deming (PREA-EREA)
- Las 5 S

## **2.16. Definición de las pérdidas claves**

Las pérdidas claves de los equipos son aquellas que impiden que no se logre el nivel óptimo de calidad y productividad dentro del área en estudio.

Uno de los factores que inciden de la pérdida de material utilizado en la elaboración de cajas de seguridad es la estandarización de las medidas por medio de un juego actualizado de plantillas, así como la organización del material luego que sale del área de corte, evitando el desorden y la pérdida de una de las partes ya cortadas de la caja de seguridad.

Se hace necesario establecer los ángulos de los dobleces, ya que con el material ya trazado y cortado no se pueden realizar dichos dobleces como ensayo y error debido a la pérdida de material que esto implica.

### **2.16.1. Pérdida por *setup* y ajuste**

Esta pérdida normalmente es causada por paradas debido a cambios en la configuración de la máquina dobladora (CINCINNATI), proceso por medio del cual se calibra la mordaza superior e inferior dependiendo el ángulo que se le quiera dar a la pieza.

Para minimizar esta pérdida se establecieron los tiempos y la calibración estándar tomando como referencia los dobleces de una puerta de bóveda 2085 estableciendo parámetros que servirán para nomar este tipo de producto.

- Dobleces para una puerta de bóveda 2085

La calibración para realizar este tipo de dobleces se hace según el indicador de distancia entre los dados de la dobladora, siendo el siguiente:

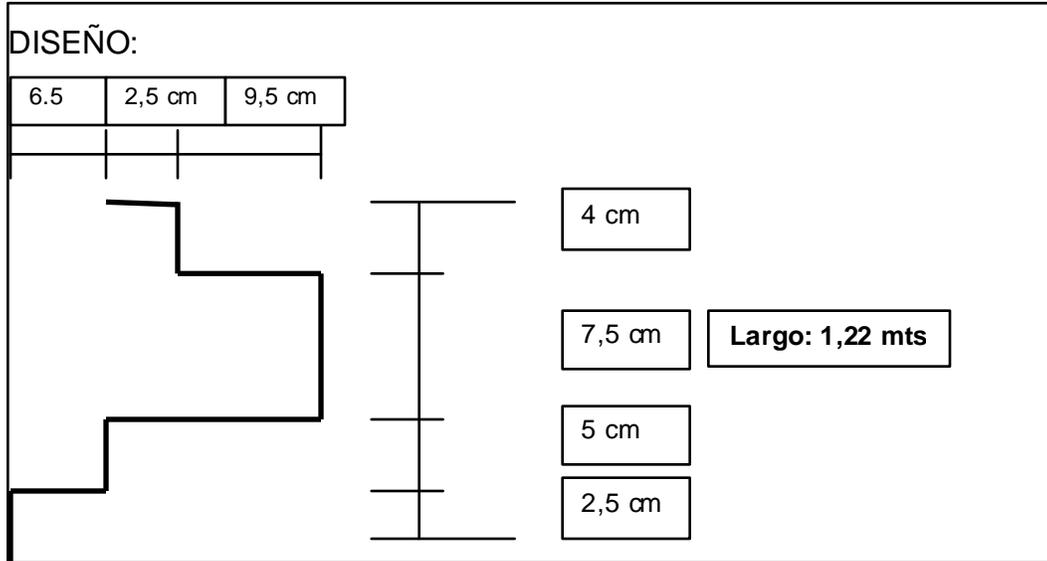
Tabla XVI. **Parte interior del marco de bóveda 2085**

No.DE OPERARIOS	CALIBRACIÓN	No. DE DOBLECES	ÁNGULO	TIEMPO PROMEDIO
2	4830 / 4824	7	150 grados	2,54 minutos
2	4510 / 4504	7	90 grados	2,10 minutos

Fuente: elaboración propia.

La tabla XVI muestra la calibración que se le da a la máquina CINCINNATI para lograr los ángulos que forman el marco de bóveda 2085 con el tiempo promedio para su elaboración.

Figura 33. **Diseño interior marco bóveda 2085**



Fuente: elaboración propia.

Este diseño muestra las medidas y la forma de la lámina ya doblada para formar el marco de bóveda 2085.

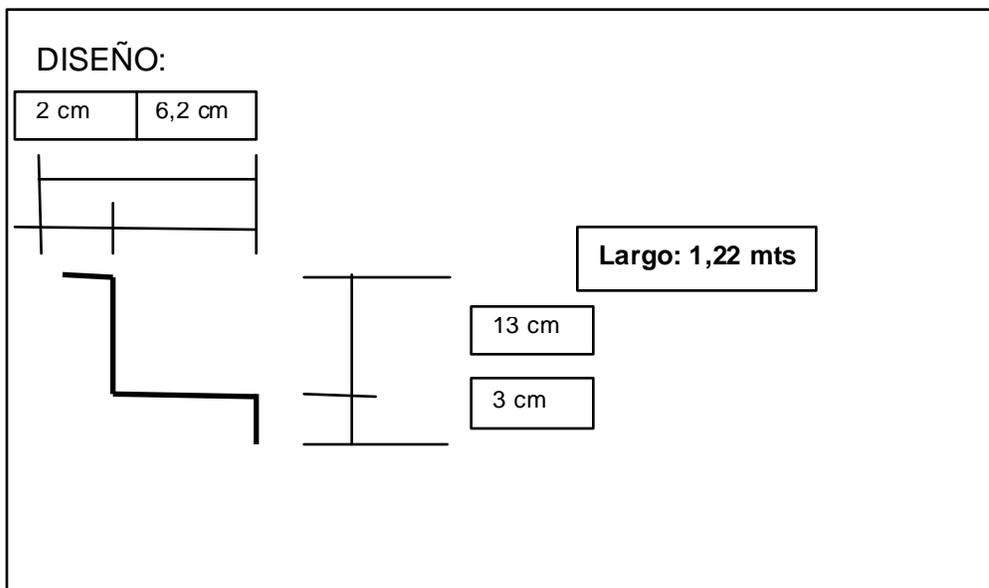
Tabla XVII. **Contra marco de bóveda 2085**

No.DE OPERARIOS	CALIBRACIÓN	No. DE DOBLECES	ÁNGULO	TIEMPO PROMEDIO
2	4830 / 4824	3	150 grados	1,08 minutos
2	4510 / 4504	3	90 grados	1,05 minutos

Fuente: elaboración propia.

La tabla XVII muestra la calibración que se le da a la máquina CINCINNATI para lograr los ángulos que forman el contra marco de bóveda 2085 con el tiempo promedio para su elaboración.

Figura 34. **Diseño contra marco bóveda 2085**



Fuente: elaboración propia.

Este diseño muestra las medidas y la forma de la lámina ya doblada para formar el contra marco de bóveda 2085.

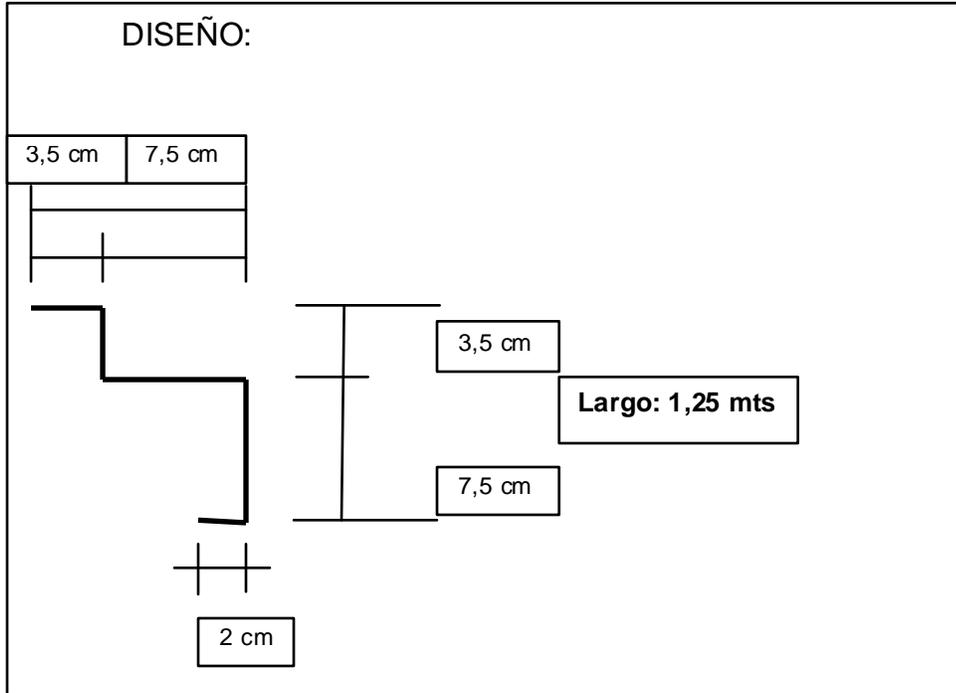
La tabla XVIII muestra la calibración que se le da a la máquina CINCINNATI, para lograr los ángulos que forman la parte exterior del marco de bóveda 2085 con el tiempo promedio para su elaboración.

Tabla XVIII. **Parte exterior del marco de bóveda 2085**

No.DE OPERARIOS	CALIBRACIÓN	No. DE DOBLECES	ÁNGULO	TIEMPO PROMEDIO
2	4510 / 4504	4	90 grados	1,87 minutos

Fuente: elaboración propia.

Figura 35. **Diseño exterior marco bóveda 2085**



Fuente: elaboración propia.

Este diseño muestra las medidas y la forma de la lámina ya doblada para formar la parte exterior del marco de bóveda 2085.

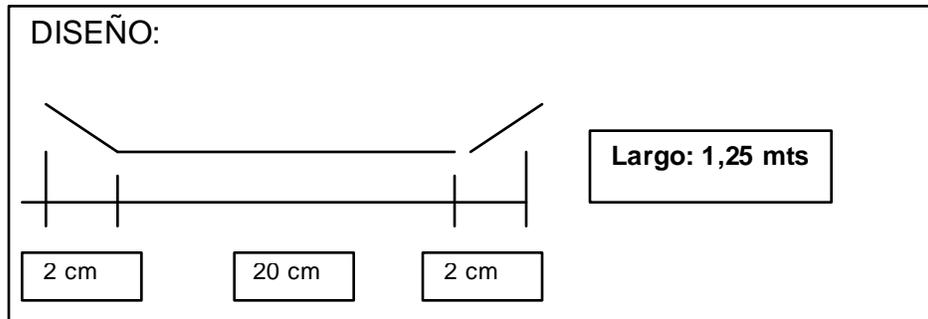
La tabla VII muestra la calibración que se le da a la máquina CINCINNATI para lograr los ángulos que forman el plato del marco de bóveda 2085 con el tiempo promedio para su elaboración.

Tabla XIX. **Plato del marco de bóveda 2085**

No.DE OPERARIOS	CALIBRACIÓN	No. DE DOBLECES	ÁNGULO	TIEMPO PROMEDIO
2	4830 / 4824	2	150 grados	0,45 minutos

Fuente: elaboración propia.

Figura 36. **Diseño plato marco bóveda 2085**



Fuente: elaboración propia.

Este diseño muestra las medidas y la forma de la lámina ya doblada para formar el plato marco bóveda 2085.

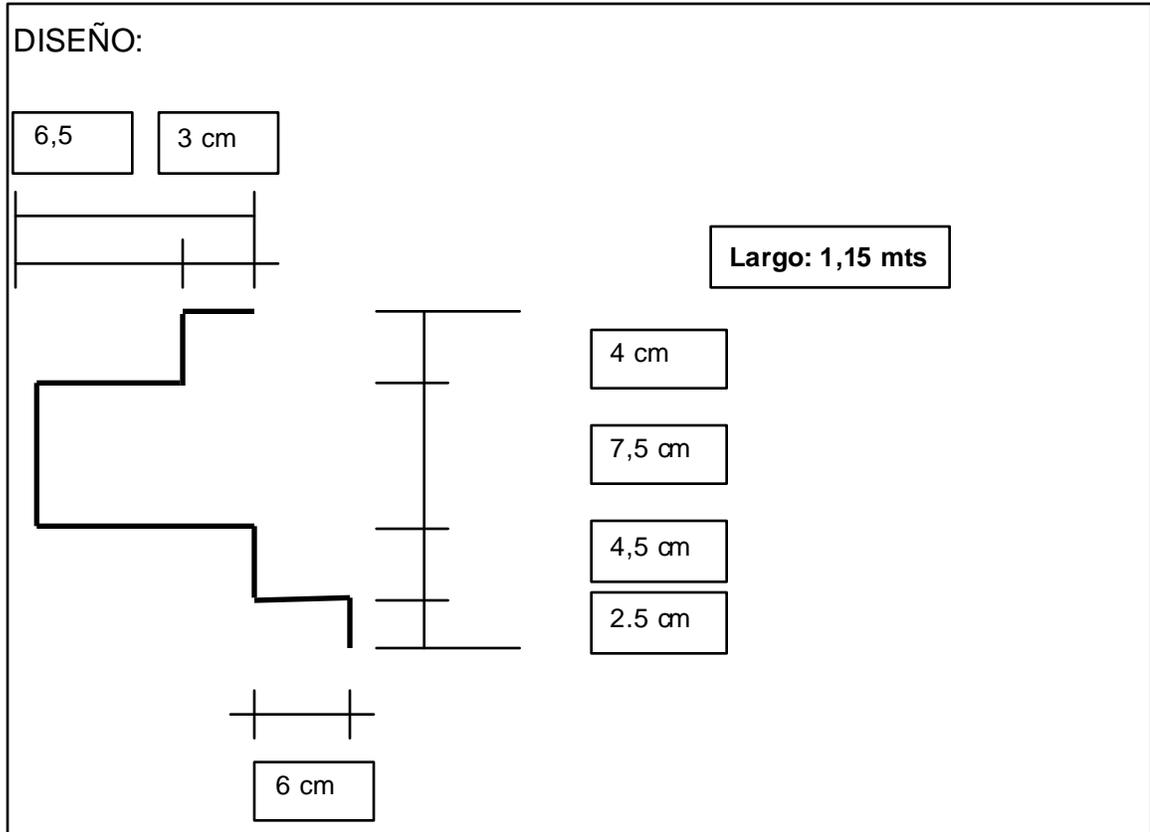
La tabla XX muestra la calibración que se le da a la máquina CINCINNATI para lograr los ángulos que forman la pieza lateral del marco de bóveda 2085 con el tiempo promedio para su elaboración.

Tabla XX. **Pieza lateral marco de bóveda 2085**

No.DE OPERARIOS	CALIBRACIÓN	No. DE DOBLECES	ÁNGULO	TIEMPO PROMEDIO
2	4830 / 4824	7	150 grados	3,44 minutos
2	4510 / 4504	7	90 grados	4,58 minutos

Fuente: elaboración propia.

Figura 37. Diseño pieza lateral marco bóveda 2085



Fuente: elaboración propia.

Este diseño muestra las medidas y la forma de la lámina ya doblada para formar la pieza lateral marco bóveda 2085.

### 2.16.2. Pérdida por defectos y reproceso

Esta pérdida surge cuando se descubren defectos en las medidas de las cajas de seguridad ya terminadas, en general los defectos se toman como desperdicio que se tiene que tirar. Sin embargo ya que los productos

reprocesados requieren de horas hombre se deben considerar como una pérdida.

Con el objetivo de minimizar los defectos y reprocesos en el área de trazo, corte y dobles de cajas de seguridad se tomaron alternativas como:

En el área de Trazo, se implementó una mesa con rodos la cual facilita el traslado del material al área de corte, teniendo la mesa la misma altura de la platina receptora de las planchas de metal para facilitar su traslado a la guillotina.

En el proceso de corte se implementó una mesa receptora del material ya cortado con una inclinación diseñada para sacar el material del área de peligro en la cual el operario tenía que meterse debajo de la parte trasera de la máquina de corte, exponiéndose a ser golpeado por el brazo de la guillotina.(Ver en la figura 38).

Figura 38. **Elaboración de mesa inclinada por el autor para la cortador (CINCINNATI)**



Fuente: BETANTÉCNICA, S.A., km 17,5 carretera a Villa Canales, zona 6 de San Miguel Petapa.

La figura 39 fue elaboración propia y parte de la mejora, ya que en la cortadora neumática (CINCINNATI), los operarios cortaban el material acumulándose en la parte de atrás de la máquina, en el momento de ir a recogerlo se corría el peligro de que otro operario accionara la máquina y golpeará al que estaba recogiendo su material, se hizo esta mesa inclinada para que el material cayera fuera del alcance de la barra horizontal estabilizadora.

Figura 39. **Mesa inclinada receptora de material en la cortadora (CINCINNATI)**



Fuente: BETANTÉCNICA, S.A., km 17,5 carretera a Villa Canales, zona 6 de San Miguel Petapa.

- Técnica de los 5 por qué?

A continuación se utilizará la técnica de los 5 por qué?. Para lograr atacar las causas que afectan la baja calidad y la productividad de la elaboración de las cajas de seguridad en la empresa BETANTÉCNICA, S.A., basada en la observación se harán una serie de preguntas realizadas sistemáticamente, utilizadas para buscar las causas principales del problema antes descrito.

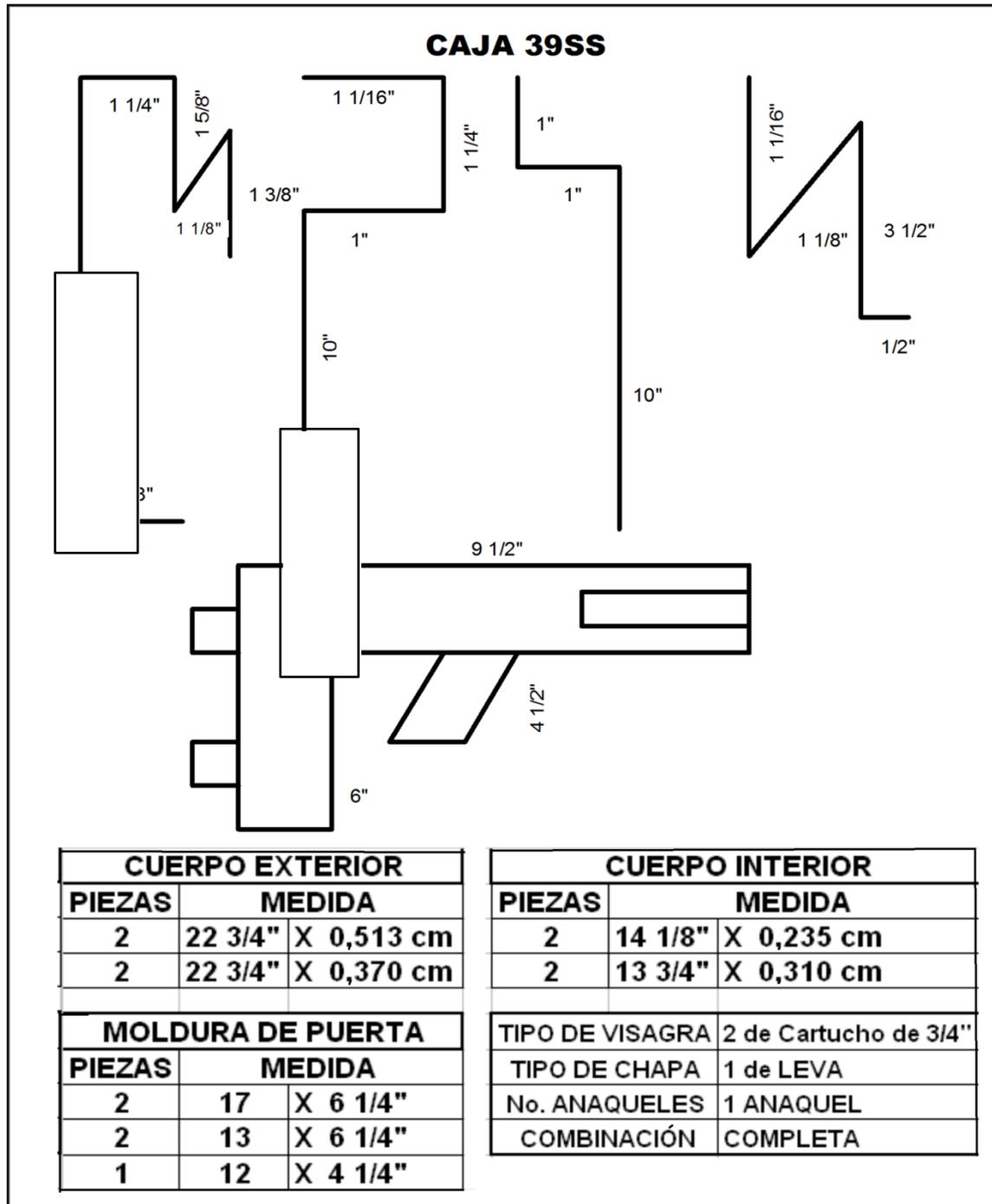
- Análisis:
  - Tamaño estandarizado de las cajas de seguridad
  
- Desarrollo:
  - ¿Por qué las cajas de seguridad no están de un tamaño estándar siendo del mismo modelo?
    - Porque son siete herreros los que las fabrican de forma individual y artesanal.
  
  - ¿Por qué se fabrican de forma individual y fallan las medidas de un herrero comparadas con otro?
    - Por el trazo y corte sobre la lámina que realiza cada herrero.
  
  - ¿Por qué el trazo y corte no es el mismo siendo igual el modelo de caja de seguridad?
    - Por la experiencia se asume que ya se tienen las medidas mentalizadas y no se recurre a las plantillas que determinan los trazos y cortes sobre la lámina.
  
  - ¿Por qué no se utilizan las plantillas que marcan las medidas del trazo y corte de la caja de seguridad?

- Porque se encuentran deterioradas y no estandarizadas en las medidas de algunos modelos de cajas de seguridad.
- ¿Por qué las plantillas están deterioradas y no estandarizadas en sus medidas?
  - Porque las plantillas se guardan en los bancos de trabajo y no están cubiertas con algún material que las preserve y cuando se hace alguna variación en la medida por solicitud del cliente no se estandariza a los demás herreros o no se actualiza la medida nuevamente.

Taller solución: recopilar información de las medidas de las cajas de seguridad haciendo una comparación con el catálogo de clientes, realizar de nuevo las plantillas por modelo de caja, cubriéndolas con cubre hojas transparente, haciendo un manual para cada herrero y que éste pueda consultarlo cuando le sea asignada la elaboración de un modelo de caja de seguridad en particular.

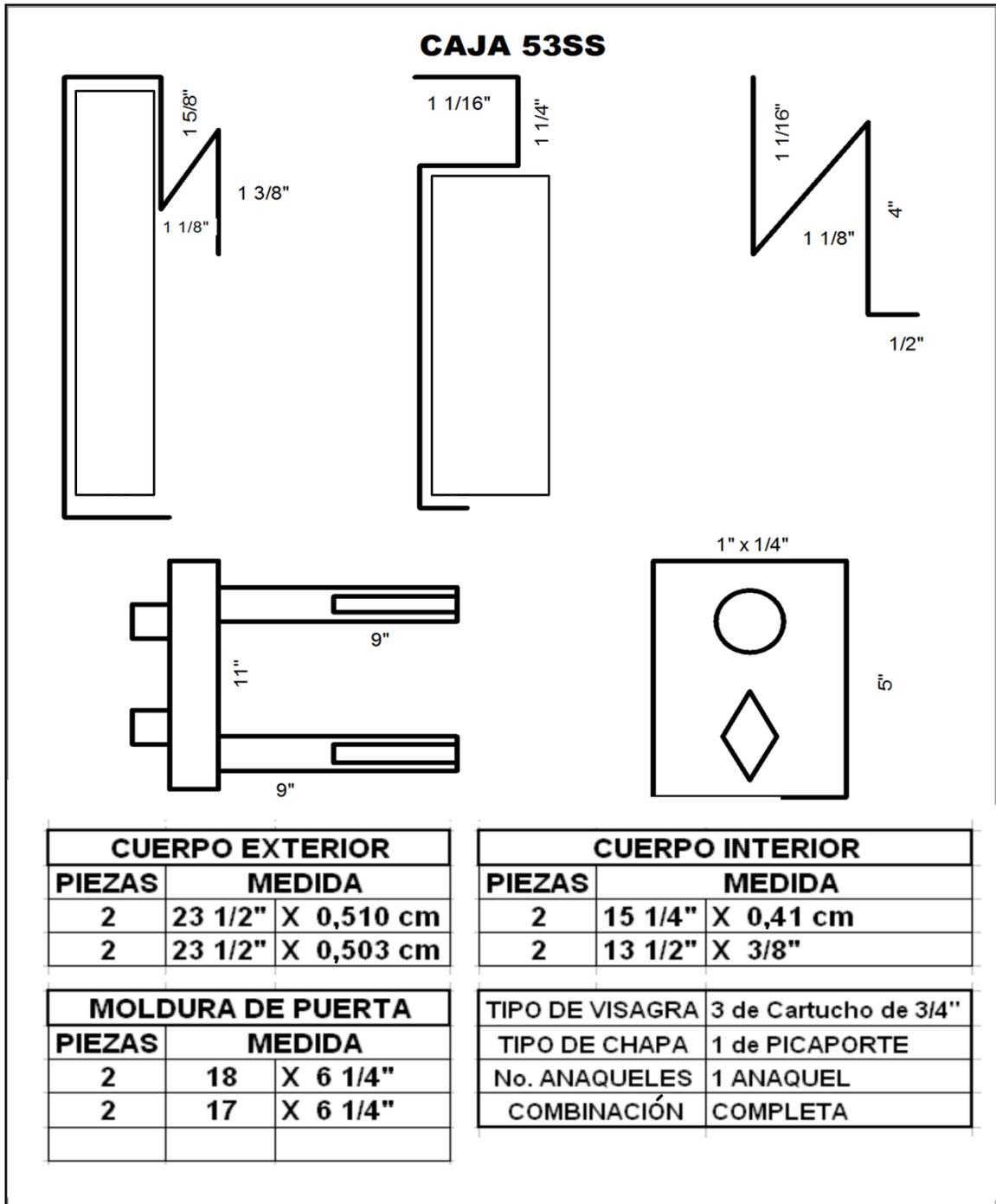
A continuación se muestran las plantillas, actualizadas y restauradas en secuencia con los modelos que son elaborados por la empresa BETANTÉCNICA, S.A.

Figura 40. Plantilla de la caja 39SS



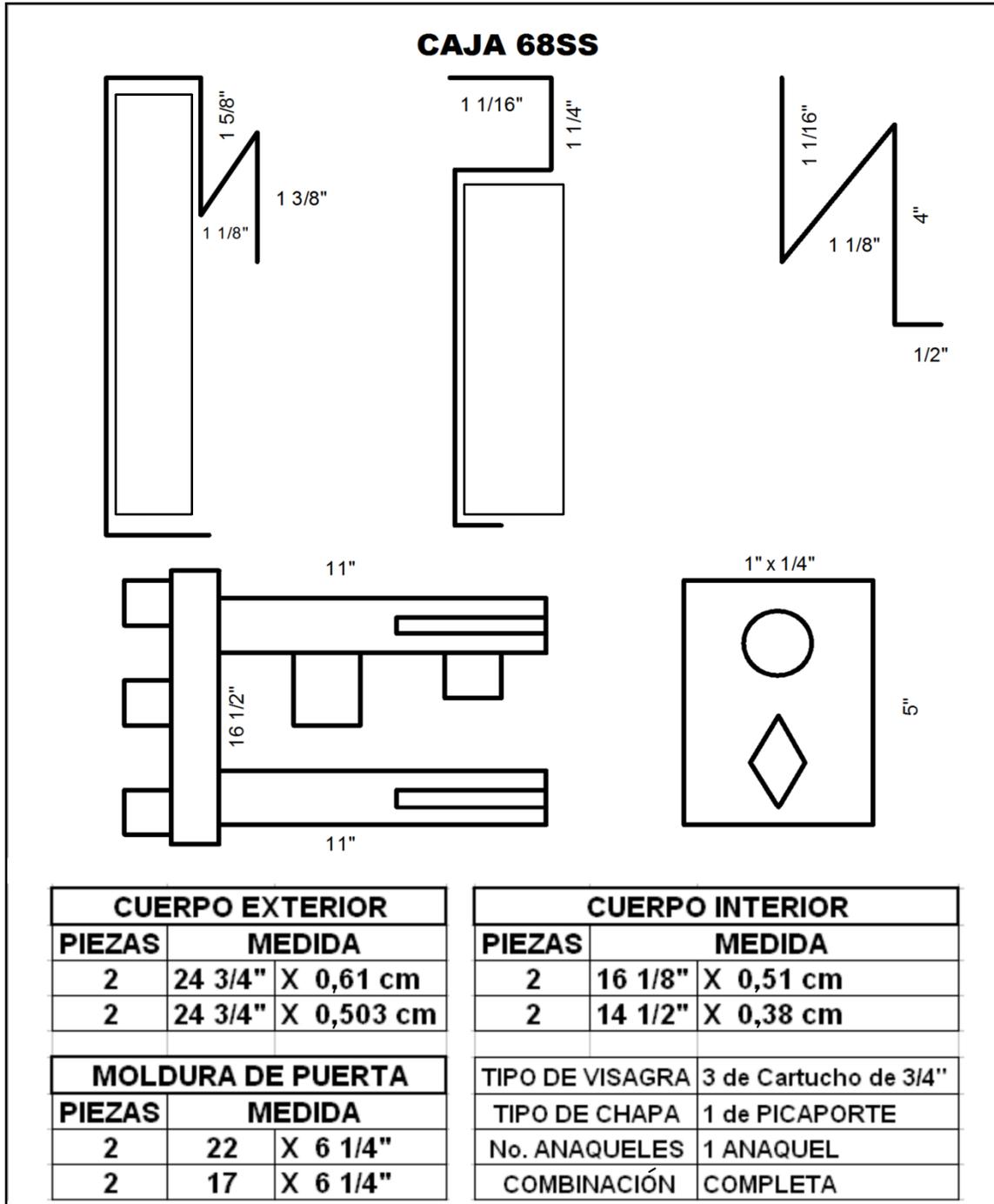
Fuente: elaboración propia.

Figura 41. Plantilla de la caja 53SS



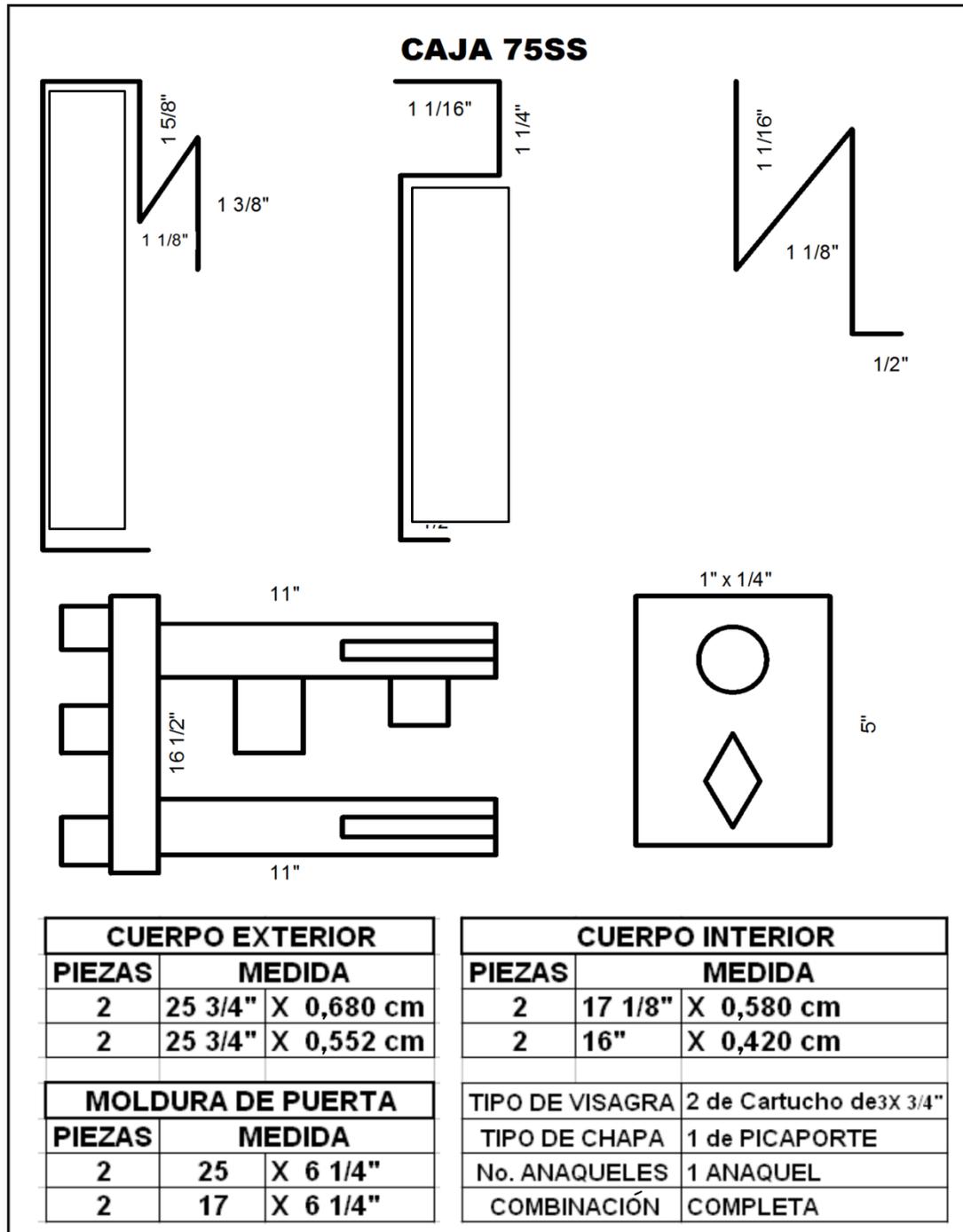
Fuente: elaboración propia.

Figura 42. Plantilla de la caja 68SS



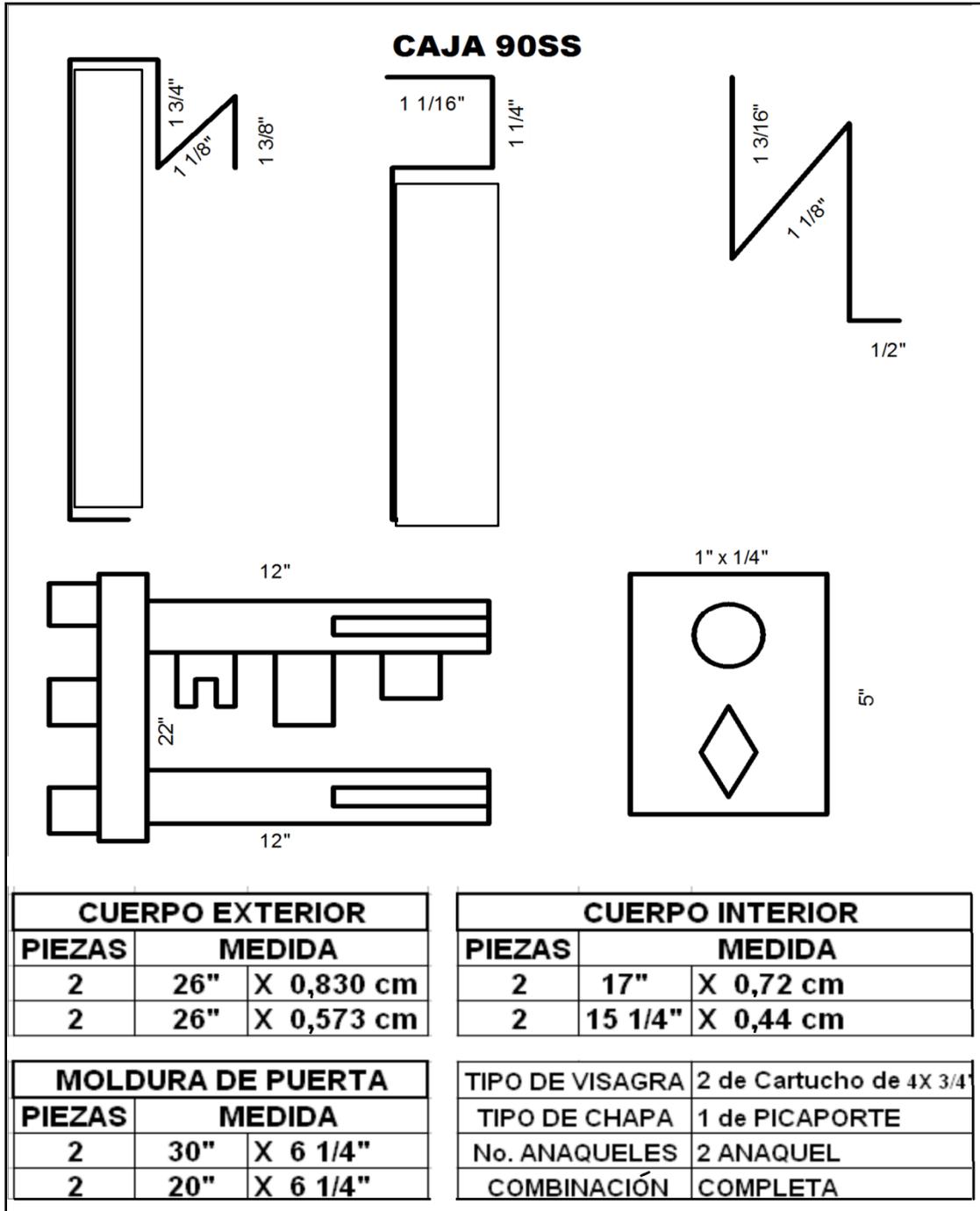
Fuente: elaboración propia.

Figura 43. Plantilla de la caja 75SS



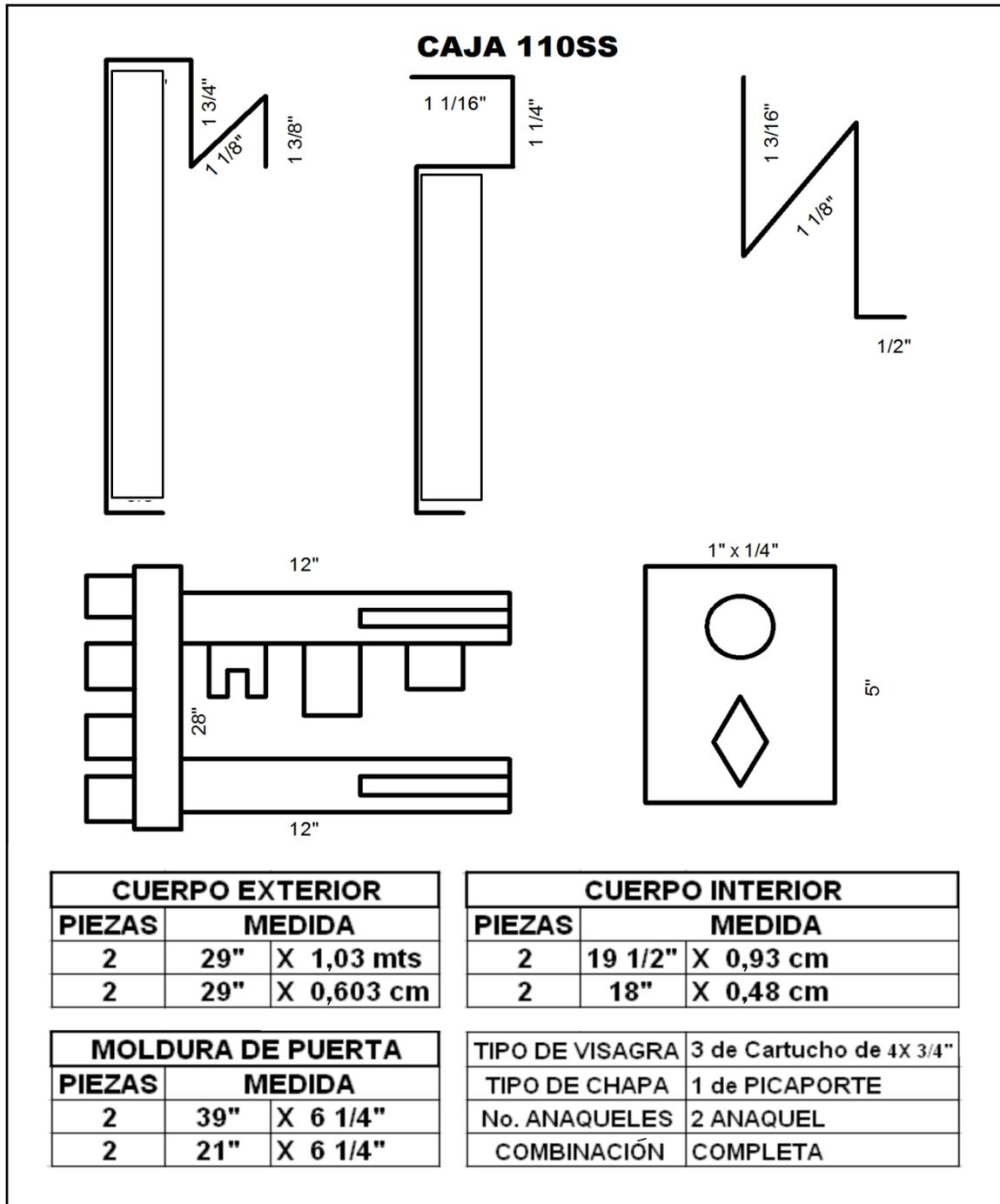
Fuente: elaboración propia.

Figura 44. Plantilla de la caja 90SS



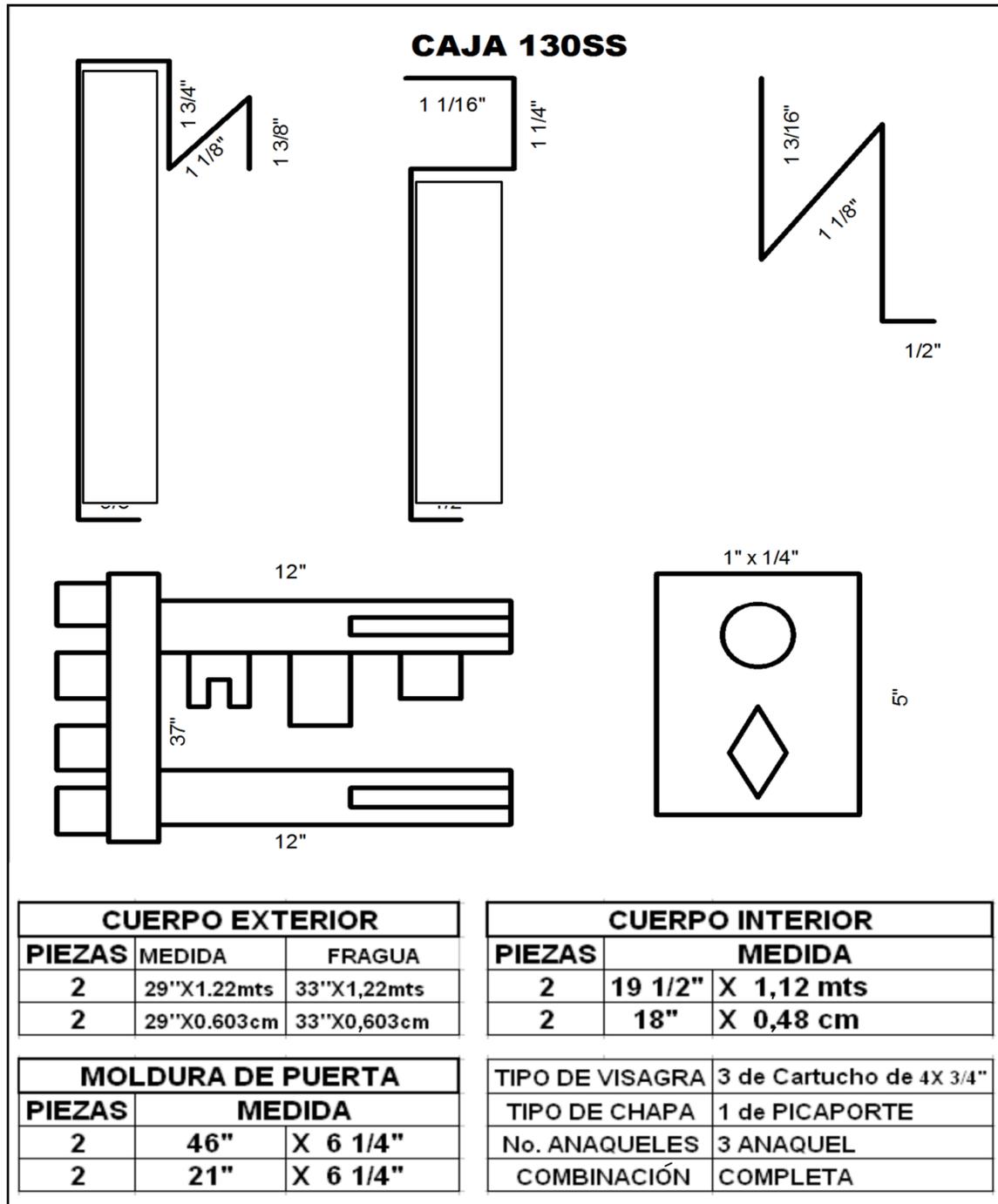
Fuente: elaboración propia.

Figura 45. Plantilla de la caja 110SS



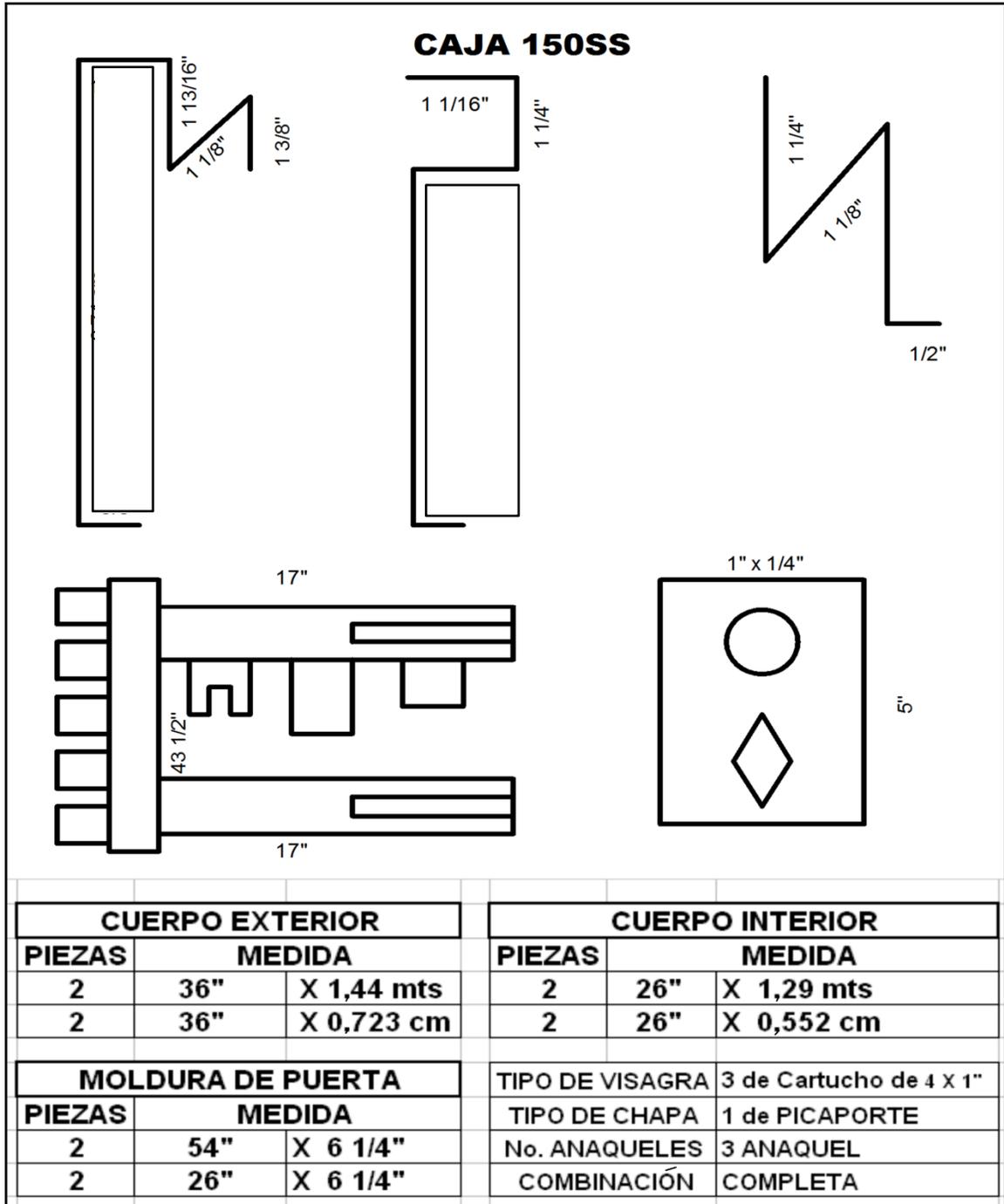
Fuente: elaboración propia.

Figura 46. **Plantilla de la caja 130SS**



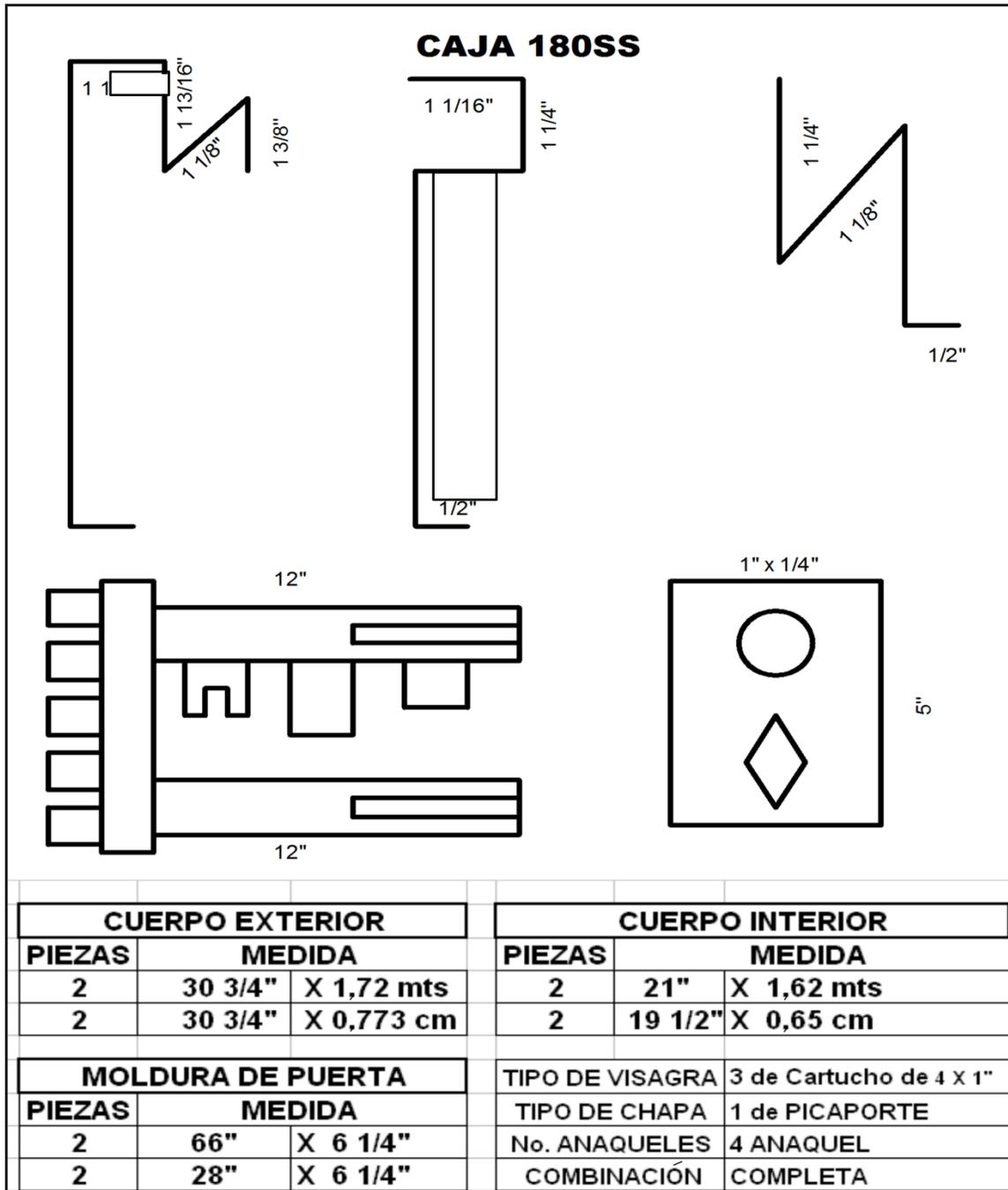
Fuente: elaboración propia.

Figura 47. Plantilla de la caja 150SS



Fuente: elaboración propia.

Figura 48. Plantilla de la caja 180SS



Fuente: elaboración propia.

## 2.17. Herramientas del sistema Kaizen para la solución de problemas

Con la restauración y estandarización de las medidas en las plantillas de los modelos de las cajas de seguridad de la empresa BETANTÉCNICA, S.A. el mantenimiento autónomo como tal, es una de las características distintivas del Kaizen, involucrando una serie de pasos para llegar a cero averías en el proceso de cortes y dobleces de las cajas de seguridad

### 2.17.1. Siete pasos para llegar a nivel cero averías

Se realizaron actividades en donde se involucró al personal de la planta y en las cuales hubo participación activa y positiva; siendo necesario desde el comienzo concientizar y dirigir al equipo hacia una actitud de limpieza y orden.

Tabla XXI. Siete pasos para llegar a nivel cero averías

PASOS	NOMBRE	ACTIVIDADES A REALIZAR
1	Limpieza e inspección en las áreas de trabajo de la planta	Eliminación de suciedad, escapes y polvo, en las áreas de trabajo
2	Acciones correctivas para eliminar las causas que producen deterioro acumulado en los equipos. Facilitar el acceso a los sitios difíciles para facilitar la inspección	Evitar que nuevamente se ensucie el equipo, facilitar su inspección al mejorar el acceso a los sitios que requieren limpieza y control, reducción del tiempo empleado para la limpieza.
3	Preparación de estándares experimentales de inspección autónoma	Se diseñan y aplican estándares provisionales para mantener los procesos de limpieza, lubricación. Una vez validados se establecerá de forma definitiva.
4	Inspección general	Entrenamiento para la inspección haciendo uso de manuales, eliminación de pequeñas averías y mayor conocimiento del equipo a través de la instrucción.
5	Inspección autónoma	Formulación e implementación de procedimientos de control autónomo.
6	Estandarización	Estandarización de los elementos a ser controlados. Elaboración de estándares de registro de datos, controles, moldes, medidas de producto, patrones de calidad, etc.
7	Control autónomo pleno	Aplicación de políticas establecidas por la dirección de la empresa. Empleo de tableros de gestión visual, tablas MTBF y tableros Kaizen.

Fuente: elaboración propia.

A través de la Gerencia de Planta se establecieron lineamientos para mantener las áreas de trabajo limpias y ordenadas, incluyendo la maquinaria y el equipo, tomando en cuenta las directrices de los pasos de la tabla XXI, dando como resultado una planta mejor organizada y limpia.

En el desarrollo del mantenimiento autónomo sigue una serie de etapas o pasos, los cuales pretenden crear progresivamente una cultura de cuidado permanente del sitio de trabajo, este método de siete pasos cuyo objetivo es lograr el cambio de actitud indispensable para el éxito del programa.

## **2.18. Preparación al cambio de la implementación de Kaizen**

Con el personal involucrado es importante puntualizar que el cambio es sumamente importante, debido a que con frecuencia la gente muestra diferentes objeciones a las soluciones (Kaizen). La resistencia al cambio ocurre cuando en muchas ocasiones los gerentes o empleados practican tácticas de retraso o rechazo a las soluciones. Aun cuando el cambio es de beneficio mutuo o total.

Los aspectos que se consideraron para lograr el cambio son:

- Propiciar participación
- Establecer la necesidad de cambio
- Dar suficiente tiempo
- Mantener las propuestas de forma sencilla
- Trabajar con el liderazgo
- Tratar a las personas con dignidad
- Manejar las resistencias de forma directa

Dando como resultado que el personal de herrería, quienes son los involucrados en el Departamento de Cortes y Dobleces, tengan la mente abierta a los cambios establecidos por el programa de implementación de Kaizen.

### **2.18.1. Educación y formación**

Para apoyar el logro de los objetivos de Kaizen, de la empresa BETANTÉCNICA, S.A. y de su personal, se consideraron aspectos fundamentales como:

- La experiencia del personal
- Los conocimientos tácitos y explícitos
- Expectativas de los clientes y de otras partes interesadas

Para facilitar la participación activa del personal de herrería, la educación y la formación también se incluyeron aspectos tales como:

- Las políticas y objetivos de la organización
- Actualización periódica del personal ya formado

La educación y formación proporcionadas se evaluarán en términos de expectativas e impacto en la eficacia y eficiencia de la empresa como medio para la mejora de futuros planes de formación, por el ingeniero de planta.

### **2.18.2. Crear una cultura de trabajo en equipo**

La medición que se hace en el área de cortes y dobleces acerca de los equipos tiene un proceso de formación antes de llegar a la madurez, llevándose a cabo reuniones dirigidas por el ingeniero de planta para distribuir y dirigir las

actividades que se deben realizar, agrupando los equipos según las necesidades y los requerimientos de los clientes.

Para establecer la cultura de trabajo que se requiere según los objetivos de la empresa BETANTÉCNICA, S.A. se aplicaron actividades como:

- Revisión periódica de los resultados del producto terminado
- Reconocimiento del éxito de las actividades
- Solución a problemas del equipo de trabajo
- Compartir información referente a las actividades
- Comunicación de los resultados según el producto terminado

### **2.18.3. Crear depósitos de conocimiento y facilitar su acceso**

Con la reestructuración de las plantillas de las cajas de seguridad por modelos se dejaron en la gerencia de planta un juego de las mismas, con el objetivo de que se mantengan las medidas estandarizadas y que los operarios del Departamento de Herrería tengan un depósito de conocimiento sobre las medidas que los modelos de las cajas deben de tener.

## **2.19. Beneficios por la aplicación del sistema Kaizen**

Siendo el Kaizen un sistema de mejora continua e integral que comprende todos los elementos, componentes, procesos, actividades, productos e individuos de una organización. No importa a qué actividad se dedique la organización, si es privada o pública, y si persigue o no beneficios económicos, siempre debe mejorar su performance a los efectos de hacer un mejor y más eficiente uso de los escasos recursos, logrando de tal forma satisfacer la mayor cantidad de objetivos posibles. Mucho más es necesaria la mejora continua

cuando se trata de actividades, en este caso, aplicadas al desarrollo de proyectos de elaboración de cajas de seguridad.

La mejora continua es no sólo necesaria, sino además una obligación permanente que el equipo de trabajo de la empresa BETANTÉCNICA, S.A. debe adoptar como cultura, convirtiéndose en una disciplina de toda la empresa.

El Kaizen, como tal se enfocó para la empresa BETANTÉCNICA, S.A. aplicando sistemas de producción *just in time*, mantenimiento productivo total, tablas de costes, logrando sorprendentes e importantes resultados.

El objetivo es adecuar las diferentes herramientas, instrumentos y métodos que hacen al Kaizen, a las características de la empresa. Es en este particular aspecto donde el desarrollo de la organización cobra como técnica y disciplina un incuestionable y gran valor, permitiendo evaluar las características aplicadas al área de cortes y dobleces.

A la hora de inventariar las ventajas y beneficios en la implementación y puesta en práctica del Sistema Kaizen cabe apuntar las siguientes:

- Reducción de inventarios, productos en proceso y terminados.
- Reducción en fallas de los equipos y herramientas.
- Reducción en los tiempos de preparación de máquinas.
- Mejoramiento en la autoestima y motivación del personal.
- Incremento en materia de productividad.
- Reducción en los costes.
- Mejoramiento en los diseños y funcionamiento de los productos
- Menores niveles de desperdicios y despilfarros, con su efecto tanto en los costes.

- Mejora en la actitud y aptitud del personal para la implementación continua de cambios.
- Acumulación de conocimientos y experiencias aplicadas al desarrollo de los proyectos.

**2.20. Evaluación de tiempos y costos con la implementación de la mejora en la aplicación del Kaizen, utilizando la reestructuración y estandarización de las plantillas de las cajas de seguridad**

Usando un cronómetro, se mide el tiempo de cada elemento (10 veces).

- Evaluación de costos directos para una caja 90SS con Kaizen:

En el análisis de costos con el Kaizen intervienen los costos directos como: mano de obra y el costo de materia prima. En el caso de la caja de seguridad 90SS, para el Departamento de Cortes y Dobleces se tiene el análisis en la tabla XXII:

**Tabla XXII. Costos de la caja de seguridad 90SS**

Costo de mano de obra	Q. 23,05
Costo de materia prima	Q. 523,20
Tiempo del proceso de cortes y dobleces	0,71 hrs
Numero de operarios que interviene	2
TOTAL	Q. 555,93

Continuación de la tabla XXII.

Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Te (media)
1. Se saca la lámina de la bodega materia prima.	4	4	5	4	5	6	5	6	4	5	4,8
2. Se Marca la lámina con plantilla ( marco y contramarco).	55	60	45	45	45	50	55	50	40	50	49,5
3. Se corta la lámina (marco y contramarco).	35	36	20	30	35	30	25	30	20	30	29,1
4. Se dobla la lámina marco y contramarco.	13	12	14	12	13	14	15	16	11	13	13,3
Tiempo total =											96,7min

Fuente: elaboración propia.

Para 50 pie<sup>2</sup>, que es el material utilizado para realizar una caja de seguridad 90SS.

Desarrollo del Análisis:

Costo del proceso actual de corte y dobléz:

CP = costo mano de obra + costo de materia prima

$$CP = (0,71 \text{ hrs}) * (2 \text{ operarios}) * (Q. 23,05) + Q. 523,20 = Q. 555,93$$

En este caso, al aplicar el sistema Kaizen al proceso desaparece el costo de no calidad, mismo que conlleva a la mejora de la calidad debido a la ausencia de desviación en el resultado de producto terminado.

### 2.20.1. Cálculo de la productividad mejorada para la caja de seguridad 90SS

De la tabla IX se obtiene la capacidad hora-hombre de 1,66 cajas h/hombre, obteniendo una producción mensual de:

Producción mensual: 176 h / 1,53 cajas h/mes.

Producción mensual: 115 cajas.

$$\text{Productividad} = \frac{115 \text{ cajas/mes}}{(2h) \cdot (8\text{hrs/día}) \cdot (25/\text{días/mes})} = 0,28 \text{ cajas/hora-hombre}$$

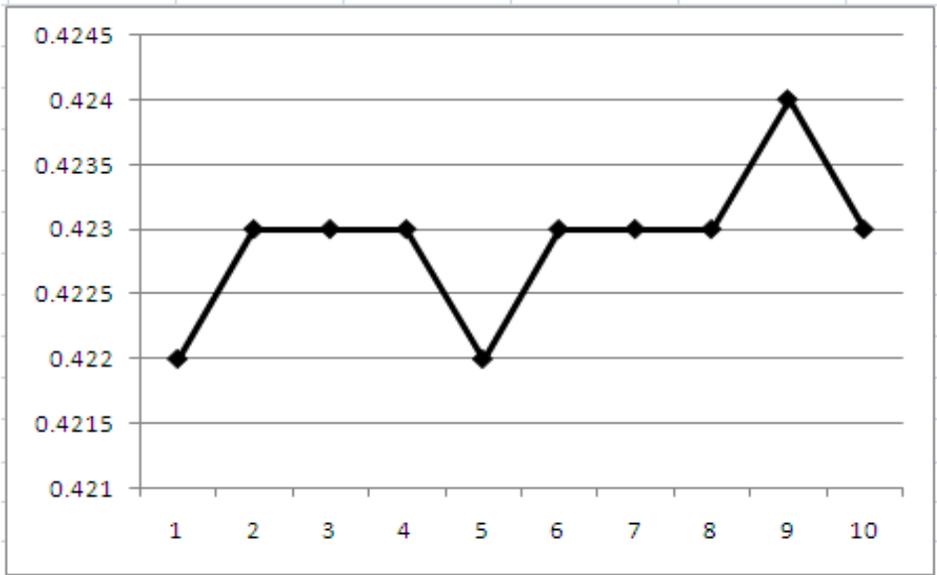
En la tabla XXIII se muestra el promedio de cada una de las dimensiones de las cajas de seguridad, se tomaron las medidas a 10 unidades de la caja de seguridad modelo 39SS con la implementación del uso de las plantillas ya reestructuradas.

Tabla XXIII. **Medidas exteriores de cajas 39SS terminadas con el uso de las plantillas reestructuradas**

Caja	Alto v rs real 0,39 cm	Ancho v rs real 0,49 cm	Fondo v rs real 0,42 cm
1	0,392	0,493	0,422
2	0,390	0,494	0,423
3	0,391	0,492	0,423
4	0,392	0,493	0,424
5	0,392	0,492	0,422
6	0,394	0,493	0,423
7	0,390	0,494	0,423
8	0,392	0,493	0,423
9	0,393	0,492	0,424
10	0,390	0,493	0,420
<b>Prom.</b>	<b>0,3916</b>	<b>0,492</b>	<b>0,422</b>

Fuente: elaboración propia.

Figura 49. **Gráfico de control de la medida con más variabilidad (fondo) de la caja 39SS proceso mejorado con la utilización de las plantillas reestructuradas**



Fuente: elaboración propia.

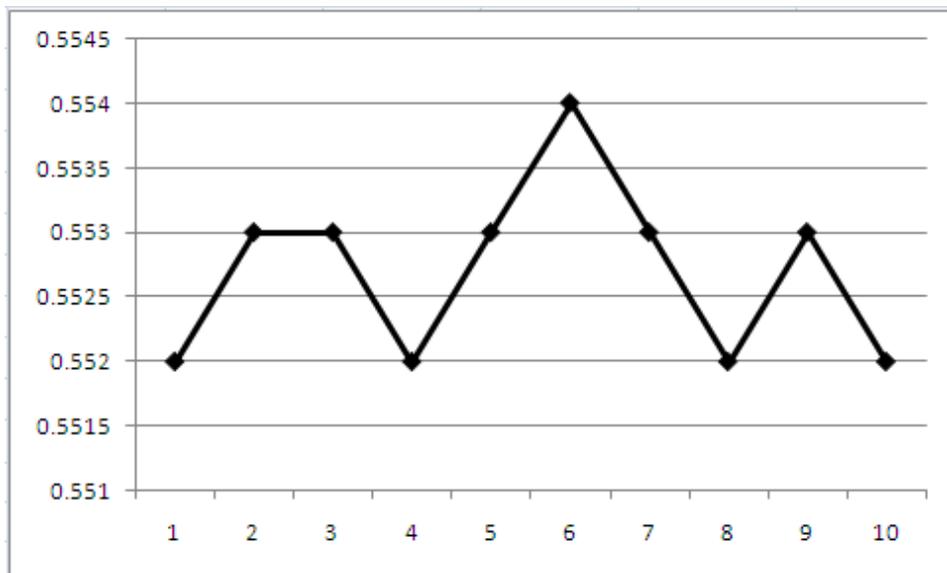
En la tabla XXIV se muestra el promedio de cada una de las dimensiones de las cajas de seguridad se tomaron las medidas a 10 unidades de la caja de seguridad modelo 90SS con la implementación del uso de las plantillas ya reestructuradas.

Tabla XXIV. **Medidas exteriores de cajas 90SS terminadas**

Caja	Alto vrs real 0,90 cm	Ancho vrs real 0,55 cm	Fondo vrs real 0,50 cm
1	0,902	0,552	0,503
2	0,904	0,553	0,502
3	0,902	0,553	0,504
4	0,900	0,552	0,502
5	0,903	0,553	0,503
6	0,902	0,554	0,502
7	0,902	0,553	0,502
8	0,903	0,552	0,503
9	0,904	0,553	0,502
10	0,902	0,552	0,504
<b>Prom.</b>	<b>0,9024</b>	<b>0,5527</b>	<b>0,5027</b>

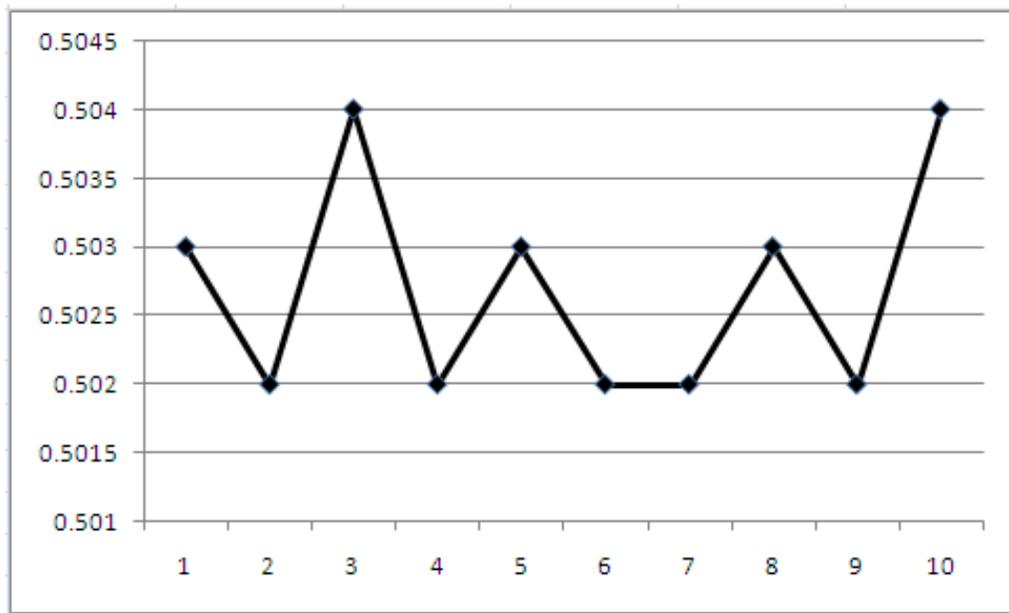
Fuente: elaboración propia.

Figura 50. **Gráfico de control de la medida con más variabilidad (ancho) de la caja 90SS en el proceso mejorado con la utilización de las plantillas reestructuradas**



Fuente: elaboración propia.

Figura 51. **Gráfico de control de la medida con más variabilidad (Fondo) de la caja 90SS en el proceso mejorado con la utilización de las plantillas reestructuradas**



Fuente: elaboración propia.

El sistema de costes Kaizen es la mejora continua aplicada a la reducción de costes en la fase de fabricación de un producto. Este sistema reduce el coste de producción de los productos, encontrando formas de incrementar la eficiencia del proceso de producción utilizado en su transformación. Este sistema de costes pretende determinar dónde los directivos detectan mayor posibilidad de reducción de costes.

Para que el sistema de costes Kaizen sea eficaz, se proporciona a los equipos de trabajo una información detallada de los costes de forma continua.

Entre las características que le son propias, podemos reflejar las siguientes:

- La idea es informar y motivar la reducción de costes de los procesos, no obtener unos costes de los productos más fidedignos.
- La reducción de costes es una responsabilidad de equipo, no individual.
- Es frecuente, incluso lote a lote, que los costes reales de producción sean calculados, comentados y analizados por los empleados de primera línea. En muchos casos, el propio equipo, no el personal de contabilidad, recoge y prepara la información de costes.
- La información de costes utilizada por los equipos es exclusiva para su entorno de producción, a fin de que los esfuerzos de aprendizaje y mejora se centren en las áreas con mayores oportunidades de reducción de costes.
- Los costos estándar son ajustados continuamente para reflejar, tanto las reducciones producidas en costes reales como las mejoras previstas en los costes futuros. Esto asegura que se mantendrán las innovaciones con éxito demostrado en la mejora de procesos y se establecerá un nuevo nivel si hay mejoras futuras.
- Los equipos de trabajo son responsables de la generación de ideas para alcanzar los objetivos de reducción de costes; tienen autoridad para hacer inversiones a pequeña escala, si puede demostrarse que producirán reducciones de costes.

El objetivo primordial del sistema de costes Kaizen no es la estabilización de un proceso de producción en torno a unos estándares determinados previamente. El objetivo es mejorar constantemente en líneas de producto ya existentes hace tiempo, altamente sensibles a los precios y no dispuestas a aceptar innovaciones en el producto.



### **3. FASE DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Plan de contingencia**

Se establece un plan de contingencia para la empresa BETANTÉCNICA, S.A. estableciendo los procedimientos alternativos al orden normal, cuyo fin es permitir el funcionamiento normal de esta, aún cuando alguna de sus funciones se viese dañada por un accidente interno o externo.

La función de este plan de contingencia es la continuidad de las operaciones de la empresa BETANTÉCNICA, S.A., enumerando cuatro etapas:

- Evaluación de riesgos
- Planificación
- Pruebas de viabilidad
- Ejecución

En la etapa de evaluación se inicia estableciendo los parámetros de riesgos potenciales que tiene la empresa, primeramente al no tener una señalización de ruta de recorrido, ruta de evacuación, señalizaciones en las áreas de trabajo como: señales de obligación, de acción de mando, de prohibición, de protección contra incendios y de advertencia.

##### **3.1.1. Evaluación de riesgos**

La primera fase que se contempla en la evaluación de riesgos, es identificar el peligro, entendiendo como tal la fuente o situación con capacidad de

daño en términos de lesiones, daños a la propiedad, daños al medio ambiente, o bien una combinación de ambos. Una vez identificado el peligro se ha de describir, lo que a su vez comporta definir el daño resultante y los acontecimientos que han de suceder desde la situación inicial hasta que se materializa el accidente.

El método parte de una clasificación de las actividades del trabajo, requiriendo posteriormente toda la información que sea necesaria en cada actividad, ya establecidas estas premisas se procede al análisis de riesgos, identificando peligros, estimando riesgos y finalmente procediendo a valorarlos para determinar si son o no son tolerables.

La siguiente matriz se utilizará como criterio de valoración aplicada a la planta de producción de cajas de seguridad de la empresa BETANTÉCNICA, S.A., siendo un método para estimar los niveles de riesgo de acuerdo a su probabilidad y a sus consecuencias esperadas.

Tabla XXV. **Criterios de valoración**

		CONSECUENCIAS		
		Ligeramente dañino (LD)	Dañino (D)	Extremadamente dañino (ED)
Probabilidad	Baja (B)	Riesgo trivial (T)	Riesgo tolerable (TO)	Riesgo moderado (MO)
	Media (M)	Riesgo tolerable (TO)	Riesgo moderado (MO)	Riesgo moderado (MO)
	Alta (A)	Riesgo moderado (MO)	Riesgo importante (I)	Riesgo intolerable (RI)

Fuente: elaboración propia.

### 3.1.1.1. Identificación de riesgos potenciales

Una vez obtenida la anterior información se pasará a la identificación de los riesgos potenciales que pueden actuar sobre cada uno de los trabajadores en

cada una de las actividades. Para llevar a cabo la identificación habrá que preguntarse:

- ¿Existe una fuente de daño?
- ¿Qué o quién puede ser dañado?
- ¿Cómo puede ocurrir el daño?

Con el objetivo de ayudarse en el proceso de identificar los riesgos, es útil el categorizarlos en distintas formas, por ejemplo: por temas mecánicos, eléctricos, incendios, explosiones, radiaciones, sustancias, etc., esto proporciona una lista que deberá ser aumentada o modificada en función de las características específicas de la actividad de trabajo que se considere.

Los riesgos que se identificaron en la empresa BETANTÉCNICA, S.A., se enlistan a continuación:

- Caídas a distinto nivel: en el uso de escaleras manuales o cuando los operarios acceden a la parte superior de la fábrica.
- Caídas a un mismo nivel: por la presencia de obstáculo como herramientas de trabajo, cajas de seguridad en el área de tránsito.
- Caídas de objetos por manipulación: en la caída de piezas de lámina durante la elaboración de las cajas de seguridad o en el traslado de las mismas a las áreas de operación.
- Golpes contra objetos inmóviles: con las partes salientes de las máquinas.

- Golpes y cortes con elementos móviles de las máquinas, ocasionados por elementos móviles de la cortadora CINCINNATI.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas que se utilizan en la fase de cortes y dobleces con las piezas de lámina.
- Proyección de fragmentos o partículas cuando se realizan tareas de pulido y corte en las láminas con la pulidora.
- Atrapamiento o aplastamiento entre objetos de la máquina dobladora neumática CINCINNATI.
- Atrapamiento por el vuelco de maquinaria en el uso de carretilla para transportar material de blindaje, en el uso de la tortuga transportadora y en el uso de la dobladora manual.
- Sobre esfuerzos: posturas inadecuadas o movimientos repetitivos cuando se suben las cajas de seguridad ya terminadas al camión.
- Contactos eléctricos debido a equipos e instalaciones mal protegidas como las extensiones que se utilizan en el área de herrería.
- Inhalación o contacto con sustancias tóxicas y partículas de polvo que se producen en el Área de Acabado y Pintura de las cajas de seguridad.
- Incendios por el inadecuado almacenamiento de productos inflamables como *tinner*, pinturas en el Área de Acabado y Pintura.

### **3.1.1.2. Evaluación de riesgos empresa BETANTÉCNICA, S.A.**

El siguiente documento es una evaluación inicial de riesgos en la empresa BETANTÉCNICA, S.A., por medio de una matriz de riesgos enfocada al puesto de trabajo (operario), teniendo en cuenta la descripción sobre las instalaciones, los equipos de protección individual que cuenta el operario y las condiciones de seguridad (herramientas, equipos de trabajo, máquinas). A partir de esta primera evaluación debe ser elaborado un plan de acción, mediante el cual se profundizará en los diferentes riesgos detectados.

- Identificación y descripción de los riesgos existentes en el puesto de trabajo del proceso de corte y dobleces

Antes de realizar la identificación y descripción de los riesgos existentes en el puesto de trabajo hay que conocer las actividades que realiza el operario:

- Trazado de la lámina
- Corte y dobléz de la lámina
- Ensamblado de la caja
- Acabados y pintura
- Empaque

La herramienta de ingeniería que se utilizó para la evaluación de riesgos es el método del INSHT: método cualitativo y de procedimiento evaluador que genera más solvencia y rapidez de ejecución. Una vez identificados los factores de riesgo y sus riesgos, se estima el nivel de riesgo que supone, determinando las consecuencias y la probabilidad.

- Consecuencias: se deben considerar las partes del cuerpo que se verán afectadas, así como la naturaleza del daño, que podrá ser:
  - Ligeramente dañino: daños superficiales como cortes y magulladuras.
  - Dañinos: como golpes o laceraciones considerables, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores, etc.
  - Extremadamente dañinos: como amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten la vida.
  
- Probabilidad: se puede graduar desde baja hasta alta con el consiguiente criterio:
  - Alta: el daño ocurrirá siempre o casi siempre
  - Media: el daño ocurrirá en algunas ocasiones
  - Baja: el daño ocurrirá en raras ocasiones

A continuación se describen los parámetros de medición de forma cualitativa del método del INSHT.

- Consecuencias
  - Ligeramente dañino (LD): daños superficiales, como cortes y pequeñas magulladuras, irritaciones de ojos por polvo. Molestias e irritación, como dolor de cabeza, etc.
  - Dañino (D): laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores. Sordera, dermatitis, asma,

trastornos músculo-esqueléticos, enfermedades que conducen a incapacidad menor.

- Extremadamente dañino (ED): amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales. Cáncer y otras enfermedades.

- Probabilidad

- Alta (A): el daño ocurrirá siempre o casi siempre
- Media (M): el daño ocurrirá en algunas ocasiones
- Baja (B): el daño ocurrirá raras veces

### 3.2. Aplicación del método del INSHT a la planta de producción de cajas de seguridad de la empresa BETANTÉCNICA S.A.

- Caídas a distinto nivel

Este riesgo se puede presentar, principalmente cuando se realizan tareas que requieran la utilización de escaleras manuales, y caídas de las personas que acceden a la parte superior de la fábrica.

Tabla XXVI. **Criterios de valoración distinto nivel**

CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	PRIORIDAD	RESPONSABLES
Dañino	Baja	Tolerable	Baja	Operario (OP)
<b>Medidas correctoras</b>	El ascenso y descenso en las escaleras se de hacer siempre de cara a la misma, teniendo libre las manos y utilizándolas para subir o bajar los escalones. (OP)			

Fuente: elaboración propia.

- Caídas al mismo nivel

Los trabajadores pueden sufrir este tipo de riesgo por la presencia de obstáculos como herramientas de trabajo, cajas, o resbalones por mal mantenimiento del suelo.

Tabla XXVII. **Criterios de valoración mismo nivel**

CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	PRIORIDAD	RESPONSABLES
Ligeramente dañino	Baja	Trivial	Muy baja	Operario (OP)
<b>Medidas correctoras</b>	Mantener la superficie de trabajo en condiciones adecuadas de limpieza y orden. (OP).			

Fuente: elaboración propia.

- Caída de objetos por manipulación

Posibilidad de caída de las piezas de lámina durante la ejecución de los trabajos o en las operaciones de transporte y elevación por medios manuales o mecánicos.

Tabla XXVIII. **Criterios de valoración por manipulación**

CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	PRIORIDAD	RESPONSABLES
Extremadamente dañino	Baja	Moderado	Media	Operario (OP)
<b>Medidas correctoras</b>	Utilizar la mesa con rodos para el transporte de la lámina en el proceso de corte y doblaje.			

Fuente: elaboración propia.

- Golpes contra objetos inmóviles

Posibilidad de golpearse con las partes salientes de las máquinas, etc.

Tabla XXIX. **Criterios de valoración objetos inmóviles**

CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	PRIORIDAD	RESPONSABLES
Ligeramente dañino	Baja	Trivial	Baja	Operario (OP)
<b>Medidas correctoras</b>	Aquellas máquinas que poseen bordes muy saliente colocación de esponjas protectoras y amortiguadoras.			

Fuente: elaboración propia.

- Golpes y cortes con elementos móviles de las máquinas

Posibilidad de golpes, cortes o rasguños ocasionados por elementos móviles de las maquinas o materiales en manipulación o transporte.

Tabla XXX. **Criterios de valoración móviles de las máquinas**

CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	PRIORIDAD	RESPONSABLES
Daño	Baja	Tolerable	Baja	Encargado(E) Operario (OP)
<b>Medidas correctoras</b>	Correcto mantenimiento de la maquinaria y comprobación periódica del buen estado de las mismas. (E). Los trabajadores no eliminarán en ningún momento las protecciones obligatorias de que estén dotadas las máquinas. (OP). Utilización de los equipos de protección (guantes, etc.) (OP).			

Fuente: elaboración propia.

- Golpes y cortes por objetos o herramientas

El trabajador puede sufrir heridas de corte en la fase de corte y doblado de las piezas de lámina.

Tabla XXXI. **Criterios de valoración por objetos o herramientas**

CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	PRIORIDAD	RESPONSABLES
Ligeramente dañino	Baja	Trivial	Baja	Encargado(E) Operario (OP)
<b>Medidas correctoras</b>	Empleo de guantes como equipo de protección en la fase de corte y doblado de las láminas de metal y formar al operario en el uso adecuado de la herramienta de corte. (OP) y (E).			

Fuente: elaboración propia.

- Proyección de fragmentos o partículas

Este riesgo se puede presentar principalmente cuando el operario realiza tareas de pulido y corte con la pulidora en las láminas de metal.

Tabla XXXII. **Criterios de valoración fragmentos o partículas**

CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	PRIORIDAD	RESPONSABLES
Dañino	Alta	Importante	Alta	Encargado(E) Operario (OP)
<b>Medidas correctoras</b>	La maquinaria utilizada para el corte y pulido dispondrá de las protecciones reglamentarias.(E) Gafas protectoras y protección facial. (OP) Información del riesgo y correcto uso del equipo de protección.(E)			

Fuente: elaboración propia.

- Atrapamiento o aplastamientos por o entre objetos

Debido al atrapamiento o aplastamiento por mecanismos de la maquinaria o por las piezas de metal.

Tabla XXXIII. **Criterios de valoración aplastamientos por o entre objetos**

CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	PRIORIDAD	RESPONSABLES
Extremadamente Dañino	Baja	Moderado	Media	Encargado(E) Operario (OP)
<b>Medidas correctoras</b>	Instalación de detectores de presencia para el parado automático de las maquinas y dispositivos de parado de emergencia. (E) Correcto almacenaje de las planchas de metal, en zona delimitada para ello. (OP).			

Fuente: elaboración propia.

- Atrapamiento por el vuelco de maquinaria: carretilla, dobléz de lámina en dobladora manual.

Tabla XXXIV. **Criterios de valoración por el vuelco de maquinaria**

CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	PRIORIDAD	RESPONSABLES
Dañino	Media	Moderado	Media	Encargado(E) Operario (OP)
<b>Medidas correctoras</b>	Evitar cambios de dirección bruscos. No evolucionar con la carga alta. No elevar una carga que exceda de la capacidad nominal. Sujetar la carga adecuadamente. (OP) Aseguramiento correcto al terreno de la maquinaria y comprobación de la verticalidad y resistencia al suelo.(E)			

Fuente: elaboración propia.

- Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas o movimientos repetitivos

Aparece en la manipulación de cargas y en el mantenimiento de movimientos repetitivos a lo largo de la jornada laboral.

Tabla XXXV. **Criterios de valoración posturas inadecuadas o movimientos**

CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	PRIORIDAD	RESPONSABLES
Ligeramente dañino	Alta	Tolerable	Baja	Encargado(E) Operario (OP)
<b>Medidas correctoras</b>	Utilizar los cinturones dorsos lumbares. Realizar descansos. Formación para la correcta manipulación de las cargas.(OP) Para cargas superiores a 25 Kg la carga se manipulará por el número de operarios adecuado.(E)			

Fuente: elaboración propia.

- Contactos eléctricos

Generalmente es debido a derivaciones en los equipos o a instalaciones mal protegidas o aisladas.

Tabla XXXVI. **Criterios de valoración contactos eléctricos**

CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	PRIORIDAD	RESPONSABLES
Dañino	Baja	Tolerable	Baja	Encargado(E) Operario (OP)
<b>Medidas correctoras</b>	Mantener los equipos, herramientas, máquinas eléctricas en buen estado, impedir la aparición de defectos y deterioros en los cables etc. (E) y (OP)			

Fuente: elaboración propia.

- Inhalación o contacto con sustancias tóxicas y partículas de polvo

Se puede producir la inhalación de polvo en la fase de corte y pulido de las piezas de metal y cuando el operario utiliza la masilla en el tratamiento de masillado.

Tabla XXXVII. **Criterios de valoración contacto con sustancias tóxicas y partículas de polvo**

CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	PRIORIDAD	RESPONSABLES
Dañino	Alta	Tolerable	Media	Operario (OP)
<b>Medidas correctoras</b>	Evitar el que entre en contacto con el trabajador a través de la utilización de gafas de protección y protección facial durante las labores de corte y pulido de la lámina de metal.			

Fuente: elaboración propia.

- Incendios

Las malas condiciones de almacenamiento de productos como: galones de tinner, productos químicos, junto a herramientas y equipos de trabajo, sin ningún orden ni seguridad.

Tabla XXXVIII. **Criterios de valoración incendios**

CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	PRIORIDAD	RESPONSABLES
Extremadamente dañino	Alta	Importante	Alta	Encargado(E) Operario (OP)
<b>Medidas correctoras</b>	Mantener condiciones adecuadas de almacenamiento del material, de las herramientas, máquinas; mantener los galones de <i>tinner</i> en lugares protegidos con mallas que impidan ser derribadas, eliminación de las fuente sde ignición, suministro de ventilación tanto local como general.(OP)			

Continuación de la tabla XXXVIII.

<b>Medidas correctoras</b>	Instalación de los sistemas de alarma y detección adecuados. (E) Elaboración del plan de autoprotección, realización de simulacros periódicos y formación del personal para actuación en caso de incendio. (E) Correcta señalización de las vías de evacuación, así como de los sistemas de alarma y de extinción. (E)
----------------------------	--

Fuente: elaboración propia.

- Accidente de tránsito peatonal durante la jornada laboral

Se puede presentar cuando el operario realiza tareas de reparto.

Tabla XXXIX. **Criterios de valoración tránsito peatonal durante la jornada laboral**

CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	PRIORIDAD	RESPONSABLES
Dañino	Media	Moderado	Alta	Operario (OP)
<b>Medidas correctoras</b>	Conciliar el trabajo que desarrolla el operario en la fábrica eliminar las prisas que dificulten la óptima realización del trabajo.(OP) Conocer los recorridos, trayectos de las distintas operaciones de la fábrica.(OP) Respetar las normas de circulación peatonal dentro de la línea de recorrido.(OP)			

Fuente: elaboración propia.

- Agente físico: ruido

Por simple inspección se determina que los niveles de ruido no exceden los parámetros que puedan causar problemas a corto y mediano plazo.

Tabla XL. Criterios de valoración ruido

CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	PRIORIDAD	RESPONSABLES
Ligeramente dañino	Baja	Trivial	Baja	Encargado(E) Operario (OP)
<b>Medidas correctoras</b>	Uso de la protección auditiva proporcionada. (OP) Aislar, en la medida de lo posible las zonas de trabajo en las que se produce ruido de las demás.(E) Informar del peligro y del correcto uso del equipo de protección.(E)			

Fuente: elaboración propia.

### 3.3. Ruta de evacuación

Una evacuación es un conjunto de acciones mediante las cuales se pretende proteger la vida y la integridad de las personas que se encuentren en una situación de peligro, llevándolas a un lugar de menor riesgo.

En un ambiente de emergencia es preciso que todos los individuos de la empresa, incluyendo los visitantes, conozcan cómo actuar y por dónde salir en caso de ser necesario. Es primordial que todos conozcan las rutas de evacuación de su área de trabajo y de la empresa.

Para la empresa BETANTÉCNICA, S.A. se estableció como ruta de evacuación una señalización con flechas blancas sobre un fondo verde el cual está comprobado como estándar en las rutas de varias empresas que han implementado este tipo de planes de contingencia, esta señalización se colocó en las paredes de la fábrica, atornilladas a una altura de 190 centímetros del nivel del piso.

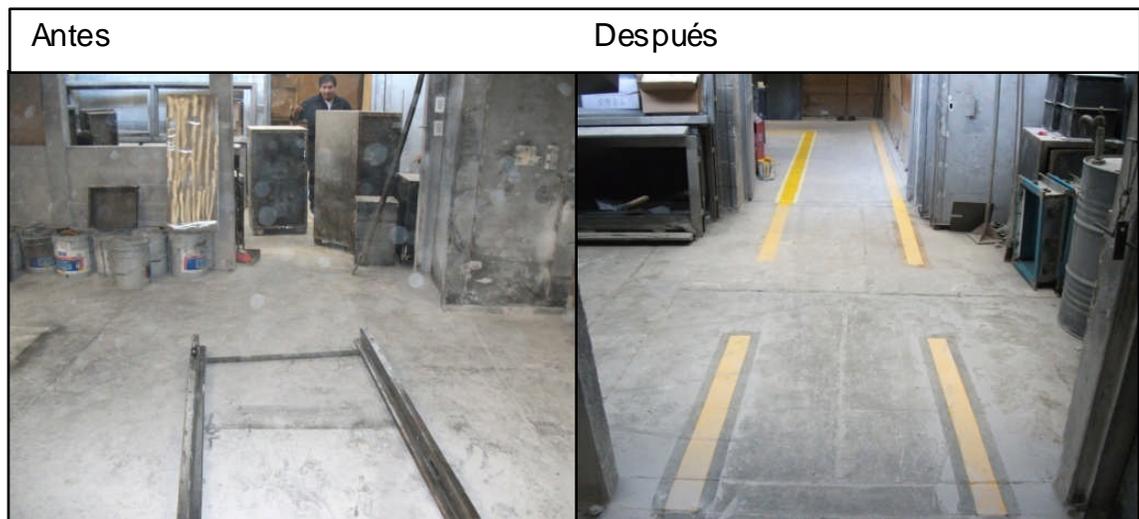


Se determinó primero la ruta de recorrido la cual establece el lugar por donde se debe transitar en caso de una emergencia, esta ruta tiene las medidas estándar mínimas debido al espacio con el que cuenta la planta, las líneas que se trazaron son dos paralelas de color amarillo tránsito, con un grosor de 10 cm y un metro de separación entre una y otra.

Cabe mencionar que la ruta de recorrido a traviesa la planta desde el fondo que es el área de masillado y pintura hasta el punto de reunión o lugar seguro.

A continuación se presenta el antes y el después en una serie de fotografías que muestran la secuencia de cómo se fue estableciendo y colocando la señalización de la planta.

Figura 53. **Muestra cómo se trabajaba antes y después de pintar la ruta de recorrido en las áreas de trabajo**



Fuente: BETANTÉCNICA, S.A., km 17,5 carretera a Villa Canales, zona 6 de San Miguel Petapa.

La distribución de las rutas de evacuación y salidas de emergencia ante cualquier eventualidad que requiera del desalojo de las instalaciones de la fábrica, se definieron mediante un recorrido de reconocimiento por toda la planta.

La señalización se considera como una medida preventiva básica que se requiere conocer para localizar y detectar áreas seguras.

Cualquiera de estas señales exige la ocurrencia de tres características básicas:

- Llamar la atención
- Transmitir un mensaje claro
- Ubicarse en un lugar apropiado

Las señales y avisos deben ser entendibles para todas las personas, elaborados con textos cortos.

La señalización en cada área existe, para prevenir, prohibir, informar u obligar a los empleados y usuarios a cumplir con lo estipulado en cada mensaje.

Las señales que se utilizaron para la señalización de la empresa BETANTÉCNICA, S.A., se colocaron en las paredes utilizando barreno, tarugos y tornillos, garantizando su adhesión al lugar establecido. A continuación se muestran las imágenes de los rótulos de señalización que se instalaron, también en la figura 59 del diagrama de señalización se muestra un croquis de la ubicación exacta de cada rótulo.

A continuación se muestran las señales utilizadas para la planta BETANTÉCNICA, S.A., colocando físicamente 10 señales de obligación, acción de mando, cinco señales de prohibición, seis señales de protección contra incendios, una señal de advertencia, siendo colocadas en las paredes de la planta a una altura de 1,80 m del piso en base a las medidas estándar de señalización industrial Noma Técnica NTP399.010-1 *Indeci e Indecopi*.

Figura 54. **Señales de evacuación, condición de seguridad**



Fuente: elaboración propia.

Figura 55. **Señales de protección contra incendios, señales de advertencia**



Fuente: elaboración propia.

Figura 56. **Señales de obligación, acción de mando y señales de prohibición**



Fuente: elaboración propia.

#### **3.4. Medios de protección para la planta de producción de la empresa BETANTÉCNICA, S.A.**

La señalización colocada en la empresa BETANTÉCNICA, S.A., cumple con el objetivo de lograr la detección rápida de incidentes y facilitar al factor humano el restablecimiento de la situación previa (rutina) al incidente.

La seguridad integral está constituida por dos tipos de medios, que deben aunarse como partes integrantes en un todo, estos medios son:

##### **3.4.1. Medios técnicos**

Los medios técnicos, se pueden dividir en dos partes esenciales, los pasivos o seguridad física y los activos o seguridad electrónica, en el caso de la empresa BETANTÉCNICA, S.A., se utilizaron los medios técnicos de seguridad física como rótulos obligación, de acción de mando y señales de prohibición, que alertan al operario de numerosos agentes externos causantes de daños o

pérdidas (naturales, químicos, antisociales, etc.) se analizan sólo aquellos que van dirigidos contra los bienes y el patrimonio de forma intencionada.

### **3.4.2. Medios humanos**

Los medios humanos se organizaron para participar en las acciones de autoprotección con tareas específicas.

Para lograr una correcta coordinación entre los operarios de la empresa BETANTÉCNICA, S.A., se realizó una presentación con diapositivas en donde se muestran los rótulos que conforman la señalización de la planta de producción, involucrándolos de una forma participativa a todos los estamentos actuantes ante una emergencia y dar eficacia y fluidez a las órdenes que darán lugar a la activación de las distintas acciones a tomar, es aconsejable centralizar en un centro de control la información y toma de decisiones durante el desarrollo de una situación de emergencia.

### **3.4.3. Diagrama de señalización de la planta de producción de la empresa BETANTÉCNICA, S.A.**

Este diagrama muestra la ubicación de la señalización, mostrando el lugar exacto de las señales de obligación, acción de mando; señales de prohibición, señales de protección contra incendios, señales de advertencia y la ruta de recorrido.

La figura 57 muestra el plano de la planta de la empresa BETANTÉCNICA, S.A. y la ubicación exacta en donde fueron colocados los rótulos de la señalización, asimismo, las flechas de la ruta de evacuación los cuales fueron elaborados con un material vinílico adhesivo para los cuales la empresa



### **3.5. Plan de evacuación**

Este plan está elaborado para la empresa BETANTÉCNICA, S.A. y tiene por objetivo establecer y llevar a cabo medidas para evitar o disminuir el impacto destructivo de una emergencia, siniestro o desastre, con base a los peligros a que está expuesta la empresa.

En el capítulo 3 inciso 3.1.1 se hace una evaluación de riesgos estableciendo las zonas que por su naturaleza, equipo, almacenaje, características físicas, acumulación de materiales o cualquier otro factor proporcionan riesgo al personal, visitantes y bienes de la empresa.

El plan de evacuación incluye las acciones que se deben tomar tanto en una emergencia real como en los simulacros, las personas responsables de cada una de las brigadas, los planos de la ruta de evacuación y la evaluación que está a cargo del ingeniero de planta.

#### **3.5.1. Simulacro de emergencia**

Para realizar un simulacro de emergencia en la empresa BETANTÉCNICA, S.A., es necesario que el personal ubique las zonas de riesgo, rutas de evacuación, rutas de acceso de los servicios de emergencia, áreas de concentración para el personal, en caso de tener que desalojar el edificio.

En la figura 52, plano de la ruta de evacuación se muestra como quedó establecida la señalización para que cada persona que visite las instalaciones se ubique con facilidad, de cuál es la ruta al punto de encuentro o zona segura.

Las brigadas son grupos de personas organizadas y capacitadas para emergencias, mismos que serán responsables de combatirlos de manera preventiva o ante eventualidades de un alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre, dentro de una empresa, industria o establecimiento y cuya función está orientada a salvaguardar a las personas, sus bienes y el entorno de los mismos.

Para la empresa BETANTÉCNICA, S.A. se establecen las siguientes brigadas a cargo del Departamento de Herrería. Hay nueve personas las cuales estarían a cargo de cada una de las brigadas de la siguiente manera:

- Brigada de evacuación: Departamento de Herrería 1.
- Brigada de primeros auxilios: Departamento de Herrería 2.
- Brigada de prevención y combate de incendio: Departamento de Herrería 3.
- Brigada de comunicación: Departamento de Herrería 4.
- Evaluación: ingeniero de planta.

Los simulacros de emergencia son la simulación de una situación de emergencia donde se busca recrear, de una manera ficticia, las dificultades que se generarían en una situación real, ya sea causada por incendio, alarma de bomba, inundación, terremotos, entre otros; son conocidos también, como ejercicios en vivo y varían desde ejercicios a pequeña escala, que analizan algún componente de la respuesta como una evacuación, hasta ejercicios a escala completa donde se evalúa toda la organización que responde a un incidente, de esta forma el plan proporcionan el único medio de examinar a fondo las actuaciones cruciales para manejar los recursos de que se dispone.

La utilidad de los simulacros se puede considerar respecto a tres enfoques: en cuanto a las personas que participan, a las instalaciones en las que se realizan y a las operaciones, procedimientos o protocolos que se aplican. Los simulacros ayudan a mejorar el conocimiento de las instalaciones, el conocimiento de las vías de evacuación y las posibles salidas, la sensación de que el tiempo de que se dispone no es suficiente, la confianza en las personas de ser capaces de enfrentarse a una situación de emergencia, sin perder el control ni sucumbir al pánico, y la sensación de seguridad al conocer cuáles son las medidas adoptadas por los responsables para salvaguardar la seguridad, permiten, además, detectar problemas técnicos como la mala señalización de los extintores, las bocas de incendio equipadas, las vías de evacuación, las salidas de emergencia o los puntos de reunión, en cuanto a su ubicación y localización.

Respecto a las operaciones, procedimientos o protocolos que se utilizan, ayudan a determinar problemas organizativos como los fallos del plan de emergencia en cuanto a la capacidad de reacción y actuación de los medios humanos, la coordinación entre los equipos internos y la ayuda externa.

### **3.5.2. Emergencia parcial**

Emergencia que requiere para su control la actuación de la brigada de primeros auxilios (Giovanni Granados y Marcos Co), la brigada de comunicación (Héctor Pelen y Carlos Vela), ya que no afectará normalmente a sectores colindantes, también se le conoce como el accidente que para ser dominado requiere la actuación de los equipos especiales del centro y medios de los servicios públicos, para ser tal, los efectos de la emergencia parcial quedarán limitados a un área o zona fácilmente controlable y que, previsiblemente, no afectarán a otras colindantes.

Habrá que trasladar pacientes del sector de riesgo a otra zona protegida, por posible efecto de humo o llamas.

### **3.5.3. Emergencia general**

Es el accidente que precisa de la actuaci3n de todos los equipos y medios de protecci3n del centro sanitario y de la ayuda exterior, la emergencia general podrá ser brigada de evacuaci3n (herrero 1, herrero 2 y herrero 3), la brigada de comunicaci3n (herrero 4, herrero 5 y herrero 6) y la evaluaci3n a cargo del ingeniero de planta, quien establecerá el grado de la emergencia al comportar la evacuaci3n o aislamiento de determinadas áreas de la empresa y el traslado del personal afectado, a propuesta de los bomberos, se pondr  en marcha la evacuaci3n parcial o total de la fábrica.

### **3.5.4. Protocolo de evacuaci3n**

El protocolo de evacuaci3n indica que la instalaci3n de la empresa BETANTÉCNICA, S.A. será evacuada cuando exista el riesgo inminente de colapsar estructuralmente (derrumbe del edificio), cuando haya amenazas de incendios (conatos de incendios, incendios propiamente dicho), exista alarma de amenaza por algún artefacto explosivo o más remotamente algún acto terrorista.

Seguir las rutas evacuaci3n según se nalizaci3n previamente definida.

- Cada persona seguirá el proceso de evacuaci3n, siguiendo la ruta se nalada hacia las áreas de seguridad.

- Antes de evacuar un ambiente de trabajo controlar el riesgo local y cierre los fluidos agua y energía.
- Ante la presencia de conatos de incendios, éste deberá ser sofocado para evitar mayores daños uso de extintores, para ello se deberá tener entrenamiento previo.
- Rescatar el botiquín, salir sin correr y evitar causar pánico.
- Usar rutas señalizadas, si el sismo fuera nocturno es importante el uso de lintemas de mano para ubicar señales de emergencias.
- Ayudar a salir a otras personas y no regresar al ambiente hasta nueva orden.
- Una vez en el exterior, aplicar primeros auxilios y notificar las necesidades de rescate y salvamento.

### **3.6. Implementación local**

La secuencia lógica que debería emplearse para la implementación del plan de evacuación y su puesta en marcha, debe ser, necesariamente, la determinación de la autoridad de la cual dependerán las decisiones que implique la implementación del plan en este caso un comité de emergencias, que involucre a las distintas áreas de la empresa que se tienen participación directa en el tema. Tales áreas deberían ser:

- Departamento de Herrería.
- Departamento Acabados y Pintura.

- Departamento Armado y Empaque.
- Departamento Blindaje.
- Departamento de Administración.
- En caso de corresponder al proceso de evacuación de la fábrica, un representante de la respectiva gerencia.

La coordinación del comité, debería estar en manos del área que asuma el rol de la jefatura de emergencias, siendo ésta la del Departamento de Administración que tiene el más alto nivel de conducción de la fábrica.

Para la implementación adecuada del plan de contingencia es necesario establecer parámetros que conlleven al buen desarrollo del mismo debido a que de lo contrario, puede crear la engañosa ilusión de que se posee una herramienta adecuada para brindar seguridad a un grupo humano, cuando en realidad sólo puede estar dando un conjunto de medidas que alivien situaciones particulares de un todo, pero nunca establecerán una solución total y definitiva para el problema global.

En la tabla XLI se muestra, de una forma sencilla y secuencial el orden a seguir para la implementación local.

**Tabla XLI. Implementación local**

No.	ACCIÓN	TIEMPO
1	Elaboración del documento escrito (ver detalle)	A
2	Acondicionamiento del inmueble (cartelería, planos, equipos, etc.)	B
3	Plan de capacitación del personal	C
4	Simulacros. Evaluación y crítica de los mismos.	D

Fuente: elaboración propia.

Para la elaboración del documento escrito, debería contener, como mínimo, los siguientes ítems, necesarios para determinar el verdadero umbral de riesgo del inmueble y, por ende, las acciones necesarias para neutralizarlo o minimizarlo:

- Objetivos y alcances
- Evaluación del riesgo
- Entorno de la edificación.
- Situación de los medios exteriores de protección y abastecimiento de agua.
- Características constructivas: resistencia al fuego y sectores de incendio.
- Ubicación y características de las instalaciones y servicios.
- Salidas.
- Vías de evacuación existentes.
- Medios de protección
- Instalaciones de extinción.
- Sistemas de alumbrados especiales.
- Medios asistenciales.
- Medios humanos.
- Implantación
- Responsabilidad.
- Organización.
- Medios técnicos: su mantenimiento.
- Medios humanos: formación.
- Determinación de las acciones especiales asociadas al plan.
- Simulacros.

El acondicionamiento del edificio de la empresa BETANTÉCNICA, S.A. debe necesariamente, realizarse de acuerdo a los tiempos y disponibilidad de fondos asignados, de parte de la gerencia general. Sin embargo, y debido a la innegable influencia de dicho acondicionamiento en el resultado final de cualquier acción de evacuación, debe tratarse de implementarla en el menor plazo posible.

El plan de capacitación del personal previsto en el punto 3 del cuadro anterior, debería prever como mínimo los siguientes cursos:

- Líder del equipo de evacuación.
- Equipo de primera intervención (personal capacitado para el uso de los equipos de extinción hasta la llegada de los bomberos).
- Equipo de segunda intervención (igual al anterior).
- Equipo de apoyo (logística).
- Equipo de primeros auxilios.
- Población a evacuar.

Implementada la capacitación teórica de la totalidad del personal, se procederá a realizar los simulacros correspondientes, determinados en la capacitación del personal involucrado.

La secuencia de acciones hasta aquí desarrolladas, señalan la necesidad de organizar a la población de cada ámbito laboral de la empresa, para enfrentar los distintos tipos de emergencia que pueden presentarse, y que como tales conllevan la generación de verdaderos estados de perturbación en la situación de quienes en ellas se vean implicados.

## **4. FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE**

### **4.1. Programa de capacitación**

Se realizó una reunión de capacitación con el personal de herrería que consta de 9 personas, más el ingeniero de planta de la empresa, esta capacitación fue de tipo presentación magistral en Power Point por computadora y cañonera, se contó con un tiempo de 45 minutos para cada una de ellas. Se abarcaron dos temas con dos presentaciones, los cuales son: Kaizen mantenimiento productivo total o TPM (mantenimiento de compresores) y prevención de riesgos laborales (trabajo en el taller de la empresa BETANTÉCNICA, S.A.) estos temas se detallan a continuación:

La primera presentación de mantenimiento productivo total o TPM (mantenimiento de compresores) consta de 19 diapositivas en las cuales se detallan los objetivos y recomendaciones para un mantenimiento preventivo de los compresores que se utilizan en la planta, incluyendo el de la máquina dobladora neumática CINCINNATI, se realizó una ficha técnica que muestra paso a paso con fotografías y la explicación por escrito de cómo se debe realizar dicho mantenimiento, la cual se encuentra en el apéndice 2, ficha técnica 1, para la elaboración del mantenimiento preventivo y en el apéndice 3, ficha técnica 2, para la elaboración del mantenimiento preventivo.

La segunda presentación prevención de riesgos laborales (trabajo en el taller de la empresa BETANTÉCNICA, S.A.) consta de 24 diapositivas dentro de las cuales se busca que los colaboradores tengan el conocimiento de los riesgos potenciales a que están expuestos en el desarrollo de las actividades diarias en

el taller de herrería, los temas que incluye la presentación son: daños que pueden ocasionar las máquinas, hábitos en el trabajo, medidas preventivas, hábitos personales, uso correcto de herramientas, riesgos eléctricos y señalización. Es en esta capacitación en donde se presenta formalmente ante los colaboradores y el ingeniero de planta la importancia del haber trazado y pintado la ruta de recorrido así como la importancia de los rótulos de señalización.

La evaluación de esta capacitación se realizó de forma oral al finalizar las presentaciones a manera de preguntas directas dando un tiempo estipulado para las respuestas y solución de dudas e inquietudes de parte del personal involucrado.

#### **4.1.1. Evaluación de la capacitación**

La evaluación de la capacitación se dio de forma oral al finalizar las capacitaciones, haciendo preguntas directas al personal involucrado, contestando positivamente en un 90% las preguntas realizadas.

#### **4.1.2. Capacitación en tareas de detección**

Los instrumentos esenciales para la gestión y aplicación del plan de prevención de riesgos, que podrán ser llevados a cabo por fases de forma programada, son la evaluación de riesgos laborales y la planificación de la actividad preventiva en base a la capacitación en la evaluación y detección de riesgos inminentes.

La evaluación de riesgos es la actividad fundamental que la ley establece que debe llevarse a cabo inicialmente y cuando se efectúen determinados

cambios, para poder detectar los riesgos que puedan existir en todos y cada uno de los puestos de trabajo de la empresa y que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

Esta evaluación es responsabilidad de la gerencia de planta de la empresa BETANTÉCNICA, S.A., aunque debe consultarse a los trabajadores sobre el método empleado para realizarla; teniendo en cuenta que éste deberá ajustarse a los riesgos existentes y al nivel de profundización requerido. Para empezar, es recomendable examinar los accidentes, enfermedades y demás daños derivados del trabajo que hayan acontecido en los últimos años y de los que se tenga constancia.

El objetivo fundamental de la evaluación es minimizar y controlar debidamente los riesgos que no han podido ser eliminados, estableciendo las medidas preventivas pertinentes y las prioridades de actuación en función de las consecuencias que tendría su materialización y de la probabilidad de que se produjeran.

La evaluación de riesgos es una actividad que debe ser realizada por personal acreditado por la administración debidamente cualificado y su procedimiento de actuación debe ser consultado con los de los trabajadores.

Para la capacitación en tareas de detección se deben seguir los siguientes pasos:

- Preparación
  - Habría que determinar:

- Quién va a realizar la evaluación (el servicio de prevención si existe, los trabajadores designados, etc.) y proporcionarle la formación, la información y los medios para llevarla a cabo de manera eficaz.
  - Cómo va a realizarla, qué procedimiento va a seguir, qué plazo tiene para concluirla, etc.
  - Qué mecanismos de control va a aplicar para comprobar que la evaluación realizada es operativa y eficaz.
  
- Ejecución
  - Habría que revisar con especial atención:
    - Las instalaciones, las máquinas, los equipos, las herramientas y los productos empleados.
    - El entorno del lugar de trabajo.
    - La formación del personal y las pautas de comportamiento a la hora de realizar las tareas.
    - La adecuación de las medidas preventivas y de los controles existentes.
  
- Registro documental

En la última fase ya se habrá concluido la actividad en el lugar de trabajo, teniendo que registrar documentalmente todo lo observado en los diferentes puestos y tareas analizadas para facilitar el seguimiento por quien corresponda.

En aquellos puestos en los que deban adoptarse medidas preventivas o de control, éstas deberán quedar debidamente registradas especificando de qué

puesto de trabajo o tarea se trata, qué riesgos existen, a qué trabajadores afecta, cuáles han sido los resultados de la evaluación y cuáles son las medidas preventivas que deben adoptarse con indicación de plazos y responsables.

Deberá comprobarse que dichas medidas se llevan a cabo en los plazos establecidos y que resultan eficaces, una vez concluida la evaluación se deberán mostrar los resultados a los trabajadores afectados para que estén debidamente informados sobre los riesgos existentes y las medidas que deben adoptar para evitarlos. Para ello sería recomendable disponer de las correspondientes hojas informativas por puesto de trabajo o tarea.

#### **4.2. Auditorías de calidad**

Esta auditoría estará a cargo del ingeniero de planta Miguel Antonio Ortiz Berger, quien establecerá los parámetros de los tres tipos de auditorías que pueden ser practicados y son:

- De sistemas: examina la aplicación y utilización de las plantillas ya renovadas de los modelos de las cajas de seguridad estableciéndose esto como parámetro de medida de la calidad.
- De proceso: examina cada una de las actividades de los departamentos para verificar los productos que se elaboran y que vayan de acuerdo a los requerimientos establecidos.
- De productos: examinará el producto determinado en este caso las cajas de seguridad, comparando las medidas tanto interiores como exteriores para verificar que los resultados vayan de acuerdo a los requerimientos establecidos y con las medidas de los catálogos.

La auditoría practicada puede ser interna o externa, las mismas ayudan a garantizar que las cosas se están haciendo bien de manera que se puedan corregir anomalías tanto en el sistema proceso o producto, y evitar así costos de calidad.

#### **4.2.1. Auditorías de proceso**

El enfoque que se le da a este concepto en la empresa BETANTÉCNICA, S.A. es el de contar con un proceso estandarizado y documentado sobre la forma cómo debe realizarse la supervisión de actividades de una función las cuales arrojen resultados para la mejora continua con el fin de determinar el cumplimiento de los indicadores establecidos dentro de una organización.

La auditoría interna es una actividad independiente y objetiva de aseguramiento y consulta, para agregar valor mejorando las operaciones de una organización. Ayuda a cumplir sus objetivos, aportando un enfoque sistemático y disciplinado, para evaluar y mejorar la efectividad de los procesos de gestión de riesgos, control y dirección; la auditoría de procesos es una rama de la auditoría interna.

Con una adecuada Auditoría de procesos se busca la mejora continua la cual se basa en la premisa que el desempeño de la mejora es la responsabilidad continua de todos en la organización, para poder lograr los niveles más altos de desempeño, rentabilidad y satisfacción de los clientes

El principal objetivo es contar con un proceso estandarizado y documentado sobre la forma como debe realizarse la supervisión de actividades de una función las cuales arrojen resultados para la mejora continua con el fin de

determinar el cumplimiento de los indicadores establecidos dentro de la empresa.

#### **4.3. Auditorías BPM (Buenas Prácticas de Manufactura)**

Las auditorías BPM están directamente relacionadas con la calidad del producto, ya que es de vital importancia que en el desarrollo de las actividades fabriles se determinen las características que puedan afectar el producto terminado.

Estas auditorías serán desarrolladas por la gerencia en planta tomando en cuenta las siguientes características:

- Protección al producto:
  - Manejo de producto terminado
  - Reparación de equipo
  - Ausencia de grasa
  - Polvo
  
- Control de plagas:
  - Ausencia de residuos de alimentos
  - Drenajes en buen estado
  - Ausencia de agujeros en paredes
  - Evidencia de roedores
  - Evidencia de insectos

- Prácticas del empleado:
  - Apariencia personal
  - Uniforme
  - Protección personal
  - Limpieza de maquinas
  - Limpieza de áreas
  - Almacenamiento adecuado de herramientas y equipo
  
- Orden y limpieza:
  - Limpieza del área
  - Almacenamiento adecuado de productos
  - Pasillos libres de producto
  - *Locker* del personal en buen estado
  - Manejo de basura/basureros
  
- Mantenimiento de equipos y edificios:
  - Techo del edificio
  - Paredes del edificio/piso
  - Instalaciones eléctricas
  - Mantenimiento general de las máquinas
  - Accesos

## CONCLUSIONES

1. El problema principal que afectan la calidad y productividad en el área de cortes y dobleces, está en el proceso del uso de las nueve plantillas de los modelos de cajas de seguridad, las cuales están deterioradas por el uso y desactualizadas en sus medidas estándar por las variaciones en las especificaciones de modelos que se fabrican a requerimiento del cliente.
2. Sí existe variabilidad en las medidas de las cajas de seguridad terminadas comparándolas, con las medidas que se ofrecen a los clientes por medio del catálogo y página de Internet, siendo las diferencias más significativas el ancho de la caja 39SS y el fondo de la caja 90SS.
3. Se renovaron las nueve plantillas según el modelo de la caja de seguridad, haciendo un archivo con hojas transparentes protectoras para su mejor preservación en el momento de la consulta de los operarios.
4. El costo de la elaboración de una caja de seguridad 90SS a través del costo de mano de obra, costo de materia prima, número de operarios que intervienen y el tiempo del proceso en el área de cortes y dobleces dando como resultado un costo de Q. 557,57 tomando en cuenta el costo de no calidad que viene dado por los parámetros de costo de logística, transporte, mano de obra y gastos fijos; para el caso del modelo 90SS, en estudio se tiene un costo de no calidad de Q. 325,00.

5. Al medir la capacidad de producción en el área de cortes y dobleces dio como resultado una capacidad de 62 unidades semanales de los dos modelos 39SS y 90SS.
6. El índice de productividad tomando en cuenta el costo de no calidad da como resultado, luego de la aplicación de la mejora continua Kaizen con la renovación y actualización de las plantillas de los 9 modelos de cajas de seguridad, un 67% de incremento en la productividad.
7. Se hizo el diagrama que muestra la señalización de la ruta de evacuación, colocando físicamente 10 señales de obligación, acción de mando, 5 señales de prohibición, 6 señales de protección contra incendios, 1 señal de advertencia y se pintaron 16,44 m<sup>2</sup> de la ruta de recorrido para la empresa.
8. Establecimiento de plan de contingencia con los procedimientos alternativos al orden normal de una empresa, dejando como fin, permitir el normal funcionamiento de ésta, aun cuando alguna de sus funciones se viese dañada por un accidente interno o externo.
9. La capacitación fue con base en los objetivos alcanzados de mejora continua que quedaron establecidos por los resultados de la aplicación del sistema Kaizen, interviniendo el equipo de 9 herreros, operarios y el ingeniero de planta, constituyéndose en dos temas como el de un programa de mantenimiento preventivo, para los compresores de la planta y el otro prevención de riesgos laborales trabajo en el taller.

## RECOMENDACIONES

1. Que la Dirección de la empresa lleve a cabo la aplicación del sistema Kaizen en todas las áreas y equipos de la organización, para que la misma sea más competitiva y rentable.
2. Incluir a todo el personal al logro de la implementación del sistema Kaizen en la empresa, e involucrar a todas las áreas en los beneficios que se tienen tanto de forma personal como organizacional.
3. Es aconsejable que la dirección de la empresa conforme un equipo de mejoras y proyectos estratégicos (EMPE), por medio del cual se enfoquen y apliquen las mejoras propuestas por el personal de la empresa hacia el Sistema Kaizen.
4. Establecer una comunicación en cascada compartiendo los objetivos logrados y los no logrados, para que los empleados puedan visualizar el progreso que se tiene con las aplicaciones del sistema Kaizen.
5. Practicar, por lo menos una vez al mes, auditorías tanto de calidad como de mantenimiento productivo total, para garantizar que se cumplan todos los objetivos fijados por la dirección de la empresa.
6. Darle seguimiento a las buenas prácticas de manufactura, para garantizar la estandarización de las áreas en cuanto a limpieza y orden se refiere.

7. Mantener en buen estado la señalización tanto de la ruta de recorrido como la señalización de la ruta de evacuación para cualquier eventualidad.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo .*Real Decreto 486/1997, de 14 de abril BOE nº 97, de 23 de abril, Evaluación de riesgos laborales*. España: INSHT, 2006. 58 p.
2. LEFCOVICH, Mauricio. *Calidad, introducción a la década de las estrategias y la búsqueda de la excelencia*. [en línea], <http://winred.com/mauricio-leon-lefcovich/gmx-tag2384.htm?pag=3&ord=contador>. [Consulta: julio de 2012].
3. \_\_\_\_\_. *Kaizen, detección, prevención y eliminación de desperdicios*, [en línea], [www.gestiopolis.com](http://www.gestiopolis.com). [Consulta: julio de 2012].
4. NIEBEL, Benjamin; FREVALDS. Andris. *Ingeniería industrial métodos y estándares* [en línea], [http://www.baldeon\\_mt/pdf/baldeon\\_mt\\_2008/-TH.3.pdf](http://www.baldeon_mt/pdf/baldeon_mt_2008/-TH.3.pdf). [Consulta: julio de 2012].
5. NIEBEL, Benjamin. *Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo*. 11a ed. España: McGraw-Hill, 2009. 744 p.
6. ORTIZ BERGER, Miguel Antonio. *Propuesta de un sistema de producción basado en la programación lineal en una industria de fabricación de cajas de seguridad*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 157 p.





**Apéndice 2.** Ficha técnica 1 para la elaboración del mantenimiento preventivo

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BETANTECNICA S.A.

## MANTENIMIENTO DE COMPRESORES

			
Ubique la válvula de drenaje y desenrosque hasta retirarla.	Coloque el compresor de forma inclinada para permitir que drene más fácilmente.	Espere el tiempo necesario hasta que termine de drenar toda el agua condensada del cilindro.	Revise el empaque de la válvula de drenaje, si es necesario cambie el empaque.
			
Ubique los respiraderos de la cabeza del compresor.	Desarme los filtros de tal manera que se facilite su limpieza interna y externa.	Utilice aire comprimido o con otro compresor para aplicar a los filtros a manera de remover el polvo acumulado.	Revise los tornillos sujetadores del motor y la cabeza del compresor y que estos se aflojan por la vibración.

Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 3. Ficha técnica 2 para la elaboración del mantenimiento preventivo

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BETANTECNICA S.A.  
MANTENIMIENTO DE COMPRESORES

			
Revise las mangueras de aire que no tengan agrietas duras que dejen escapar el aire.	al detectar agrietas duras en las mangueras consulte si se cambia o se repara.	pruebe el sistema de paro automático del motor.	Revise el indicador de aceite para nivelarlo si es necesario.
			
En caso sea necesario nivelar el aceite, ubique el agujero para agregar al depósito de la cabeza del compresor.	para realizar la nivelación de aceite, utilice embudo para evitar derrames Innecesarios.	Realice la limpieza exterior removiendo el polvo y manchas de aceite.	Verifique el correcto funcionamiento del Compresor.

Fuente: elaboración propia.