



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PLAN DE MEJORAS EN LA LINEA
UNIDAD SELLADA AUTOMOTRIZ (USA) DE
FILTROS DE ACEITE EN LA EMPRESA
MANN+HUMMEL FILTRATION
TECNOLOGY. UBICADA EN VALENCIA.
ESTADO CARABOBO**

Autor: Serrano M. Neil A.
C.I. 26.493.385

Urb. Yuma II, Calle N° 3, Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (Master) - Fax: (0241) 871239



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PLAN DE MEJORAS EN LA LINEA UNIDAD SELLADA
AUTOMOTRIZ (USA) DE FILTROS DE ACEITE EN LA EMPRESA
MANN+HUMMEL FILTRATION TECHNOLOGY. UBICADA EN
VALENCIA. ESTADO CARABOBO**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO INDUSTRIAL**

Autor: Serrano M. Neil A.
C.I. 26.493.385

Tutor: Ing. Gruber Caraballo

San Diego, junio de 2018



Universidad José Antonio Páez
Facultad de Ingeniería

FI-SE-I-009-2018-3

Valencia, 10 de Julio de 2018.

Ciudadana:
Serrano Neil
C.I: 26.493.385
Presente.-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 3-2018 de fecha 10/07/2018 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **PLAN DE MEJORAS EN LA LINEA UNIDAD SELLADA AUTOMOTRIZ (USA) DE FILTROS DE ACEITE EN LA EMPRESA MANN+HUMMELFILTRATION TECNOLOGY. UBICADA EN VALENCIA. ESTADO CARABOBO** presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial.

Se ratifica la designación del Ing. Gruber Caraballo, C.I. 12.014.408 y la Ing. Alicia Yanez de Pizzella, C.I. 4.598.880 como Tutores Académicos que lo asesorarán en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Prof. Zulay Salcedo
Decana de la Facultad de Ingeniería



c. c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

ZS/fr

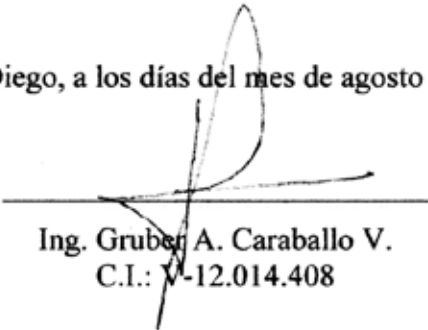


REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ing. Gruber A. Carballo V., portador de la cédula de identidad N° V-12.014.408, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano Neil Anthony Serrano Merchan, portador de la cédula de identidad N° V-26.493.385, titulado **“PLAN DE MEJORAS EN LA LINEA UNIDAD SELLADA AUTOMOTRIZ (USA) DE FILTROS DE ACEITE EN LA EMPRESA MANN+HUMMEL FILTRATION TECHNOLOGY. UBICADA EN VALENCIA. ESTADO CARABOBO.”** Presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los días del mes de agosto del 2018.



Ing. Gruber A. Carballo V.
C.I.: V-12.014.408

AGRADECIMIENTO

A mis padres, Dilia Merchán y Nelson Serrano que me guiaron para poder completar mis metas.

A mi tutor, Ing. Gruber Caraballo quien me ayudo en la realización de esta investigación

A mis profesores, Oswaldo Rodríguez y José Manuel Sánchez los cuales me guiaron en la finalización de la investigación

A mis amigos, los cuales me dieron apoyo en los momentos que más los necesitaba

A María Katiuzka Aponte, que me apoyo, me guio y por siempre creer en mí.

¡GRACIAS!

Neil

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO		Pp.
ÍNDICE GENERAL		vii
ÍNDICE DE CUADROS		viii
ÍNDICE DE FIGURAS		viii
RESUMEN		ix
INTRODUCCIÓN		1
CAPITULO		
I.	EL PROBLEMA	3
	1.1 Planteamiento del Problema.....	3
	1.2 Formulación del problema	5
	1.3 Objetivos de la Investigación	6
	1.3.1 Objetivo General.....	6
	1.3.2 Objetivos Específicos	6
	1.4 Justificación de la Investigación	6
	1.5 Alcance.....	7
II.	MARCO TEÓRICO	8
	2.1. Antecedentes de la Investigación	8
	2.2. Bases Teóricas.....	12
	2.2.1 Plan de Mejoras	12
	2.2.2 Método SMED.....	13
	2.2.3 Paradas de líneas.....	15
	2.2.4 Producción	16
	2.2.5 Productividad.....	16
	2.2.6 Calidad Total	17
	2.2.7 Mantenimiento Preventivo, Correctivo y Predictivo	18
	2.2.8 Proceso de Mejoramiento	19
	2.2.9 Diagrama de Pareto	19
	2.2.10 Nivel de Confianza	20

	2.3 Definición de Términos Básicos	21
III.	MARCO METODOLÓGICO.....	23
	3.1 Tipo de Investigación	23
	3.2 Diseño de la Investigación.....	23
	3.3. Nivel de la investigación:	24
	3.4 Población y Muestra	24
	3.5 Técnicas de Recolección de Datos.....	26
	3.6 Fases Metodológicas.....	27
IV.	RESULTADOS	29
	4.1. Fase I: Evaluación de la situación actual del proceso de producción de la línea Unidad Sellada Automotriz (USA) de filtros de aceite.	29
	4.1.1 Descripción de las máquinas involucradas en el área Elementos I de la Línea Unidad Sellada Automotriz (USA) de la empresa Mann+Hummel Filtration Tecnology C.A.....	31
	4.1.2 Descripción del proceso productivo del área Elementos I de la línea Unidad Sellada Automotriz (USA)	39
	4.1.3 Descripción de puestas a punto de las máquinas involucradas en el proceso productivo en el área Elementos I.....	41
	4.2 Fase II: Diagnostico del proceso de puesta a punto utilizando la herramienta de metodología SMED.....	70
	4.2.1 Plisadora:	70
	4.2.2 Horno de Pre-curado.....	82
	4.2.3 Selladora de Fuelles.....	82
	4.2.4 Dosificadora y Horno de Curado.....	91
	4.2.5 Resumen del Diagnóstico de los procesos de puesta.....	91
	4.3 Fase III: Propuesta de mejoras al proceso basadas en el diagnóstico de la línea Unidad Sellado Automotriz (USA)	93
	4.3.1 Propuesta para la Plisadora.....	93

4.3.2 Propuesta para la selladora de fuelles.....	98
4.4 Fase IV: Análisis de Costos-Beneficios del plan de mejora:	103
CONCLUSIONES.....	107
RECOMENDACIONES.....	110
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	111

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		Pp.
1	Diferencia entre elementos sellados con Resina y Clip de Acero.....	3
2	Filtros tipo cartucho y tipo roscado.....	30
3	Fuelle.....	31
4	Plisadora.....	32
5	Base que sostiene las bobinas de papel.....	33
6	Cadena Transportadora.....	33
7	Horno de Pre-Curado.....	34
8	Cortadora de Fuelles.....	35
9	Selladora de Fuelles.....	36
10	Clip de Acero.....	36
11	Herramientales de la selladora de fuelles.....	37
12	Fuelle colocado sobre herramientas.....	37
13	Maquina Dosificadora.....	38
14	Horno de Curado.....	39
15	Diagrama de Proceso Elementos I.....	40
16	Botones presentes en la plisadora.....	41
17	Tablero de control maquina plisadora.....	42
18	Finalización de la bobina anterior.....	43
19	Seguro y taco de bobina.....	44
20	Bobina de papel nueva.....	45

21	Papel guiado por los rodillos hasta plisadora.....	46
22	Ajustes finales en el cambio de bobina de papel.....	47
23	Desmontaje de rodillo.....	48
24	Cambio de Pletina.....	49
25	Ensamble de rodillo nuevo.....	49
26	Ajuste de Guías.....	50
27	Tablero principal del horno de pre-curado.....	53
28	Regulador de gas.....	53
29	PLC controlador de la temperatura.....	54
30	PLC controlador de la cadena transportadora interna del horno.....	54
31	Pedal que acciona la cortadora.....	55
32	Pletinas de soporte.....	56
33	Panel de control, selladora de fuelles.....	57
34	Cambio de herramental.....	61
35	Tuerca de ajuste y tuerca de apriete.....	62
36	Volante de ajuste e indicador de altura.....	63
37	Primera y segunda polea.....	66
38	Devanador.....	67
39	Rodillos y moletas.....	67
40	Prensa que sujeta el acero.....	68
41	Pedal, dosificadora.....	69
42	Regulador de pistola.....	69
43	Operaciones Internas y Externas, cambio bobina de papel.....	76
44	Operaciones Internas y Externas, cambio de rodillo.....	77
45	Clasificación operaciones internas y externas, selladora de fuelles....	84
46	Diagrama de operación cambio de bobina de papel (actual vs propuesto)	95
47	Espacio de ensamblaje.....	99
48	Herramental guía pequeño con herramental de soporte.....	100

49	Herramental guía grande con herramental de soporte.....	101
50	Distancia máxima permitida para el herramental.....	101

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		Pp.
1	Línea Elementos 1	4
2	Distribución de la población	24
3	Descripción de la muestra	25
4	Matriz de operaciones plisadora.....	51
5	Leyenda del panel de control de la selladora.....	58
6	Matriz de operaciones selladora de fuelles.....	65
7	Estudio piloto, cambio de bobina de papel.....	78
8	Muestreo de trabajo, cambio de bobina de papel.....	80
9	Estudio piloto, herramientas guía.....	86
10	Muestreo de trabajo, herramental guía pequeño.....	87
11	Muestreo de trabajo, herramental guía grande.....	89
12	Comparativo entre herramental guía pequeño y grande.....	91
13	Materiales para base bobina de papel.....	94
14	Diferencias entre proceso actual y propuesto.....	97
15	Diferencias entre proceso actual, estudio de muestreo y propuesto...	97
16	Comparación entre herramientas guía.....	98
17	Costos materiales para base de bobina de papel.....	103
18	Costos elaboración de la base de bobina de papel.....	103
19	Costos elaboración de herramental.....	103
20	Costos total de la propuesta.....	104
21	Flujo de efectivo.....	105

ÍNDICE DE GRAFICOS

GRAFICO		Pp.
1	Gráfico de control, cambio de bobina de papel.....	81
2	Gráfico de control, Herramental guía pequeño	88
3	Gráfico de control, Herramental guía grande.....	90

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PLAN DE MEJORAS EN LA LINEA UNIDAD SELLADA
AUTOMOTRIZ (USA) DE FILTROS DE ACEITE EN LA EMPRESA
MANN+HUMMEL FILTRATION TECHNOLOGY. UBICADA EN VALENCIA.
ESTADO CARABOBO**

Autores: Neil A. Serrano M.

Tutor Académico: Ing. Gruber Caraballo

Fecha: Junio 2018

RESUMEN INFORMATIVO

Un plan de mejoras es una serie de procedimientos, que comprenden una implementación activa para hacer una actividad de manera correcta, tal conceptualización hace que las empresas ejecuten técnicas y estrategias para optar por normativas que ayuden a fortalecer su producción, calidad de trabajo, entre otros. Por lo tanto, este trabajo de grado tiene como objetivo general Proponer un plan de mejoras para la línea Unidad Sellada Automotriz (USA) de filtros de aceite en la empresa MANN+HUMMEL FILTRATION TECHNOLOGY C.A. aumentando el rendimiento operacional (OEE). Esta investigación está enmarcada como proyecto factible con un diseño de campo y como modelo de diseño la técnica metodológica SMED.

Descriptores: Investigación, SMED, Plan de Mejoras.

INTRODUCCION

Inicialmente llamada Affinia Venezuela C.A. hasta el año 2016 que fue comprada por la empresa MANN+HUMMEL FILTRATION TECHNOLOGY es el mayor fabricante, y líder en el mercado venezolano en tecnología de filtración de aceite, aire y combustible para vehículos de pasajeros, autobuses, camiones, maquinaria fuera de carretera unidades estacionarias y marítimas. Posee 150 años de conocimientos técnicos sobre filtración. Esta empresa transnacional es la encargada de la manufacturación de filtros industriales y automotrices de marca WIX y su planta en Venezuela está localizada en la ciudad de Valencia del Estado Carabobo, específicamente en la avenida Ernesto Branger con avenida Iribarren Borges, zona industrial Sur II.

MANN+HUMMEL FILTRATION TECHNOLOGY C.A. tiene muchos procesos en sus diferentes líneas, una de esas líneas llamada Unidad Sellada Automotriz (USA), posee un déficit en el Rendimiento Operacional (OEE) en cuanto al mínimo permitido en el plan de producción, es por esto que surge la siguiente investigación "PLAN DE MEJORAS EN LA LINEA UNIDAD SELLADA AUTOMOTRIZ (USA) DE FILTROS DE ACEITE EN LA EMPRESA MANN+HUMMEL FILTRATION TECNOLOGY UBICADA EN VALENCIA ESTADO CARABOBO" tiene por finalidad dar a conocer los resultados de la incidencia de los procedimientos cómo método de estrategia para la forma de utilización adecuada de los mecanismos operacionales dentro del departamento objeto de estudio.

Dentro de este orden de ideas, este proyecto se encuentra estructurado por capítulos, donde de manera consecutiva y organizada, se pretende identificar el área estudiada, enfocando las causas y efectos producidos en el área objeto de estudio y las posibles conclusiones y recomendaciones presentadas para el caso:

Por consiguiente, el Capítulo I: describe el Planteamiento del Problema, las interrogantes de los investigadores, las cuales han sido convertidas en acciones investigativas, de donde se desprenden el objetivo general y los objetivos específicos y finaliza con la exposición de la justificación.

Seguidamente, se presenta el Capítulo II: donde se desarrolla el marco teórico, donde se describen todos los hallazgos documentales y bibliográficos que guardan relación directa con la temática; es así cómo se presentan los antecedentes de la investigación y las bases teóricas, estas últimas permiten 16 el entendimiento teórico de todo lo relacionado con el control interno y proporcionó los datos necesarios para la elaboración de la propuesta.

Así mismo, se describe el Capítulo III: El cual hace referencia al marco metodológico, donde se define el tipo de investigación, la población, la muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos y las técnicas de análisis de datos.

Por otra parte, el Capítulo IV: Es donde se describen los resultados obtenidos para el desarrollo de la investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

Desde el punto de vista de crecimiento industrial y mejora de calidad laboral, las organizaciones deben mantener competitividad dentro del mercado, lo que las hace ser las mejores frente a sus clientes, ganándose su confianza; pero todo esto, conlleva a una responsabilidad que debe ser estudiada y medida a cada momento por parte del sector comercial de la empresa, de manera que se mantenga estable, en pro a la evolución; ya que de no ser así, la durabilidad de la entidad podría verse incrustada en un ambiente oscuro y bajo en rendimiento, las empresas tienden a sufrir constantes cambios dentro y fuera de la misma, con relación a la forma de alcanzar metas, lo que obliga a estas a ser más ágiles, con la finalidad de garantizar su durabilidad en el futuro, esto hace que ellas, incrementen sus niveles de competitividad entre diferentes sectores industriales, volviéndose cada vez más exigentes, y por ende, prestar un servicio significativo para todos sus clientes y proveedores; debido a que las compañías en su totalidad, deben contar con registros informativos exactos y mayor provecho del tiempo consumido, adquiriendo así una imagen evolutiva y firme.

Venezuela es un país netamente comercial que requiere de ajustes constantes en sus formas de elaboración de procesos para mantenerse como líder en el mercado, las grandes organizaciones manufactureras de servicios y de producción, requieren de políticas que le permitan ahorrar tiempo y materia prima para así obtener mayor productividad, optando por mejor calidad de procesos, satisfaciendo de manera cuantiosa las entregas a cada uno de sus clientes, dicho esto, Mann+Hummel Filtration Technology es una organización encargada de diseñar y manufacturar filtros automotrices e industriales, comprometida en promover la calidad, mejorando continuamente sus procesos, así como la participación, capacitación y motivación de

su personal, cómo una manera de asegurar la confiabilidad de sus productos y servicios, de este modo, dentro de sus líneas de producción, la línea Unidad Sellada automotriz(USA), posee 3 áreas de operaciones, cómo son Elementos I, Engargolado I y Pintura USA, dicho esto, el área Elementos I presenta un problema debido a que esta línea sufrió un cambio de estructura en el área de ensamblado hace poco tiempo debido a términos de calidad, cambiando de la máquina DOEBOY a la máquina CLIPPING MACHINE, en tal sentido, cambió la estructura del proceso de los filtros ya que paso de un proceso de dosificado de resina, sellado y curado de la misma a solo ajuste de papel y colocación de un clip de acero, dándole un mejor acabado en torno a limpieza del papel, mayor distribución de los pliegues y eliminando el riego de resina en el lugar de trabajo cómo también en las manos de los operarios ya que el dosificador de resina para pegar los pliegues del papel filtrante era manual y poseían el riesgo de mancharse. (VER FIGURA 1)



Figura 1. Diferencia entre elementos sellados con resina y clip de acero.

Fuente: Departamento de Ingeniería, Mann+Hummel Filtration Tecnology C.A

De las evidencias anteriores se puede demostrar que con la máquina CLIPPING MACHINE el elemento filtrante posee una mejor calidad y mejor presentación, dicho

esto, esta máquina presenta problemas en el área de producción, ya que no cumple con los estándares establecidos de fábrica. (VER CUADRO 1)

Cuadro 1. Línea Elementos I

LINEA ELEMENTOS I (2018)				
MES	RENDIMIENTO OPERACIONAL	DISPONIBILIDAD	CALIDAD	OEE
ENERO	20,68%	76,04%	99,91%	15,71%
FEBRERO	33,33%	89,74%	99,21%	29,68%
MARZO	77,82%	66,85%	99,87%	51,95%

Fuente: Departamento de Producción Mann+Hummel Filtration Technology

Siguiendo los datos suministrado por la tabla anterior, podemos indicar que el rendimiento operacional (OEE) aunque ha venido en crecimiento, no cumple con los parámetros de la empresa ya que el mínimo es 65% tomando en cuenta el porcentaje del mes de marzo se puede definir que si se planificaron 80.000 filtros el 51% de esos fueron fabricados, es decir, solo se produjeron 40.800 filtros y así se dejaron de producir 39.200 filtros con un valor de producción de \$0,5, es decir, \$19.600 en filtros no producidos.

Por lo antes expuesto, es recomendable hacer uso de las herramientas de mejora continua, encaminando a lograr los objetivos con la menor inversión posible basada en que no es necesario utilizar costosa tecnología ni sistemas complejos de administración para implementar métodos que permitan mejorar de forma continua los niveles de eficiencia y productividad en la empresa.

1.2 Formulación del problema

¿Cómo se podría mejorar el proceso de producción de la línea Unidad Sellada Automotriz (USA) de filtros de aceite en la empresa MANN+HUMMEL FILTRATION TECHNOLOGY ubicada en Valencia estado Carabobo?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Elaborar un plan de mejoras en la línea Unidad Sellada Automotriz (USA) de filtros de aceite en la empresa MANN+HUMMEL FILTRATION TECHNOLOGY ubicada en Valencia. estado Carabobo.

1.3.2 Objetivos Específicos

-Evaluar la situación actual del proceso de producción en el área Elementos I de la línea Unidad Sellada Automotriz (USA) de filtros de aceite.

-Diagnosticar el proceso de Puesta a punto utilizando la herramienta de metodología SMED.

-Proponer mejoras al proceso basada en el diagnóstico del área Elementos I de la línea Unidad Sellado Automotriz (USA).

-Realizar el análisis de Costos-Beneficios del plan de mejoras.

1.4 Justificación de la Investigación

En la empresa Mann+Hummel Filtration Technology presenta inconvenientes con los planes de producción en la línea Unidad Sellada Automotriz (USA), producidos por las actividades que involucran en este proceso, lo cual trae como consecuencia retrasos en los pedidos y disminución en la producción, es allí donde se hace relevante la realización de esta investigación, para realizar un plan de mejora que permita aumentar la producción para así poder subir el índice de rendimiento operacional (OEE).

Realizando este plan de mejora se garantizará un aumento en la producción de la línea Unidad Sellada Automotriz (USA), la preparación y análisis de este producto final promueve una serie de beneficios enfocados al mejor desempeño de actividades y la multiplicación de ganancias por producción. De esta manera, este estudio puede ser aplicado en cualquier otra área que diagnostique las mismas características. En otro orden de ideas, el desarrollo global de este proyecto posibilita ejercer los roles aprendidos cómo estudiante de Ingeniería Industrial en la Universidad José Antonio Páez, dentro de la gerencia productiva, Por otro lado, este trabajo especial de grado

también servirá como ficha de interés temático-referencial para aquellos futuros estudiantes y/o profesionales de la Universidad antes mencionada; así como de otras instituciones.

1.5 Alcance

Esta investigación se lleva a cabo en la empresa Mann+Hummel Filtration Technology, Ubicada en la zona industrial de Valencia estado Carabobo; específicamente en el área Elementos 1 de la línea Unidad Sellada Automotriz (USA) de Filtros de Aceite, la cual va orientada a mejorar el proceso de puesta a punto del Área.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Según Sabino, C. (1999:9), El marco teórico, marco referencial o marco conceptual tiene el propósito de dar a la investigación un sistema coordinado y coherente de conceptos y proposiciones que permitan abordar el problema.

“Se trata de integrar al problema dentro de un ámbito donde este cobre sentido, incorporando los conocimientos previos relativos al mismo y ordenándolos de modo tal que resulten útil a nuestra tarea”.

2.1. Antecedentes de la Investigación.

De acuerdo a lo anterior, para fortalecer la investigación y lograr en la misma un soporte fundamental en cada uno de los términos tratados, es necesaria la utilización de antecedentes, los cual según lo expuesto por:

Sabino, C. (1990:89), define como “todos aquellos trabajos de investigación que preceden al que se está realizando. Son los relacionados con el objeto de estudio presente en la investigación que se está haciendo” (p.89). Lo que permitió hacer uso de las siguientes fuentes:

Inicialmente, se tiene a Fernández, A. (2017), en su investigación titulada **Propuesta de un plan de mejoras basado en gestión por procesos, para incrementar la productividad en la empresa distribuciones A & B** la cual fue realizada en la Universidad Señor de Sipán (USS), para optar al título de Ingeniero Industrial. La empresa está dedicada a la producción de agua de mesa embotellada en bidones con capacidad de 20 litros, y cuenta con pocos años dedicándose a este rublo del agua de mesa. El objetivo principal de esta investigación es elaborar la propuesta de un plan de mejoras basado en gestión por procesos, para incrementar la productividad. Esto se realiza utilizando, el mapa de proceso de la empresa, los

diagramas de flujo, y los diagramas causa efecto correspondiente a los procesos de la empresa.

El proceso metodológico se basa en el recopilar la información mediante el análisis de documentos, utilizando archivos, documentos, y cuestionarios y la entrevista, cuya finalidad es obtener datos e información a partir de fuentes documentales y observar los hechos a través de la valoración por parte de los encuestados y entrevistado, con el fin de ser utilizados dentro de los límites de la investigación.

El principal resultado de esta investigación es que la empresa Distribuciones A & B, tenga una mejora en el proceso de producción, las estrategias de ventas de la empresa y un posible aumento de la satisfacción de los colaboradores y clientes. La productividad se incrementaría en un 22.18%, se reduciría el desperdicio de agua en el lavado de bidones, se eliminaría un puesto de trabajo que no generaría valor y la empresa tendría un ciclo de mejora continua anual para una constante evaluación y desempeño de los procesos.

La inversión para la implementación del sistema se recuperará en el transcurso del primer año, el resultado del análisis beneficio – costo es de 1.39, es decir que la propuesta es económicamente viable, en donde se recupera la inversión y se obtienen ganancias.

Seguidamente, se tiene a Pinto, J. (2015) su investigación titulada **Diseño de una Propuesta de Mejora Basada en un Plan Estratégico a Fin de Disminuir las Unidades defectuosas originadas en la línea C1 de la empresa VENVIDRIO C.A.** La cual fue realizada en el Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño (IUPSM), para optar al título de Ingeniero Industrial. En la empresa se presentaba un alto índice de unidades rechazadas por defectos, específicamente en la línea C1; afectando la eficiencia del proceso productivo y originando niveles bajos de productividad con respecto a los niveles esperados, trayendo consigo el incumplimiento de entregas de productos a los clientes y el aumento de pérdidas

económicas, por tal motivo se diseña una propuesta de mejoras que le permitiera a la empresa disminuir la cantidad de unidades defectuosas.

Por ello, la modalidad de la investigación se presentó como proyecto factible, apoyándose en una investigación de campo de tipo descriptiva. Planteándose tres fases: diagnóstico de la situación actual en la línea C1 mediante técnicas de recolección de datos, para identificar las fallas en el proceso de producción de la empresa, además, analizar los datos obtenidos en el diagnóstico a través de técnicas de estudios tales como: Técnicas de Grupo Nominal, Diagrama Causa-Efecto y el Mapa Estratégico, logrando las posibles alternativas de mejoras en la empresa. Por último, elaborar una propuesta de mejoras fundamentadas en las alternativas establecidas para disminuir las unidades defectuosas originadas en la línea.

Este trabajo de grado proporciona información importante por ser una investigación factible, representando dicho trabajo dentro de su desarrollo una propuesta viable a la solución de las deficiencias detectadas en la organización objeto de estudio, suministrando datos acerca del diagnóstico de la situación actual para identificar sus fallas de manera apropiada, así como también, para la descripción del plan de mejoramiento, enfocada en disminuir las unidades defectuosas, manejando para ello los mínimos recursos necesarios.

Por último se presenta el trabajo realizado por Ortiz, D. (2014) su investigación titulada **Propuesta de un Plan de Mejora para Minimizar el Desperdicio de la Línea de Máquina Core**. La cual fue realizada en el Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño (IUPSM), para optar al título de Ingeniero Industrial. En dicho estudio se destacó que la máquina Core es la encargada de ejecutar los cortes de las bandas de cartón, que deben ser regulados con una buena programación y posicionamiento de las bobinas de cartón en la unidad de carga a fin de evitar que se genere la producción de desperdicio.

Así mismo, los daños ocasionados a la materia prima en el área; ocurrían debido al mal manejo del operario, problemas de calidad, entrenamiento deficientes, almacenamientos inadecuados, herramientas defectuosas; lo que traía como

consecuencia aumento del desperdicio, pérdida de la materia prima, entre otros; por consiguiente, las condiciones en que se procesaba el cumulo de desperdicio, no eran los indicados, ya que los resultados eran la cantidad de desperdicios originado por no tomar en cuenta el aprovechamiento continuo del material, ni la prevención de la programación de cortes del equipo al ser instalados. Por ello, se estableció proponer un plan de mejora continua para reducir el desperdicio en la línea de la máquina core en la empresa CVG ALUCASA aplicando la técnica de mejora continua.

Esta investigación estuvo enmarcada en la modalidad factible, basada en la investigación de campo y descriptiva. Por lo cual se diagnosticó la situación actual de la línea de la máquina Core, así como también, analizar los datos obtenidos mediante la aplicación de técnicas análisis cómo son la Tormenta de Ideas, Diagrama Causa-Efecto y la Técnica de los 5 ¿por qué?, generando alternativas de solución. Por último, presentar el plan de mejora basado en las alternativas generadas, para reducir el desperdicio en la línea de máquina core.

Finalmente, se estableció el plan de mejoras con el propósito de disminuir el porcentaje de desperdicio en la línea caso en estudio, el cual estuco constituido por el diseño de un programa de mantenimiento de máquinas y equipos de la planta, para así evitar que presentaran fallas en la producción de la línea y lograr así la disminución de desperdicio, así como también, la adaptación de unas tolvas de plástico y la implementación de cursos de entrenamientos al personal de dicha área.

En relación a esta investigación, se presenta de gran utilidad, dado que en la misma, se analizaron las actividades que componen el proceso de producción de dicha empresa, al evaluar diferentes técnicas de mejora de procesos, en busca de la eliminación del desperdicio, que al igual que el presente trabajo tiene como objetivo, implantar una filosofía de mejora continua que permita a la empresa reducir sus costos, mejorar sus procesos, eliminar los desperdicios, para el cumplimiento de las metas de la organización Metalmecánica Fretorsa I C.A.

2.2. Bases Teóricas

Para la elaboración del presente trabajo de grado, fue necesario seleccionar los textos para el levantamiento de la información, con el objetivo principal de presentar un marco referencial basado en el conocimiento de la ciencia, que permita situar el tema de estudio dentro de un marco de teorías. Para Otero (2011), “son el sustento de la investigación desde un punto de vista conceptual, por lo cual se deberán organizar de acuerdo con las temáticas que se investigan, y una buena guía para ello es leer en forma cuidadosa nuevamente los objetivos que han sido planteados” (p. 101).

2.2.1 Plan de Mejoras

Abell, D. (1994), da cómo concepto de plan de mejoras a una manera de extensión histórica de uno de los principios de la gerencia científica, establecida por Frederick Taylor, que afirma que todo método de trabajo es susceptible de ser mejorado. Al respecto, la importancia de esta técnica gerencial radica en que con su aplicación se puede contribuir a mejorar las debilidades y afianzar las fortalezas de la organización.

Por lo tanto, a través de la planificación de mejoras continuas se logra ser más productivos y competitivos en el mercado al cual pertenece la organización, por otra parte las organizaciones deben analizar los procesos utilizados, de manera tal que si existe algún inconveniente pueda mejorarse o corregirse; cómo resultado de la aplicación de esta técnica puede ser que las organizaciones crezcan dentro del mercado y hasta llegar a ser líderes. A lo que, Casadiego, A. (2009), afirma que la planificación de mejora arroja ventajas y desventajas muy importantes dentro de un sector industrial, por lo tanto deben ser analizados ambos aspectos:

2.2.1.1 Ventajas:

- Se concentra el esfuerzo en ámbitos organizativos y de procedimientos puntuales.
- Consiguen mejoras en un corto plazo y resultados visibles.
- Si existe reducción de productos defectuosos, trae como consecuencia una reducción en los costos, cómo resultado de un consumo menor de materias primas.

- Incrementa la productividad y dirige a la organización hacia la competitividad, lo cual es de vital importancia para las actuales organizaciones.

- Contribuye a la adaptación de los procesos a los avances tecnológicos.

- Permite eliminar procesos repetitivos.

2.2.1.2 Desventajas:

- Cuando el mejoramiento se concentra en un área específica de la organización, se pierde la perspectiva de la interdependencia que existe entre todos los miembros de la empresa.

- Requiere de un cambio en toda la organización, ya que para obtener el éxito es necesaria la participación de todos los integrantes de la organización y a todo nivel.

- En vista de que los gerentes en la pequeña y mediana empresa son muy conservadores, el Mejoramiento Continuo se hace un proceso muy largo.

- Hay que hacer inversiones importantes.

2.2.2 Método SMED

Espin F. (2013) Define que SMED es el acrónimo de las palabras "Single-Minute Exchange of Dies", que significa que los cambios de formato o herramienta necesarios para pasar de un lote al siguiente, se pueden llevar a cabo en un tiempo inferior a 10 minutos. Dicha técnica establece una serie de pasos, en los que se estudian concienzudamente las operaciones que tienen lugar durante el proceso de cambio de lote, haciendo posible una reducción radical del tiempo de preparación. El resultado de la aplicación de SMED es una planta flexible, capaz de satisfacer la demanda de los clientes actuales.

2.2.2.1 Técnicas del SMED

1.- OBSERVAR y comprender el proceso de cambio de lote.

El proceso de cambio de lote discurre desde última pieza correcta del lote anterior, hasta la primera pieza correcta del lote siguiente. En este primer paso, se realiza la observación detallada del proceso con el fin de comprender cómo se lleva a cabo éste y conocer el tiempo invertido.

Son 3 las actividades principales:

- Filmación completa de la operación de preparación. Se presta especial atención a los movimientos de manos, cuerpo y ojos. Cuando el proceso de cambio se lleva a cabo por varias personas, todas ellas deben ser grabadas de forma simultánea.
- Creación de un equipo de trabajo multidisciplinar, en el que deben figurar los protagonistas de la grabación, personal de producción, encargados, personal de mantenimiento, calidad, etc. En esta fase se aclaran dudas y se recopilan ideas.
- Elaboración del documento de trabajo, donde se resumirán de forma sencilla las actividades realizadas y los tiempos que comprenden.

2.- IDENTIFICAR y SEPARAR las operaciones internas y externas.

Se entiende por operaciones internas aquéllas que se deben realizar con la máquina parada. Las operaciones externas son las que pueden realizarse con la máquina en funcionamiento.

Inicialmente todas las operaciones se hallan mezcladas y se realizan cómo si fuesen internas, por eso es tan importante la fase de identificación y separación. Por ejemplo: transportar el molde, que se utilizará en el siguiente lote, hasta la máquina es una operación externa, ya que se puede realizar al margen de que la máquina esté funcionando. Limpiar el tamiz en un molino de pintura debe realizarse con la máquina parada y por eso se considera una operación interna.

3.- CONVERTIR las operaciones internas en externas.

En esta fase las operaciones externas pasan a realizarse fuera del tiempo de cambio, reduciéndose el tiempo invertido en dicho cambio. Por ejemplo: si antes de realizar el cambio de lote, hemos acercado el molde hasta la prensa, habremos restado este tiempo del tiempo de cambio. Habremos convertido la operación de interna a externa.

4.- REFINAR todos los aspectos de la preparación.

En este punto se busca la optimización de todas las operaciones, tanto internas como externas, con el objetivo de acortar al máximo los tiempos empleados. Los

tiempos de las operaciones externas se reducen mejorando la localización, identificación y organización de útiles, herramientas y resto de elementos necesarios para el cambio.

Para la reducción de los tiempos de las operaciones internas se llevan a cabo operaciones en paralelo, se buscan métodos de sujeción rápidos y se realizan eliminaciones de ajustes.

5.- ESTANDARIZAR el nuevo procedimiento.

La última fase busca mantener en el tiempo la nueva metodología desarrollada. Para ello se genera documentación sobre el nuevo procedimiento de trabajo, que puede incluir documentos escritos, esquemas o nuevas grabaciones de vídeo.

2.2.2.1 Beneficios de la técnica SMED

1.- Se transforma tiempo no productivo en tiempo productivo, que repercute en un incremento de la capacidad de producción y de la productividad de la planta.

2.- Es posible la reducción del lote de producción, cuyas consecuencias son un incremento de la flexibilidad de la planta frente a los cambios de la demanda, una reducción del plazo de entrega, una disminución del stock de material en curso y la consecuente liberación de espacio en la planta productiva.

3.- Se estandariza n los procedimientos de cambio de lote, estableciendo métodos de trabajo cómodos y seguros, reduciendo el producto rechazado en los procesos de ajuste, ofreciendo procesos de aprendizaje fáciles y garantizando la competitividad de la empresa a lo largo del tiempo.

2.2.3 Paradas de líneas

Para Apamante, B. (2000), "... el concepto permite a un conductor que se detenga la línea de producción si es necesario", (p.10). Por lo tanto, cada vez que ocurre un problema, el operador detiene la línea de producción, identifica el problema, resuelve el mismo y recupera el flujo productivo tan pronto como sea posible. Este enfoque requiere disciplina para responder y resolver cada incauto rápidamente.

2.2.4 Producción

Según López, C. (2001), lo define cómo:

La función de producción u operativa tiene como objeto las operaciones físicas que hay que realizar para transformar las materias primas en productos o para la realización de un servicio, por lo tanto, la administración de la producción propende por la utilización más económica de unos medios (locaciones, maquinaria o recursos de cualquier tipo) por personas (operarios, empleados) con el fin de transformar unos materiales en productos o realizar unos servicios. (p.1).

2.2.5 Productividad

Según Burgos. F. (2014), define la productividad cómo:

La relación que existe entre los productos o bienes obtenidos y la cuantía de los recursos utilizados para obtenerlos. Dicho de otra manera, es la relación entre lo producido en calidad y cantidad y los insumos o recursos que al efecto se movilizaron. (p.17).

El incremento de la productividad puede lograrse cuando:

- Aumenta la producción sin aumentar los insumos
- Aumenta la producción y disminuye los insumos
- Se obtiene la misma producción disminuyendo los insumos
- Aumenta la producción en proporción mayor que lo que aumenta los insumos
- Decrece la producción en proporción menor que decrecen los insumos.

No existe un modo único aplicable a todas las organizaciones para lograr una mayor productividad. Sin embargo, se pueden citar algunos enfoques básicos relacionados con la ingeniería de métodos:

- Planificar y fijar metas a fin de crear objetivos claros para la obtención de la productividad deseada.
- Seleccionar los métodos más adecuados.
- Supervisar la instalación del método seleccionado.
- Hacer un mantenimiento sistemático a las instalaciones, equipos y máquinas.

- Utilizar más eficientemente las materias primas, reducir y aprovechar los desperdicios.
- Mejorar los sistemas de control de calidad.

La productividad equivale a cambio, y ya se ha mencionado que el ser humano tiene la tendencia natural de resistirse a los cambios, sin embargo, para la aumentar la productividad de cualquier sistema se necesitan cambios en: La actitud hacia el trabajo; los métodos de trabajo; los lugares de trabajo; Responsabilidades por asignaciones.

El aumento de la productividad se refleja en costos más bajos y por lo tanto más bajos precios; salarios mejores y mayores ingresos para las organizaciones. Todo ello se traduce en un aumento del poder de compra de la moneda y en un mejoramiento continuo del nivel de vida.

2.2.6 Calidad Total

Arenas, P. (2006), dice que sus orígenes se remontan a 1949, cuando la Unión of Japaneces Scientistsan Engineers (JUSE) creó un comité formado por diferentes escuelas, ingenieros y funcionarios preocupados por la mejora de la productividad, y por aumentar la calidad de vida. Es una filosofía que se caracteriza por prevenir y, por ello, reducir drásticamente todos los costos de no calidad y está basada en principios, entre los cuales se encuentran la orientación al cliente, las mejoras continuas y el trabajo en equipo, también es una estrategia administrativa dentro del movimiento de calidad que considera e interrelaciona aspectos técnicos, humanos y materiales a través de un enfoque de sistemas, integración, estrategias y mejora continua.

En los últimos tiempos, el concepto de calidad total está teniendo una creciente aceptación debido a que el sistema independientemente de que tiene un enfoque global que contribuye a la obtención de los resultados esperados y a pesar de que requiere de cambios sustanciales (a veces drásticos), a su vez, se alimenta de los siguientes criterios:

El cliente exige calidad: el cliente que enfrentamos en el mercado es un cliente evolucionado, más informado, más atento y racional en sus elecciones, por lo que es un consumidor más exigente. Ese cliente no está dispuesto a tolerar la falta de calidad, el mal servicio y no acepta excusas. La calidad total representa la única forma de no ir a la zaga de las exigencias del cliente sino, por el contrario, de suscitar continuamente su curiosidad, de captar sus exigencias y de aumentar permanentemente su satisfacción.

La calidad es rentable: la calidad es una fuente de riquezas. Solo las empresas que se caracterizan por la calidad de sus productos y de sus servicios sobreviven en el mercado, alcanzan notoriedad y prosperan.

La calidad total mejora la moral del personal: donde la calidad es escasa, es fácil que se produzcan frustraciones, conflictividad y confusión. Se generan pérdidas de tiempo, mucho trabajo y escasas satisfacciones, lo que a la larga conduce a la pérdida de competitividad, pérdidas de personal, etc. Pretende revalorizar el papel del hombre en la empresa y hacer aflorar los ilimitados recursos que posee cada ser humano.

2.2.7 Mantenimiento Preventivo, Correctivo y Predictivo

Según Malakias, R. (2002), para que los trabajos de mantenimiento sean eficientes es necesario el control, la planeación del trabajo y la distribución correcta de la fuerza humana, logrando así que se reduzcan costos, tiempo de paro de los equipos de trabajo, entre otros. De esta manera, para ejecutar lo anterior se hace división de tres grandes tipos de mantenimiento:

- **Mantenimiento Correctivo:** se efectúa cuando las fallas han ocurrido; su proximidad es evidente.
- **Mantenimiento Preventivo:** se efectúa para prever las falas con base en parámetros de diseño y condiciones de trabajo supuestas.
- **Mantenimiento Predictivo:** prevé las fallas con base en observaciones que indican tendencias.

No obstante, es importante decir que, muchas personas consideran a los dos últimos cómo uno, ya que la línea que los separa es muy sutil. Para efectos de este estudio se agrupan en un solo tipo (preventivo).

2.2.8 Proceso de Mejoramiento

Casadiego, A. (2209), indica que, la búsqueda de la excelencia comprende un proceso que consiste en aceptar un nuevo reto cada día. Dicho proceso debe ser progresivo y continuo. Debe incorporar todas las actividades que se realicen en la empresa a todos los niveles, por tal motivo el proceso de mejoramiento es un medio eficaz para desarrollar cambios positivos que van a permitir ahorrar dinero tanto para la empresa cómo para los clientes, ya que las fallas de calidad cuestan dinero.

Asimismo, este proceso implica la inversión en nueva maquinaria y equipos de alta tecnología más eficientes, el mejoramiento de la calidad del servicio a los clientes, el aumento en los niveles de desempeño del recurso humano a través de la capacitación continua, y la inversión en investigación y desarrollo que permita a la empresa estar al día con las nuevas tecnologías.

2.2.9 Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto, consiste en un gráfico de barras similar al histograma que se conjuga con una ojiva o curva de tipo creciente y que Clínica de Fallas y Selectividad y Vulnerabilidad Sintomatología y Predictividad Estandarización de Actividades representa en forma decreciente el grado de importancia o peso que tienen los diferentes factores que afectan a un proceso, operación o resultado.

2.2.9.1 Utilidad del Diagrama de Pareto:

- Al identificar y analizar un producto o servicio para mejorar la calidad.
- Cuando existe la necesidad de llamar la atención a los problemas o causas de una forma sistemática.
- Al analizar las diferentes agrupaciones de datos (ejemplo: por producto, por segmento del mercado, área geográfica, etc.)
- Al buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones.

- Al evaluar los resultados de los cambios efectuados a un proceso (antes y después).

- Cuando los datos puedan agruparse en categorías.

Por otro lado, también se empleará el Diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de causa-efecto, se trata de un diagrama que por su estructura ha venido a llamarse también: diagrama de espina de pez, que consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha. Es una de las diversas herramientas surgidas a lo largo del siglo XX en ámbitos de la industria y posteriormente en el de los servicios, para facilitar el análisis de problemas y sus soluciones en esferas cómo lo son; calidad de los procesos, los productos y servicios.

Este tipo de herramienta permite un análisis participativo mediante grupos de mejora o grupos de análisis, que mediante técnicas como por ejemplo la lluvia de ideas, sesiones de creatividad, y otras, facilita un resultado óptimo en el entendimiento de las causas que originan un problema, con lo que puede ser posible la solución del mismo.

2.2.10 Nivel de Confianza

La confianza o el porcentaje de confianza es el porcentaje de seguridad que existe para generalizar los resultados obtenidos. Esto quiere decir que un porcentaje del 100% equivale a decir que no existe ninguna duda para generalizar tales resultados, pero también implica estudiar a la totalidad de los casos de la población. Para evitar un costo muy alto para el estudio o debido a que en ocasiones llega a ser prácticamente imposible el estudio de todos los casos, entonces se busca un porcentaje de confianza menor. Comúnmente en las investigaciones sociales se busca un 95%. Probabilidad de que la estimación efectuada se ajuste a la realidad. Cualquier información que queremos recoger está distribuida según una ley de probabilidad (Gauss o Student), así llamamos nivel de confianza a la probabilidad de que el intervalo construido en torno a un estadístico capte el verdadero valor del parámetro.

También hay que tomar en cuenta que el nivel de confianza no es ni un porcentaje, ni la proporción que le correspondería, a pesar de que se expresa en términos de porcentajes. El nivel de confianza se obtiene a partir de la distribución normal estándar, pues la proporción correspondiente al porcentaje de confianza es el área simétrica bajo la curva normal que se toma como la confianza, y la intención es buscar el valor Z de la variable aleatoria que corresponda a tal área. Intervalo de Confianza (I): Es el intervalo de la variable en el cual está comprendido, en términos de probabilidad, un determinado porcentaje de los valores observados, por lo general se expresan en términos de la desviación estándar; $I/2 = K$. Nivel de Confianza (C). Representa la probabilidad de que los valores obtenidos en el muestreo no se desvíen más allá del Intervalo de Confianza. 46 Precisión (e). Representa el grado de desviación o tolerancia permitida con respecto al valor verdadero de la media ($I/2 = e$ p).

2.3 Definición de Términos Básicos

Operario: Se denomina operario a las personas, hombres o mujeres que realizan una tarea determinada, generalmente de carácter técnico y que es recompensada mediante el pago de un salario.

Inspección: Examinar atentamente una cosa. Actividades tales como medir, inspeccionar, examinar, ensayar o controlar con un patrón una o más características de una identidad.

Materia Prima: Son todos aquellos elementos físicos susceptibles de almacenamiento o stock. Contablemente se ubicara dentro del rubro de bienes de cambio y su naturaleza podrá variar según el elemento a producir pero es el único elemento del costo de fabricación nítidamente variable.

Indicadores: Son elementos que permite en un punto de referencia para evaluar el entorno y así mantenerlo, corregirlos y reprogramarlo.

Herramienta: Una herramienta es un objeto elaborado a fin de facilitar la realización de una tarea mecánica, que requiere la aplicación correcta de energía.

Planificación: Proceso intelectualmente exigente que requiere decisiones basadas en propósitos, conocimientos y estimaciones racionalmente elaboradas.

Proceso productivo: Consiste en transformar entradas (insumos) en salidas, (bienes y/o servicios) por medio del uso de recursos físicos, tecnológicos, humanos, etc. Incluye acciones que ocurren en forma planificada, y producen un cambio o transformación de materiales, objetos y/o sistemas, al final de los cuales obtenemos un producto.

Procedimientos: Es cómo se debe aplicar los métodos para mejorar actividades en el trabajo.

Gestión: Es asumir las responsabilidades de los procesos para alcanzar un objetivo en el tiempo, conjunto con los costos pre establecidos, teniendo en cuenta las estrategias de la empresa y el escenario competitivo del momento.

Gestión por procesos: Es la administración de los procesos fundamentales de la empresa, teniendo en cuenta anticipadamente un enfoque por procesos, que es el conjunto de objetivos a alcanzar dentro de la organización. La Gestión por Proceso brinda una perspectiva general de todas las actividades realizadas en la institución, garantizando el intercambio con los clientes, elevando la calidad, eficiencia y efectividad de los productos.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

El marco metodológico es el apartado del trabajo que dará el giro a la investigación, es donde se expone la manera cómo se va a realizar el estudio, los pasos para realizarlo y su método. Según Buendía, Colás y Hernández (2007) “en la metodología se distinguen dos planos fundamentales; el general y el especial”, en este sentido, es posible hablar de una metodología de la ciencia aplicable a todos los campos del saber, que recoge las pautas presentes en cualquier proceder científico riguroso con vistas al aumento del conocimiento y/o a la solución de problemas.

3.1 Tipo de Investigación

Según Arias, F., (2006), los proyectos factibles “intenta proponer soluciones a una situación determinada, implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio, mas no necesariamente ejecutar la propuesta está relacionada con anticipar, visualizar el futuro” (p.90).

De este modo, este trabajo estará orientado bajo la modalidad de Proyecto Factible, cuya direccionalidad consiste en la elaboración de un plan de mejoras, sobre un modelo viable o una solución posible para dar a un problema de tipo práctico, cómo lo es el proceso productivo en la línea USA de filtros de aceites en la empresa Mann+Hummel Filtration Tecnology C.A.

3.2 Diseño de la Investigación

Esta investigación posee un diseño de campo; ya que, según Martínez, (2004), refiere:

Una Investigación es de campo si el análisis sistemático de problemas en la realidad, en donde los datos de interés son recogidos de la realidad; en este sentido, se trata de investigaciones que parten de datos originales o primarios. También pueden aceptarse estudios sobre datos censales o muestrales no recogidos por el estudiante, siempre y cuando se utilicen los registros originales con los datos no agregados; o cuando se trate de estudios que impliquen la construcción o uso de series históricas y, en general, la recolección y organización de datos publicados para su análisis mediante procedimientos estadísticos, modelos matemáticos, econométricos o de otro tipo (p.72).

3.3. Nivel de la investigación:

De acuerdo al nivel investigativo, se considera descriptiva; debido a que Balestrini, M., (2006) puntualiza que, esta investigación “es aquella que puntualiza o esquematiza procesos de trabajo para su mejor o práctico entendimiento”

3.4 Población y Muestra

3.4.1 Población

Según Balestrini, M., (2006), “está referida a un conjunto finito e infinito de personas, caso o elementos que presentan características comunes, a los cuales se pretenden indagar y conocer características o una de ellas y para las cuales serán validadas las conclusiones obtenidas en la investigación” (P.124). De esta manera, la población del presente trabajo será de tipo finita, por lo que corresponde al personal que labora en la línea Unidad Sellada Automotriz (USA). (VER CUADRO 2)

Cuadro 2. Distribución de la Población

Línea	Población	Descripción	Cantidad
Elementos 1	Personal	Supervisor	1
		Operadores	10
	Maquinaria	Transportadora	2
		Plisadora	1
		Horno Pre-curado	1
		Selladora de Fuelles	1
		Dosificadora de Resina	2
		Horno de Curado	1
Engargolado 1	Personal	Supervisor	1
		Operarios	6
	Maquinaria	Engargoladora	2
		Transportadora	2
Pintura y Empaque	Personal	Supervisor	1
		Operarios	6
	Maquinaria	Transportadora	3
		cabina de pintura	1
		Horno de Curado	1
		Etiquetadora	1
Jet-Printer	1		

Fuente: Departamento de Ingeniería. (2018)

3.4.2 Muestra

Arias, F., (2006), afirma que la muestra “es el subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. (P.83). para la selección de la muestra de la población referida anteriormente, se recurre al muestreo intencional, el cual, para Arias, F., (2006) “Es un procedimiento que permite seleccionar los casos característicos de la población limitando la muestra a estos casos”. (p.85). Se usará este tipo de muestreo debido a que la selección de las unidades de análisis se efectuara de acuerdo a las características y criterios personales del investigador, considerados necesarios para lograr la mayor representatividad de lo observado.

Siguiendo la idea anterior, se tiene que la muestra quedara determinada por el personal de la línea Elementos 1, el cual es el caso en estudio, (Ver Cuadro 3).

Cuadro 3. Descripción de la Muestra

Línea	Población	Descripción	Cantidad
Elementos 1	Personal	Supervisor	1
		Operadores	10
	Maquinaria	Transportadora	2
		Plisadora	1
		Horno Pre-curado	1
		Cortadora de Fuelles	1
		Selladora de Fuelles	1
		Dosificadora de Resina	2
		Horno de Curado	1

Fuente: Departamento de Ingeniería (2018)

3.5 Técnicas de Recolección de Datos

Según Tamayo (2001), “La técnica de observación directa es aquella en la cual el investigador puede observar y recoger mediante su propia observación a través de esta se puede determinar las faltas en lo que respecta al desempeño de sus funciones, así como las causas que lo origina”. Es decir permite al analista ganar información de primera mano que no se podría obtener por otras técnicas y se adquiere información sobre la forma en que se efectúan las actividades en la empresa, este método es útil cuando se necesita definir el modo de llevar los procesos de control de las actividades que allí se realizan.

3.5.1 Observación Directa

Según Tamayo (2001), “La técnica de observación directa es aquella en la cual el investigador puede observar y recoger mediante su propia observación a través de esta se puede determinar las faltas en lo que respecta al desempeño de sus funciones así como las causas que lo origina”. La observación será un elemento fundamental del

proceso investigativo; servirá de apoyo para obtener el mayor número de datos al momento de diagnosticar la situación actual.

3.5.3 Revisión Documental

Tamayo (2001), señala que “esta técnica consiste en recopilar información de documentos, formatos, manuales, entre otro...”. Esta técnica está enfocada en determinar las características de los formatos utilizados en la empresa, así como la entrada de datos, salida de información, los fines para los cuales fueron diseñados; uso y frecuencia de emisión de estos; la revisión de los documentos puede efectuarse al comienzo de la investigación, y sirve de base para comparar las operaciones actuales. Al utilizar esta técnica se estudia toda aquella documentación recopilada sobre el área de estudio (libros, revistas, páginas web, formatos entre otros) que permitieron suministrar o conservar una información.

3.6 Fases Metodológicas

Fase I, Evaluar la situación actual del proceso de producción de la línea Unidad Sellada Automotriz (USA) de filtros de aceite:

En esta fase se evaluará la situación actual causante de las paradas de línea no planificadas de la línea Unidad Sellada Automotriz (USA) de filtros de aceite. Dicha fase se llevará a cabo bajo la implementación de herramientas de recolección de datos cómo lo son observación directa, revisión de informes estadísticos y análisis operacional de la línea.

Fase II, Diagnosticar el proceso de puesta a punto utilizando la herramienta de metodología SMED:

En esta fase se debe diagnosticar el proceso de puesta a punto en el área Elementos I de la línea Unidad Sellada Automotriz (USA) de filtros de aceite de la empresa Mann+Hummel, utilizando la metodología SMED, verificando el estado de las operaciones internas y externas, comprendiendo cómo realizan el proceso de puesta a punto, cuanto tiempo llevan en él y cómo influye en el porcentaje de rendimiento operacional (OEE) de la línea.

Fase III, Proponer mejoras al proceso basada en el diagnóstico de la línea Unidad Sellado Automotriz (USA):

En esta fase consiste de proponer mejoras al proceso de producción que permita el mejor rendimiento operacional (OEE) de la línea disminuyendo sus tiempos de paradas planificadas por puestas a punto, sustentadas por la técnica de metodología SMED.

Fase IV, Realizar el análisis de Costos-Beneficios del plan de mejoras:

En esta fase se debe tomar en consideración todos los costos operacionales, materiales y técnicos presentes en la propuesta elaborada, con la finalidad de compararlos con los beneficios tangibles e intangibles que esta genere; para luego representar gráficamente el tiempo de retorno de la inversión realizada, concluyendo así, si el proyecto es factible o no de llevarlo a cabo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Fase I: Evaluación de la situación actual del proceso de producción de la línea Unidad Sellada Automotriz (USA) de filtros de aceite.

A través de un recorrido por la empresa, se realizó una observación directa, lo cual permitió el conocimiento de las actividades productivas realizadas por los trabajadores en la elaboración de los filtros de aceite, y de esta forma poder detectar las debilidades en el área de trabajo. Entre tanto la planta de la empresa Mann+Hummel Filtration Technology C.A., se encuentra integrada por varias líneas de producción que cada línea produce diversos tipos de productos en donde se emplean materiales como el acero (tapas superiores e inferiores del elemento filtrante, vaso externo y tapa del filtro de aceite); papel filtrante (pliegues para el elemento filtrante) y resina la cual se utiliza para pegar el papel plisado a las tapas del elemento filtrante cuando este se está ensamblando, el cual es el objeto de estudio de esta investigación, debido a que es el producto que mayor demanda posee y se realiza en la línea Unidad Sellada Automotriz (USA).

En tal sentido, Los filtros de aceite poseen diferentes formas: el filtro de aceite roscado y el filtro de aceite tipo cartucho, tanto para aplicación de vehículos livianos como para vehículos y equipos pesados o industriales. En ambos casos su función es de retener partículas contaminantes que se encuentran en el motor a través de un medio filtrante que se encuentra en la parte interna del filtro, que puede ser de celulosa o de material sintético o una mezcla de ambos.

La composición del filtro es la siguiente: empacadura: proporciona el sello exterior entre el filtro y la base de montaje de motor. Sobre-tapa: Impide movimiento de la empacadura en relación a la superficie de la base. Proporciona un mejor agarre

al motor. Soporte interno del elemento: Proporciona la estabilización al interior del elemento dando una salida para el aceite limpio y proporciona la rigidez estructural al medio filtrante; vaso del filtro: Proporciona sellado del ensamble a través de un cierre doble o engargolado proveniente de un bloqueo mecánico. El recipiente proporciona unas muecas para facilitar la remoción de filtro de aceite. La válvula ensamblada de bypass con un resorte espiral que permite que el aceite sea evacuado del elemento en condiciones de alta presión diferencial, o cuando el aceite está frío, medio filtrante o excesivamente contaminado, esto permite la lubricación del motor, aun sin una filtración total de fluido. (VER FIGURA 2)



Figura 2: Filtros tipo cartucho y tipo roscado

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel FT.

4.1.1 Descripción de las máquinas involucradas en el área Elementos I de la Línea Unidad Sellada Automotriz (USA) de la empresa Mann+Hummel Filtration Tecnology C.A.

Esta área la cual es el objeto de estudio es donde se produce el elemento filtrante pasando por una serie de operaciones que realizan operarios y máquinas, dichas máquinas se describirán a continuación:

Ø **Plisadora:** Esta máquina realiza los pliegues correspondientes para realizar los fuelles de cada elemento filtrante, el número de pliegues que posee un elemento filtrante cómo también el rodillo que utiliza la plisadora (VER FIGURA 3), influyen en el área de filtración cómo se puede ver en la siguiente formula:

$$Af = Hp \times 2Hplg \times nplg$$

Dónde:

Af: Área de filtración

Hp: Altura de papel

Hplg: Altura de pliegue

Nlg: Número de pliegues en el fuelle

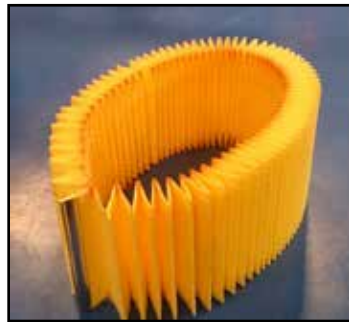


Figura 3: Fuelle

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel FT

Conjunto a la plisadora actúa una base que sostiene los rollos de papel que consume dicha máquina y también de un contador y marcador, el operador ingresa el número de pliegues que requiere el elemento filtrante que va a realizar en el contador y presiona el botón de inicio para que la plisadora empiece la operación, cuando los pliegues alcanzan el número ingresado en el contador, el marcador el cual es una pistola en spray marca el papel conociendo que en esa marca es donde se va a cortar los fuelles. (VER FIGURA 4 y 5)



Figura 4: Plisadora

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel FT



Figura 5: Base que sostiene los rollos de papel

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel FT

Ø **Cadena Transportadora:** este sistema de traslado permite que se traslade de manera automática los fuelles y los elementos por el área de ensamblaje, facilitando el traslado de los materiales por operación. (VER FIGURA 6).



Figura 6: Cadena Transportadora

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel FT

Ø **Horno de Pre-Curado:** Este horno calienta al papel en un corto tiempo, dándole las propiedades necesarias para que los pliegues no se separen y los fuelles tengan una buena manipulación en el momento de sellarlos. (VER FIGURA 7)



Figura 7: Horno de Pre-Curado

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel FT

Ø **Cortadora:** Máquina que corta los fuelles en su respectiva marca, esta máquina es operada por un personal capacitado para manejarla, el operario ingresa el pliegue que se va a cortar para separar los fuelles (el pliegue previamente marcado), dentro del espacio designado para que, al accionar la máquina, esta active un mecanismo que pasa con una hoja de metal afilada y corta el pliegue separando los fuelles. (VER FIGURA 8)



Figura 8: Cortadora de Fuelles

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel FT

Ø **Selladora de Fuelles:** esta máquina sella los fuelles con un clip de acero para que en el elemento no se cree bypass, es operada por un operario que introduce los fuelles en un herramental que se divide en herramental de soporte, herramental complementario, de guía y herramental extra, que sostiene el pliegue cortado de manera vertical (VER FIGURA 9, 10, 11 y 12)



Figura 9: Selladora de Fuelles

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel FT

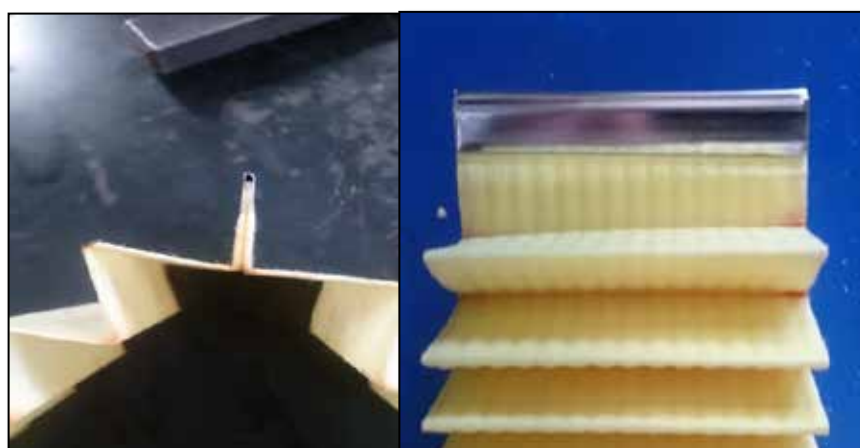


Figura 10: Clip de acero sellando un fuelle

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel FT



Figura 11: Herramientales de la selladora de fuelles

Fuente: Serrano, N.



Figura 12: Fuelle colocado sobre herramientas

Fuente: Serrano, N.

Ø **Dosificadora:** existen dos máquinas de este tipo las cuales se encargan de dosificar las tapas de los elementos filtrantes, una máquina dosifica la tapa superior y la otra la inferior, para así hacer más productivo el procedimiento. Siguiendo lo anterior, esta máquina es operada por operadores los cuales ubican las tapas (ya sea inferior o superior), sobre un eje rotatorio y accionan la máquina para que así ella dosifique la resina dentro de las tapas, la dosificación se controla mediante un temporizador el cual el operario debe calibrar previamente al empezar una producción. (VER FIGURA 13)



Figura 13: Máquina Dosificadora

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel FT

Ø **Horno de Curado:** Esta máquina se presenta al final del área Elemento I, calienta los elementos de manera de que la resina se solidifique y que el papel filtrante se caliente de tal forma que active las propiedades químicas para el filtrado. (VER FIGURA 14)



Figura 14: Horno de Curado

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel FT

4.1.2 Descripción del proceso productivo del área Elementos I de la línea Unidad Sellada Automotriz (USA)

El proceso productivo en el área de elementos I comienza con la plisadora, plisando el papel que con ayuda de la cadena transportadora pasa al horno de pre-curado con una temperatura y velocidad especificada en los parámetros de los elementos que se van a producir los cuales al salir del horno, pasan por la estación de corte de papel cortando el papel plisado en fuelles los cuales pasan por la máquina selladora de fuelles sellándolos con un clip de acero, a continuación, los fuelles caen sobre la cadena transportadora donde luego un operador levanta y ordena los fuelles en filas de 5 unidades, luego otro operador inserta el tubo central o espirotubo dentro de los fuelles, así mismo otro operador dosifica las tapa elemento inferior (TEI) y las ordena al frente de las filas de los fuelles para así facilitar la operación de sub-ensamble ensamblando los fuelles y el tubo central con la TEI que realiza el siguiente operador, así mismo el operador que sigue en la línea dosifica la tapa elemento

superior (TES) de la misma forma que el operador dosifica las TEI, ordenando las TES al frente de las filas de los sub-ensambles para así realizar la última operación por parte del operador ubicado al final de la línea ensamblando el sub-ensamble anterior con la TES para que así los elementos ensamblados pasen por el horno de curado pasando a la temperatura y velocidad especificada según el tipo de papel y elemento que se va a producir según el programa de producción para así al salir del horno de curado los elementos pasan a ser paletizados para que pasen al área de engargolado.

Para simplificar la observación y desglose de las operaciones presentes en el proceso productivo del área Elementos I se puede ver reflejado en el siguiente diagrama de operaciones. (VER FIGURA 15).

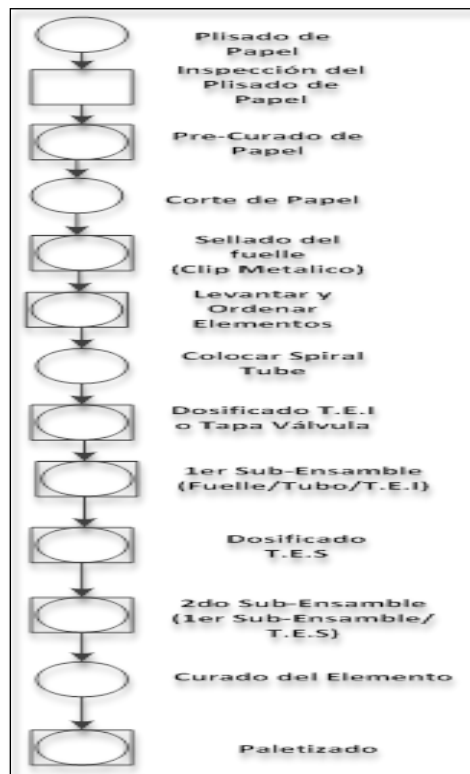


Figura 15: Diagrama de proceso Elementos I

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel FT

4.1.3 Descripción de puestas a punto de las máquinas involucradas en el proceso productivo en el área Elementos I

Ø **Plisadora:** Para comenzar el proceso de puesta a punto de la plisadora, el operario antes de dirigirse al puesto de trabajo debe disponer de todos los equipos de protección personal. En caso contrario, debe solicitarlos al supervisor inmediato o al personal de seguridad, luego inspecciona la máquina para verificar si está apta para operar. En caso de existir alguna desviación, notificar inmediatamente al supervisor. Colocar bobina de papel filtrante en el devanador y ajustar. Cambiar los rodillos de la plisadora dependiendo del modelo a fabricar. El operario antes de realizar el montaje del rodillo debe asegurarse que el sistema de arranque esté completamente desactivado, de lo contrario podría quedar atrapado por la máquina.

Antes de accionar la máquina, el operario, mecánico y/o matricero debe tener precaución al introducir las manos o dedos para insertar el papel dentro del rodillo plisador, ya que podría ocasionarle amputaciones y/o fracturas.

Para encender la máquina es necesario presionar el botón #1 de color verde, para apagar la máquina se debe presionar el botón #1 de color rojo. (VER FIGURA 16).

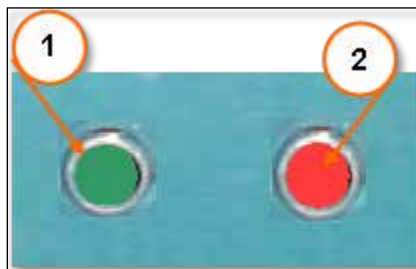


Figura 16: Botones presentes en la plisadora.

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel FT

Luego de encender la máquina el capataz u operario se debe dirigir al tablero de control de la máquina, para activar la velocidad de la máquina se debe presionar el botón #1 “START”, a continuación, si desea aumentar la velocidad de la plisadora

debe presionar el botón #3, así mismo, para bajar la velocidad se presiona el botón #4, para apagar la velocidad de la máquina se debe presionar el botón #2 “STOP”. (VER FIGURA 17).



Figura 17: Tablero de control máquina plisadora

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel FT

Siguiendo con lo anterior, la velocidad de la plisadora depende del número de pliegues que posee el fuelle que se va a producir según el programa de producción y manteniendo el valor estándar que debe tener la máquina que es de 30 fuelles por minuto, para poder definir la velocidad se debe tomar un tiempo de 1 min empezando desde que marque el primer fuelle, y luego sucesivamente se contara los número de fuelles que vaya marcando la plisadora hasta que termine el minuto, si es menor a 30 fuelles se debe aumentar la velocidad y si es mayor a 30 se debe bajar la velocidad y así se va realizando hasta completar los 30 fuelles por minuto.

El primer proceso de cambio en la plisadora comienza con el cambio de bobina de papel, ya que, en el proceso de producción continuamente la plisadora consumirá el papel y siendo el caso se acabará, este cambio ocurre (dependiendo de la planificación de la producción) alrededor de 25 veces al día.

Ese cambio posee 5 operaciones las cuales son:

1. **Finalización de la bobina anterior:** el operador o capataz con ayuda de una herramienta tipo palanca, ayuda a que el final del papel llegue a la cadena transportadora para que así el papel no se estire y se dañe el plisado, esta operación posee un tiempo estándar de 0.81 minutos. (VER FIGURA 18).



Figura 18: Finalización del rollo anterior

Fuente: Serrano, N.

2. **Desmontar seguro y taco:** El operador o capataz pasa a soltar el seguro de la bobina de papel que la sostiene para que no se cree un vaivén en la bobina y no se corte el papel al llegar a la plisadora siendo este tensionado, a continuación, saca el taco de la bobina para así despejar la base, esta operación tiene un tiempo estándar de 0.40 minutos. (VER FIGURA 19)

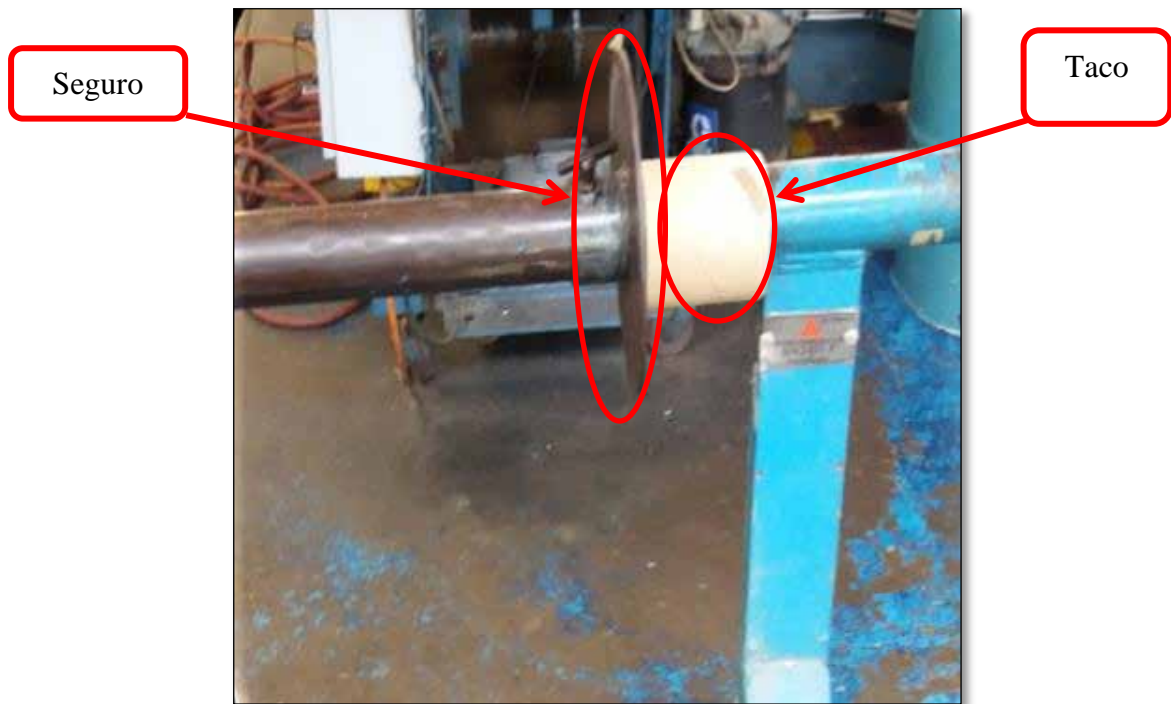


Figura 19: Seguro y taco de bobina

Fuente: Serrano, N.

3. **Buscar y Montar bobina de papel nueva:** En esta operación el operador o capataz busca en el almacén de proceso la nueva bobina con la cual se va a trabajar y la monta en la base, esta operación posee un tiempo estándar de 0.61 minutos. (VER FIGURA 20)



Figura 20: Bobina de papel nueva

Fuente: Serrano, N.

4. **Colocar seguro, liberar cinta adhesiva y guiar el papel hasta el rodillo:** En esta operación el operador con la bobina ya cargada en la base pasa a instalar el seguro de la misma, a continuación libera la cinta protectora que posee en el inicio de la bobina de papel y guía el papel por los rodillos tensores hasta que llegue a la plisadora, esta operación posee un tiempo estándar de 1.10 minutos. (VER FIGURA 21)



Figura 21: Papel guiado por los rodillos tensores hasta la plisadora

Fuente: Serrano, N.

- 5. Activar plisadora:** En esta operación final el operador o capataz, enciende la plisadora para empezar el proceso de plisado y coloca su mano en forma de gancho en dirección contraria a la dirección del traslado de los fuelles para frenar los pliegues hasta que estos se junten y se formen monótonamente, luego de esto, saca su mano y coloca unas pesas para que estos sigan en esa forma, esta operación posee un tiempo estándar de 1.83 minutos. (VER FIGURA 22)



Figura 22: Ajustes finales en el cambio de bobina de papel

Fuente: Serrano, N.

Culminando con el proceso de puesta a punto de los cambios de bobina, el cambio total de la bobina de papel posee un tiempo de 4.75 min.

Continuando con el proceso de puesta a punto de la plisadora, se debe tener en cuenta cuando se requiere un cambio de rodillo, siendo este el único cambio que puede presentar, es de carácter importante ya que el rodillo plisador influye de manera directa con la altura del pliegue del fuelle, siendo así, se poseen 4 tipos de rodillos con diferentes medidas en sus puntos de presión que hacen que se realice el pliegue, las medidas son $13/32$, $5/8$, $3/4$ y $1/2$.

Depende del tipo de elemento que se va a producir según el programa de producción, se planifica la PAP (Parada planificada) realizando el cambio de rodillo que se requiere.

Existen 4 operaciones que realizan para la puesta a punto en la plisadora.

1. **Desmontaje de rodillo:** El operador previamente equipado con sus instrumentos y dispositivos de seguridad, desmonta el rodillo soltando los tornillos tipo mariposa que los sostienen para así liberarlo y llevarlo al lugar donde se guardan, y traer el nuevo rodillo, esta operación tiene un tiempo estándar de 2 minutos. (VER FIGURA 23)



Figura 23: Desmontaje de Rodillo

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel FT

2. **Cambio de pletinas:** Estas pletinas son las que realizan el plisado, ya que el papel al salir del rodillo con sus puntos de fuerza choca con la pletina superior y luego con la pletina inferior creando el pliegue; el operador suelta los tornillos que las sostienen y las guarda para así colocar las otras pletinas dependiendo el tipo de rodillo, esta operación tiene un tiempo estándar de 2.33 minutos. (VER FIGURA 24)



Figura 24: Cambio de Pletina

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel FT

3. Montar rodillo nuevo: El operador coloca el rodillo sobre la base de la plisadora y ajusta los tornillos tipo mariposa hasta apretarlo, esta operación tiene un tiempo estándar de 2 minutos. (VER FIGURA 25)



Figura 25: Ensamble de rodillo nuevo

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel FT

4. Ajuste de las guías y cadenas: Esta operación se realiza para que se ajuste al ancho del papel y a la altura de los pliegues para evitar que el papel se levante dentro del horno, el operador mueve las guías manualmente y las aprieta con un tornillo y la cadena tiene un mecanismo tipo manivela que permite graduar su altura, esta operación tiene un tiempo estándar de 1.6 minutos. (VER FIGURA 26)



Figura 26: Ajuste de Guías

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel FT

Tipos de cambios que se realizan en la plisadora:

- **Cambio Simple:** Este cambio solo realiza la operación número 4 (Ajuste de las guías y cadenas), solo influye cuando solo cambia la altura del papel y no el rodillo.
- **Cambio Medio:** En este cambio se realizan las operaciones número 1 (Desmontaje de rodillo), número 3 (Montar rodillo nuevo), y la número 4 (Ajuste de las guías y cadenas), completando un tiempo estándar de 5.6 minutos, se realiza

cuando se realizan cambios desde el rodillo 1/2 a 5/8, de 1/2 a 3/4, de 3/4 a 5/8 y viceversa en los cambios anteriores.

- **Cambio Complejo:** En este cambio se realizan las 4 operaciones, este es el cambio más significativo en torno a tiempo destinado ya que posee un tiempo estándar de 8 minutos, se realiza cuando se hace un cambio de 13/32 a 1/2, de 13/32 a 5/8, de 3/4 a 13/32 y viceversa en los cambios anteriores.

Para una mejor comprensión se presenta el siguiente cuadro:

Cuadro 4: Matriz de operaciones Plisadora.

Rodillos	Desmontar el rodillo	Cambio de pletinas	Montar rodillo nuevo	Ajuste de las guías y cadenas	Tiempo (min)
13/32					
13/32	X	X	X	O	1,6
1/2	O	O	O	O	8,0
5/8	O	O	O	O	8,0
3/4	O	O	O	O	8,0
1/2					
13/32	O	O	O	O	8,0
1/2	X	X	X	O	1,6
5/8	O	X	O	O	5,6
3/4	O	X	O	O	5,6
5/8					
13/32	O	O	O	O	8,0
1/2	O	X	O	O	5,6
5/8	X	X	X	O	1,6
3/4	O	X	O	O	5,6
3/4					
13/32	O	O	O	O	8,0
1/2	O	X	O	O	5,6
5/8	O	X	O	O	5,6
3/4	X	X	X	O	1,6
Nota: X=No Requiere ; O=Requiere					

Fuente: Serrano, N.

Ø **Horno de Pre-Curado:** Para operar la máquina, el operario antes de dirigirse al puesto de trabajo debe disponer de todos los equipos de protección personal, en caso contrario, debe solicitarlos al supervisor inmediato o al personal de seguridad.

Al momento de accionar el horno el operario y/o electricista, debe asegurarse de encender los extractores de calor y no dejar acumular el papel dentro del mismo, de lo contrario podría ocurrir un incendio y cómo consecuencias sufrir quemaduras.

Para encender la turbina y el quemador del horno se debe pulsar el botón #4 de color verde, (VER FIGURA 27), luego bajar la palanca #1 para abrir el regulador de gas y subirla para cerrarlo, (VER FIGURA 28), a continuación, se debe girar selector #5 a la derecha para encender la llama y a la izquierda para apagarla. (VER FIGURA 27), El botón # 2 color naranja es de luz, indica que hay llama en el quemador. (VER FIGURA 27) y para encender los extractores de calor se debe pulsar el botón # 6. (VER FIGURA 27)

Para ajustar la temperatura según los parámetros de proceso, pulsando el botón #

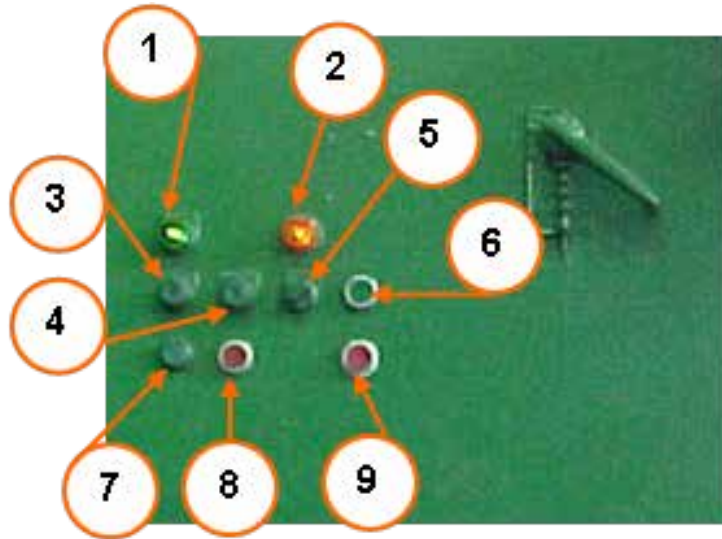


Figura 27: Tablero principal del Horno de Pre-Curado

Fuente: Serrano, N.



Figura 28: Regulador de Gas

Fuente Serrano, N.



Figura 29: PLC controlador de la temperatura del horno

Fuente: Serrano, N.

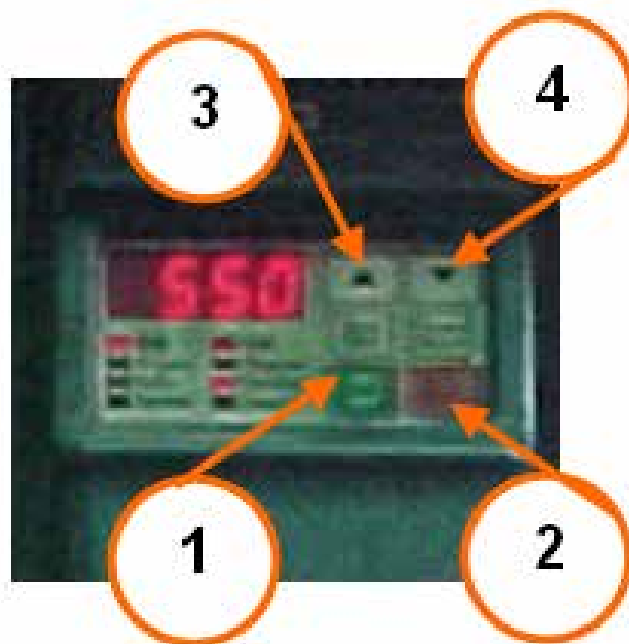


Figura 30: PLC controlador de la cadena transportadora interna del horno

Fuente: Serrano, N.

Ø **Cortadora:** Antes de operar la máquina, el operador asignado debe de poseer todos sus implementos de seguridad personal los cuales deben de ser: lentes de seguridad, protectores auditivos, guantes de tela y sus botas con punta de acero.

El proceso de puesta a punto de la cortadora es muy sencillo, ya que solo cambia las pletinas de soporte dependiendo del rodillo que posee la plisadora, este cambio consta de remover la cinta adhesiva que poseen las pletinas, remover las pletinas y luego ubicar las pletinas nuevas a la orilla del orificio donde se introduce el pliegue que se va a cortar, a continuación, se procede a colocar las pletinas con cinta adhesiva para que estas queden fijas. (VER FIGURAS 31 Y 32)



Figura 31: pedal que acciona la cortadora

Fuente: Serrano, N.



Figura 32: Pletinas de soporte

Fuente: Serrano, N.

Ø **Selladora de Fuelles:** Antes de operar la máquina, el operador asignado debe de poseer todos sus implementos de seguridad personal los cuales deben de ser: lentes de seguridad, protectores auditivos, guantes de tela y sus botas con punta de acero.

Para verificar que la máquina este energizada eléctricamente el operador debe girar la llave de encendido y colocarla en la posición ON y observar si la luz piloto D/C POWER está encendida, Una vez realizado lo mencionado anteriormente, se procede a explicar las operaciones de la máquina mediante el panel de control. (VER FIGURA 33 Y CUADRO 5).

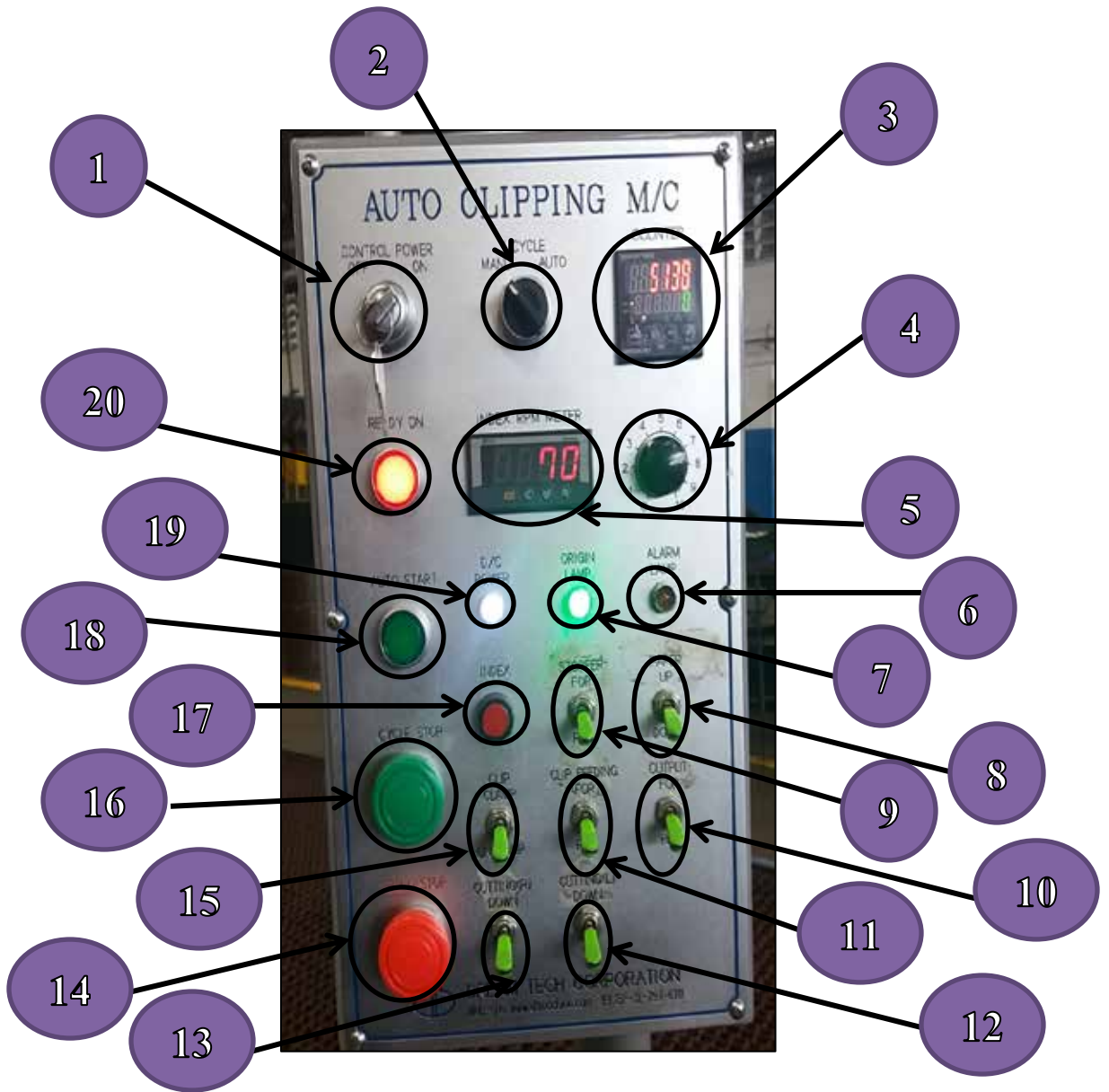


Figura 33: Panel de Control Selladora de Fuelles

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel FT

Cuadro 5: Leyenda del panel de control de la selladora

Número	Ítem	Descripción
1	Control Power OFF/ON:	Interruptor de encendido de la máquina, insertando la llave y girándola a la posición ON se enciende la máquina.
2	Manu/1 Cycle /Auto:	Selector de modo de operación, Colocando el selector en posición “Manu” permite operara la máquina de forma manual, en posición 1 Cycle permite realizar un solo ciclo de operación y en posición Auto la máquina permanecerá trabajando en automático.
3	Counter:	Contador electrónico de piezas, cuando la cantidad de piezas llega al límite fijado el ciclo de operación se detiene en espera de un nuevo arranque en automático.
4	Perilla de Control de Velocidad	Permite ajustar la velocidad de giro del índice, dispositivo en el cual se encuentran ubicadas las estaciones de trabajo.
5	Índex RPM meter	Indicador de velocidad de giro del índice.
6	Alarm Lamp	Luz piloto que señala cualquier condición anormal de operación
7	Origin Lamp	Luz piloto que señala la posición de origen de los actuadores, para poder iniciar el arranque de la máquina esta luz debe estar encendida de lo contrario hay que verificar que actuador no está en posición de origen.
8	Paper UP/Down (Subir/Bajar)	Selector que permite activar/desactivar el actuador que se encarga de subir y bajar el fuelle hasta la posición en donde se coloca el clip metálico, este selector tiene efecto en operación manual.
9	Stopper For/Rev (Adelante/Atrás):	Selector que permite activar/desactivar el actuador que se encarga de ajustar el papel antes de llegar a la posición en donde se va a colocar el clip metálico, este selector tiene efecto en operación manual.

10	Output For/Rev (Adelante/Atrás):	Selector que permite activar/desactivar el actuador que se encarga de retirar el papel una vez colocado el clip metálico, el papel puede ser retirado hacia una banda transportadora, este selector tiene efecto en operación manual.
11	Clip Feeding For/Rev (Adelante/Atrás)	Selector que permite activar/desactivar el actuador que se encarga de llevar el acero a la entrada de los cortadores para poder hacer el clip metálico y colocarlo en el fuelle, este selector tiene efecto en operación manual.
12	Cutting (L) Down/Up (Abajo/Arriba)	Selector que permite activar/desactivar el actuador que se encarga de mover el cortador izquierdo, este selector tiene efecto en operación manual.
13	Cutting (R) Down/Up (Abajo/Arriba)	Selector que permite activar/desactivar el actuador que se encarga de mover el cortador derecho, este selector tiene efecto en operación manual.
14	EMG STOP - PARADA DE EMERGENCIA	Pulsador tipo hongo color rojo que permite detener el ciclo de funcionamiento de la máquina en caso de EMERGENCIA.
15	Clip Clamp/Unclamp	Selector que permite activar/desactivar el actuador que se encarga de sujetar el acero para que el alimentador (Clip Feeding) pueda llevarlo a la entrada de los cortadores y así poder hacer el clip metálico el cual será colocado en el fuelle, este selector tiene efecto en operación manual.
16	Cycle Stop	Pulsador tipo hongo color verde que permite detener el ciclo de funcionamiento de la máquina, este se detendrá una vez colocado el clip, a diferencia del botón EMG STOP que detendrá el ciclo inmediatamente.
17	Índex	Pulsador Razo color rojo que permite activar el índex de forma manual, manteniéndolo presionado hará que el índex gire continuamente, este permitirá

		mover las estaciones de trabajo y ubicar la que queramos abajo del cortador para colocarle el clip metálico o simplemente para verificar la velocidad ajustada con la perrilla de ajuste de velocidad, este pulsador solo tiene efecto en operación manual.
18	Auto Start	Pulsador Razo con luz piloto color verde el cual permite accionar la máquina en ciclo automático si el selector de modo de operación está en automático (auto) y permite realizar un solo ciclo si el selector de modo de operación está en 1 ciclo (1 Cycle).
19	D/C Power	Luz piloto color blanco que señala cuando la máquina esta energizada eléctricamente una vez que la llave de encendido es cambiada de la posición OFF a ON.
20	Ready ON	Pulsador Razo con luz piloto color rojo el cual habilita la máquina para poder operarla, una vez girada la llave de encendido a la posición ON se debe de presionar el botón Ready ON o si se ha realizado una parada de emergencia también se debe de volver a presionar este Botón para habilitar la máquina nuevamente.

Fuente: Serrano, N.

Luego de conocer las operaciones del panel de control de la selladora de fuelles, hay que tener en cuenta que al igual que la plisadora, la selladora de fuelles realiza cambios conforme al tipo de rodillo que utiliza la plisadora para crear los fuelles.

Para comenzar con la explicación de los tipos de cambios, primero hay que conocer las operaciones que realiza el operador o capataz para poner a punto la máquina, estas operaciones son:

1. **Cambio de Herramental:** Esta operación es primordial para el proceso de puesta a punto debido a que es la operación que más tiempo tiene establecido cómo tiempo estándar que es de 11 minutos, esta operación la realiza el operador o capataz quitando los dos tornillos del herramental guía para cambiarlo y luego apretarlo de la misma forma para posteriormente repetir la operación con los demás herramentales, cambiando del herramental guía pequeño al grande o viceversa, esta operación posee un tiempo estándar de 11 min. (VER FIGURA 34)



Figura 34: Cambio de herramental

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel FT

2. **Altura de Pliegue:** En esta operación el operador o capataz calibra la altura de un mecanismo que posee una tuerca de ajuste y otra de apriete, la primera permite ajustar la altura del pliegue y la segunda sirve de apriete para no perder el ajuste realizado, esta operación tiene un tiempo estándar de 0.5 minutos. (VER FIGURA 35)

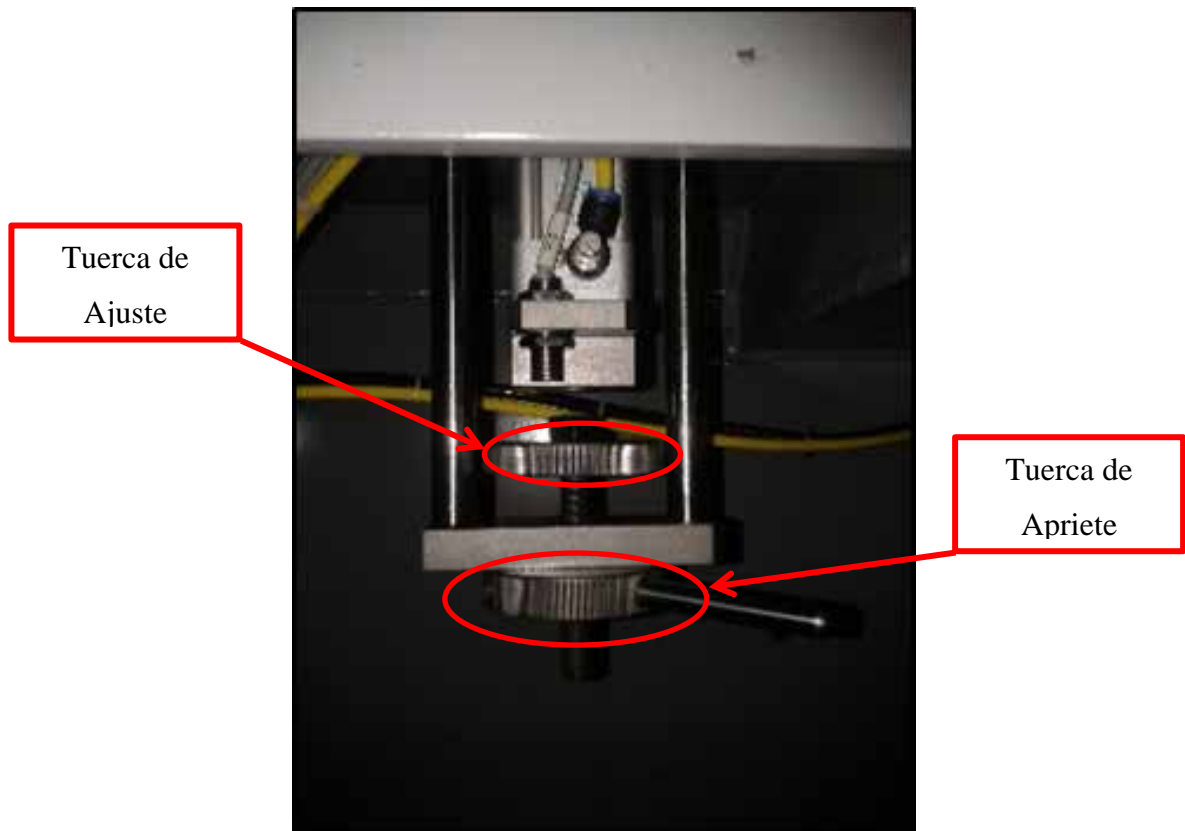


Figura 35: Tuerca de ajuste y Tuerca de apriete

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel FT

3. **Altura del Fuelle:** El operador con el volante de ajuste calibra la altura del fuelle el cual será sellado con un clip de acero con ayuda de un indicador de altura, es importante que se calibre de manera exacta ya que el clip no debe sobrepasar el papel porque puede crear bypass, esta operación posee un tiempo estándar de 0.5 min. (VER FIGURA 36)

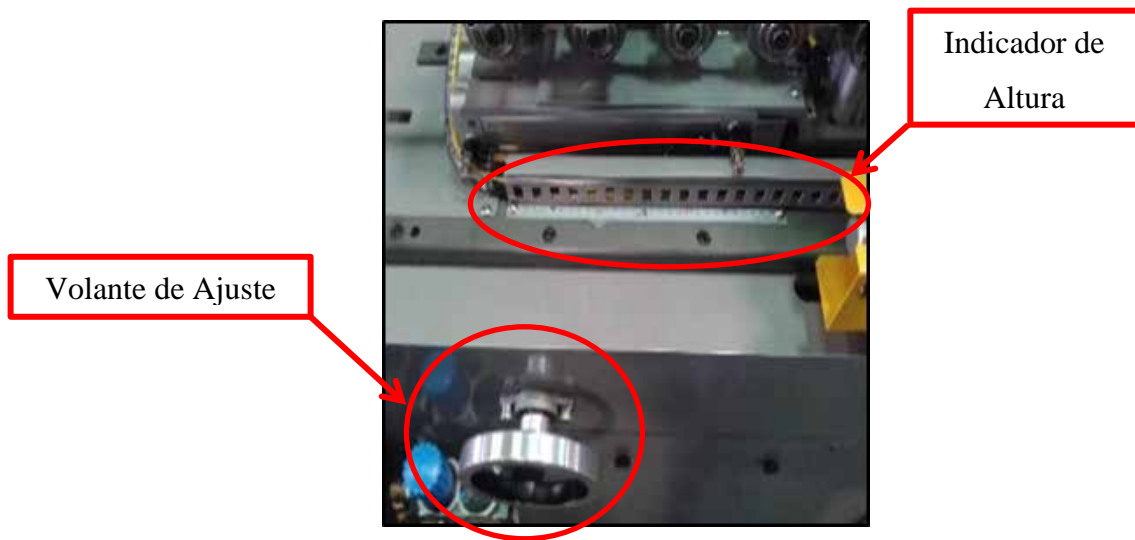


Figura 36: Volante de ajuste e indicador de altura

Fuente: Serrano, N.

4. **Instalación de Herramental Extra:** Esta operación es realizada por el operador o capataz colocando el herramental extra sobre los demás herramentales apretándolo con un solo tornillo Allen que se aprieta en la parte trasera del herramental, el herramental extra es para apoyar el pliegue alto para que no se doble y dañe el sellado del fuelle, esta operación tiene un tiempo estándar de 4 min. (VER FIGURA 37).

Luego de conocer las operaciones que se realizan para poner a punto la máquina se da a conocer los tipos de cambios:

- **Cambio Simple:** En este cambio solo se realiza la operación número 3 (Altura del Fuelle), la cual posee un tiempo estándar de 0.2 minutos, este cambio se realiza solo cuando el tamaño del papel es diferente.

- **Cambio moderado:** Para este cambio se realizan de a 2 a 3 operaciones, cuando se realiza un cambio de rodillo de $1/2$ a $13/32$ y viceversa es un cambio de 2 operaciones, las cuales son la número 2 y 3 (Altura de Pliegue y Altura de Fuelle), teniendo un tiempo estándar de 0.7 minutos; cuando se realiza un cambio de rodillo de $5/8$ a $3/4$ y viceversa es un cambio de 3 operaciones, esas operaciones son la número 2, 3 y 4 (Altura de Pliegue, Altura de Fuelle e Instalación de Herramental Extra), teniendo un tiempo estándar de 4.7 minutos.

- **Cambio Complejo:** Este cambio posee un tiempo de 15.7 minutos, este tiempo es el más alto de todos debido a que se realizan las 4 operaciones, se ejecuta cuando se cambian los rodillos de $5/8$ a $13/32$, de $5/8$ a $1/2$, de $1/2$ a $3/4$, de $3/4$ a $13/32$ y viceversa en todos los casos.

Para una mayor comprensión se presenta el siguiente cuadro:

Cuadro 6: Matriz de operaciones Selladora de fuelles

Rodillos	Cambio Herramental	Altura de Pliegue	Altura de Fuelle	Instalacion de Herramental Extra	Tiempo (min)
13/32					
13/32	X	X	O	X	0.2
1/2	X	O	O	X	0.7
5/8	O	O	O	O	15.7
3/4	O	O	O	O	15.7
1/2					
13/32	X	O	O	X	0.7
1/2	X	X	O	X	0.2
5/8	O	O	O	O	15.7
3/4	O	O	O	O	15.7
5/8					
13/32	O	O	O	O	15.7
1/2	O	O	O	O	15.7
5/8	X	X	O	X	0.2
3/4	X	O	O	O	4.7
3/4					
13/32	O	O	O	O	15.7
1/2	O	O	O	O	15.7
5/8	X	O	O	O	4.7
3/4	X	X	O	X	0.2
Nota: X= no requiere; O= requiere					

Fuente: Serrano, N.

Continuando con el proceso de puesta a punto de la selladora de fuelles, se debe tener en cuenta el cambio de la bobina de acero que la sella, para comenzar la explicación se debe tener en cuenta que el operador o capataz debe tener a la mano todos los implementos de seguridad cómo son guantes, lentes de seguridad, protectores auditivos y botas con punta de acero.

Primero se observa el devanador en el cual se debe colocar la bobina de acero en la figura 38, primero se debe aflojar las 4 tuercas que pueden ser observadas en la figura 38, se retira el protector de la bobina, luego se debe levantar la bobina manualmente por 2 operadores los cuales deben poseer los implementos de seguridad ya mencionados.

Una vez realizado lo anterior, se procede a colocar la bobina en el devanado y se ajustan las tuercas al diámetro interno de la bobina y se aprietan, luego se lleva el acero con mucho cuidado por las poleas cómo se indica en la figura 37, se hace pasar por la primera polea y luego por la segunda cómo se indica en la figura 37.

Con los rodillos a la entrada del alimentador, manualmente se guía el acero, teniendo en cuenta que pase entre el pisador neumático (VER FIGURA 39), se lleva hasta las moletas.

Se debe verificar que la prensa (CLIP FEEDING) que sujeta el acero se encuentre abierta para que este pase a través de ella. (VER FIGURA 40)

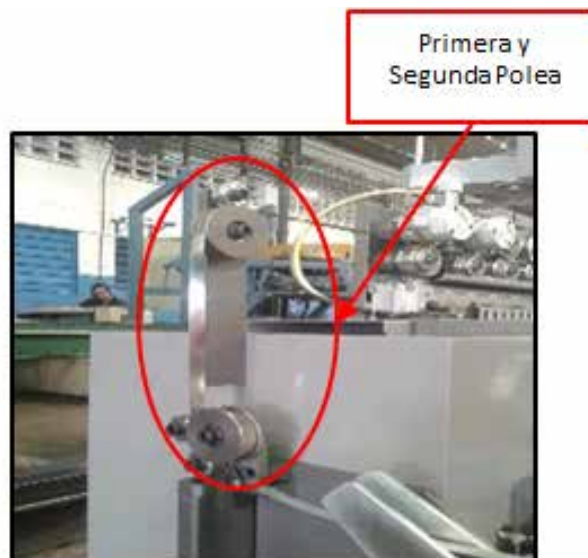


Figura 37: Primera y Segunda polea, Selladora de Fuelles

Fuente: Serrano, N.

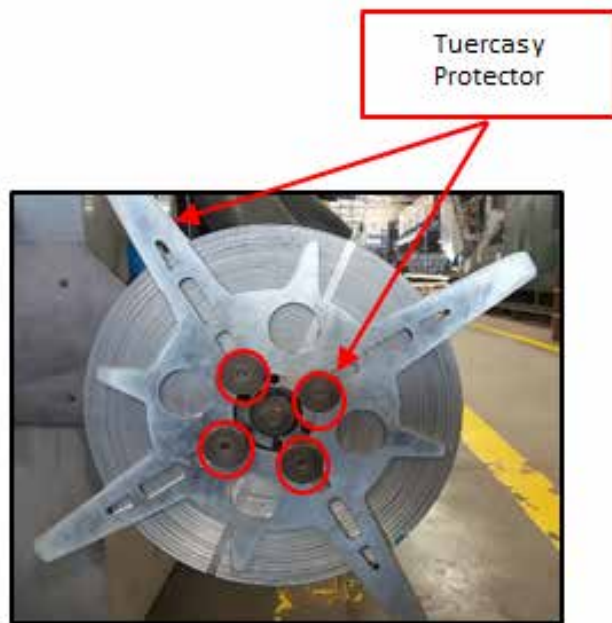


Figura 38: Devanador, Selladora de Fuelles

Fuente: Serrano, N.

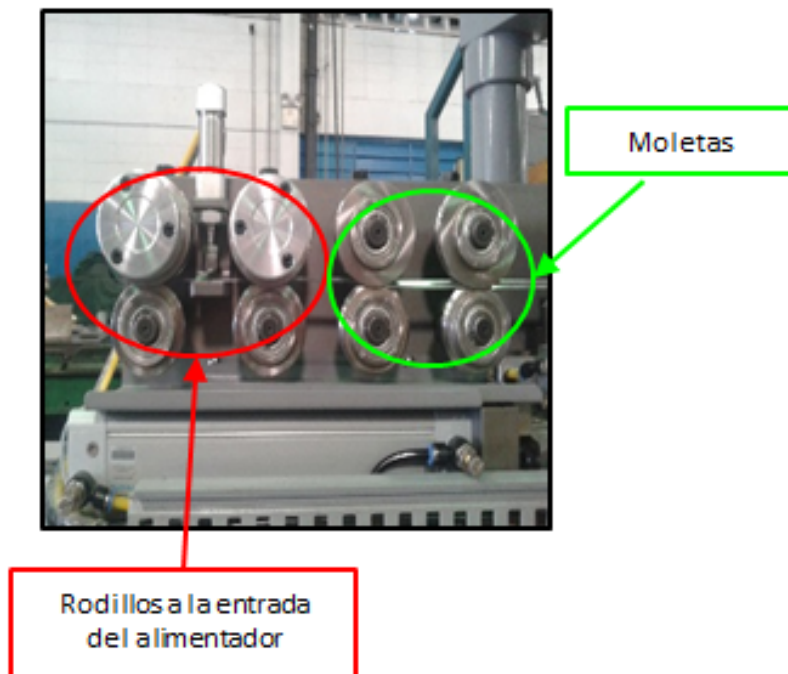


Figura 39: Rodillos y moletas, Selladora de Fuelles

Fuente: Serrano, N.



Figura 40: Prensa que sujeta el acero, Selladora de Fuelles

Fuente: Serrano, N.

Ø **Dosificadora:** Primordialmente para iniciar con el proceso de puesta a punto de la maquina el operario antes de dirigirse al puesto de trabajo debe disponer de todo el equipo de protección personal, En caso contrario, debe solicitarlos al supervisor inmediato o al personal de seguridad.

Si el equipo tiene más de 1 día sin operar se debe colocar el selector en posición manual (MANU) para purgar la resina acumulada en las tuberías presionado el pedal (VER FIGURA 41) hasta observa que la resina esta óptima para ser dosificada en las tapas elementos, en caso de que no requiera ser purgado el sistema (Hubo cambio de modelo o el personal fue a comer "tiempos cortos de paradas planificadas") se procede a colocar el selector en automático (AUTO) y se gradúa la pistola de dosificado moviendo el regulador en sentido horario para cerrar el caudal o anti-horario para abrir el caudal,(VER FIGURA 42) hasta alcanzar la cantidad de resina especificada en la estructura del producto.



Figura 41: Pedal, Dosificadora

Fuente: Serrano, N.



Figura 42: Regulador de Pistola, Dosificadora

Fuente: Serrano, N.

4.2 Fase II: Diagnostico del proceso de puesta a punto utilizando la herramienta de metodología SMED

Utilizando la metodología SMED se llega a diagnosticar el estado de las puestas a punto en el área Elementos I, revisando primero cómo influyen los tiempos que realizan con la planificación de la producción y luego clasificando las operaciones que realizan en operaciones Internas o Externas. Para una mejor comprensión se presenta los siguientes puntos con respecto a cada cambio que realizan.

4.2.1 Plisadora:

en la fase anterior se dio a conocer los cambios que realizan en ella y los tiempos que tardan haciéndolos, siguiendo con la idea, se explicara cómo influyen esos tiempos en la producción.

Para empezar, tomaremos en estudio el tiempo invertido en el cambio de bobinas de papel y cómo influye con respecto a la cantidad de cambios que se realizan diariamente, para una comprensión fácil está el siguiente ejemplo:

EJEMPLO: Fabricación de un elemento 28-71040

Datos:

- Rodillo: 13/32 plg
- Peso de la bobina de papel: 7 Kg
- Peso del Taco: 0.146 Kg
- Peso del Fuelle 28-71040: 0.0130 Kg
- Tipo de Papel: T-086
- Peso Específico Nominal del Papel: 130 g/m²
- Número de Pliegues Nominal: 74
- Ancho Nominal del Papel: 60 mm
- Producción Estándar: 30 fuelles/min

- Tiempo Diario de Trabajo: 450 min

Para comenzar se debe calcular la longitud de un fuelle con la siguiente formula:

$$(Rp) (2) (Npl) = Lf$$

Donde:

Rp: Rodillo de la Plisadora (mm)

Npl: Número de Pliegues nominal

Lf: Longitud de un Fuelle (mm)

Entonces:

Factor de conversión Plg a mm

$$\left(\frac{13}{32} \times 25.4\right) (2) (74) = 1527.175 \text{ mm/fuelle}$$

Luego pasamos a calcular el Área del Fuelle con la siguiente formula:

$$(Lf) (Ap) = Af$$

Donde:

Lf: Longitud de un Fuelle (mm/fuelle)

Ap: Ancho nominal del papel (mm)

Af: Área del Fuelle mm²/fuelle

Entonces:

$$(1527.175) (60) = 91630.5 \text{ mm}^2/\text{fuelle}$$

A continuación, pasamos el Área del Fuelle de mm² a m² dividiéndolo por el factor de conversión $\left(\frac{1}{1000} \frac{m^2}{mm^2}\right)$ dando como resultado 0.091630.5 m², con esto se pasa a calcular el peso del fuelle con la siguiente formula:

$$(Af) (\rho np) = Pf$$

Donde:

Af: Área del Fuelle (m²/fuelle)

ρnp : Peso Específico Nominal del Papel (g/m²)

Pf: Peso del Fuelle (g/fuelle)

Entonces:

$$(0.0916305)(130) = 11.91 \text{ g/fuelle}$$

Luego de esto, el Peso del Fuelle se debe pasar de g a Kg, con el factor de conversión de $(\frac{1}{1000} \frac{Kg}{g})$ dando como resultado 0.01191 Kg/fuelle, luego se calcula el peso de la bobina de papel simplemente restando el peso del Taco al peso de la bobina ($7Kg - 0.146 Kg = 6.854 Kg$) y así pasar a calcular la cantidad de Fuelles por Bobina de papel con la siguiente formula:

$$\frac{Pbst}{Pf} = Fb$$

Donde:

Pbst: Peso de la bobina sin Taco (Kg/bobina)

Pf: Peso del Fuelle (Kg/fuelle)

Fb: Fuelles por Bobina (fuelle/bobina)

Entonces:

$$\frac{6.854}{0.01191} = 575.48 \text{ fuele/bobina}$$

Siguiendo con el ejemplo, ya con la cantidad de fueles por bobina calculada, se puede pasar a calcular la duración promedio de la bobina con la siguiente formula:

$$\frac{Fb}{Ppe} = Tpb$$

Donde:

Fb: Fuelles por Bobina (fuelles/bobina)

Ppe: Producción Promedio Estándar (fuelles/min)

Tpb: Duración Promedio de la bobina (min/bobina)

Entonces:

$$\frac{575.48}{30} = 19.18 \text{ min/bobina}$$

Con este cálculo podemos conocer que, cuando la producción se mantiene constante de 30 fuelles por minuto, la bobina de papel se debe cambiar cada 19.18 minutos por lo cual, se puede calcular el número de cambios de bobina de papel con la siguiente formula:

$$\frac{Tdt}{Tpb} = Cbt$$

Donde:

Tdt: Tiempo Diario de Trabajo (Min/turno)

Tpb: Duración Promedio de la bobina (min/bobina)

Cbt: Cambios promedio por Turno (bobina/turno)

$$\frac{450}{19.18} = 23.5 \quad 24 \text{ bobina/turno}$$

Al conocer el número de cambios de papel, se puede conocer cómo influyen estos cambios con la producción con las siguientes formulas:

1. $(Cbt)(Tcb) = Tpt$
2. $(Tpt)(Ppe) = Fnp$

Donde:

- Cbt: Cambios promedio por Turno (bobina/turno)
- Tcb: Tiempo estándar de cambio de bobina (min/bobina)
- Tpt: Tiempo de producción perdidos (min/turno)
- Ppe: Producción Promedio Estándar (min/turno)
- Fnp: Fuelles no producidos (fuelles/turno)

Entonces:

1. $(24)(4.75) = 114 \text{ min/turno}$
2. $(114)(30) = 3420 \text{ fuelles/turno}$

Al conocer la cantidad de fuelles que se dejan de producir por simplemente cambiar las bobinas se puede ver cómo influyen en la planificación diaria de producción, debido a que el número que planifican según el estándar de producción, no se alcanzara debido a que no se toma en cuenta estos fuelles que se dejan de producir, por ejemplo, si se planifica trabajar con el fuelle 28-71040 todo un turno, deberían ser $(450)(30) = 13500$ *fuelles/turno* pero, con el ejemplo anterior, sabemos que no se producen 3420 fuelles/turno, entonces $13500 - 3420 = 10080$ *fuelles/turno* serian los fuelles producidos si se mantiene una producción constante de 30 fuelles/minuto.

Siguiendo con el diagnostico, se pasa a revisar cómo influyen los tipos de cambios que se presentan en la Plisadora, calculando el tiempo que se necesita para cada tipo de cambio con la producción estándar.

Para empezar, tenemos los siguientes datos:

Tipos de cambios:

- Simple: 1.6(min)
- Moderado: 5.6 (min)
- Complejo: 8 (min)

Producción Promedio Estándar: 30 (fuelles/min)

A continuación, se calcula los fuelles que se dejan de producir por cada cambio con la siguiente formula:

$$(TCp)(Ppe) = Fnp$$

Donde:

TCp: Tipo de cambio de la Plisadora (min)

Ppe: Producción Promedio Estándar (fuelles/min)

Fnp: Fuelles no producidos (fuelles)

Entonces:

- Cambio Simple:

$$(1.6)(30) = 48 \text{ fuelles}$$

- Cambio Moderado:

$$(5.6)(30) = 168 \text{ fuelles}$$

- Cambio Complejo:

$$(8)(30) = 240 \text{ fuelles}$$

Conociendo cómo influye cada tipo de cambio, se puede realizar un resumen de cómo influyen las puestas a punto de la plisadora con la producción:

Resumen:

- Producción Ideal: 13500 fuelles/turno
- Cambio de Bobina: 3420 fuelles/turno
- Cambio Simple: 48 fuelles
- Cambio Moderado: 168 fuelles
- Cambio Complejo: 240 fuelles

Para calcular el resumen de las puestas a punto se realizará con la siguiente formula:

$$PrIdeal - (FnpB + FnpC) = PrReal$$

Donde:

PrIdeal: Producción Ideal (fuelle/turno)

FnpB: Fuelles no producidos por cambio de bobina de papel (fuelle/turno)

FnpC: Fuelles no producidos por tipo de cambio en plisadora (fuelle)

PrReal: Producción Real

- Producción con cambio Simple y cambio de bobina:

$$13500 - (3420 + 48) = 10032 \frac{\text{fuelles}}{\text{turno}}$$

- Producción con cambio Moderado y cambio de bobina:

$$13500 - (3420 + 168) = 9912 \frac{\text{fuelles}}{\text{turno}}$$

- Producción con cambio Complejo y cambio de bobina:

$$13500 - (3420 + 240) = 9840 \frac{\text{fuelles}}{\text{turno}}$$

Al conocer cómo influyen las puestas a punto de la plisadora en la producción, se pasa a diagnosticar las operaciones de las puestas a punto clasificándolas según la metodología SMED en operaciones Internas y Externas.

Para comenzar, se clasifica en operaciones Internas a las operaciones que se realicen cuando la maquina se encuentra parada y en operaciones Externas a las operaciones que se realicen con la maquina apagada.

Siendo este el caso, se procede a clasificar las operaciones involucradas en el cambio de bobina de papel en la siguiente figura:

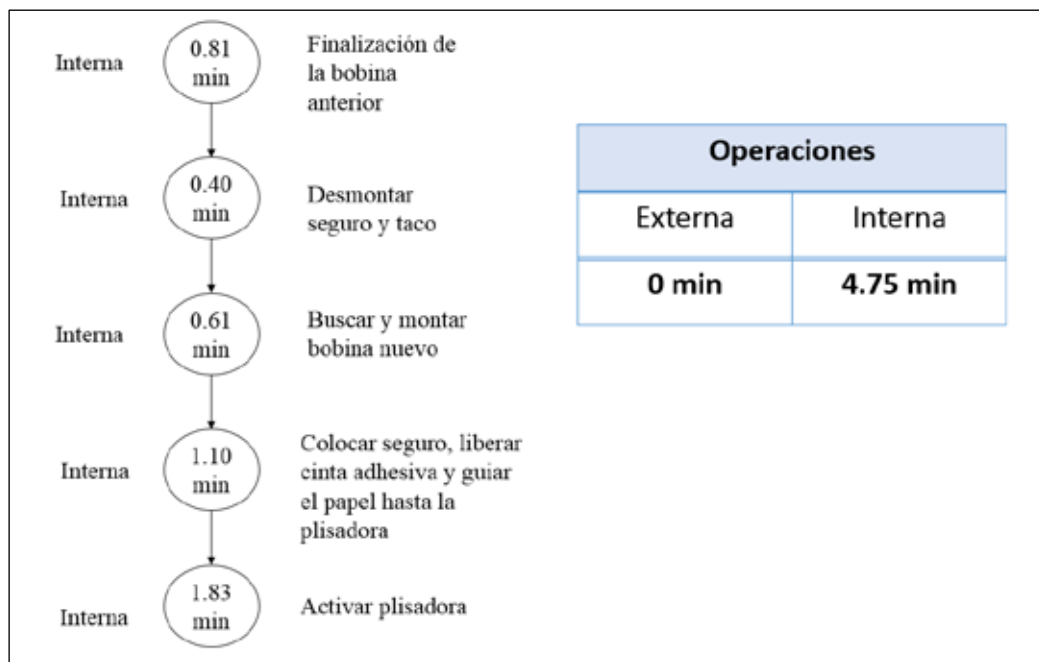


Figura 43: Operaciones Internas y Externas cambio de bobina de papel, Plisadora

Fuente: Serrano, N.

Con esta clasificación, se puede conocer que todas las operaciones involucradas en el cambio de Bobina de papel son operaciones Internas, es decir, se realizan a máquina parada y todos los tiempos de la operación influyen con la producción ya que la maquina entrara en reposo mientras se realiza el cambio.

Así mismo se procede a clasificar las operaciones que se realizan en el cambio de Rodillo de la plisadora en la siguiente figura:

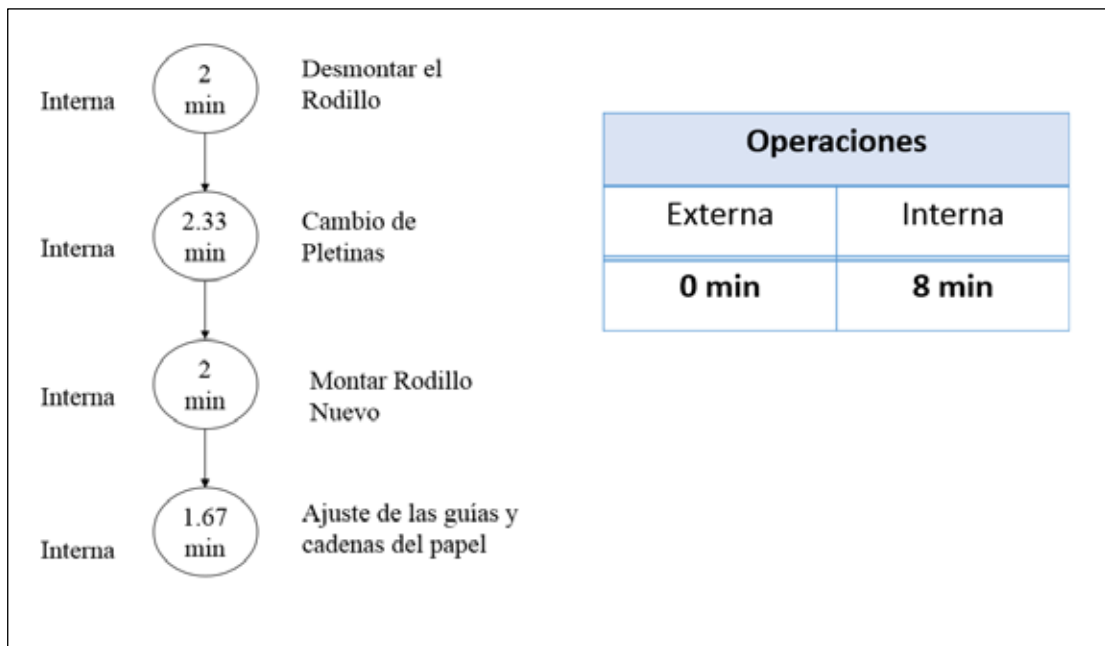


Figura 44: Operaciones Internas y Externas Cambio de Rodillo, Plisadora

Fuente: Serrano, N.

Cómo se observa en la figura anterior, todas las operaciones son Internas y pasa el mismo caso que con el cambio de bobina de papel, los tiempos que se realizan influyen directamente con la planificación de la producción.

4.2.1.1 Muestreo de Trabajo en el cambio de bobina de papel

Continuando con el Diagnostico de la plisadora, se realiza un Muestreo de Trabajo del cambio de bobina de papel para conocer como realizan esa operación actualmente, para esto, se tiene como objetivo de estudio el conocer si la operación de

cambio de bobina de papel la están realizando según los parámetros de puesta a punto impuestos por el departamento de ingeniería de la empresa Mann+Hummel FT.

Para comenzar, se establece que las observaciones a realizar serán de tipo cualitativo, es decir, se tomara como un “1” si en la observación da como resultado que el capataz o el operador realice el cambio de manera correcta como está establecido y “0” cuando no se realice de dicha forma.

Primero se define cual sería la población del estudio, para esto se define que la población sería el estándar de cambios de bobina de papel que se realizan, siendo estos 24 cambios por día, luego se toma como nivel de confianza del estudio el 95% con una precisión del 5%, luego se pasa a realizar un estudio piloto el cual dará partida a conocer el número de observaciones que se deben realizar. (VER CUADRO 7)

Cuadro 7: Estudio Piloto, Cambio de bobina de papel

Día	Observaciones	Observaciones realizando bien el Cambio
1	10	3
TOTAL	10	0.3
Porcentaje de Ocurrencia		30%

Fuente: N. Serrano

Luego de tener este estudio piloto, podemos pasar a revisar cual sería el número de muestras que se deben realizar para el estudio con la siguiente formula

$$\frac{N Z^2 pq}{d^2(N - 1) + z^2 pq} = n$$

Donde:

n: Numero de Muestras

N: Población

Z: Coeficiente cuyo valor depende del Nivel de Confianza elegido y que se obtiene en la Tabla de la Distribución Normal

p: proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia

q: proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio (1 - p)

d: nivel de precisión absoluta.

Entonces:

$$\frac{(120)(1.96)^2(0.3)(0.7)}{0.05^2(119 + 1) + (1.96)^2(0.3)(0.7)} = 87.67 = 91 \text{ Obs}$$

Conociendo que el tiempo de estudio es de 10 días y que se hace 3 Observación por viaje se calcula cuantos viajes se deben realizar en los días que faltan de estudio.

Primero se calcula cuantas observaciones faltan:

$$91 - 10 = 81 \text{ Obs}_{\text{restantes}}$$

Luego cuantas observaciones deben ser por día:

$$\frac{81 \text{ Obs}}{9 \text{ días}} = 9 \frac{\text{Obs}}{\text{día}}$$

Para luego finalizar calculando los viajes por día:

$$\frac{9 \frac{\text{Obs}}{\text{día}}}{3 \frac{\text{Obs}}{\text{viaje}}} = 3 \frac{\text{Viaje}}{\text{día}}$$

A continuación, se pasa a realizar el muestreo de trabajo (VER ANEXO A) arrojando los siguientes resultados:

Cuadro 8: Muestreo de Trabajo, cambio de bobina de papel

Día	Observaciones	Observaciones realizando bien el Cambio	P diaria
1	10	3	0,30
2	9	2	0,22
3	9	3	0,33
4	9	1	0,11
5	9	2	0,22
6	9	3	0,33
7	9	2	0,22
8	9	1	0,11
9	9	1	0,11
10	9	3	0,33
TOTAL	91	21	0,2308

Fuente: N. Serrano (2018)

Luego, se realiza el diagrama de control utilizando la siguiente formula:

$$\text{Limites de Control} = p \pm 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n_{diaria}}}$$

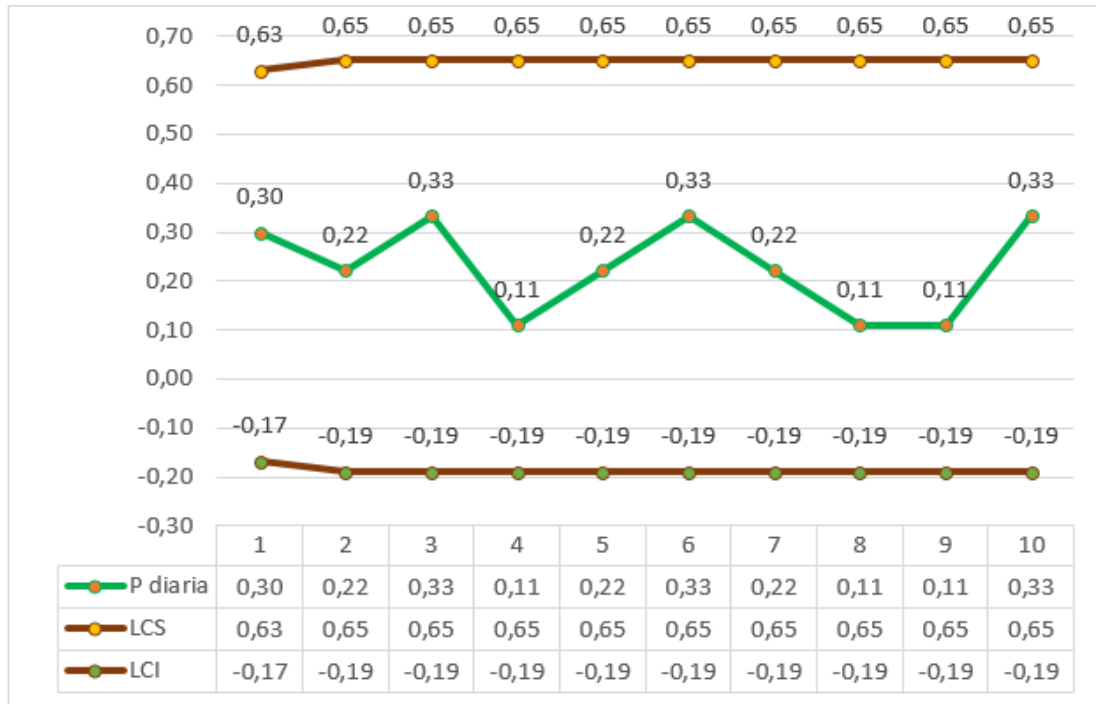
Donde:

p : Porcentaje de ocurrencia del estudio

n_{diaria} : Número de Observaciones diarias

Entonces:

Gráfico 1: Grafico de Control, Cambio de Bobina de Papel.



Fuente: N. Serrano (2018)

Seguendo los datos arrojados por el grafico anterior, el estudio se mantiene bajo control y se da a conocer que hay un 23.08% de probabilidades que el capataz o el operador realice el cambio de buena manera.

Añadiendo más datos al estudio, se tomó el tiempo total del cambio de las operaciones para tener una perspectiva de cuál es el tiempo de cambio promedio que realizan teniendo en cuenta que el tiempo de cambio de bobina estándar es de mínimo 4 minutos y Máximo 5 minutos, este estudio se puede visualizar en el anexo B

Revisando los datos del anexo anterior, se procede a calcular como influiría este tiempo en la planificación de la producción con las siguientes formulas:

$$1. (Cbt)(Tpb) = Tpt$$

$$2. (Tpt)(Ppe) = Fnp$$

Donde:

- Cbt: Cambios promedio por Turno (bobina/turno)
- Tpb: Tiempo promedio de cambio de bobina (min/bobina)
- Tpt: Tiempo de producción perdidos (min/turno)
- Ppe: Producción Promedio Estándar (min/turno)
- Fnp: Fuelles no producidos (fuelles/turno)

Entonces:

1. $(24)(6.129) = 147.096 \text{ min/turno}$
2. $(147.096)(30) = 4.412,88 \quad 4.413 \text{ fuelles/turno}$

Tomando los datos suministrados anteriormente, se puede concluir que planificando realizar el fuelle 28-71040, teniendo un 23.08% de probabilidad de que el operador realice el cambio dentro del tiempo estándar establecido, posee un tiempo promedio de 6,129 minutos influyendo con 4.413 fuelles por turno que se dejan de producir solo por este cambio.

4.2.2 Horno de Pre-curado

En esta máquina no ocurren cambios durante el proceso productivo, y su puesta a punto es simple ya que posee un tiempo de cambio mínimo, por lo que se pasa por alto el diagnóstico de la maquina con la metodología SMED ya que sería nulo.

4.2.3 Selladora de Fuelles

Siguiendo los datos suministrados en la fase anterior, se conocen los tipos de cambios y los tiempos que se requieren para realizarlos, para comenzar con el diagnostico se explica a continuación cómo influyen estos cambios con la planificación de la producción.

Para dar Inicio se tienen los siguientes datos:

- Cambio Simple #1: 0.2 min

- Cambio Simple #2: 0.7 min
- Cambio Moderado: 4.7 min
- Cambio Complejo: 15.7 min
- Producción Promedio Estándar: 13500 fuelles/turno.

Para calcular los fuelles que se dejan de producir por cada cambio se utiliza la siguiente formula:

$$(TCs)(Ppe) = Fnp$$

Donde:

TCs: Tipo de cambio de la Selladora de fuelles (min)

Ppe: Producción Promedio Estándar (fuelles/min)

Fnp: Fuelles no producidos (fuelles)

Entonces:

- Cambio Simple #1:
 $(0.2)(30) = 6 \text{ fuelles}$
- Cambio Simple #2:
 $(0.7)(30) = 21 \text{ fuelles}$
- Cambio Moderado:
 $(4.7)(30) = 141 \text{ fuelles}$
- Cambio Complejo:
 $(15.7)(30) = 471 \text{ fuelles}$

Luego de calcular el número de fuelles que se dejan de producir por cada cambio, se procede a calcular la producción real dependiendo del tipo de cambio que se realice con la siguiente formula:

$$PrIdeal \quad FnpS = PrReal$$

Donde:

PrIdeal: Producción Ideal (fuelle/turno)

FnpB: Fuelles no producidos por tipo de cambio en Selladora de fuelles (fuelle/turno)

PrReal: Producción Real

Entonces:

- Cambio Simple #1:

$$13500 \quad 6 = 13494 \text{ fuelles/turno}$$

- Cambio Simple #2:

$$13500 \quad 21 = 13479 \text{ fuelles/turno}$$

- Cambio Moderado:

$$13500 \quad 141 = 13359 \text{ fuelles/turno}$$

- Cambio Complejo:

$$13500 \quad 471 = 13029 \text{ fuelles/turno}$$

Al conocer cómo influyen las puestas a punto que se realizan en la Selladora de Fuelles, se procede con el diagnóstico según la metodología SMED, el cual es clasificar las operaciones que se realizan en Internas y Externas.

Continuando con lo anterior, la clasificación de las operaciones que se realizan en el proceso de puesta a punto de la Selladora de Fuelles se puede visualizar en la siguiente figura:

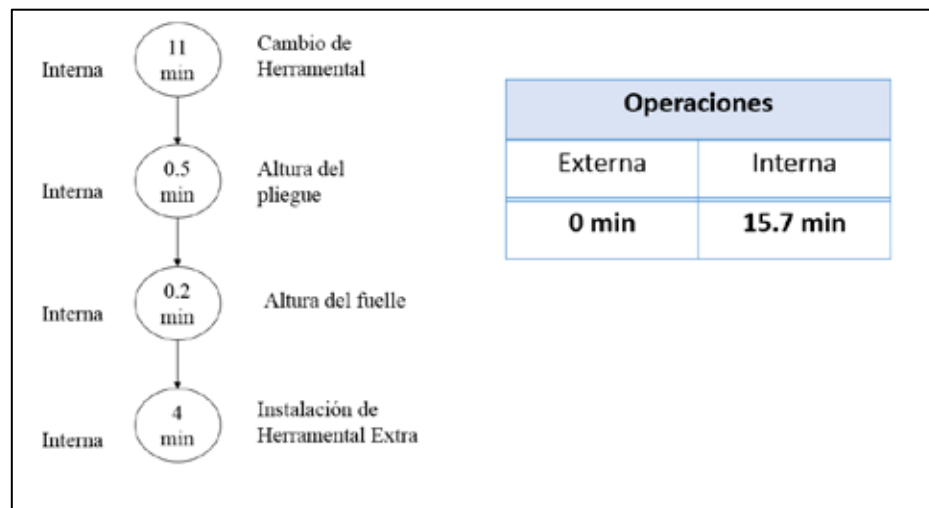


Figura 45: Clasificación operaciones Internas y Externas, Selladora de Fuelles.

Fuente: Serrano. N. (2018)

Al finalizar con la clasificación de las operaciones de puesta a punto en la Selladora de Fuelles, se define que todas las operaciones que se realizan son operaciones Internas, es decir, que se realizan cuando la maquina esta parada y es por esto que los tiempos de cambios influyen en la producción porque la maquina entrara en reposo cuando se requiera un cambio.

4.2.3.1 Muestreo de Trabajo

Para seguir con el proceso de diagnóstico de la selladora de fuelles se debe tener presente un Muestreo de Trabajo el cual dará la información necesaria para conocer como realizan el proceso de producción teniendo como objetivo conocer la diferencia que posee el proceso con los dos herramientas guías, para esto, se realiza un muestreo de trabajo para el herramental de guía pequeño y otro para el herramental de guía grande.

Para comenzar, se establece que las observaciones a realizar serán de tipo cualitativo, es decir, se tomara como un “1” si en la observación da como resultado que en un ciclo de trabajo de 1 min el operador cumple con el estándar de producción establecido, siendo este de 30 fuelles sellados por minuto, y se tomara como “0” si la observación del ciclo de trabajo no cumple con los fuelles establecidos.

Primero se define cual sería la población del estudio, para esto, ya que el muestreo son los ciclos de trabajo de 1 min, la población se vendría viendo por los minutos comprendido en la jornada laboral la cual es de 450 minutos, además se prosigue a tomar como nivel de confianza del estudio el 95% con una precisión del 5%, luego se pasa a realizar un estudio piloto el cual dará partida a conocer el número de observaciones que se deben realizar. (VER CUADRO 9)

Cuadro 9: Estudio piloto, Herramentales Guías

Herramental Guia Pequeño			Herramental Guia Grande		
Día	Observaciones	Observaciones realizando bien el Cambio	Día	Observaciones	Observaciones realizando bien el Cambio
1	30	23	1	30	9
Porcentaje de Ocurrencia		76,67%	Porcentaje de Ocurrencia		30,00%

Fuente: N. Serrano (2018)

Luego de tener este estudio piloto, podemos pasar a revisar cual sería el número de muestras que se deben realizar para el estudio con la siguiente formula:

$$\frac{N Z^2 pq}{d^2(N - 1) + z^2 pq} = n$$

Donde:

n: Numero de Muestras

N: Población

Z: Coeficiente cuyo valor depende del Nivel de Confianza elegido y que se obtiene en la Tabla de la Distribución Normal

p: proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia

q: proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio (1 - p)

Entonces para el caso del Herramental Guía Pequeño:

$$\frac{(450) (1.96^2) (0.7667) (0.2333)}{0.05^2(450 - 1) + (1.96^2) (0.7667) (0.2333)} = 170.87 \sim 200 \text{ Observaciones}$$

Y para el caso del Herramental Guía Grande:

$$\frac{(450)(1.96^2)(0.3)(0.7)}{0.05^2(450 - 1) + (1.96^2)(0.3)(0.7)} = 188.17 \sim 200 \text{ Observaciones}$$

En primer lugar, se realizará el estudio al herramental pequeño, antes que nada, conociendo que el tiempo de estudio restante es de 5 días para completar 6 días, se calcula cuantos viajes se deben realizar en los días que faltan de estudio.

Primero se calcula cuantas observaciones faltan:

$$200 - 30 = 170 \text{ Obs}_{\text{restantes}}$$

Luego cuantas observaciones deben ser por día:

$$\frac{170 \text{ Obs}}{5 \text{ días}} = 34 \frac{\text{Obs}}{\text{día}}$$

Para luego finalizar calculando los viajes por día:

$$\frac{34 \frac{\text{Obs}}{\text{día}}}{34 \frac{\text{Obs}}{\text{viaje}}} = 1 \frac{\text{Viaje}}{\text{día}}$$

A continuación, se pasa a realizar el muestreo de trabajo (VER ANEXO C) arrojando los siguientes resultados:

Cuadro 10: Muestro de Trabajo, Herramental Guía Pequeño

Día	Observaciones	Observaciones realizando bien el Cambio	P diaria
1	30	27	0,90
2	34	29	0,85
3	34	28	0,82
4	34	32	0,94
5	34	28	0,82
6	34	27	0,79
TOTAL	200	171	85,50%

Fuente: Serrano, N. (2018).

Luego, se realiza el diagrama de control utilizando la siguiente formula:

$$\text{Limites de Control} = p \pm 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n_{\text{diaria}}}}$$

Donde:

p : Porcentaje de ocurrencia del estudio

n_{diaria} : Número de Observaciones diarias

Entonces:

Gráfico tal: Grafico de control, Herramental Guía Pequeño.



Fuente: Serrano, N. (2018).

Siguiendo los datos arrojados por el grafico anterior, el estudio se mantiene bajo control y se da a conocer que hay un 73.33% de probabilidades que el capataz o el operador realice el cambio de buena manera.

Por otra parte, para realizar el estudio del herramental Guía Grande, antes que nada, conociendo que el tiempo de estudio es de 6 días, se calcula cuantos viajes se deben realizar en los días que faltan de estudio.

Primero se calcula cuantas observaciones faltan:

$$200 - 30 = 170 \text{ Obs}_{\text{restantes}}$$

Luego cuantas observaciones deben ser por día:

$$\frac{170 \text{ Obs}}{5 \text{ días}} = 34 \frac{\text{Obs}}{\text{día}}$$

Para luego finalizar calculando los viajes por día:

$$\frac{34 \frac{\text{Obs}}{\text{día}}}{34 \frac{\text{Obs}}{\text{viaje}}} = 1 \frac{\text{Viaje}}{\text{día}}$$

A continuación, se pasa a realizar el muestreo de trabajo (VER ANEXO D) arrojando los siguientes resultados:

Cuadro 11: Muestreo de Trabajo, Herramental Guía Grande

Día	Observaciones	Observaciones realizando bien el Cambio	P diaria
1	30	8	0,27
2	34	6	0,18
3	34	11	0,32
4	34	7	0,21
5	34	15	0,44
6	34	12	0,35
TOTAL	200	59	29,50%

Fuente: Serrano. N (2018)

Luego, se realiza el diagrama de control utilizando la siguiente formula:

$$\text{Limites de Control} = p \pm 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n_{diaria}}}$$

Donde:

p : Porcentaje de ocurrencia del estudio

n_{diaria} : Número de Observaciones diarias

Entonces:

Gráfico 3: Grafico de Control, Herramental Guía Grande.



Fuente: Serrano, N. (2018).

Siguiendo los datos suministrados por la gráfica, el estudio se encuentra bajo control, además, conociendo que la probabilidad de que el ciclo complete los 30 fuelles por minuto es de 29.50%

Repasando los datos arrojados por los estudios de muestreo anteriores, se puede sacar la siguiente conclusión:

Cuadro 12: Comparativo entre Herramental Guía Pequeño y Grande.

Herramental Guia Pequeño		Herramental Guia Grande	
Numero de Observaciones	200	Numero de Observaciones	200
Ciclos completados	171	Ciclos completados	59
% de probabilidad	85,50%	% de probabilidad	29,50%

Fuente: Serrano, N. (2018)

Es decir, el herramental pequeño presenta una mejor funcionalidad que el herramental grande.

4.2.4 Dosificadora y Horno de Curado

Estas máquinas (al igual que el horno de Pre-curado) no poseen cambios durante el proceso productivo, y su puesta a punto es simple ya que poseen un tiempo de cambio mínimo, por lo que se pasa por alto el diagnóstico de estas máquinas con la metodología SMED ya que sería nulo.

4.2.5 Resumen del Diagnóstico de los procesos de puesta

Finalizando con el diagnóstico, se realiza un resumen combinando las puestas a punto de tipo compleja y el cambio de bobina de papel, para conocer como influye este “peor de los casos” dentro de la planificación de la producción.

Para visualizar como influye se presenta primero los siguientes datos:

- Producción Ideal: 13500 fuelles/turno
- Cambio de bobina de papel (28-71040): 3420 fuelles/turno

- Cambio Tipo Complejo Plisadora: 240 fuelles
- Cambio Tipo Complejo Selladora de Fuelles: 471 fuelles

A continuación, se presenta la siguiente formula para conocer como influyen estas puestas a punto:

$$PrIdeal \quad (Cbp + Ccpls + Ccsll) = Prpap$$

Donde:

PrIdeal: Producción Ideal

Cbp: Cambio de Bobina de Papel

Ccpls: Cambio Tipo Complejo Plisadora

Ccsll: Cambio Tipo Complejo Selladora de Fuelles

Entonces:

$$13500 \quad (3420 + 240 + 471) = 9369 \text{ fuelles/turno}$$

Es decir, realizando todas las puestas a punto en un mismo día de trabajo realizando fuelles tipo 28-71040, se pueden producir 9369 fuelles, dejando de producir solo por puestas a punto 4131 fuelles siendo el caso que se presente el peor de los casos. Esto sin contar el estudio de muestreo de trabajo el cual arrojo que los operadores tienen el 24,2% de probabilidad de realizar el proceso de cambio de bobina de papel de manera correcta y que posee un tiempo promedio de 6.129 minutos influyendo con 4413 fuelles por turno cambiando los números de planificación de la producción de la siguiente manera:

Tomando en cuenta la ecuación anterior, aunque cambiando el número de fuelles que influyen en el cambio de la bobina de papel, daría el siguiente resultado:

$$13500 \quad (4413 + 240 + 471) = 8376 \text{ fuelles/turno}$$

Es decir, con el tiempo promedio arrojado por el estudio de muestreo se observa que la cantidad que se puede producir del fuelle 28-51040 por turno son de 8376 fuelles, dejando de producir 5124 fuelles según el estándar de producción de 13500 fuelles.

Fase III: Propuesta de mejoras al proceso basadas en el diagnóstico de la línea Unidad Sellado Automotriz (USA)

Con el desarrollo de las fases I y II, de la metodología de estudio, se proporcionó la información suficiente para la evaluación, diagnóstico y clasificación de las operaciones según la metodología SMED, por consiguiente, se presenta las propuestas de mejora basadas en el diagnóstico que se realizó en la fase II.

Las propuestas van dirigidas hacia la maquina Plisadora y la Selladora de Fuelles, ya que, estas son las que se diagnosticaron con la metodología SMED presentando tiempos de puesta a puntos elevados y que influyen en la planificación de la producción.

4.3.1 Propuesta para la Plisadora

En la maquina plisadora se diagnosticó que presenta un problema con respecto al cambio de la bobina de papel, tomando en cuenta el estudio de muestreo de trabajo realizado anteriormente, los cambios estándar de cambio de bobina de papel establecidos en la empresa Mann+Hummel FT.

Para esto, siguiendo los pasos de la metodología SMED, se plantea pasar las operaciones Internas a Externas, para esto se diseña una nueva base que sostiene las bobinas de papel para que permita la carga de dos bobinas de papel agilizando el proceso ya que cambiaría varias operaciones de Internas a Externas, para mayor visualización se presenta el diseño de la base que sostiene el papel. (VER ANEXO E, F Y G).

Para realizar esta base nueva se necesita los siguientes materiales:

Cuadro 13: Materiales para Base de bobina de papel

Material	Cantidad
Tubo Mecanizado (60x6)	1 Pza
Viga UPN (80x6)	2 Pza
Disco de tronzadora 14"	1 Pza
Disco para esmerilar 4"	1 Pza
Electrodo (60/13 x 1/8)	1 Kg
Pintura de Aceite	1 Cuñete

Fuente: Serrano, N.

El diseño de esta base consta de dar otro espacio en donde cargar las bobinas de papel, para que así los operadores o capataces no pierdan tiempo

Con la construcción de esta base las operaciones quedarían de la siguiente manera:

1) Finalización de la bobina de papel: el operador o capataz con ayuda de una herramienta tipo palanca, ayuda a que el final del papel llegue a la cadena transportadora para que así el papel no se estire y se dañe el plisado, esta operación posee un tiempo estándar de 0.81 minutos. (Interna).

2) Guiar el papel hasta la plisadora y activarla: El operador o capataz guía el papel de la bobina que se encuentra situada de manera simétrica con respecto al eje de la base nueva hasta los rodillos de la plisadora, enciende la plisadora para empezar el proceso de plisado y coloca su mano en forma de gancho en dirección contraria a la dirección del traslado de los fuelles para frenar los pliegues hasta que estos se junten y se formen monótonamente, luego de esto, saca su mano y coloca unas pesas para que estos sigan en esa forma, esta operación posee un tiempo estándar de 2 minutos.

3) Desmontar seguro y taco: El operador o capataz pasa a soltar el seguro de la bobina de papel que la sostiene del lado de la base que no está en uso, a continuación, saca el taco de la bobina para así despejar la base, esta operación tiene un tiempo estándar de 0.40 minutos.

4) Buscar y Montar bobina de papel nueva: En esta operación el operador o capataz busca en el almacén de proceso la nueva bobina con la cual se va a trabajar y la monta en la base del lado que se encuentra libre, esta operación posee un tiempo estándar de 0.61 minutos.

5) Colocar seguro, liberar cinta adhesiva: En esta operación el operador con la bobina ya cargada en la base pasa a instalar el seguro de esta, a continuación, libera la cinta protectora que posee en el inicio de la bobina de papel para dejarla lista para cuando se acabe la otra bobina de papel.

Para una mayor comprensión se presenta el siguiente diagrama de operaciones

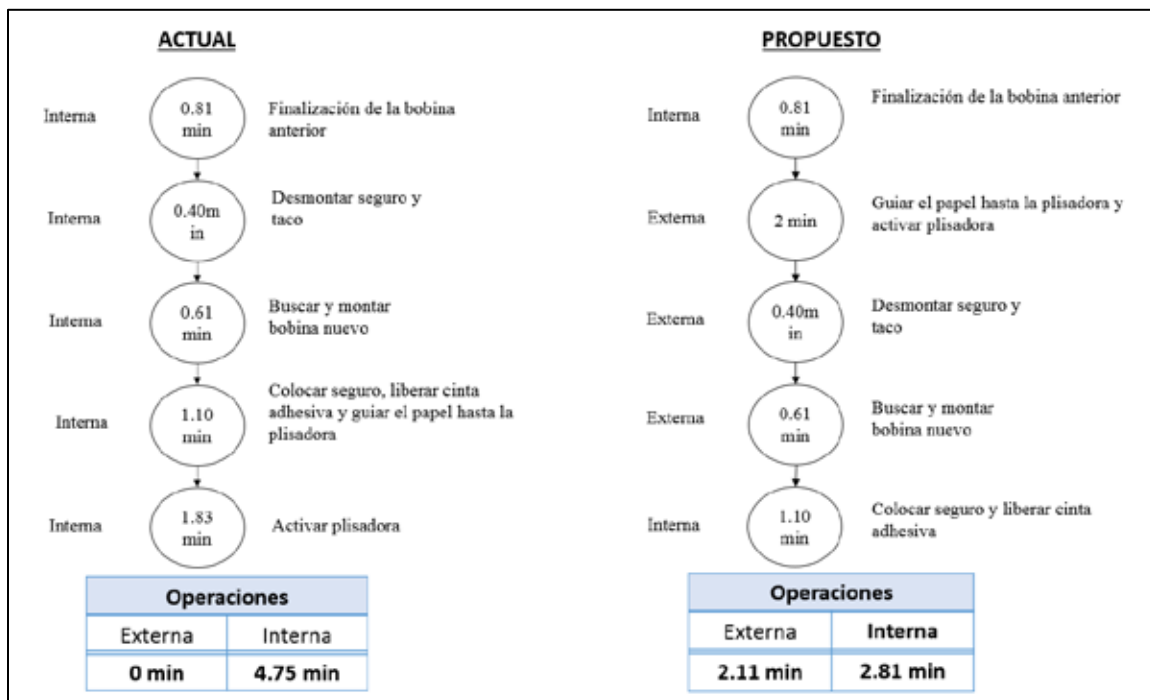


Figura 46: Diagrama de operación cambio de bobina de papel (Actual vs Propuesto)

Fuente: Serrano, N.

Continuando con los datos suministrados por el diagrama anterior, la propuesta cambia 3 operaciones del cambio de bobina de papel de Interna a Externa, teniendo en cuenta que acumula un tiempo de 2.11 min en operaciones externas y 2.81 min en operaciones Internas, para conocer cuál es el impacto que genera esta propuesta se puede ver realizando los cálculos que se hicieron realizando el diagnostico cambiando el tiempo de operación ya que, solo influyen los tiempos de las operaciones internas:

Datos:

- Modelo de Fuelle: 28-71040
- Cambios de bobina de papel por turno: 24 cambios
- Tiempo de operaciones Internas: 2.81 min
- Producción promedio Estándar: 30 fuelles/min

Para conocer cómo influye este cambio con la producción se presenta las siguientes formulas:

$$1) (Cbp)(Toi) = Tcp$$

$$2) (Tcp)(Ppe) = Fnp$$

Donde:

Cbp: Cambios de bobina de papel

Toi: Tiempo de operaciones Internas

Tcp: Tiempo de Cambio Propuesto

Ppe: Producción Promedio Estándar

Fnp: Fuelles no producidos

Entonces:

$$1) (24)(2.81) = 67.44 \text{ min}$$

$$2) (67.44)(30) = 2.023 \text{ fuelles}$$

En tal sentido, se realiza una comparativa con respecto al proceso actual con el proceso propuesto en el siguiente cuadro:

Cuadro 14: Diferencias entre proceso actual y propuesta

Actual		Propuesta	
Tiempo Operaciones Internas	4.75	Tiempo Operaciones Internas	2.81
Tiempo Operaciones Externas	0	Tiempo Operaciones Externas	2.11
Fuelles no producidos (28-71040)	3420	Fuelles no producidos (28-71040)	2023

Fuente: Serrano, N.

Cuadro 15: Diferencias entre proceso actual, muestro de trabajo y propuesta

Actual		Muestro de Trabajo		Propuesta	
Tiempo cambio completo	4.75	Tiempo cambio completo	6.129	Tiempo cambio completo	4.75
Fuelles no producidos (28-71040)	3420	Fuelles no producidos (28-71040)	4413	Fuelles no producidos (28-71040)	2023

Fuente: N. Serrano

4.3.2 Propuesta para la selladora de fuelles

En la selladora de fuelles se diagnosticó que presenta una operación de cambio muy elevada la cual es el cambio de herramental Guía, revisando más a fondo, se realizó anteriormente un estudio de muestreo el cual demostró que el herramental Guía pequeño presenta una probabilidad de 85.5% de realizar el ciclo de producción correctamente (30 fuelles/minuto), mientras que para el herramental grande el estudio arrojó que presenta una probabilidad de 29.5% de realizar el ciclo de producción de buena manera.

Continuando con la idea, se realiza una comparativa de los herramentales guías para conocer sus diferencias:

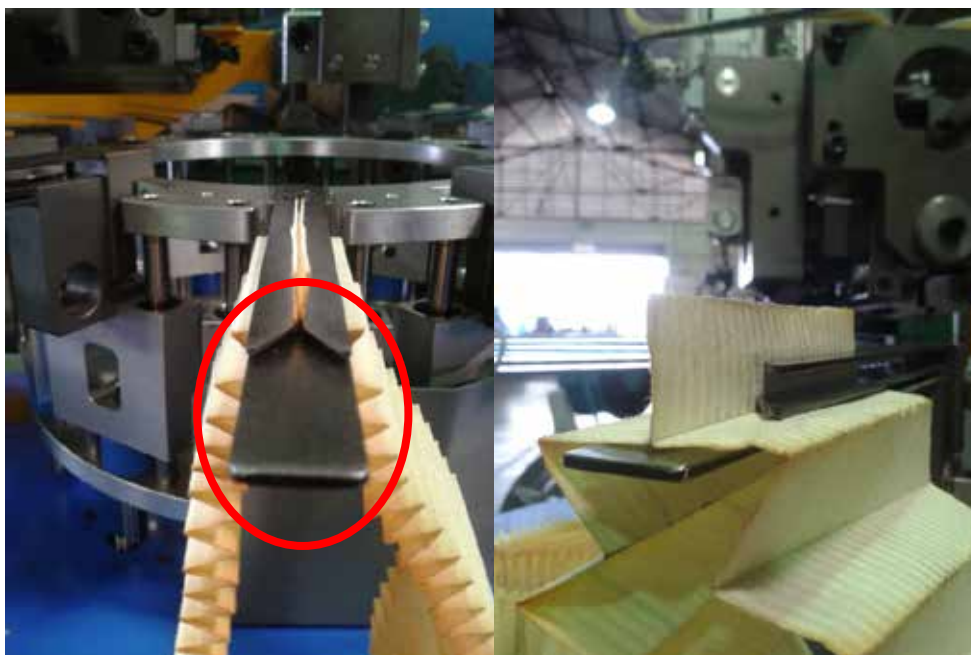
Cuadro 16: Comparación entre Herramentales Guías.

Herramental Guia Pequeño		Herramental Guia Grande		Herramental de Soporte	
DESCRIPCION	COMPARATIVA	DESCRIPCION	COMPARATIVA	DESCRIPCION	COMPARATIVA
Largo	142,24	Largo	186,66	Largo	222,13
Ancho	15,02	Ancho	15,02	Ancho	20,00
Alto	2,50	Alto	2,50	Alto	2,00
Acabado	Pulido	Acabado	Pulido	Acabado	Pulido
Funcion	Guiar fuelles	Funcion	Guiar fuelles	Funcion	Guiar fuelles

Fuente: Serrano, N. (2018).

Siguiendo los datos suministrados en el cuadro anterior, la diferencia que existe entre los herramentales guía es el largo de cada uno, siendo esto de gran información ya que del largo del herramental guía depende el espacio de ensamblaje que existe entre el herramental de soporte y el herramental guía. (VER FIGURA 47).

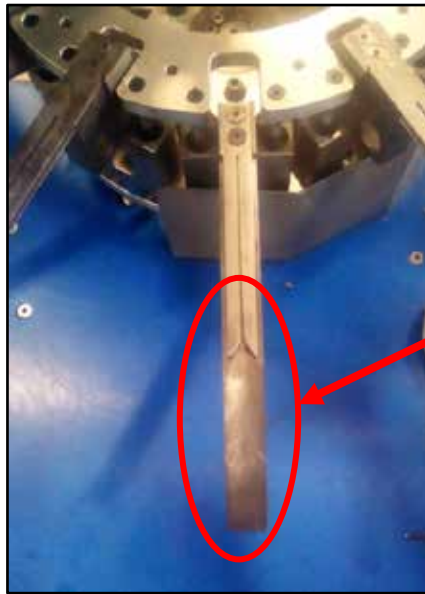
Figura 47: Espacio de ensamblaje



Fuente: Serrano, N. (2018)

En resumidas cuentas, el espacio de ensamblaje del herramental guía pequeño con el herramental de soporte es más grande que el del herramental guía grande con el herramental de soporte, como se puede ver a continuación:

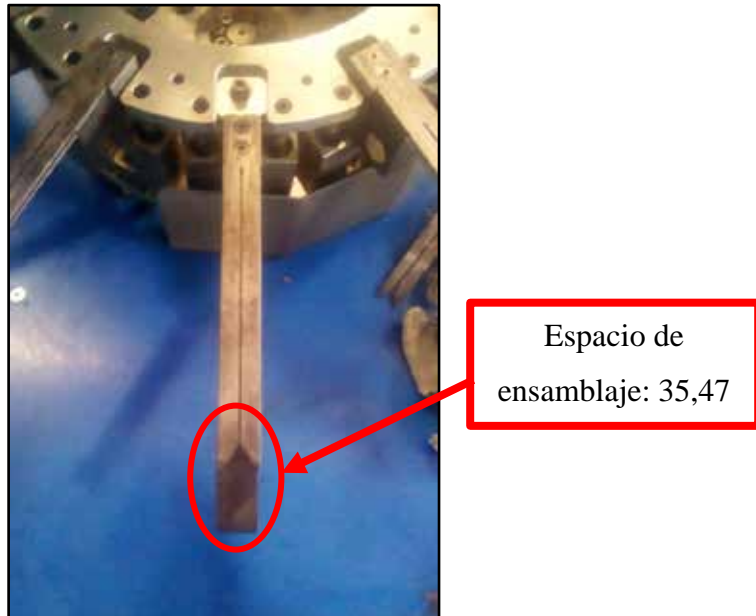
Figura 48: Herramental guía pequeño con herramental soporte.



Espacio de
ensamblaje: 79,89

Fuente: Serrano, N. (2018)

Figura 49: Herramental guía grande con herramental soporte.



Fuente: Serrano, N. (2018)

Por otra parte, el herramental guía pequeño está planteado para fuelles con altura máxima de 140 milímetros, mientras que el herramental grande puede abarcar desde la medida más pequeña hasta la altura máxima permitida en la máquina selladora de fuelles la cual es 200 milímetros, por lo que se plantea un herramental de soporte más grande que pueda igualar el espacio de ensamble que posee el herramental pequeño para así, eliminar la operación de cambio de herramental.

Para diseñar el nuevo herramental de soporte se toma la medida máxima permitida por la máquina, la cual es 260 milímetros, puesto que así, puede girar libremente sin chocar con el cilindro de ajuste del fuelle cuando este se va a sellar con el clip de acero. (VER FIGURA 50).

Figura 50: Distancia máxima permitida para el herramental de soporte



Fuente: Serrano, N. (2018).

Siguiendo con la idea, se procede a realizar el diseño del nuevo herramental (VER ANEXO H, I Y J), el consta de agrandar el largo del herramental de soporte en 256 milímetros, para así crear un espacio de ensamble de 69,34, luego de esto, se procede a realizar una cotización a un outsourcing para realizar la pieza.

Antes que nada, la creación de un espacio de ensamble similar al del herramental guía pequeño, influye en que ya no se tendría que realizar el cambio de herramental, es decir, ya que el herramental grande puede realizar la operación de sellado de fuelle a todos los tamaños posibles según la especificación de la máquina. Se eliminaría por completo el Cambio de herramental en la selladora de fuelles, eliminando esa puesta punto de 11 minutos, pasando a que el Cambio Moderado sea la puesta a punto más larga con 4,7 minutos ya que el Cambio Complejo se eliminara.

Continuando con la idea, serian 11 minutos por cambio y teniendo una producción estándar de 30 fuelles por minuto serian:

$$\left(11 \frac{\text{min}}{\text{cambio}}\right) \left(30 \frac{\text{fuelle}}{\text{min}}\right) = 330 \frac{\text{fuelle}}{\text{cambio}}$$

Siendo así, el número de fuelles que se pierden por puesta a punto Cambio Complejo el cual se dejaran de perder con la propuesta realizada.

Fase IV: Análisis de Costos-Beneficios del plan de mejora:

La factibilidad se relaciona a la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señaladas, para tener la factibilidad del plan de mejora se debe cubrir los siguientes aspectos para establecer una viabilidad de este.

Cuadro 17: Costos de materiales para base de bobina de papel

Material	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Tubo Mecanizado (60x6)	1 Pza	Bs. F. 110.500.000,00	Bs. F. 110.500.000,00
Viga UPN (80x6)	2 Pza	Bs. F. 320.000.000,00	Bs. F. 640.000.000,00
Disco de Tronzadora 14"	1 Pza	Bs. F. 42.432.000,00	Bs. F. 42.432.000,00
Disco para Esmerilar 4"	1 Pza	Bs. F. 14.110.000,00	Bs. F. 14.110.000,00
Electrodo (60/13 x 1/8)	1 Kg	Bs. F. 12.000.000,00	Bs. F. 12.000.000,00
Pintura de Aceite	1 Cuñete	Bs. F. 75.000.000,00	Bs. F. 75.000.000,00
Total			Bs. F. 894.042.000,00

Fuente: Información suministrada por la Página de Internet Mercado Libre (2018)

Cuadro 18: Costos Elaboración de la base de bobina de papel

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Ing. De Producto	1	Bs. F. 65.000.000,00	Bs. F. 65.000.000,00
Mecanico	2	Bs. F. 20.000.000,00	Bs. F. 40.000.000,00
Total			Bs. F. 105.000.000,00

Fuente: Departamento de Finanzas Mann+Hummel FT (2018)

Cuadro 19: Costos Elaboración del Herramental

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Herramental de Soporte (Outsourcing)	12	Bs. F. 80.000.000,00	Bs. F. 960.000.000,00
Ing. De Producto	1	Bs. F. 65.000.000,00	Bs. F. 65.000.000,00
Total			Bs. F. 1.025.000.000,00

Fuente: Departamento de Finanzas Mann+Hummel FT (2018).

Cuadro 20: Costos Total de la Propuesta

Descripción	Costo Total
Materiales para la base de Bobina de papel	Bs. F. 894.042.000,00
Elaboración de la base de bobina de papel	Bs. F. 105.000.000,00
Elaboracion de Herramental de Soporte	Bs. F. 1.025.000.000,00
TOTAL	Bs. F. 2.024.042.000,00

Fuente: N. Serrano (2018)

Luego de conocer los costos, es muy importante realizar pronósticos para saber si la investigación será “Rentable”. Entre muchas técnicas y estrategias para pronosticar dicho suceso, se realizará la técnica periodo de recuperación la cual consta de conocer en cuanto tiempo se repondrá la inversión inicial.

Para empezar, se deben conocer los flujos de efectivo, para esto se presentan los siguientes datos:

- Costo de Inversión: 2.024.042.000,00
- Costo fabricación de elemento 28-71040: Bs. F. 1.746.144,08

- Margen de ganancia: 30%
- Precio de venta: Bs. F. 2.269.987,30
- Unidades adicionales por propuesta de Base de Bobina de Papel: 1.397
- Unidades adicionales por propuesta de Herramental de Soporte: 330
- Unidades adicionales por propuestas: 1.727
- Periodos para evaluar: 6 días

Con los datos anteriores se pasa a realizar los cálculos de ingresos y costos, primeramente, calculamos el ingreso bruto con la siguiente formula:

$$(Pv)(Uad) = Ib$$

Donde:

Pv: Precio de Venta.

Uad: Unidades adicionales por las propuestas

Ib: Ingreso Bruto.

Entonces:

$$\left(2.269.987,30 \frac{Bs.F.}{unid}\right) (1.727 unid) = 3.920.268.067,1 Bs.F.$$

Luego se calculan los costos totales con la siguiente formula:

$$(Cunid)(Uad) = Ct$$

Donde:

Cunid: Costos por unidad de fabricación

Uad: Unidades adicionales por las propuestas

Ct: Costo total

Entonces:

$$\left(1.746.144,08 \frac{Bs.F.}{unid}\right) (1.727 unid) = 3.015.590.826,16 Bs.F.$$

Para finalizar se calcula el Ingreso Neto con la siguiente formula:

$$Ib - Ct = INeto$$

Donde:

Ib: Ingreso Bruto

Ct: Costos totales

INeto: Ingreso neto

Entonces:

$$3.920.268.067,1 \text{ Bs. F.} - 3.015.590.826,16 \text{ Bs. F.} = 904.677.240,94 \text{ Bs. F.}$$

Al tener el Ingreso Bruto se pasa a realizar el Flujo de efectivo:

Cuadro 21: Flujo de efectivo expresado en millardos

Periodo	0	1	2	3	4	5	6
Flujo	-2,02	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Flujo Acumulado	-2,02	-1,12	-0,22	0,68	1,58	2,48	3,38

Fuente: Serrano, N. (2018)

Luego de tener el flujo de efectivo, se realiza el estudio de periodo de recuperación con la siguiente formula:

$$A + \left(\frac{B}{C}\right) = PR$$

Donde:

A: Periodo del ultimo Flujo negativo

B: Valor Absoluto del último Flujo Negativo

C: Valor del Flujo Siguiete

PR: Periodo de Recuperación

Entonces:

$$2 + \left(\frac{0,22}{0,90}\right) = 2,24 \quad 3 \text{ dias}$$

Según el Periodo de Recuperación, la inversión se recupera en 3 días, esto se refiere a que el proyecto es factible.

CONCLUSIONES

La eliminación de actividades que no agregan valor a los procesos productivos representa una nueva perspectiva del sistema en donde se considera la disminución de fallas y todo lo adicional a lo mínimo necesario de recursos para fabricar un producto o prestar un servicio. Siendo este el caso de la técnica de metodología SMED, la cual se enfatiza en disminuir el tiempo de las operaciones de puestas a punto de los procesos productivos, representando resultados en la reducción de costos, aumento de la productividad, organización del área de trabajo, entre otros; implementando un sistema que sea capaz de mantener y adaptar la empresa a nuevos cambios en el entorno.

La empresa Mann+Hummel Filtration Technology, dedicada a la fabricación y distribución de filtros de aceite, aire y combustible para vehículos de pasajeros, autobuses, camiones, maquinaria fuera de carretera unidades estacionarias y marítimas. Su planta en Venezuela está localizada en la ciudad de Valencia del Estado Carabobo, específicamente en la avenida Ernesto Branger con avenida Iribarren Borges, zona industrial Sur II, se ha visto en la necesidad de implementar una serie de técnicas de análisis que favorezcan el mejoramiento continuo de sus procesos, en este caso en específico en el proceso de puesta a punto de sus maquinarias para disminuir los tiempos de operación de cambio en ellas, con la finalidad de aumentar la producción.

evaluando la situación actual del proceso de producción de la línea USA, se identificó los operadores y maquinas que influyen en el proceso de producción utilizando las técnicas de recolección de datos, como fueron la observación directa y la revisión documental, describiendo las maquinas involucradas en el área Elementos I como también las operaciones que realizan los operadores para poner a punto las

maquinas como son los cambios de bobina de papel, los cambios de rodillo de la plisadora y los cambios de herramientas en la selladora de fuelles.

Por otro lado, al momento de diagnosticar el proceso de puesta a punto del área Elementos I utilizando la técnica metodológica SMED, permite concluir que todas las operaciones que realizan actualmente son operaciones Internas, es decir, las operaciones de puesta a punto se realizan a maquina parada, siendo esto que, las maquinas pasan a estado de demora mientras el operador las pone a punto, influyendo con la planificación de la producción. Siguiendo con la idea, en el proceso de puesta a punto de la plisadora posee una operación la cual es el cambio de bobina de papel que, siendo un tiempo pequeño, se repite 24 veces (según el estándar de producción de la empresa), afectando directamente con la producción, realizando un estudio arrojo que afectan en 3420 fuelles según el estándar, aunque al realizar un muestreo de trabajo, este arrojo que el 24.2% de las veces que el operador realiza el cambio lo hace de manera correcta, como también que el promedio actual de operación de cambio es de 6.129 minutos influyendo con 4413 fuelles menos en la planificación de la producción, siendo este el cambio mas influyente en los procesos de puesta a punto del área Elementos I de la línea USA de la empresa Mann+Hummel Filtration Technology. Por otra parte, el cambio de mayor tiempo es el cambio de herramental guía, aunque se realizo un estudio de muestreo de trabajo el cual arrojo que la probabilidad de que el operador cumpla con el ciclo de trabajo establecido de 30 fuelles por minuto, en el herramental pequeño es de 85,50% y en el herramental grande de 29,50% por lo que los trabajadores trabajan mejor en las condiciones del herramental guía pequeño.

De igual forma, se propone un plan de mejoras que permita disminuir el tiempo de puesta a punto del cambio de bobina de papel, realizando un nuevo diseño de la base que sostiene la bobina, añadiendo un espacio mas para otra bobina, para así cambiar el sistema de puesta a punto y convertir tres operaciones Internas en Externas, las cuales se realizan con la maquina operando ya que de esa forma no afectan con el proceso productivo. Con esta propuesta se plantea disminuir los

tiempos de cambio a 2.81 minutos en operación Interna y 2.11 en operaciones Externas, bajando de 3420 fuelles no producidos a 2023 fuelles según el estándar, o según el estudio de muestreo de trabajo serian de 4413 fuelles a 2023 fuelles. Por otra parte, se plantea que, basado en el estudio de muestreo de trabajo de los herramentales y revisando cuales son las características y diferencias en los dos herramentales, se plantea pasar la característica del herramental pequeño de tener un espacio de ensamble amplio al herramental grande, ya que este herramental puede realizar la operación de sellado desde el más pequeño fuelles hasta el más grande permitido por la maquina, mientras que el pequeño solo puede hasta 140 milímetros, es por esto que se diseña un nuevo herramental de soporte para crear un espacio de ensamble amplio y eliminar la operación de cambio complejo eliminando el tiempo de 15,7 minutos que pasan realizándolo y permite que no influyan los 471 fuelles que se pierden realizando el cambio según el estándar.

Por último, se realiza el estudio de costo beneficio con el indicador de periodo de recuperación tomando en cuenta el valor de realizar el elemento y el margen de ganancia que deja dicho elemento, para así realizar el flujo de efectivo y conocer que el periodo de recuperación es de 3 días, definiendo que el proyecto es factible.

RECOMENDACIONES

Con el propósito de desarrollar la presente propuesta y que su implantación sea exitosa, la compañía a nivel de estructura organizativa debe aplicar cada uno de los objetivos diseñados en la propuesta para que, de esta manera, pueda controlar todas las actividades realizadas en el área Elementos I de la línea Unidad Sellada Automotriz (USA), de una manera rápida y eficaz, por lo tanto, se sugieren las siguientes recomendaciones:

- Poner en Funcionamiento la propuesta desarrollada, ya que como se indica, ofrece mejoras en el proceso de puesta a punto de las maquinas en el área Elementos I de la línea USA de la empresa Mann+Hummel Filtration Technology, ayudando el procesamiento de las operaciones de cambio de bobina de papel cambiando las operaciones Internas a Externas disminuyendo su tiempo de cambio
- Implementar normativas para el control del orden y limpieza en el área de producción, para impulsar el cuidado y conservación correcta de los materiales y herramientas empleados en dicha zona.
- Se sugiere una capacitación al personal sobre las nuevas operaciones y como influyen estas en el proceso productivo, ya que, crearía una conciencia en ellos para que realicen el cambio dentro de los parámetros establecidos
- Por último, es importante generar estudios sobre las diferentes áreas de la empresa con la finalidad de proveer nuevas estructuras de trabajo y capacitación, para así tener un manejo global y eficiente de actividades industriales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Apamante, B. (2000). Mejoramiento de los procesos de la empresa. Mc. GRAW HILL. Harvard Business School Press, España.
- Arenas, P. /2006). Curso Reingeniería en las Empresas de Servicio. Copyright Fadi Kabboul. IESA.
- Arias, F. (2006) Introducción a la Metodología. Caracas. Editorial Espíteme. Quinta Edición
- Balestrini, M. (2006) “Cómo se elabora el proyecto de investigación” /7ª Edición), Consultores Asociados, Servicio Editorial Caracas.
- Burgos, F. (2012). Ingeniería de Métodos. Calidad y Productividad. 2da reimpresión Segunda Edición. Editorial Clemente Editores Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.
- Casadiego, A. Disponible: OLX: <http://www.olx.com.ve/q/negocios/{Consulta> Julio 2016}>.
- Fernández, A., (2017) Propuesta de un Plan de Mejoras, Basado en Gestión por Procesos, para Incrementar la Productividad en la Empresa Distribuciones A & B. Universidad Señor de Sipán. (USS).
- Malakias, R. (2002). Manufactura, ingeniería y tecnología. Pearson Educación.
- Martínez, M. (2006). Diagrama de Pareto. {Documento en línea}. Disponible: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Metodos-Investigacion/491396.html>
- Ortiz, D. (2014) Propuesta de un Plan de Mejora para Minimizar el Desperdicio de la Línea de Máquina de Core. Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño (IUPSM). Venezuela.

Pinto, J. (2015) Diseño de una Propuesta de Mejora Basada en un Plan Estratégico a Fin de Disminuir las Unidades Defectuosas Originadas en la Línea C1 de la Empresa VENVIDRIO C.A. La cual fue realizada en el Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño (IUSPM). Venezuela.

Tamayo y Tamayo, M. (2009). El Proceso de la Investigación Científica, 4ta. Edición. México. Editorial Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores.

ANEXOS

ANEXO A

MUESTREO DE TRABAJO, CAMBIO DE BOBINA



Muestreo de Trabajo



Día	Observaciones	Tiempo de Cambio (
1	1	1
	2	1
	3	0
	4	0
	5	0
	6	0
	7	1
	8	0
	9	0
	10	0
2	11	0
	12	0
	13	0
	14	0
	15	1
	16	0
	17	1
	18	0
	19	1
3	20	0
	21	1
	22	0
	23	0
	24	0
	25	1
	26	0
	27	0
	28	0
4	29	0
	30	0
	31	0
	32	0
	33	0
	34	0
	35	0
	36	0
5	37	1
	38	0
	39	0
	40	1
	41	0
	42	0
	43	0
	44	1
	45	0
	46	0

Día	Observaciones	Tiempo de Cambio (
6	47	1
	48	1
	49	0
	50	0
	51	1
	52	0
	53	0
	54	0
	55	0
	56	0
7	57	1
	58	0
	59	0
	60	0
	61	1
	62	0
	63	0
	64	0
	65	0
	66	0
8	67	0
	68	1
	69	0
	70	0
	71	0
	72	0
	73	0
	74	0
	75	0
	76	1
9	77	0
	78	0
	79	0
	80	0
	81	0
	82	0
	83	0
	84	1
	85	1
	86	0
10	87	1
	88	0
	89	0
	90	0
	91	0
TOTAL		21
Probabilidad		0,2308

ANEXO B

TOMA DE TIEMPO, CAMBIO DE BOBINA



TOMA DE TIEMPO



Día	Observaciones	Tiempo de Cambio (Min)
1	1	4,300
	2	4,933
	3	5,517
	4	6,880
	5	5,533
	6	5,817
	7	4,550
	8	5,417
	9	6,300
	10	6,433
2	11	7,200
	12	6,500
	13	5,170
	14	6,783
	15	4,600
	16	6,583
	17	4,216
	18	5,820
	19	4,700
3	20	5,660
	21	4,160
	22	7,860
	23	5,933
	24	6,283
	25	4,930
	26	5,533
	27	8,633
	28	6,733
4	29	8,266
	30	6,983
	31	5,200
	32	6,724
	33	6,128
	34	5,933
	35	6,450
	36	5,100
	37	4,900
5	38	6,493
	39	5,200
	40	4,700
	41	6,820
	42	6,500
	43	6,150
	44	4,450
	45	6,517
	46	6,800

Día	Observaciones	Tiempo de Cambio (Min)
6	47	4,250
	48	4,850
	49	7,267
	50	6,983
	51	4,616
	52	6,817
	53	7,463
	54	8,250
	55	7,950
	56	7,350
7	57	4,866
	58	7,283
	59	7,117
	60	5,800
	61	4,150
	62	6,700
	63	5,230
	64	6,250
	65	6,150
8	66	6,983
	67	7,500
	68	4,950
	69	5,500
	70	6,250
	71	8,280
	72	5,633
	73	7,670
	74	5,133
9	75	7,183
	76	4,483
	77	6,950
	78	5,017
	79	7,950
	80	5,893
	81	8,650
	82	7,710
	83	6,870
10	84	4,333
	85	4,550
	86	6,750
	87	4,683
	88	7,500
	89	6,550
	90	7,133
	91	5,983
	Tiempo Promedio	

ANEXO C

MUESTREO DE TRABAJO, HERRAMENTAL PEQUEÑO



MUESTREO DE TRABAJO



Número	Observaciones
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	1
8	1
9	1
10	1
11	1
12	1
13	1
14	1
15	1
16	0
17	1
18	1
19	1
20	0
21	0
22	1
23	1
24	1
25	1
26	1
27	1
28	1
29	1
30	1
31	0
32	0
33	1
34	1
35	1
36	1
37	1
38	1
39	1
40	1
41	1
42	1
43	1
44	1
45	1
46	1
47	1
48	1
49	1
50	1

Número	Observaciones
51	1
52	1
53	1
54	1
55	1
56	1
57	0
58	0
59	1
60	1
61	1
62	1
63	1
64	0
65	1
66	1
67	1
68	1
69	1
70	1
71	1
72	1
73	1
74	1
75	1
76	1
77	0
78	1
79	1
80	1
81	1
82	1
83	0
84	1
85	1
86	0
87	0
88	1
89	1
90	1
91	1
92	0
93	1
94	0
95	1
96	1
97	1
98	1
99	0
100	1

Número	Observaciones
101	1
102	1
103	1
104	1
105	1
106	1
107	1
108	1
109	1
110	1
111	1
112	1
113	1
114	1
115	1
116	1
117	0
118	1
119	1
120	1
121	1
122	1
123	1
124	1
125	1
126	1
127	1
128	1
129	1
130	1
131	1
132	1
133	1
134	1
135	1
136	0
137	1
138	0
139	1
140	1
141	1
142	1
143	1
144	0
145	1
146	1
147	0
148	1
149	1
150	1

Número	Observaciones
151	1
152	1
153	1
154	1
155	1
156	1
157	1
158	0
159	1
160	1
161	1
162	1
163	1
164	0
165	1
166	1
167	1
168	0
169	1
170	1
171	1
172	1
173	1
174	1
175	1
176	0
177	1
178	1
179	0
180	1
181	1
182	1
183	1
184	1
185	0
186	1
187	1
188	0
189	0
190	0
191	1
192	1
193	1
194	1
195	1
196	1
197	1
198	1
199	1
200	1

TOTAL	171
PROBABILIDAD	0,855

ANEXO D

MUESTREO DE TRABAJO, HERRAMENTAL GRANDE



MUESTREO DE TRABAJO



Número	Observaciones
1	0
2	0
3	1
4	0
5	0
6	0
7	0
8	1
9	0
10	0
11	0
12	1
13	0
14	0
15	0
16	0
17	1
18	0
19	0
20	0
21	0
22	1
23	1
24	1
25	0
26	0
27	0
28	0
29	1
30	0
31	0
32	0
33	1
34	0
35	0
36	0
37	0
38	0
39	0
40	0
41	0
42	0
43	0
44	0
45	0
46	1
47	0
48	1
49	0
50	0

Número	Observaciones
51	0
52	0
53	1
54	0
55	1
56	0
57	0
58	0
59	1
60	0
61	0
62	0
63	0
64	0
65	0
66	1
67	0
68	0
69	0
70	0
71	0
72	1
73	0
74	0
75	0
76	0
77	0
78	1
79	1
80	0
81	0
82	0
83	0
84	1
85	1
86	1
87	0
88	1
89	1
90	0
91	0
92	0
93	0
94	0
95	0
96	0
97	1
98	1
99	0
100	1

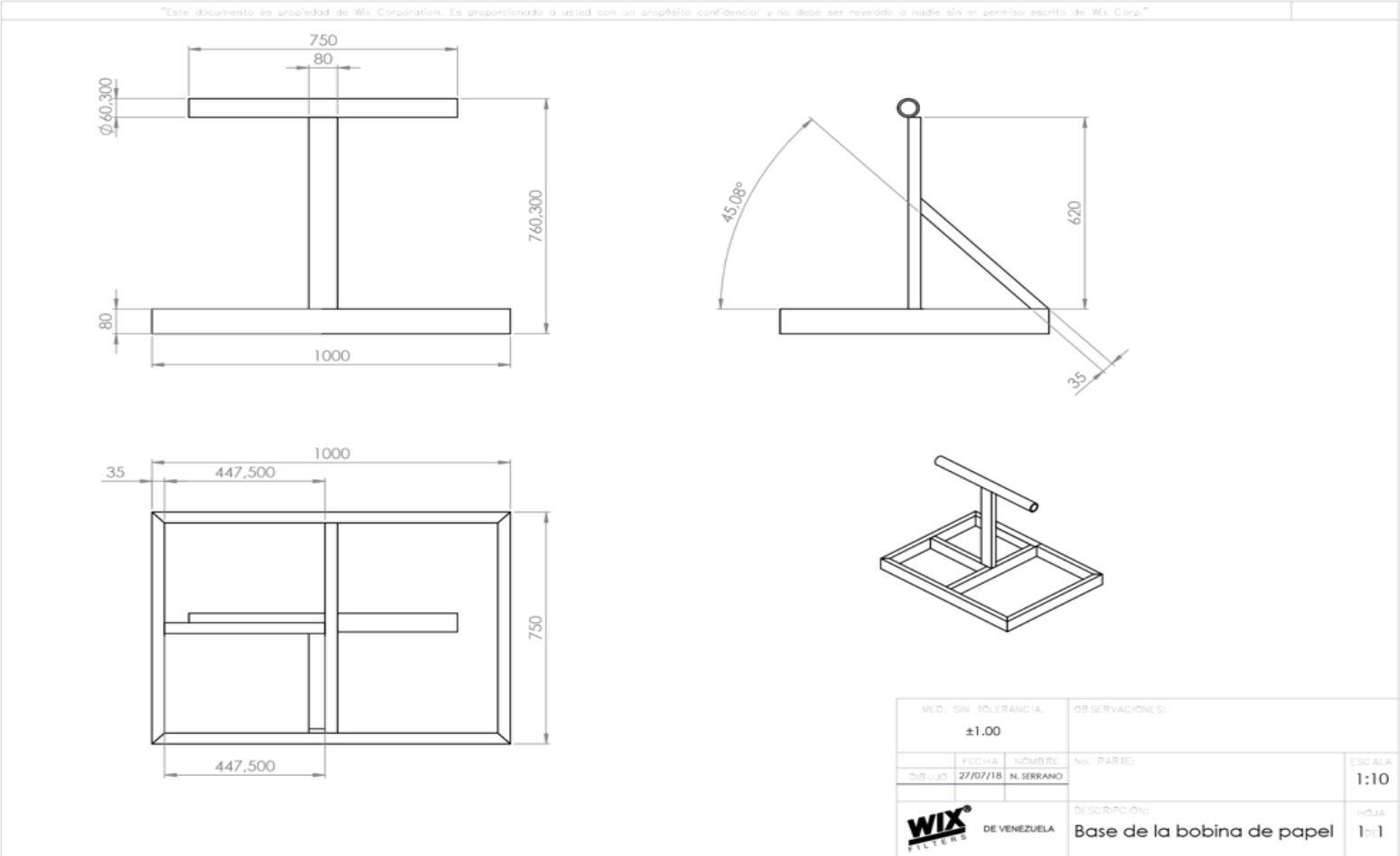
Número	Observaciones
101	1
102	0
103	0
104	0
105	0
106	0
107	0
108	0
109	0
110	1
111	0
112	1
113	0
114	0
115	0
116	0
117	0
118	0
119	0
120	0
121	1
122	0
123	0
124	0
125	0
126	0
127	1
128	1
129	0
130	0
131	0
132	0
133	0
134	1
135	1
136	0
137	1
138	0
139	1
140	0
141	1
142	0
143	1
144	0
145	1
146	0
147	0
148	1
149	0
150	0

Número	Observaciones
151	1
152	0
153	0
154	1
155	1
156	0
157	0
158	0
159	1
160	0
161	0
162	0
163	1
164	0
165	1
166	1
167	0
168	1
169	0
170	1
171	0
172	0
173	1
174	0
175	1
176	1
177	0
178	0
179	0
180	1
181	1
182	0
183	1
184	0
185	0
186	1
187	1
188	0
189	0
190	0
191	0
192	1
193	0
194	1
195	0
196	0
197	0
198	0
199	0
200	0

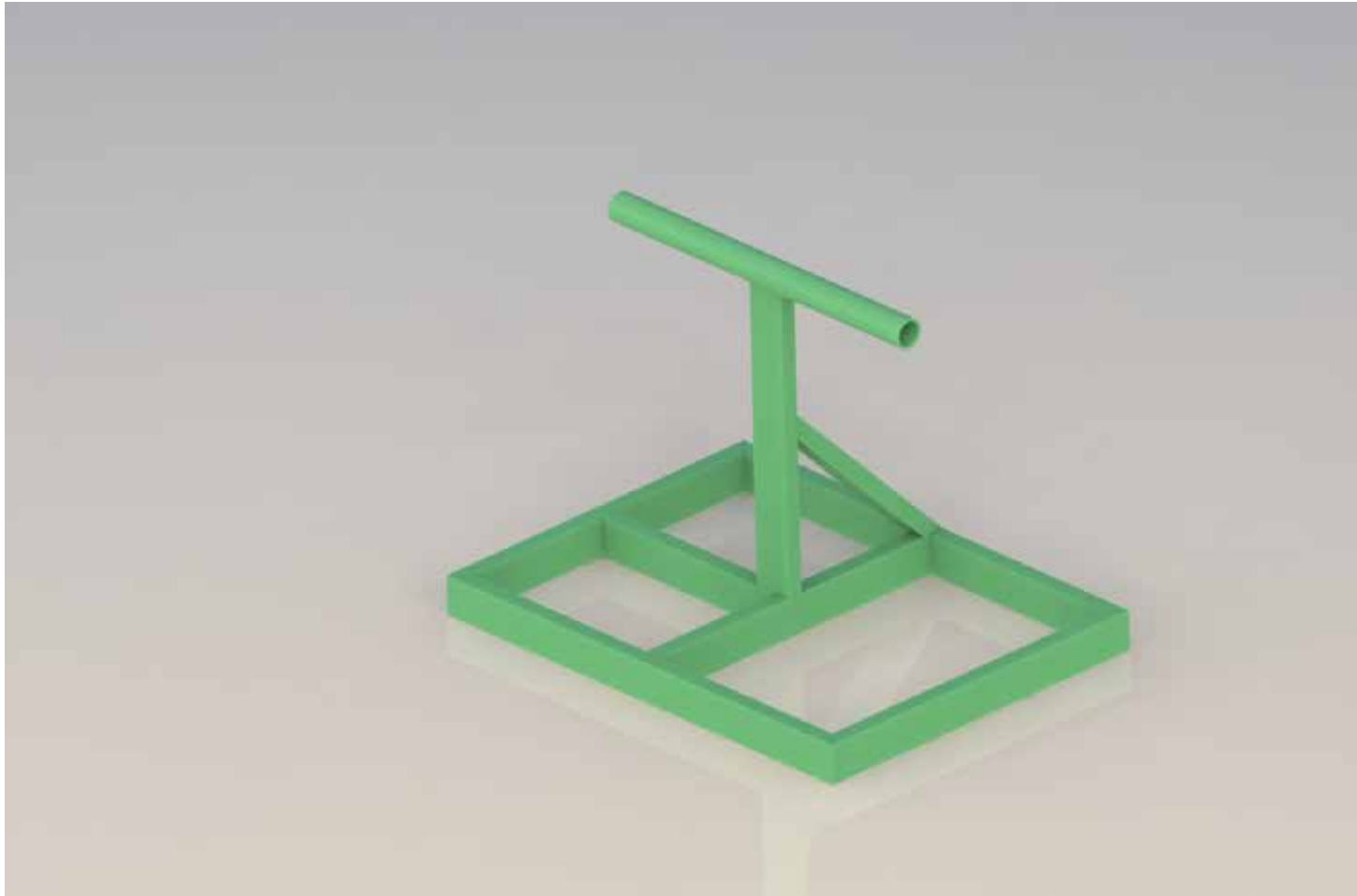
TOTAL	53
PROBABILIDAD	0,295

ANEXO E

PLANO BASE DE BOBINA DE PAPEL

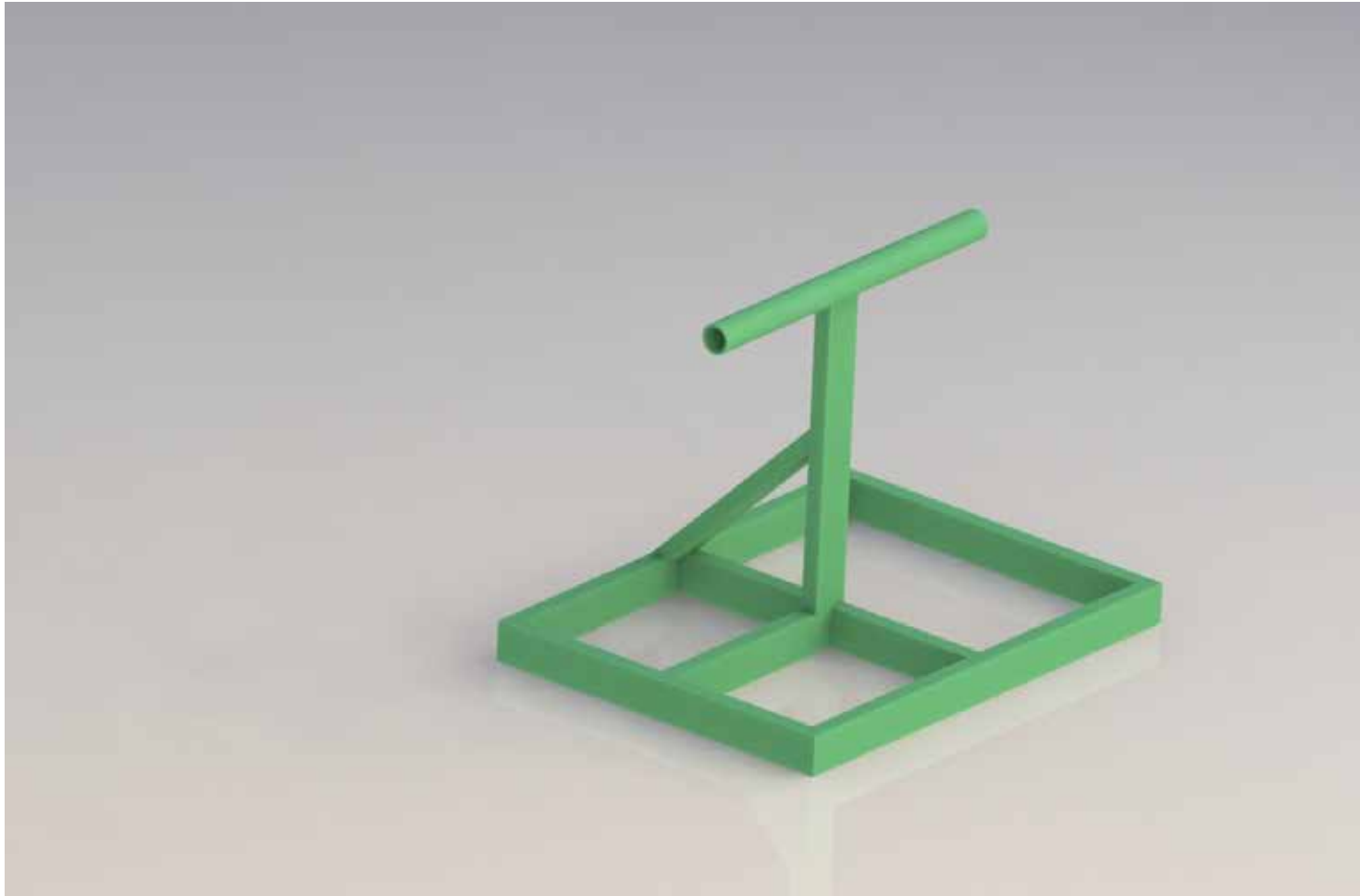


ANEXO F
VISTA RENDERIZADA LATERAL DERECHO

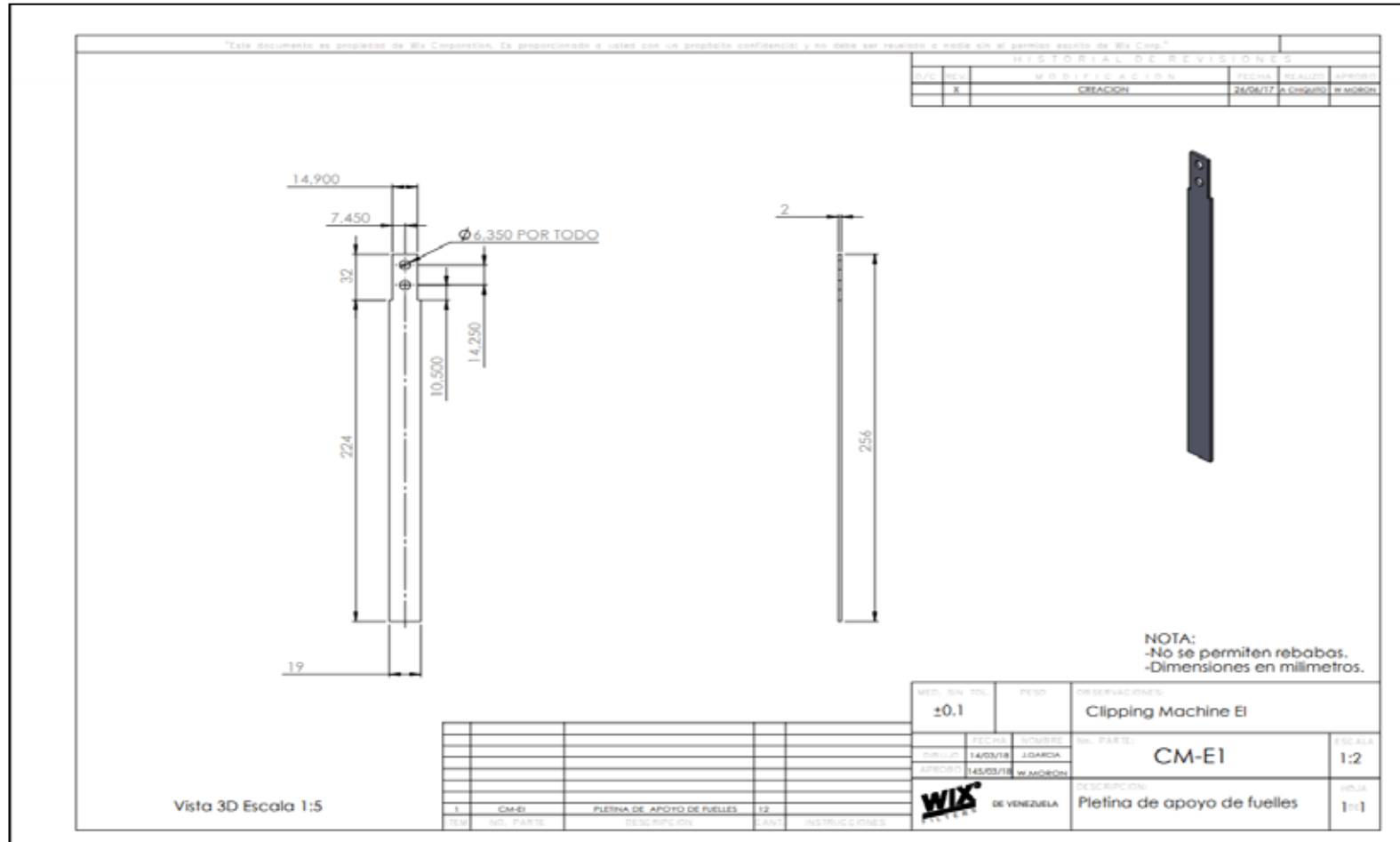


ANEXO G

VISTA RENDERIZADA LATERAL IZQUIERDO, BASE DE BOBINA DE PAPEL



ANEXO H
PLANO DE HERRAMENTAL DE SOPORTE NUEVO



ANEXO I

VISTA RENDERIZADA LATERAL DERECHO, HERRAMENTAL DE SOPORTE



ANEXO J

VISTA RENDERIZADA LATERAL DERECHO, HERRAMENTAL DE SOPORTE



