



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

**PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE MATERIALES Y
PRODUCTOS ESCOLARES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE
MANUFACTURA ESBELTA EN LA PLANTA NO. 1 DE PAPELES COMERCIALES S.A.**

Rosa Andrea Cúmez Caté

Asesorado por la Inga. Sindy Massiel Godínez de Dávila

Guatemala, febrero de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE MATERIALES Y
PRODUCTOS ESCOLARES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE
MANUFACTURA ESBELTA EN LA PLANTA NO. 1 DE PAPELES COMERCIALES S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ROSA ANDREA CÚMEZ CATÉ

ASESORADO POR LA INGA. SINDY MASSIEL GODÍNEZ DE DÁVILA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés De La Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

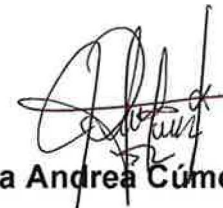
DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Inga. Rocío Carolina Medina Galindo
EXAMINADOR	Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista
SECRETARIA	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE MATERIALES Y PRODUCTOS ESCOLARES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE MANUFACTURA ESBELTA EN LA PLANTA NO. 1 DE PAPELES COMERCIALES S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 05 abril de 2018.



Rosa Andrea Cúmez Caté



Guatemala, 14 de octubre de 2019.
REF.EPS.DOC.709.10.19.

Ingeniero
Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) de la estudiante universitaria de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Rosa Andrea Cúmez Caté, Registro Académico No. 201403834** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE MATERIALES Y PRODUCTOS ESCOLARES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE MANUFACTURA ESBELTA EN LA PLANTA NO. 1 DE PAPELES COMERCIALES, S.A..**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseña a Todos"

Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



SMGB/ra



Guatemala, 14 de octubre de 2019.
REF.EPS.D.362.10.19

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

Estimado Ingeniero Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE MATERIALES Y PRODUCTOS ESCOLARES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE MANUFACTURA ESBELTA EN LA PLANTA NO. 1 DE PAPELES COMERCIALES, S.A.**, que fue desarrollado por la estudiante universitaria, **Rosa Andrea Cúmez Caté** quien fue debidamente asesorada y supervisada por la Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH /ra





REF.REV.EMI.111.019

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE MATERIALES Y PRODUCTOS ESCOLARES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE MANUFACTURA ESBELTA EN LA PLANTA NO. 1 DE PAPELES COMERCIALES, S.A.**, presentado por la estudiante universitaria **Rosa Andrea Cúmez Caté**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

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



Guatemala, octubre de 2019.

/mgp



REF.DIR.EMI.018.020

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE MATERIALES Y PRODUCTOS ESCOLARES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE MANUFACTURA ESBELTA EN LA PLANTA NO. 1 DE PAPELES COMERCIALES, S.A.**, presentado por la estudiante universitaria **Rosa Andrea Cúmez Caté**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Cesar Ernesto Urquizu Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2020.


/mgp



Ref. DTG.058.2020

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE MATERIALES Y PRODUCTOS ESCOLARES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE MANUFACTURA ESBELTA EN LA PLANTA NO. 1 DE PAPELES COMERCIALES S.A.**, presentado por la estudiante universitaria: **Rosa Andrea Cúmez Caté**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Inga Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana



Guatemala, febrero de 2020

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser mi amigo, ser la guía de mi camino y nunca abandonarme. Por cuidar de mí, de los seres que más quiero y sobre todo por enseñarme el valor de la vida.
- Mi madre** Por sus consejos, por su amor, por ser el soporte de mi familia y luchar siempre por mi bienestar. Por apoyarme, tener fe en mí y guiarme al camino de Dios.
- Mis hermanos** Celia Cúmez, Bárbara Cúmez y Alan Cúmez, por apoyarme, corregirme y por sus consejos. Porque a pesar de todos los obstáculos permanecemos unidos.
- Mis abuelos y mi madrina** Por ser ejemplo de vida y por sus sabios consejos, por siempre tenerme presente en sus oraciones y en su corazón.
- Mis amigos** Por acompañarme durante esta etapa muy importante de mi vida, de muchos retos y logros. Especialmente a José Fernando, por su apoyo incondicional desde el inicio de la carrera también a Aylin Aroche, Karla Santizo, Allan Medina, Chor Wa Mak y al Team.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi casa de estudios que me acogió y me permitió formarme y desarrollarme como profesional.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme educación y conocimiento para poder desempeñarme en mi campo profesional
Mi asesora	Inga. Sindy Godínez, por su asesoría, apoyo y todo el conocimiento que no dudó en compartirme.
Corporación Papelco, S.A.	A toda la empresa en general, por brindarme un espacio dentro de su corporación, un especial agradecimiento al Ing. Erick Hernández, por todo el apoyo y conocimiento que me permitió adquirir durante la realización del EPS.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XI
LISTA DE SÍMBOLOS	XXV
GLOSARIO	XXVII
RESUMEN	XXIX
OBJETIVOS.....	XXXI
INTRODUCCIÓN	XXXIII
1. GENERALIDADES DE PAPELES COMERCIALES, S.A.....	1
1.1. Descripción.....	1
1.2. Misión	1
1.3. Visión.....	2
1.4. Filosofía	2
1.5. Objetivos.....	2
1.6. Estructura organizacional	2
1.7. Funciones	3
1.8. Productos	3
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESO DE PRODUCCIÓN MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE MANUFACTURA ESBELTA EN LA PLANTA NO. 1 EN PAPELES COMERCIALES, S.A.	5
2.1. Diagnóstico de la situación actual de la planta de producción No. 1	5
2.1.1. Árbol de problemas.....	5
2.1.2. Árbol de objetivos	6

2.1.3.	Diagrama de Ishikawa	7
2.1.4.	Descripción de los procesos.....	8
2.1.4.1.	Proceso de rebobinado	8
2.1.4.2.	Proceso de troquelado	8
2.1.4.3.	Proceso de cortado	8
2.1.4.4.	Proceso de espiral.....	9
2.1.5.	Mapeo de cadena de valor	9
2.1.6.	Análisis del personal	18
2.1.6.1.	Encuesta sobre implicaciones del sistema.....	18
2.1.6.2.	Encuesta sobre la mentalidad actual sobre el sistema	20
2.1.6.3.	Resultados	21
2.1.7.	Evaluación 5S	22
2.1.7.1.	Check list.....	22
2.1.7.2.	Evaluación.....	25
2.1.7.3.	Análisis de resultados	26
2.1.8.	Distribución <i>Layout</i>	28
2.1.9.	Análisis de los procesos	29
2.1.9.1.	Familia 1: cuaderno de espiral simple en <i>Autofio</i>	39
2.1.9.1.1.	Diagrama de procesos de familia 1	39
2.1.9.1.2.	Diagrama de flujo de familia 1.....	41
2.1.9.1.3.	Diagrama de recorrido de familia 1	43
2.1.9.1.4.	Estudio de tiempos de familia 1	44

2.1.9.2.	Familia 2: cuaderno de espiral simple en <i>Bielomatik</i>	48
2.1.9.2.1.	Diagrama de procesos de familia 2....	48
2.1.9.2.2.	Diagrama de flujo de familia 2	50
2.1.9.2.3.	Diagrama de recorrido de familia 2	52
2.1.9.2.4.	Estudio de tiempos de familia 2	52
2.1.9.3.	Familia 3: cuaderno de espiral doble en <i>Autofio</i>	55
2.1.9.3.1.	Diagrama de procesos de familia 3....	55
2.1.9.3.2.	Diagrama de flujo de familia 3	57
2.1.9.3.3.	Diagrama de recorrido de familia 3	59
2.1.9.3.4.	Estudio de tiempos de familia 3	59
2.1.9.4.	Familia 4: folder manila en Prestoflex..	62
2.1.9.4.1.	Diagrama de procesos de familia 4....	62
2.1.9.4.2.	Diagrama de flujo de familia 4	63
2.1.9.4.3.	Diagrama de recorrido de familia 4	64
2.1.9.4.4.	Estudio de tiempos de familia 4	65

2.1.9.5.	Familia 5: rollo de papel Kraft.....	67
2.1.9.5.1.	Diagrama de procesos de familia 5	67
2.1.9.5.2.	Diagrama de flujo de familia 5.....	68
2.1.9.5.3.	Diagrama de recorrido de familia 5.....	69
2.1.9.5.4.	Estudio de tiempos de familia 5.....	70
2.1.9.6.	Familia 6: sobre manila tamaño medio.....	72
2.1.9.6.1.	Diagrama de procesos de familia 6	72
2.1.9.6.2.	Diagrama de flujo de familia 6.....	74
2.1.9.6.3.	Diagrama de recorrido de familia 6.....	76
2.1.9.6.4.	Estudio de tiempos de familia 6.....	77
2.1.9.7.	Familia 7: rollo para contómetro	80
2.1.9.7.1.	Diagrama de procesos de familia 7	80
2.1.9.7.2.	Diagrama de flujo de familia 7.....	81
2.1.9.7.3.	Diagrama de recorrido de familia 7.....	82
2.1.9.7.4.	Estudio de tiempos de familia 7.....	83
2.1.9.8.	Familia 8: resma de papel bond	84

	2.1.9.8.1.	Diagrama de procesos de familia 8....	84
	2.1.9.8.2.	Diagrama de flujo de familia 8	87
	2.1.9.8.3.	Diagrama de recorrido de familia 8	89
	2.1.9.8.4.	Estudio de tiempos de familia 8	90
2.1.9.9.		Sobre manila tamaño carta.....	92
	2.1.9.9.1.	Diagrama de procesos de sobre carta	92
	2.1.9.9.2.	Diagrama de flujo de sobre carta.....	94
	2.1.9.9.3.	Diagrama de recorrido de sobre carta.....	96
	2.1.9.9.4.	Estudio de tiempos de sobre carta.....	97
2.1.9.10.		Sobre manila tamaño oficio	99
	2.1.9.10.1.	Diagrama de procesos de sobre oficio	100
	2.1.9.10.2.	Diagrama de flujo de sobre oficio	102
	2.1.9.10.3.	Diagrama de recorrido de sobre oficio	104
	2.1.9.10.4.	Estudio de tiempos de sobre oficio	105
2.1.10.		Análisis de equipo/maquinaria	107

2.1.10.1.	Eficiencia global del equipo (OEE)	110
2.1.10.1.1.	<i>Autofio</i>	114
2.1.10.1.2.	<i>Bielomatik</i>	119
2.1.10.1.3.	<i>Guillotina Accura</i> <i>Easycut</i>	122
2.1.10.1.4.	Cortadora C1.....	124
2.1.10.1.5.	Cortadora C2.....	128
2.1.11.	Inventario.....	132
2.1.11.1.	Orden de compra	133
2.1.11.2.	Registro de inventario al sistema SAP	134
2.2.	Propuesta de aplicación de manufactura esbelta a la planta de producción No. 1.	135
2.2.1.	Mapeo de cadena de valor futura (VSM).....	135
2.2.2.	Grupos de trabajo.....	137
2.2.2.1.	Talleres <i>Kaizen</i>	140
2.2.3.	Aplicación de metodología 5S.....	141
2.2.3.1.	Primera S, organizar sistemáticamente	141
2.2.3.1.1.	Procedimiento	141
2.2.3.1.2.	Tarjetas Rojas	142
2.2.3.2.	Segunda S, ordenar y colocar visualmente	143
2.2.3.2.1.	Etiquetas	150
2.2.3.3.	Tercera S, limpiar	150
2.2.3.3.1.	Procedimiento	150
2.2.3.3.2.	Registros	151
2.2.3.4.	Cuarta S, estandarizar y mantener.....	153

	2.2.3.4.1.	Asignación de responsabilidades.....	153
	2.2.3.4.2.	Integración de las actividades.....	154
2.2.3.5.		Aplicar autodisciplina	155
	2.2.3.5.1.	Sistemas de control visual	155
	2.2.3.5.2.	Sistema de auditoría...	157
2.2.4.		Aplicación del sistema <i>Jidoka</i>	164
	2.2.4.1.	Sistema de luces Andon	169
2.2.5.		Aplicación de mecanismo Poka-Yoke.....	171
2.2.6.		Rediseño <i>Layout</i>	177
	2.2.6.1.	Factores.....	178
		2.2.6.1.1. Maquinaria.....	178
		2.2.6.1.2. Material.....	179
		2.2.6.1.3. Mano de obra	184
		2.2.6.1.4. Movimientos	186
		2.2.6.1.5. Seguridad	189
	2.2.6.2.	Planeación sistemática de Muther	190
		2.2.6.2.1. Relaciones en gráfica .	191
		2.2.6.2.2. Requerimientos del espacio	193
		2.2.6.2.3. Diagrama de relaciones de actividades.....	193
		2.2.6.2.4. Distribución.....	195
		2.2.6.2.5. Evaluación de arreglos alternativos ...	196
2.2.6.3.		<i>Layout</i>	198

2.2.7.	Aplicación de las técnicas SMED	199
2.2.8.	Aplicación del sistema Mantenimiento Productivo	
	Total (TPM)	215
2.2.8.1.	<i>Autofio</i>	261
2.2.8.1.1.	Formato de control de equipo para <i>Autofio</i>	261
2.2.8.1.2.	Identificador de focos de suciedad en <i>Autofio</i>	262
2.2.8.1.3.	Indicador OEE de <i>Autofio</i>	263
2.2.8.2.	<i>Bielomatik</i>	267
2.2.8.2.1.	Formato de control de equipo para <i>Bielomatik</i>	267
2.2.8.2.2.	Identificar focos de suciedad en <i>Bielomatik</i>	268
2.2.8.2.3.	Indicador OEE de <i>Bielomatik</i>	269
2.2.8.3.	<i>Guillotina Accura Easycut</i>	271
2.2.8.3.1.	Formato de control de equipo para guillotina ..	271
2.2.8.3.2.	Identificar focos de suciedad en guillotina ..	272
2.2.8.3.3.	Indicador OEE de guillotina	273
2.2.8.4.	Cortadora C1	276

	2.2.8.4.1.	Formato de control de equipo para C1	276
	2.2.8.4.2.	Identificar focos de suciedad en C1.....	276
	2.2.8.4.3.	Indicador OEE en C1..	277
	2.2.8.5.	Cortadora C2	281
	2.2.8.5.1.	Formato de control de equipo para C2.....	281
	2.2.8.5.2.	Identificar focos de suciedad en cortadora C2.....	282
	2.2.8.5.3.	Indicador OEE en C2..	283
2.2.9.		Evaluación de la propuesta.....	286
2.2.10.		Costo de la propuesta.....	289
3.		FASE DE INVESTIGACIÓN. DISEÑAR UN PLAN DE USO EFICIENTE Y AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LÁMPARAS DE LA PLANTA NO. 1 DE PAPELCO, S.A.	291
3.1.		Análisis del consumo de energía eléctrica de lámparas ubicadas en la planta de producción No. 1 de Papeles Comerciales, S.A.....	291
	3.1.1.	Tipo de luminarias	291
	3.1.2.	Gráfica de consumo de utilización de la iluminación por sector.....	293
	3.1.3.	Diagrama de Ishikawa	295
3.2.		Plan de ahorro de energía	296
	3.2.1.	Objetivo	296
	3.2.2.	Alcance.....	297
	3.2.3.	Responsable.....	297

3.2.4.	Procedimientos para la utilización adecuada de energía	298
3.2.5.	Registros del uso de energía.....	299
3.2.6.	Cronograma	299
3.2.7.	Sensibilización y concientización	300
3.2.8.	Evaluación de la propuesta	301
3.2.9.	Costos de la propuesta	303
4.	FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN.....	305
4.1.	Diagnóstico de necesidades de capacitación.....	305
4.2.	Plan de capacitación	308
4.3.	Resultados de capacitación	312
4.4.	Costos de la capacitación	314
	CONCLUSIONES.....	315
	RECOMENDACIONES	317
	BIBLIOGRAFÍA.....	319

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de Papelco, S.A.....	3
2.	Árbol de problemas	6
3.	Árbol de objetivos.....	7
4.	Diagrama de causa-efecto	7
5.	Mapeo de cadena de valor actual, familia 4	17
6.	Encuesta sobre implicaciones de Lean en planta	19
7.	Encuesta de diagnóstico sobre la metodología Lean	20
8.	Gráfica de encuesta para conocimiento de <i>Lean Manufacturing</i>	21
9.	Formato de evaluación <i>check list</i> para 5S's	24
10.	<i>Layout</i> actual de la planta No. 1	28
11.	Método de valoración de <i>Westinghouse</i>	36
12.	Tabla de suplementos de fatiga	37
13.	Diagrama de procesos actual de cuaderno espiral simple en <i>Autofio</i> (1/2)	39
14.	Diagrama de procesos actual de cuaderno espiral simple en <i>Autofio</i> (2/2)	40
15.	Diagrama de flujo actual de cuaderno espiral simple en <i>Autofio</i> (1/2)	41
16.	Diagrama de flujo actual de cuaderno espiral simple en <i>Autofio</i> (2/2)	42
17.	Diagrama de recorrido actual de cuaderno espiral simple en <i>Autofio</i> ..	43
18.	Diagrama de procesos actual de cuaderno espiral simple en <i>Bielomatik</i> (1/2)	48

19.	Diagrama de procesos actual de cuaderno espiral simple en <i>Bielomatik (2/2)</i>	49
20.	Diagrama de flujo actual de cuaderno espiral simple en <i>Bielomatik (1/2)</i>	50
21.	Diagrama de flujo actual de cuaderno espiral simple en <i>Bielomatik (2/2)</i>	51
22.	Diagrama de recorrido de cuaderno espiral simple <i>Bielomatik</i>	52
23.	Diagrama de procesos actual de cuaderno espiral doble en <i>Autofio (1/2)</i>	55
24.	Diagrama de procesos actual de cuaderno espiral doble en <i>Autofio (2/2)</i>	56
25.	Diagrama de flujo actual de cuaderno espiral doble en <i>Autofio (1/2)</i>	57
26.	Diagrama de flujo actual de cuaderno espiral doble en <i>Autofio (2/2)</i>	58
27.	Diagrama de recorrido actual de cuaderno espiral doble en <i>Autofio</i>	59
28.	Diagrama de procesos actual de folder manila en Prestoflex	62
29.	Diagrama de flujo actual de folder manila en Prestoflex	63
30.	Diagrama de recorrido actual de folder manila en Prestoflex	64
31.	Diagrama de procesos actual de rollo de papel Kraft tamaño pequeño.....	67
32.	Diagrama de flujo actual de rollo de papel Kraft tamaño pequeño	68
33.	Diagrama de recorrido actual de rollo de papel Kraft tamaño pequeño.....	69
34.	Diagrama de procesos actual de sobre manila tamaño medio (1/2)	72
35.	Diagrama de procesos actual de sobre manila tamaño medio (2/2)	73
36.	Diagrama de flujo actual de sobre manila tamaño medio (1/2).....	74
37.	Diagrama de flujo actual de sobre manila tamaño medio (2/2).....	75
38.	Diagrama de recorrido actual de sobre manila tamaño medio.....	76
39.	Diagrama de procesos actual de rollo para contómetro.....	80
40.	Diagrama de flujo actual de rollo de contómetro.....	81

41.	Diagrama de recorrido actual de rollo para contómetro	82
42.	Diagrama de procesos actual de resma de papel bond (1/2)	85
43.	Diagrama de procesos actual de resma de papel bond (2/2)	86
44.	Diagrama de flujo actual de resma de papel bond (1/2)	87
45.	Diagrama de flujo actual de resma de papel bond (2/2)	88
46.	Diagrama de recorrido actual de resma de papel bond	89
47.	Diagrama de procesos actual de sobre manila tamaño carta (1/2)	92
48.	Diagrama de procesos actual de sobre manila tamaño carta (2/2)	93
49.	Diagrama de flujo actual de sobre manila tamaño carta (1/2)	94
50.	Diagrama de flujo actual de sobre manila tamaño carta (2/2)	95
51.	Diagrama de recorrido actual de sobre manila tamaño carta	96
52.	Diagrama de procesos actual de sobre manila tamaño oficio (1/2)....	100
53.	Diagrama de procesos actual de sobre manila tamaño oficio (2/2)....	101
54.	Diagrama de flujo actual de sobre manila tamaño oficio (1/2).....	102
55.	Diagrama de flujo actual de sobre manila tamaño oficio (2/2).....	103
56.	Diagrama de recorrido actual de sobre manila tamaño oficio	104
57.	Flujograma de proceso de compra.....	133
58.	Mapeo de cadena de valor futura, familia 4	136
59.	Rol jerárquico para grupos <i>Kaizen</i>	139
60.	Formato de proyectos <i>Kaizen</i>	140
61.	Formato de tarjeta roja	142
62.	Ordenamiento de la máquina C-C1	144
63.	Ordenamiento de la máquina T-SM	144
64.	Ordenamiento de la máquina C-C2.....	145
65.	Ordenamiento de la máquina C-B.....	145
66.	Ordenamiento de la máquina E-DA.....	145
67.	Ordenamiento de la máquina C-G.....	146
68.	Ordenamiento de la máquina E-ES.....	146
69.	Ordenamiento de la máquina E-EDS	147

70.	Ordenamiento de la máquina E-EM.....	147
71.	Ordenamiento de la máquina T-T	147
72.	Ordenamiento de la máquina T-F1	148
73.	Ordenamiento de la máquina R-RC.....	148
74.	Ordenamiento de la máquina R-R1	149
75.	Ordenamiento de la máquina R-R4	149
76.	Diseño de etiqueta	150
77.	Ejemplo de mecanismo de control visual 5S	156
78.	Formato de resumen para registrar la auditoría 5S	158
79.	Auditoría 1S	159
80.	Auditoría 2S	160
81.	Auditoría 3S	161
82.	Auditoría 4S	162
83.	Auditoría 5S	163
84.	Pasos del sistema <i>Jidoka</i>	167
85.	Hoja de registro de defectos	173
86.	Factor de movimiento del área de rebobinadoras.....	186
87.	Factor de movimiento del área de guillotina	186
88.	Factor de movimiento del área de troquelado.....	187
89.	Factor de movimiento del área de cuaderno.....	187
90.	Factor de movimiento del área de cortadora	188
91.	Factor de movimiento del área de empaque.....	188
92.	Esquema SLP	191
93.	Clasificación de las relaciones SLP	192
94.	Relación en gráfica	192
95.	Diagrama de relaciones de actividades, primera iteración.....	194
96.	Diagrama de relaciones de actividades segunda iteración	194
97.	Distribución con las relaciones de espacio, alternativa A	195
98.	Distribución con las relaciones de espacio, alternativa B	196

99.	<i>Layout</i> propuesto para la planta No. 1	198
100.	Esquema de las fases del SMED	200
101.	Formato de toma de información de cambio de serie	202
102.	Las 6 grandes pérdidas y la efectividad del equipo.....	221
103.	Manual de puestos para proyecto TPM.....	224
104.	Misión del comité de desarrollo TPM	230
105.	Misión del comité de línea TPM	231
106.	Encuesta de diagnóstico básico para implementación de TPM	232
107.	Formato de análisis por qué-por qué.....	234
108.	Análisis 5W y 2H	235
109.	Modelo de aplicación TPM	237
110.	Contenido para implementación del pilar de mejora focalizada	239
111.	Formato de reporte de falla	240
112.	Tarjeta de identificación de <i>fuguais</i>	241
113.	Formato para análisis de fallas	243
114.	Contenido para implementación del pilar de mantenimiento autónomo	244
115.	Contenido para implementación del pilar de mantenimiento planeado	246
116.	Solicitud de trabajo para mantenimiento	247
117.	Formato para recolección de información de mantenimiento.....	249
118.	Asignación de responsables de mantenimiento	250
119.	Tarjeta de piezas o herramientas.....	251
120.	Contenido para implementación del pilar de formación y capacitación	252
121.	Contenido para implementación del pilar de control inicial.....	255
122.	Contenido para implementación del pilar de mantenimiento de calidad	256

123.	Contenido para implementación del pilar de seguridad, higiene y ambiente	258
124.	Formato para control de inspección para <i>Autofio</i>	261
125.	Formato para identificación de focos de suciedad en <i>Autofio</i>	262
126.	Formato para indicador OEE de la máquina	263
127.	Formato para control de inspección para <i>Bielomatik</i>	267
128.	Formato para identificación de focos de suciedad en <i>Bielomatik</i>	268
129.	Formato para control de inspección para Guillotina.....	272
130.	Formato para identificación de focos de suciedad en <i>Guillotina Accura Easycut</i>	273
131.	Formato para de control de inspección para cortadora 1.....	276
132.	Formato para identificación de focos de suciedad en cortadora C1 ...	277
133.	Formato para control de inspección para C2	281
134.	Formato para identificación de focos de suciedad en cortadora C2 ...	282
135.	Lámpara tipo campana	292
136.	Lámpara de tubo fluorescente	292
137.	Distribución actual de luminarias de la planta No. 1	293
138.	Gráfica de utilización de energía eléctrica diaria por cada lámpara....	295
139.	Diagrama Ishikawa para el ahorro de energía eléctrica.....	296
140.	Cronograma de actividades propuestas para el ahorro de energía eléctrica	300
141.	Sensibilización para el ahorro energético	301
142.	Diagrama de Ishikawa, fase de docencia	306
143.	Encuesta pre y post de capacitación	307
144.	Material de apoyo: trifoliar.....	310
145.	Presentación de capacitación	311
146.	Desarrollo de capacitación sobre 5S's.....	311
147.	Desarrollo de encuesta de conocimiento previa de capacitación	312
148.	Gráfica de resultados de la evaluación pre y post	313

TABLAS

I.	Medidas el proceso VSM	10
II.	Tiempo de ciclo	12
III.	Operadores requeridos, familia 4	14
IV.	Representación CPC, familia 4	15
V.	Criterios de evaluación para 5S's.....	22
VI.	Resumen de evaluación de las eses.....	25
VII.	Resumen de evaluación 5S´s	26
VIII.	Productos	29
IX.	Matriz de proceso y productos	31
X.	Tabla de <i>Westinghouse</i>	34
XI.	Descripción de lotes	38
XII.	Estudio de tiempos de cuaderno espiral simple en <i>Autofio</i>	44
XIII.	Porcentaje de fatiga para suplementos	46
XIV.	Tiempo normal y estándar de cuaderno espiral simple en <i>Autofio</i>	47
XV.	Estudio de tiempos de cuaderno de espiral simple en <i>Bielomatik</i>	53
XVI.	Tiempo normal y estándar de cuaderno espiral simple en <i>Bielomatik</i>	54
XVII.	Estudio de tiempos de cuaderno espiral doble <i>Autofio</i>	59
XVIII.	Tiempo normal y estándar de cuaderno de espiral doble en <i>Autofio</i> ...	61
XIX.	Estudio de tiempos de folder manila en <i>Prestoflex</i>	65
XX.	Tiempo normal y estándar de folder manila en <i>Prestoflex</i>	66
XXI.	Estudio de tiempos de rollo de papel Kraft tamaño pequeño	70
XXII.	Tiempo normal y estándar de rollo de papel Kraft tamaño pequeño....	71
XXIII.	Estudio de tiempos de sobre tamaño medio	77
XXIV.	Tiempo normal y estándar de sobre manila tamaño medio.....	78
XXV.	Estudio de tiempos de rollo para contómetro	83
XXVI.	Tiempo normal y estándar de rollo para contómetro	84

XXVII.	Estudio de tiempos de resma de papel bond.....	90
XXVIII.	Tiempo normal y estándar de resma de papel bond.....	91
XXIX.	Estudio de tiempos de sobre manila tamaño carta	97
XXX.	Tiempo normal y estándar de sobre manila tamaño carta	98
XXXI.	Estudio de tiempos de sobre manila tamaño oficio.....	105
XXXII.	Tiempo normal y estándar de sobre manila tamaño oficio.....	106
XXXIII.	Maquinaria actual.....	108
XXXIV.	Función y porcentaje de uso de la maquinaria	109
XXXV.	Clasificación de tiempos planeados y no planeados.....	111
XXXVI.	Clasificación OEE	114
XXXVII.	Ficha técnica de indicadores de disponibilidad, rendimiento y calidad en la máquina <i>Autofio</i>	115
XXXVIII.	Datos para el cálculo del porcentaje OEE para el cuaderno espiral simple 100 hojas en <i>Autofio</i>	115
XXXIX.	Porcentaje OEE de cuaderno espiral simple 100 hojas en <i>Autofio</i>	116
XL.	Datos para el cálculo del porcentaje OEE para el cuaderno espiral simple 70 hojas en <i>Autofio</i>	117
XLI.	Porcentaje OEE de cuaderno espiral simple 70 hojas en <i>Autofio</i>	117
XLII.	Datos para el cálculo del porcentaje OEE para el cuaderno espiral doble 100 hojas en <i>Autofio</i>	118
XLIII.	Porcentaje OEE de cuaderno espiral doble 100 hojas en <i>Autofio</i>	119
XLIV.	Ficha técnica de indicadores de disponibilidad, rendimiento y calidad en la máquina <i>Bielomatik</i>	119
XLV.	Datos para el cálculo del porcentaje OEE para el cuaderno espiral simple 100 hojas en <i>Bielomatik</i>	120
XLVI.	Porcentaje OEE de cuaderno espiral simple 100 hojas en <i>Bielomatik</i>	120
XLVII.	Datos para el cálculo del porcentaje OEE para el cuaderno espiral simple 70 hojas en <i>Bielomatik</i>	121

XLVIII.	Porcentaje OEE de cuaderno espiral simple 70 hojas en <i>Bielomatik</i> . 121	
XLIX.	Ficha técnica de indicadores de disponibilidad, rendimiento y calidad en la máquina <i>Guillotina Accura</i> 122	
L.	Datos para el cálculo del porcentaje OEE para la resma de tamaño carta 80 g en la <i>Guillotina Accura</i> 122	
LI.	Porcentaje OEE de <i>Guillotina Accura Easycut</i> para resma de tamaño carta 80 g 123	
LII.	Datos para el cálculo del porcentaje OEE para papel manila cortado en la <i>Guillotina Accura Easycut</i> 123	
LIII.	Porcentaje OEE de <i>Guillotina Accura Easycut</i> para papel manila cortado 124	
LIV.	Ficha técnica de indicadores de disponibilidad, rendimiento y calidad en la máquina cortadora C1 125	
LV.	Datos para el cálculo del porcentaje OEE para la resma grande de papel bond en la cortadora C1 125	
LVI.	Porcentaje OEE de cortadora C1 para resma grande de papel bond 126	
LVII.	Datos para el cálculo del porcentaje OEE para la resma grande de papel manila en la cortadora C1 126	
LVIII.	Porcentaje OEE de cortadora C1 para resma grande de papel manila 127	
LIX.	Datos para el cálculo del porcentaje OEE para la resma grande de papel Texcote en C1 127	
LX.	Porcentaje OEE de cortadora C1 para resma grande de papel Texcote 128	
LXI.	Ficha técnica de indicadores de disponibilidad, rendimiento y calidad en la máquina cortadora C2..... 128	
LXII.	Datos para el cálculo del porcentaje OEE para la resma grande de papel bond en la cortadora C2 129	
LXIII.	Porcentaje OEE de cortadora C2 para resma grande de papel bond 129	

LXIV.	Datos para el cálculo del porcentaje OEE para la resma grande de papel manila en la cortadora C2	130
LXV.	Porcentaje OEE de cortadora C2 para resma grande de papel manila	131
LXVI.	Datos para el cálculo del porcentaje OEE para la resma grande de papel Kraft en la cortadora C2	131
LXVII.	Porcentaje OEE de cortadora C2 para resma grande de papel Kraft .	132
LXVIII.	Formación de equipos	139
LXIX.	Procedimiento para 1S- Organizar sistemáticamente.....	141
LXX.	Procedimiento para 2S- Ordenar	143
LXXI.	Procedimiento para establecer la limpieza en el área de trabajo.....	151
LXXII.	Formato de registro de limpieza por área	152
LXXIII.	Cuadro resumen para establecer la limpieza en las 5S's	155
LXXIV.	Matriz de relación de herramienta vs oportunidad de mejora	164
LXXV.	Resumen de herramientas de <i>Lean Manufacturing</i>	166
LXXVI.	Maquinaria necesaria de instalación de sistema Andon	169
LXXVII.	Luces Andon	170
LXXVIII.	Tipos de errores y sus causas	172
LXXIX.	Identificación de defectos	173
LXXX.	Matriz de relación errores humanos vs defectos	175
LXXXI.	Clasificación de la maquinaria	178
LXXXII.	Fases de producto en proceso	180
LXXXIII.	Cuaderno espiral simple y doble.....	181
LXXXIV.	Resma de papel bond.....	182
LXXXV.	Folder manila	182
LXXXVI.	Sobre manila.....	183
LXXXVII.	Rollo de papel Kraft	184
LXXXVIII.	Mano de obra.....	185
LXXXIX.	Resumen del ruido por máquina	189






XC.	Requerimiento de espacio por área	193
XCI.	Evaluación de alternativas de distribución	197
XCII.	Cortadora 1 - Tiempo de cambio de serie	203
XCIII.	<i>Autofio</i> - Tiempo de cambio de serie.....	204
XCIV.	<i>Guillotina Accura</i> - Tiempo de cambio de serie.....	205
XCV.	Cortadora 1 – Separar operaciones internas y externas de la máquina	206
XCVI.	<i>Autofio</i> – Separar operaciones internas y externas de la máquina	207
XCVII.	<i>Guillotina Accura</i> – Separar operaciones internas y externas de la máquina	208
XCVIII.	Cortadora 1 – Conversión de operaciones.....	209
XCIX.	<i>Autofio</i> – Conversión de operaciones.....	210
C.	<i>Guillotina Accura</i> – Conversión de operaciones.....	211
CI.	Cortadora 1 – Optimización de operaciones	212
CII.	<i>Autofio</i> – Optimización de operaciones.....	213
CIII.	<i>Guillotina Accura</i> – Optimización de operaciones	214
CIV.	Parámetros de TPM	216
CV.	Cuadro resumen de pasos para implementación de TPM	218
CVI.	Decisión y compromiso de gerencia.....	219
CVII.	Campaña de difusión	220
CVIII.	Grupo de paneación TPM	222
CIX.	Manual descriptivo del puesto de director TPM	226
CX.	Manual descriptivo del puesto de intendente TPM.....	227
CXI.	Manual descriptivo del puesto de piloto TPM.....	228
CXII.	Manual descriptivo del puesto de asistente TPM	229
CXIII.	Diagnóstico inicial.....	232
CXIV.	Matriz resumen de fallas reportadas	242
CXV.	Formato de control de capacitaciones TPM	254
CXVI.	Matriz de evaluación de riesgo en el lugar de trabajo	259

CXVII.	Datos para el cálculo del nuevo indicador OEE para el cuaderno espiral simple 100 hojas en <i>Autofio</i>	264
CXVIII.	Nuevo indicador OEE de <i>Autofio</i> para cuaderno espiral simple 100 hojas	265
CXIX.	Datos para el cálculo del nuevo indicador OEE para el cuaderno espiral simple 70 hojas en <i>Autofio</i>	265
CXX.	Nuevo indicador OEE de <i>Autofio</i> para cuaderno espiral simple 70 hojas	266
CXXI.	Datos para el cálculo del nuevo indicador OEE para el cuaderno espiral doble 100 hojas en <i>Autofio</i>	266
CXXII.	Nuevo indicador OEE de <i>Autofio</i> para cuaderno espiral doble 100 hojas	267
CXXIII.	Datos para el cálculo del nuevo indicador OEE para el cuaderno espiral simple 100 hojas en <i>Bielomatik</i>	269
CXXIV.	Nuevo indicador OEE de <i>Bielomatik</i> para cuaderno espiral simple 100 hojas	270
CXXV.	Datos para el cálculo del nuevo indicador OEE para el cuaderno espiral simple 70 hojas en <i>Bielomatik</i>	270
CXXVI.	Nuevo indicador OEE de <i>Bielomatik</i> para cuaderno espiral simple 70 hojas	271
CXXVII.	Datos para el cálculo del nuevo indicador OEE para la resma tamaño carta 80 g en Guillotina	274
CXXVIII.	Nuevo indicador OEE de guillotina para resma tamaño carta 80 g	274
CXXIX.	Datos para el cálculo del nuevo indicador OEE para el papel manila cortado en guillotina.....	275
CXXX.	Nuevo indicador OEE de guillotina para papel manila.....	275
CXXXI.	Datos para el cálculo del nuevo indicador OEE para la resma grande de papel bond en cortadora C1	278

CXXXII.	Nuevo indicador OEE de cortadora C1 para resma grande de papel bond	278
CXXXIII.	Datos para el cálculo del nuevo indicador OEE para la resma grande de papel manila en la cortadora C1	279
CXXXIV.	Nuevo indicador OEE de cortadora C1 para resma grande de papel manila	279
CXXXV.	Datos para el cálculo del nuevo indicador OEE para la resma grande de papel Texcote en la cortadora C1	280
CXXXVI.	Nuevo indicador OEE de cortadora 1 para resma grande de papel Texcote	280
CXXXVII.	Datos para el cálculo del nuevo indicador OEE para la resma grande de papel bond en cortadora C2.....	283
CXXXVIII.	Nuevo indicador OEE de cortadora C1 para resma grande de papel bond	284
CXXXIX.	Datos para el cálculo del nuevo indicador OEE para la resma grande de papel manila en cortadora C2	284
CXL.	Nuevo indicador OEE de cortadora C2 para resma grande de papel manila	285
CXLI.	Datos para el cálculo del nuevo indicador OEE para la resma grande de papel Kraft en cortadora C2	285
CXLII.	Nuevo indicador OEE de cortadora C2 para la resma grande de papel Kraft.....	286
CXLIII.	Matriz de comparación de indicadores OEE	287
CXLIV.	Detalle de costo de la propuesta	289
CXLV.	Matriz de cantidad y uso de energía eléctrica	294
CXLVI.	Matriz de responsables del plan de ahorro de energía eléctrica	297
CXLVII.	Procedimiento para la utilización adecuada de la energía -plan de ahorro-	298
CXLVIII.	Costo de la propuesta	303

CXLIX.	Plan de capacitación.....	308
CL.	Cronograma de actividades.....	309
CLI.	Costos de capacitación.....	314

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
	Almacenamiento
	Inspección
Min	Minuto
	Operación
	Operación combinada
	Transporte
Q	Quetzal
%	porcentaje

GLOSARIO

Autonomación	Característica de la máquina que provoca el efecto <i>Jidoka</i> , a través de un mecanismo que le da el toque humano a la máquina.
Bobina	Rollo de papel continuo que utilizan las rotativas.
Calidad total	Compromiso con la mejora de la empresa en términos de hacer las cosas bien y a la primera, para alcanzar la plena satisfacción del cliente, tanto interno como externo.
Cero defectos	Principio por el que no se debe aceptar, producir o entregar un defecto, actuando de forma que todo defecto detectado deba resolverse inmediatamente.
Defecto	Producto que se desvía de las especificaciones o no satisface las expectativas del cliente.
Despilfarro	Actividades que consumen tiempo, recursos y espacio, pero no contribuyen a satisfacer las necesidades del cliente. En japonés, muda.
Kraft	Tipo de papel basto y grueso de color marrón.

Layout	Es la distribución en planta, es decir, la forma en que están dispuestos dentro de la fábrica los recursos productivos.
Resma	Conjunto de 500 hojas o pliegos de papel.
Sobreproducción	Exceso de producción.
Sonómetro	Instrumento que sirve para medir y comparar sonidos.
Takt time	Indica el ritmo o paso al que se debe producir para estar en sincronía con la demanda del producto.
Tarjeta roja	Distintivo en forma de tarjeta de color rojo que se utiliza para señalar los objetos susceptibles de ser eliminados por obsolescencia o desuso.
Tiempo de ciclo	Tiempo requerido para completar un ciclo de una operación. En la filosofía Lean, se busca igualar al <i>takt time</i> para poder tener flujo de una sola pieza.
Tiempo de paso	Es el producto del <i>takt time</i> (definido por la demanda de los clientes) por la cantidad conjunta (definida por la empresa).
Tiempo de proceso	Es el tiempo que un producto está siendo realmente procesado a través de su cadena de valor.

RESUMEN

La empresa Papeles Comerciales se dedica a la transformación de papel para la obtención de diversos útiles para uso escolar o de oficina. Dentro de los productos que elabora se encuentran el cuaderno espiral doble y simple, rollo de papel Kraft, folder, sobre manila, rollo para contómetro y papel higiénico, un nuevo producto clave desarrollado en la empresa para el mercado guatemalteco.

El presente trabajo de graduación, en modalidad de EPS, tiene como objetivo la aplicación de la metodología *Lean Manufacturing* para optimizar el sistema de producción eliminando los siete desperdicios que sostiene esta herramienta. Para poder formar una filosofía Lean es necesario tener constancia, disciplina, conocimiento y sobre todo deseo de fomentar una producción limpia para su correcta implementación. Para ello se elaborará una propuesta en la que se dejarán las bases para la implementación en la planta de producción No. 1, definiendo varias herramientas clave para el comienzo de formación de la cultura Lean.

Como parte de la metodología Lean, que busca eliminar los siete despilfarros básicos, se utilizarán varias herramientas, cada una de ellas va orientada a la eliminación de los mismos. Para la identificación de estos despilfarros como parte inicial del proyecto se elaboró un diagnóstico en el cual se desarrollan herramientas como árbol de problemas y objetivos, diagrama Ishikawa, una evaluación 5S, análisis de distribución, equipo/maquinaria e inventario.

Está claro que la metodología de *Lean Manufacturing* emplea infinitas herramientas, sin embargo, en el presente documento las que se desarrollaron son las siguientes: mapeos de cadena de valor, diagramas de procesos, 5S, *Jidoka*, Poka-Yoke, rediseño *Layout*, Andon, TPM y mapeos de cadena de valor futura. Para cada herramienta se realizó todo lo necesario para comenzar su implementación desde cero, logrando esto mediante la elaboración de formatos, listados, cuestionarios, *check-list*, tablas o matrices, entre otros.

Todas las herramientas surgen para reducir los desperdicios básicos que son sobreproducción, tiempos de espera, transporte innecesario, reproceso, inventario, movimientos innecesarios y defectos. Toda la información necesaria para cada herramienta fue obtenida principalmente por medio de la observación, se elaboraron entrevistas con los responsables de algunos procedimientos para poder establecer un nuevo sistema de producción.

En la segunda fase del proyecto, la fase de investigación, se realizó el diseño de un plan para uso eficiente de la energía eléctrica. Se comenzó con un diagnóstico por medio de un diagrama de Ishikawa. Posteriormente, para la determinación del plan, se definieron los objetivos, el alcance y se estableció un procedimiento para la utilización adecuada de la energía eléctrica. Asimismo, se realizó la elaboración de un cronograma, un programa de sensibilización y concientización dirigido a todos los que hacen uso de la energía eléctrica.

Finalmente, en la fase de docencia se desarrolló un plan de capacitación al personal operativo sobre la importancia de las 5S en la planta de producción. Para llevar a cabo el plan, como primer punto se realizó un diagnóstico de necesidades de capacitación para luego definir el plan de capacitación para su posterior divulgación. Adicional al plan, se definieron los costos de la capacitación, que en este caso fueron casi insignificantes.

OBJETIVOS

General

Elaborar el diseño para la implementación de la metodología de manufactura esbelta para la planta de producción, mediante el desarrollo de varias herramientas ligadas a la filosofía Lean, así mismo crear un ambiente de mejora continua, constancia y disciplina para el proyecto.

Específicos

1. Mejorar la cultura empresarial por medio de la filosofía limpia y de mejora continua en los procesos.
2. Propiciar la creación de grupos de mejora continua *-Kaizen-* para darle solución a los problemas presentados en la planta.
3. Aplicar correctamente las herramientas Lean propuestas para el presente proyecto.
4. Estandarizar los procesos de producción con mayor frecuencia en la planta de producción No. 1 mediante la diagramación de procesos.
5. Proponer un nuevo diseño *Layout* que permita crear un flujo continuo en el proceso de producción para reducir el tiempo de transporte.

6. Aplicar correctamente el sistema de Mantenimiento Productivo Total para mejorar los procesos de mantenimiento en la planta.
7. Diseñar un plan para el ahorro de energía eléctrica en la iluminación de la planta de producción No. 1.
8. Diseñar un plan de capacitación al capital humano de Papelco, S.A. sobre temas de limpieza como las 5S.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en la industria moderna se ha presentado la constante necesidad de mejorar los procesos productivos a niveles óptimos, el trabajo colaborativo entre el recurso humano, aumento de la longevidad y fiabilidad de la maquinaria y equipos que son inherentes a los procesos de la cadena productiva. Papeles Comerciales, S.A. tiene como objetivo ofrecer una amplia cartera de productos de buena calidad para establecer lazos de confianza con sus clientes y posicionarse en el mercado. Para lograrlo se propone el uso de la metodología *Lean Manufacturing*, que será la base del documento presentado a continuación, el cual se ha convertido en una alternativa que ha mostrado su versatilidad al ser adoptada en los diferentes escenarios del sector industrial.

En el presente documento se desarrolla el diseño para esta metodología aplicada a la planta de producción No.1 para optimización del proceso de producción. Como se ha observado en la planta, actualmente existe una ausencia de control de producción, ineficiencia en los procesos y otros factores que van de la mano con la optimización de la producción. A raíz de lo expuesto anteriormente se realiza el presente proyecto. Este proyecto busca de igual manera fomentar la cultura japonesa que respalda este sistema, para la cual Cultura = Metodología + Disciplina.

Uno de los mayores obstáculos que enfrentará la empresa si se implementa el proyecto es la resistencia al cambio, pues los trabajadores se han acostumbrado a sus métodos. Otro factor que puede influir son los tiempos de implementación que pueden ser años, lo cual implicaría inversiones adicionales que impactarían los presupuestos, a razón de ello el nivel de implementación de *Lean Manufacturing* es reducido.

En el comienzo del proyecto se desarrolla el diagnóstico de la situación actual de la planta, por consiguiente, se realiza un diagrama Ishikawa, descripción y análisis de procesos de 8 familias de productos y dos productos adicionales. Para el análisis de procesos se desarrollan los diagramas de procesos, de flujo y de recorrido, seguido de un estudio de tiempo respectivo a cada proceso. Como parte final del diagnóstico se evaluará el análisis de personal, la situación actual de las 5S en la planta, la distribución actual, un análisis del equipo/maquinaria y del inventario. En el análisis del equipo/maquinaria se define el índice de eficiencia global del equipo, en el cual se obtendrán datos reales para así obtener el índice actual de las máquinas con más actividad.

Posteriormente se procederá al desarrollo de la propuesta de diseño para implementación de *Lean Manufacturing*. Por lo tanto, la primera herramienta en curso será la definición de grupos de trabajo *Kaizen*, es decir, grupos dedicados a la mejora continua. A cada herramienta desarrollada se le asignará un grupo de trabajo para darle un mejor seguimiento a cada operación y así obtener una solución segura.

Como se ha observado, otro problema que afecta constantemente es la falta de metodologías de implementación práctica de la filosofía Lean. Por lo tanto, se emplean varias herramientas, una de ellas será la metodología 5S's, la cual requiere de disciplina y constancia para lograr su correcta implementación. Junto con esto se debe trabajar el sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM por sus siglas en inglés), que se basa en establecer un mantenimiento preventivo y predictivo, para así reducir o eliminar el mantenimiento correctivo.

1. GENERALIDADES DE PAPELES COMERCIALES, S.A.

1.1. Descripción

Corporación Papelco, S.A., conformada por Papeles Comerciales, S.A y El Salvador Papelco, S.A., S.A. de C.V, actualmente opera directamente en Guatemala y El Salvador, para brindarles un servicio con calidad a todas las empresas que van en busca del desarrollo. Distribuyen principalmente a Wall-Mart, el gobierno de Guatemala, entre otros. Al ser una sociedad, todas las decisiones son tomadas por medio de una junta directiva. Brindan servicio de calidad, oportunos y con valor agregado, para satisfacer las necesidades de las empresas guatemaltecas y extranjeras.

Comenzó con una planta de producción en la Ciudad de Guatemala dedicada únicamente a transformación de bobinas de papel en cuadernos de espiral y resmas de hojas. Posteriormente se ha ido expandiendo a tres plantas de producción y una cuarta que pronto estará operando. Papelco, S.A. posee una marca propia de cuadernos llamada Plus Concept, que tiene un mayor porcentaje de distribución de todo el portafolio de productos que posee.

1.2. Misión

“Crear siempre un valor agregado a nuestro trabajo, de tal manera que esto sea percibido por nuestros clientes, y reflejado en el crecimiento continuo de la Corporación; ya sea produciendo o dando servicio.”¹

¹ Papelco, S.A. Misión. <http://papelco.com.gt/sobre-nosotros/>.

1.3. Visión

“Papelco, S.A. es una corporación que trabaja en pro de la calidad y el servicio, puestos en función de la satisfacción de nuestros clientes, estableciendo este trabajo con ética y total responsabilidad” ²

1.4. Filosofía

Satisfacción total para el cliente, ganar/ganar con nuestros proveedores permitiendo una relación sana en un ambiente de confianza y respeto. La productividad y calidad total del personal y directivos es el único camino para lograr sus objetivos. Motivar al personal creando un ambiente de cordialidad y respeto, convirtiendo sus metas profesionales en las de Papelera.

1.5. Objetivos

Corporación Papelco, S.A., S.A. pretende satisfacer las necesidades del cliente en el ramo de la papelería e innovación tecnológica, brindando un servicio oportuno en la atención del usuario con productos de la mayor calidad.

1.6. Estructura organizacional

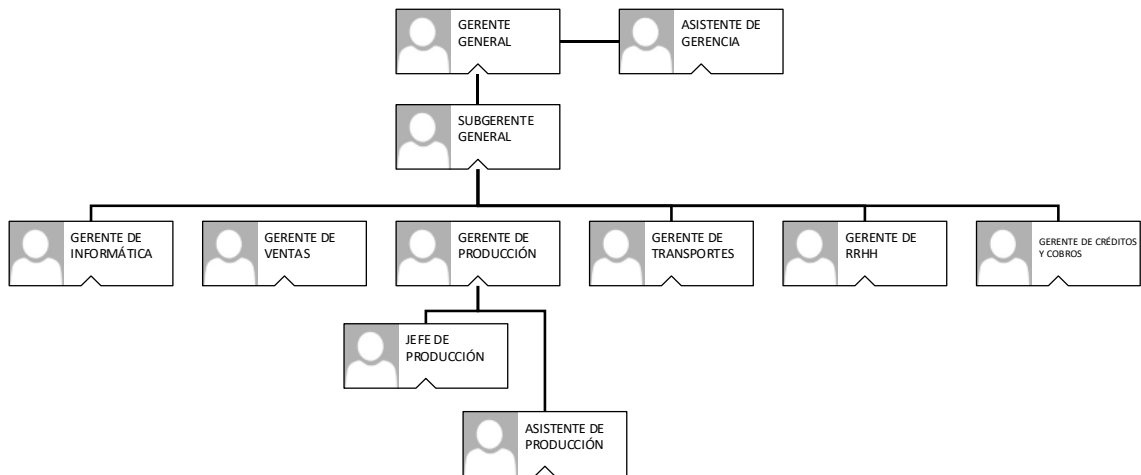
En Papeles Comerciales, S.A. se maneja una estructura de dirección comenzando por la gerencia general, el dueño de la empresa.

- Gerencia general (G1): designar todas las posiciones de la estructura.
- Subgerencia: (G2): tiene las mismas funciones de gerencia, tiene la facultad de autorizar compras, controla todas las áreas.

² Papelco, S.A. Visión. <http://papelco.com.gt/sobre-nosotros/>.

- Gerencias: encargado de cada área asignada, se enfoca en la dirección y es quien informa del avance de cada área al gerente general.

Figura 1. **Organigrama de Papelco, S.A.**



Fuente: elaboración propia.

1.7. Funciones

Elaborar distintos productos derivados del papel con el fin de crecer en el mercado guatemalteco y de la misma manera exteriorizar los productos e incrementar la exportación de productos guatemaltecos.

1.8. Productos

Corporación Papelco, S.A. realiza la transformación de diferentes tipos de papel en las siguientes presentaciones:

- Cuaderno de espiral simple (hojas cuadrícula, líneas, en blanco).

- Cuaderno de espiral doble (hojas cuadrícula, líneas, en blanco).
- Folder tamaño carta.
- Folder tamaño oficio.
- Cuaderno cocido tamaño pequeño.
- Folder manila tamaño carta.
- Folder manila tamaño oficio.
- Resma de hojas en blanco para fotocopia.
- Rollo de papel Kraft.
- Pliegos de papel Kraft.
- Rollos de máquina registradora y calculadora.
- Conversión de bobinas a pliegos.
- Manufactura de pedidos bajo solicitudes especiales y personalizados.

**2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.
PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESO DE
PRODUCCIÓN MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE
MANUFACTURA ESBELTA EN LA PLANTA NO. 1 EN PAPELES
COMERCIALES, S.A.**

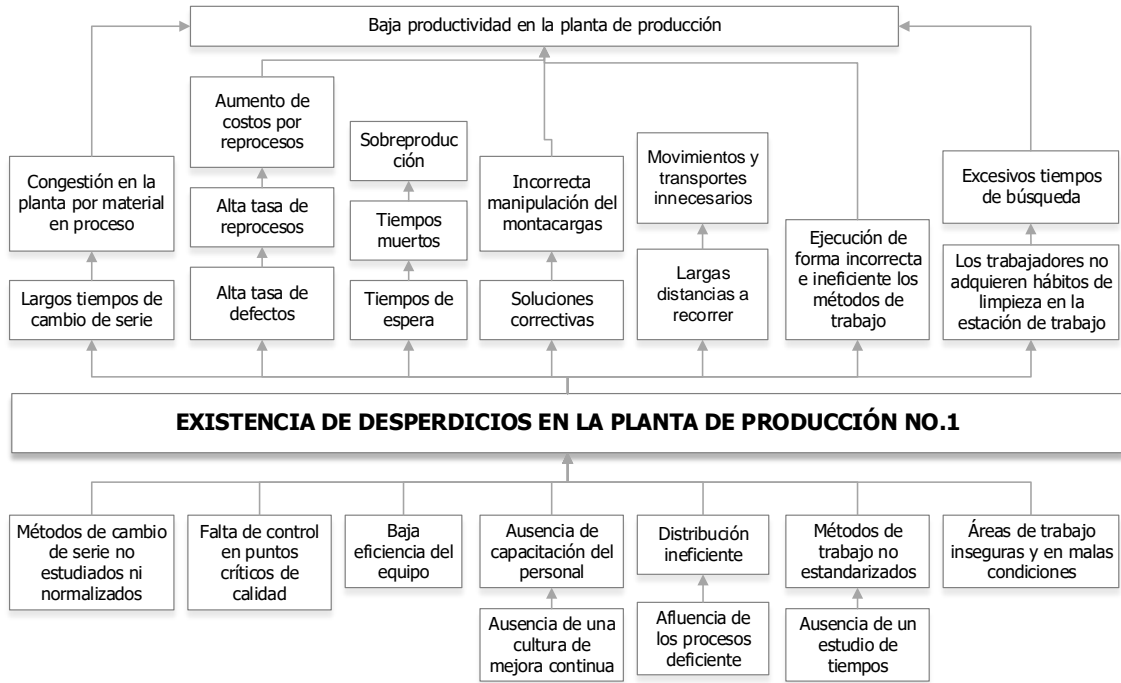
**2.1. Diagnóstico de la situación actual de la planta de producción
No. 1**

Con base en lo que se estuvo observando durante varias semanas y en conjunto con el ingeniero de la planta, se determinó el siguiente diagnóstico.

2.1.1. Árbol de problemas

Para el desarrollo el análisis de la situación actual, se visualiza en la siguiente página el árbol de problemas, una de las bases para la definición del presente proyecto.

Figura 2. **Árbol de problemas**

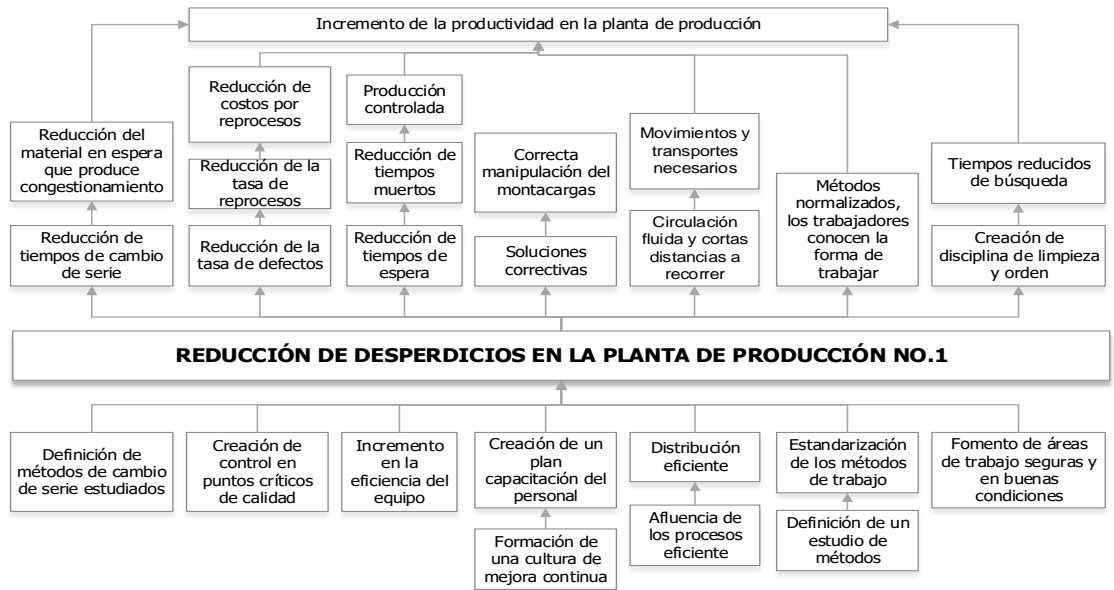


Fuente: elaboración propia.

2.1.2. **Árbol de objetivos**

En la siguiente página se muestra el árbol de objetivos, el cual toma como referencia el árbol de problemas en un sentido positivo.

Figura 3. **Árbol de objetivos**

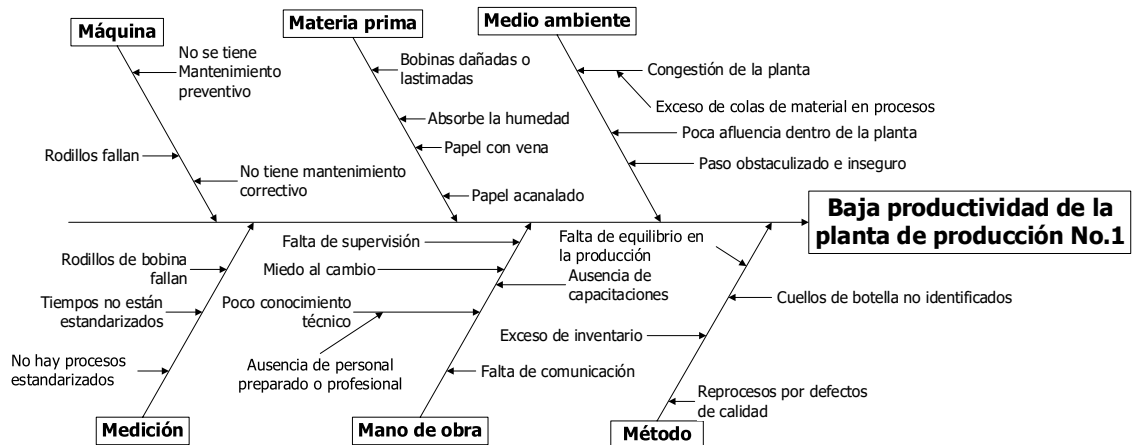


Fuente: elaboración propia.

2.1.3. **Diagrama de Ishikawa**

A continuación, se presenta el diagrama de Ishikawa.

Figura 4. **Diagrama de causa-efecto**



Fuente: elaboración propia.

Según se observa en el diagrama de Ishikawa, se define como la causa raíz a la ausencia de una metodología para la optimización de la producción.

2.1.4. Descripción de los procesos

A continuación, se presentará un breve resumen de los procesos principales llevados a cabo en la planta de producción.

2.1.4.1. Proceso de rebobinado

Es uno de los procesos principales de la planta, la mayoría de los productos de Papelco, S.A. requieren de este proceso. El proceso consiste en rebobinar grandes bobinas, el cual comienza al colocar y asegurar la bobina en un eje cilíndrico y luego se coloca el papel que pasa a través de varios cilindros y, dependiendo el producto a obtener, es cortado en pliegos de diferentes tamaños o únicamente rebobinado en rollos de menor diámetro y altura.

2.1.4.2. Proceso de troquelado

Funciona por medio de una prensa y un troquel, se coloca manualmente sobre la resma de papel y se acciona un peso sobre el troquel. El peso y el troquel con bastante filo, corta el papel en la forma y tamaño del troquel, este proceso es realizado por la troqueladora para la elaboración del sobre de manila.

2.1.4.3. Proceso de cortado

Este proceso es realizado por la *Guillotina Accura Easycut*, consiste en cortar por medida de resma de papel, 500 hojas para papel bond y manila y

100 pliegos para papel Texcote. Una cuchilla es accionada por ambas manos del operario para evitar un accidente y la cuchilla atraviesa el papel haciendo un corte tangencial al mismo. Posteriormente se realizan realineaciones si fuera necesario y se realizan los cortes para obtener la medida deseada.

Otra máquina que también lleva a cabo el proceso de cortado son las cortadoras C1 y C2 y la dobladora de folder Prestoflex. Realizan el proceso de cortado seguido del proceso de rebobinado y es empleada por una cuchilla automática que no necesita de un botón *pull* para su funcionamiento.

2.1.4.4. Proceso de espiral

El proceso de espiral es un proceso sencillo. Para el proceso de espiral de doble anillo el alambre ingresa en bobinas y luego es extraído por una máquina que lo troquela obteniendo una forma de espiral. Posteriormente con el cuaderno ya perforado automáticamente se ajusta el espiral al cuaderno, se ejerce presión y se cierra el espiral al cuaderno.

2.1.5. Mapeo de cadena de valor

Esta herramienta es un pilar importante para la optimización mediante *Lean Manufacturing*. Actualmente, en la empresa no se tiene ningún registro sobre desarrollo o elaboración de mapeos de cadena de valor.

Para implementar *Lean Manufacturing* es fundamental realizar el mapeo de cadena de valor actual y futura. El mapeo de cadena de valor futura es parte de la propuesta del presente proyecto, sin embargo, para poder realizarlo debe elaborarse la actual y con base en la actual plantear las mejoras, las que se indicarán en la fase propuesta.

Según el inciso 2.1.9 Familias, se definieron 8 familias de productos, por lo tanto, para efectos de ejemplificar se elaborará únicamente para la familia 4, el cual es folder manila en Prestoflex, con el fin de indicar la forma de elaboración y de esta manera la empresa pueda continuar y elaborarlo para las 7 familias faltantes.

- Datos del proceso

Para elaborar el mapeo de valor se definirán los factores principales, tales como tiempo *takt*, tiempo de ciclo, número de operadores, medida de lote de producción, inventarios en proceso y reprocesos. Existen otros factores que también pueden favorecer en la diagramación de los mapeos, de los cuales se pueden mencionar algunos:

Tabla I. **Medidas el proceso VSM**

Aspecto/factor	Descripción
Tiempo de ciclo (C/T).	Tiempo para producir una unidad.
Tiempo de alistamiento de equipos.	Tiempo necesario para que el equipo esté en óptimas condiciones para comenzar el trabajo. Por ejemplo limpieza y revisión de que las funciones del equipo se estén realizando.
Tiempo de cambio de referencia.	El lapso ocurrido desde cuando se termina la producción de la última pieza correcta del producto A y se produce la primera pieza correcta del producto B.
Número de máquinas por operación.	Número de equipos que se utilizan para realizar una misma actividad en el proceso.
Número de operadores por equipo.	Número de personas que se utilizan para realizar la misma actividad.
Porcentaje de rechazo (%).	Porcentaje de producto que ha sido retrabajado, rechazado o no conforme (algunas veces difícil de cuantificar).

Continuación de la tabla I.

Inventario en proceso.	La cantidad de materias prima, producto en proceso y terminado que se encuentra en esperando en la planta.
Número de turnos.	Número de turnos que se utilizan para realizar esa actividad.
Distancia.	Distancia que las partes recorren de actividad en actividad en la planta.
Disponibilidad en el proceso.	El tiempo que se utiliza para la producción. Este se calcula restándole al tiempo total de trabajo el tiempo de paradas programadas (descansos, almuerzo, reuniones, entre otros).
Tiempo de parada por mantenimiento correctivo.	Tiempo que se utiliza para reparar el equipo cuando se rompe algo o se daña algo de este y que no está planeado.
Tiempo de paradas menores.	Tiempo que se utiliza para acomodar el equipo o las materias primas o realizar otras actividades no comunes de la producción. Ejemplos: limpiar los troqueles, moldes, revisar el equipo, ir al baño, buscar la materia prima o para acomodar una pieza. Estas se pueden realizar muchas veces en una hora de trabajo y no son contabilizadas, porque no son muy repetitivas.
<i>Uptime (%)</i> .	Esta medida muestra cómo un proceso o actividad usa el tiempo disponible. Este se calcula: tiempo disponible en el proceso menos los tiempos de alistamiento – tiempo de parada menores – tiempo de mantenimiento correctivo, dividido el tiempo disponible en el proceso por 100.

Fuente: Senati 2016 Jimdo. *Mapeo de la cadena de valor*,
<https://senati2016.jimdo.com/app/download/13084189623/VALUE+STREAM+MAP.pdf?t=1496892185>. Consulta: julio de 2018.

A medida que se coloque más información, el mapeo será más efectivo, debido a que se tiene más información sobre la cual proponer mejoras.

- Tiempo de ciclo (C/T)

Corresponde al tiempo que hace falta para producir una pieza, para lo cual se utilizará el tiempo estándar por lote de producción, definido en el inciso 2.1.9. El tiempo empleado es el tiempo estándar dividido entre 140 (el lote) para definir el tiempo por unidad. Se debe utilizar el tiempo estándar porque se quiere realizar mejoras (mapeo de cadena de valor futura), y es imperativamente importante que este tiempo esté estandarizado, de lo contrario las mejoras serán aplicadas a una base inestable de tiempos.

Tabla II. **Tiempo de ciclo**

No.	Proceso / Área	Tiempo (segundos)
1	Transporte hacia F1	1,06
2	Ajustar la bobina	9,59
3	Rebobinado, corte y doblado automático	84,18
4	Preparar bloque para entarimar	3,95
5	Embalar tarima	0,15
6	Transporte hacia área de empaque	1,55
7	Desembalar	0,07
8	Empacar	32,34
9	Etiquetar	2,78
10	Estibar en la tarima	2,85
11	Embalar la tarima	0,29
12	Transporte hacia bodega de PT	0,52
Tiempo del ciclo total		139,33

Fuente: elaboración propia.

En total 139,33 equivalente a 2,32 minutos, el cual será el tiempo de ciclo.

- Tiempo *takt*

Este tiempo, a diferencia del tiempo de ciclo, es el tiempo en que el mercado demanda el producto. El cálculo del tiempo *takt* se determinará mediante el cociente del tiempo disponible destinado para la producción o el tiempo esperado de producción y la demanda en ese tiempo disponible. La fórmula para el tiempo *takt* se describe a continuación:

$$TTk = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Demanda en el tiempo disponible}}$$

Para obtener el tiempo disponible se realiza el siguiente análisis. Se tiene una producción activa el día completo, siempre y cuando exista demanda, quedando de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} TD &= 2 \text{ turnos } (12 \text{ h } \times 2) \\ &= 24 \text{ h } - 3 \text{ horas por comida u otras actividades} \\ &= 21 \text{ h disponibles} \end{aligned}$$

Considerando este como el tiempo disponible. Y a causa de que la empresa programa la producción por pedido, se define la demanda por día, obteniendo el tiempo *takt* siguiente:

$$TTk = \frac{21 \text{ h}}{900 \text{ paquetes}} \approx \frac{1\ 260 \text{ mins}}{900 \text{ paquetes}} = 1,40 \text{ min / paquete}$$

Se observa que el tiempo de ciclo es menor al tiempo *takt*, es decir no es capaz de seguir el ritmo que exige la demanda.

- Número de operadores (NP)

La cantidad de operadores para el proceso de la familia de productos 4 se indica a continuación:

Tabla III. **Operadores requeridos, familia 4**

Proceso	Op 1	Op 2
Transporte hacia F1	x	x
Ajustar la bobina	x	
Rebobinado, corte y doblado automático	x	
Preparar bloque para entarimar	x	
Embalar tarima	x	
Transporte hacia área de empaque	x	
Desembalar	x	
Empacar	x	
Etiquetar	x	
Estibar en la tarima	x	
Embalar la tarima	x	x
Transporte hacia bodega de PT	x	x

Fuente: elaboración propia.

- Medida de lote de producción (CPC)

A lo largo del proceso de la familia 4 se manejan varias medidas de producción para el lote final. Como se indicó en la tabla VIII, titulada descripción de lotes, la familia de productos 4 supone un lote de producción de 140 paquetes. En la siguiente tabla se podrá observar la capacidad por estación.

Tabla IV. **Representación CPC, familia 4**

No.	Proceso / Área	CPC
1	Transporte hacia F1	1 bobina
2	Ajustar la bobina	1 bobina
3	Rebobinado, corte y dobléz automático	1 bobina
4	Preparar bloque para entarimar	540 paquetes
5	Embalar tarima	540 paquetes
6	Transporte hacia área de empaque	540 paquetes
7	Desembalar	540 paquetes
8	Empacar	540 paquetes
9	Etiquetar	490 paquetes
10	Estibar en la tarima	490 paquetes
11	Embalar la tarima	490 paquetes
12	Transporte hacia bodega de PT	490 paquetes

Fuente: elaboración propia.

En este apartado lo que se indica es la capacidad máxima para la cual requiere un cambio o ajuste de tamaño. Por ejemplo, en el ajuste de bobina cada bobina se debe realizar nuevamente.

- Inventario en proceso

Se refiere al inventario que se mantiene en espera para la producción, el cual se involucra como parte del flujo de material para el mapeo. Por lo tanto, con base en lo que se estuvo observando la familia de productos 4 presenta un cuello de botella bastante notorio en el proceso de empaque provocando la aparición de inventario en proceso.

Para entrar en contexto, para el folder, o la familia de productos 4, se tiene las siguientes fases de inventario de entrada:

- F1 → Fase 1: bobina (materia prima).
- F2 → Fase 2: tarima de folder sin empacar (inventario en procesos).
- F3 → Fase 3: tarima de paquetes de folder ya etiquetado (producto final).

Por lo tanto, para la determinación del inventario en proceso deberá tomarse en consideración la cantidad y el tiempo:

- El inventario (cantidad) en espera
- El tiempo de espera del inventario

El inventario en proceso, en tiempo, se determina de la siguiente forma:

Tiempo de operación(espera) * unidades por bobina * bobinas en espera

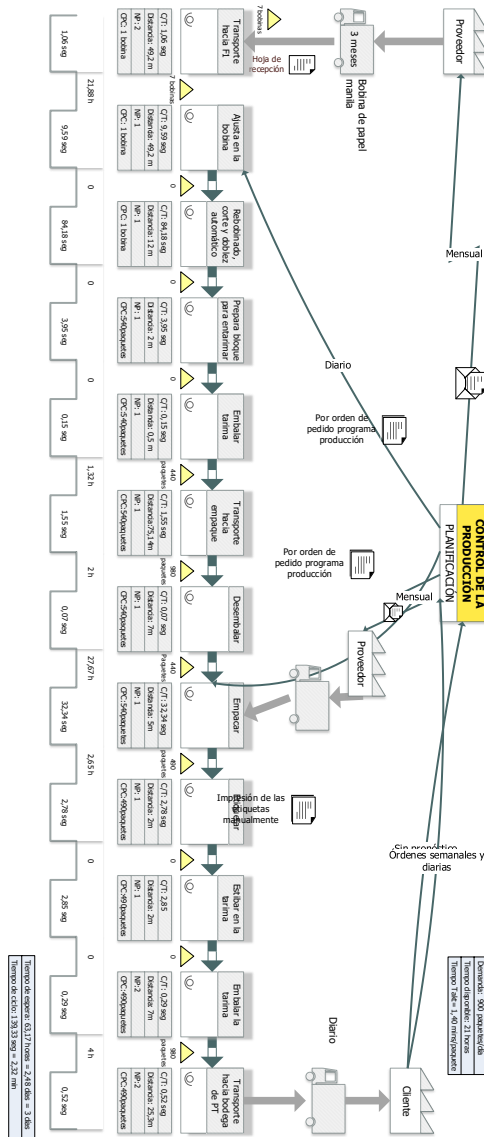
- Reprocesos

De los reprocesos para la familia de productos 4 se encuentra el embalaje y desembalaje, el cual se efectúa debido a las largas distancias a recorrer, o porque el inventario se queda en espera en la planta y el embalaje lo protege del polvo y suciedad.

- Mapeo de cadena de valor

A continuación se presenta el mapeo de cadena actual de la familia de productos 4, el cual se elaboró con base en la información descrita anteriormente.

Figura 5. Mapeo de cadena de valor actual, familia 4



Fuente: elaboración propia.

2.1.6. Análisis del personal

El personal es el pilar más importante de la implementación de la filosofía Lean en la empresa. Por lo tanto, se considera importante evaluar el pensamiento del personal involucrado previo a la elaboración del proyecto. Actualmente, en la planta se cuenta con el siguiente personal:

- Personal de dirección operativa: 3
- Personal operativo fijo: 40

Para analizar el personal se decidió realizar dos encuestas, la primera es para definir la necesidad de implicación de la metodología, en términos generales, como la idea de un sistema de producción limpia considerando todas las herramientas propuestas en el presente proyecto. Y la segunda es para conocer la mentalidad que tienen sobre la filosofía Lean, si es que tienen la noción de lo que es.

2.1.6.1. Encuesta sobre implicaciones del sistema

El cuestionario descrito a continuación permite determinar el nivel de implementación de cada herramienta Lean en la planta, es decir, qué tanto ha avanzado la planta en cuanto a las distintas herramientas. Con base en estos resultados se podrá visualizar en qué estado se encuentra actualmente mediante una calificación de 4 niveles, siendo 4 el nivel máximo y óptimo.

Figura 6. Encuesta sobre implicaciones de Lean en planta

ENCUESTA PARA DEFINIR EL NIVEL DE IMPLEMENTACIÓN LEAN MANUFACTURING EN PLANTA

Nombre de la PAPELCO, S.A. Fecha: 2018

No.	Herramienta o concepto	Nivel de implementación				Nivel actual	
		0	1	2	3		4
1	5S's	No se tiene conocimiento	La empresa entiende que existe la necesidad de implementar un sistema de mejora, limpieza y estandarización de los puestos de trabajo basados en la herramienta 5S, pero no existe un plan de implementación de la misma. Se observa en los puestos herramientas y útiles sin lugar de colocación definido, hay cosas no necesarias, el puesto no se mantiene organizado y limpio, etc.	Existe un plan para implementar las 5S en la empresa y se ha iniciado con alguna de ellas. Dónde se está implementando están definidas las responsabilidades de quién hace cada cosa pero no se hace un seguimiento para ver el cumplimiento y mantenimiento del estándar de puesto definido.	Se ha implementado la herramienta 5S en al menos el 80% de la empresa. Se realizan auditorías diarias para verificar el mantenimiento del estándar, este se cumple en al menos el 80% según la auditoría.	Se ha implementado al 100% las 5S en los puestos de trabajo. Los estándares definidos se mantienen en al menos 97%. Todos los colaboradores conocen su rol y participan de forma proactiva en el respeto y mejora de los estándares definidos en las 5S.	1
2	Estandarización	No se tiene conocimiento	En la empresa se es consciente de que hay tareas y operaciones que no están estandarizadas y hay un plan para la estandarización de todas las tareas relacionadas con los procesos operativos.	Todas las tareas relacionadas con procesos operacionales están estandarizadas. En 50% máximo están estandarizados los procesos.	Todas las tareas relacionadas con procesos operacionales están estandarizadas, pero no se puede asegurar que más del 80% de los estándares se cumplen al 100%. Se toman medidas para que se cumpla con el 100% de los estándares	Todas las tareas están estandarizadas, se cumplen al 100%. Hay una sistemática de mejor de los estándares en la que están involucrados operarios y altos mandos. Existen métodos para aceptar mejoras al sistema.	1
3	TPM-Jidoka	No se tiene conocimiento	En la empresa entienden la necesidad de trabajar con la herramienta TPM y automatización, como las herramientas claves para la fabilización de máquinas y desarrollo del automantenimiento por Producción, pero aún no se ha empezado a implementar.	Existe un plan de implementación para sistema TPM, en el cual va incluido la herramienta Jidoka para automatización de mantenimiento. Ya se tiene un área piloto en observación	La herramienta TPM está implementada en al menos el 80% de las máquinas y procesos. Se tienen sistemas de planificación de mantenimiento preventivo y predictivo y se esta en proceso de eliminación del mantenimiento correctivo.	La herramienta esta implementada en todas las áreas, todas las fases, responsables y pilotos del TPM se encuentran en constante mejora y auditoría para el correcto funcionamiento del equipo. Todos los operarios están calificados de realizar las operaciones básicas de mantenimiento por su cuenta.	1
4	Gestión visual + Andon	No se tiene conocimiento	La empresa reconoce que se debe implementar un sistema de notificación ANDON, esta ausente en todas las áreas. Todas las señales son manuales y debido a esto no se le da el seguimiento debido. No existen controles visuales que ayuden a tomar decisiones rápidas.	Existe un plan para implementar la herramienta ANDON, se comienza a implementar en un área piloto. Sin embargo, aun se está definiendo si se completará la implementación total del sistema.	Se ha implementado en un 80% la herramienta. Las condiciones anormales son indicadas en tiempo real para su rápida solución y atención. Se facilita la toma de decisiones en base a las señales de Gestión visual	Se ha implementado al 100% el sistema ANDON. Todas las condiciones y fallos son detectadas y se le da seguimiento rápido. Facilita la toma de decisiones para todos los equipos	0
5	Poka-Yoke	No se tiene conocimiento	No se tiene un registro de los defectos obtenidos en cada proceso. No existen mecanismos más que la observación para detectar defectos.	Se ha realizado una lista con los fuguais (defectos) considerados como tal en las distintas líneas de producción. se han identificado físicamente en una línea piloto con una tarjeta estándar. Se ha comenzado a registrar y comprobar de forma periódica el correcto funcionamiento de los mismos.	La identificación por Poka-Yokes se realiza en un 80% de todos los Poka-Yokes necesarios. Utilización de tarjetas y definición de fuguais funciona en un 80% de todas las líneas de producción	Se obtiene registro en un 100% de todos los fuguais ocurridos en todos los procesos. En ningún caso se trabaja con el Poka-Yoke en degradado.	0
6	SMED	No se tiene conocimiento	En la empresa se entiende con la necesidad de empezar a trabajar con la herramienta SMED. Se conoce la funcionalidad de la herramienta para aumentar el OEE y reducir el tiempo Set up de cada máquina	Existe un plan para empezar a utilizar esta herramienta en la planta de producción. Ya se tiene pensado un área piloto para la implementación de la misma. Todo el personal de mantenimiento está involucrado en este sistema	Los proyectos SMED para reducción de tiempo de cambio se está desarrollando al 100% en toda la planta. Existe un plan con responsables, fechas y acciones necesarias a implementar. Se estandarizaron los tiempos set up.	Se cumplen constantemente las mejoras a los tiempos por medio de proyectos SMED definidos con objetivos y metas. En todas las áreas se sigue correctamente los estándares definidos. Constantemente se están desarrollando procesos de mejora para la reducción el tiempo set up.	0
7	VSM	No se tiene conocimiento	En la empresa se conoce la herramienta Value Stream Mapping pero aún no se ha empezado a utilizar la herramienta de mejora del Flujo de Valor de las líneas que componen la empresa.	Se ha realizado el VSM que refleja la situación de actual de al menos el 25% de las líneas que componen la empresa.	Se ha realizado el VSM que refleja la situación de actual de al menos el 60% de las líneas que componen la empresa.	Se ha realizado el VSM que refleja la situación de actual de al menos el 100% de las líneas que componen la empresa.	0

Fuente: elaboración propia.

En conclusión, como se observa en la figura 6, para las 7 herramientas, únicamente en las primeras 3 la empresa se encuentra en el nivel 1 de implementación, la mayoría restante refleja que no se tiene conocimiento. Esa información se obtuvo mediante la observación y entrevistas a los involucrados.

2.1.6.2. Encuesta sobre la mentalidad actual sobre el sistema

Como se mencionó anteriormente, el objetivo de realizar esta encuesta es para determinar el nivel de conocimiento que tienen los colaboradores respecto a la herramienta de manufactura esbelta. La figura 7 muestra la encuesta presentada a todos los colaboradores.

Figura 7. Encuesta de diagnóstico sobre la metodología Lean

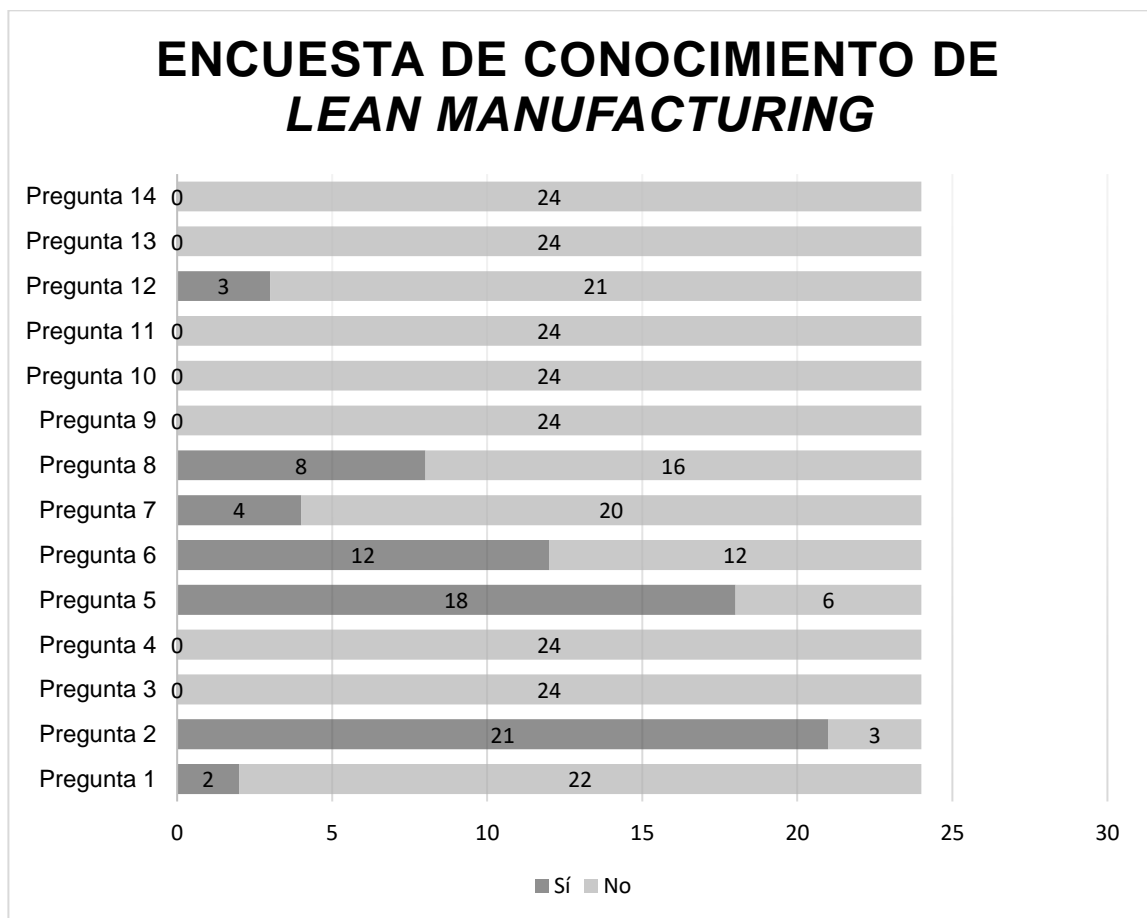
No.	Pregunta	Respuestas	
1	¿Conoce o ha escuchado sobre la filosofía Manufactura esbelta	Sí	No
2	¿La correcta implementación de la manufactura esbelta depende únicamente de los líderes y supervisores de la empresa	Sí	No
3	¿Conoce los pilares del Lean Manufacturing?	Sí	No
4	¿Conoce los 7 desperdicios que maneja la filosofía Lean?	Sí	No
5	¿Considera que en la planta de producción existe sobreproducción?	Sí	No
6	¿Considera que durante el día se realizan varios reprocesos?	Sí	No
7	¿Tiene conocimiento o ha escuchado sobre la estandarización de los procesos?	Sí	No
8	¿Tiene conocimiento o ha escuchado sobre la metodología 5S's?	Sí	No
9	¿Tiene conocimiento o ha escuchado sobre el sistema Jidoka?	Sí	No
10	¿Tiene conocimiento o ha escuchado sobre el mecanismo Poka-Yoke?	Sí	No
11	¿Tiene conocimiento o ha escuchado sobre la técnica SMED?	Sí	No
12	¿Tiene conocimiento o ha escuchado sobre el sistema TPM?	Sí	No
13	¿Tiene conocimiento o ha escuchado sobre la herramienta VSM?	Sí	No
14	¿Tiene conocimiento o ha escuchado sobre el sistema de luces ANDON?	Sí	No

Fuente: elaboración propia.

2.1.6.3. Resultados

El total de encuestados fue de 24 personas, un porcentaje significativo de la planta de producción No. 1. En los resultados se evidenció que la mayoría no tiene conocimiento sobre qué es la filosofía, ni sus herramientas, son pocos los que tenían un conocimiento básico del tema.

Figura 8. Gráfica de encuesta para conocimiento de *Lean Manufacturing*



Fuente: elaboración propia.

2.1.7. Evaluación 5S

Según se indicó en la figura 6, el nivel de implementación de las 5S es un nivel bajo, por lo tanto, lo primero que se deberá elaborar es una evaluación de la situación actual en la empresa. Lo que se pretende con esta evaluación es entrar en contexto y delimitar la información que se tiene en la actualidad, para posteriormente proceder a la propuesta de implementación.

2.1.7.1. Check list

Para realizar la evaluación del estado actual de la planta y determinar si es necesario aplicar 5S, se realizó un formato de evaluación mediante el cual se analizará la aplicación de las 5S por área, máquina o sector. Los criterios de evaluación se definen en la siguiente tabla:

Tabla V. **Criterios de evaluación para 5S's**

S	Criterio	Descripción
Organización- Seiri	Utilización de recursos	Todos los equipos y materiales se encuentren en buenas condiciones.
	Condiciones de almacenamiento	Los equipos y herramientas se encuentran en un sitio adecuado y asignado.
	Objetos personales	Un sitio específico para objetos personales, y que no haya objetos personales en el área de trabajo.
Ordenar- Seiton	Asignación de espacio a objetos necesarios	Ubicar un sitio para los objetos que sí son útiles en el área de trabajo.
	Identificación	Si las herramientas, algún químico inflamable o utillaje se encuentran etiquetados.
	Pasillos	Si los pasillos se encuentran despejados y si están correctamente delimitados.

Continuación de la tabla V.

Limpieza- Seiso	General	Limpieza general del sitio de trabajo.
	Equipos	Referente a mantenimiento de equipos y maquinaria.
	Contenedor de basura	Si se encuentran en buenas condiciones.
	Caída de material	Si la caída de material se encuentra fuera de los límites que deberían estar asignados.
Estandarizar- Seiketsu	Estándar visual	Los puestos tienen su estándar de 5S y se respeta.
	Documentación	Existe un documento de procedimientos para la aplicación de las 5S y si se encuentra en buenas condiciones.
	EPP	Si el personal utiliza el equipo de protección personal y si conoce la importancia de este.
Disciplina- Shitsuke	Control visual	Si existe un control de parte de algún encargado para verificar la aplicación de las 5S's.
	Auditoría	Existe un formato de auditoría tipo <i>check-list</i> .
	Cumplimiento de auditorías	Evidencia de que sí se realizan rutinas de limpieza.
	Acciones de mejora	Se le da seguimiento a las acciones y mejoras.

Fuente: elaboración propia.

Basado en los criterios expuestos anteriormente, se realiza el formato de evaluación, el cual permite identificar la necesidad de implementación de las 5S. En la planta nunca se había realizado una evaluación de 5S, por lo tanto se espera una puntuación baja.

En la figura 9 se presenta el formato de evaluación tipo *check-list*, en el cual se asigna el valor "1" si aplica o si cumple, y se asigna "0" si es inexistente o no cumple.

Figura 9. Formato de evaluación *check list* para 5S's



EVALUACIÓN 5S

Área:		Estación de trabajo:			
Analista:		Responsable:	Planta No:	Fecha:	
				Punteo	
SEIRI ORGANIZACIÓN	1. Objetos sin uso	1.1 En el área de trabajo, se tienen únicamente objetos en uso			
		1.2 La maquinaria se encuentra en buenas condiciones			
	2. Objetos personales	2.1 Existe un área destinada a objetos personales			
2.2 Los objetos personales se encuentra en su sitio					
SEIRI	3. Objetos rotulados	3.1 Las herramientas en operación están etiquetados			
SEITON ORDEN	4. Orden en la maquinaria	4.1 El utillaje de la máquina se encuentra en su lugar			
		4.2 El mobiliario y maquinaria se encuentra ubicado ordenadamente			
	5. Identificación	5.1 Se encuentran identificados los equipos, herramientas y lugares			
		5.2 Los recipientes con contenidos inflamables están etiquetados			
	6. Pasillos	6.1 Los pasillos están despejados			
		6.2 Los pasillos están debidamente delimitados			
SEISO LIMPIEZA	7. Limpieza del área de trabajo	7.1 El área de trabajo se encuentra limpia y libre de basura .			
		7.2 La maquinaria y lámparas se encuentran limpias .			
	8. Periodicidad de limpieza	8.1 Existe horario de limpieza establecido			
		8.2 Se maneja un registro de limpieza de el área			
	SEISO	9. Condiciones de basureros	9.1 Los basureros se encuentran en óptimas condiciones		
	SEIKETSU ESTANDARIZACIÓN	10. Estándar visual 5S	10.1 El puesto posee un estándar para la operación de limpieza		
11. Conocimiento del personal		11.1 Existe un procedimiento de limpieza para el área			
		11.2 La información se encuentra actualizada			
12. Responsabilidad		12.1 Se han asignado responsables para mantener el orden en el área			
	12.2 Se establecieron normas para mantener el orden en el área				
SHITSUKE DISCIPLINA	13. Control visual	13.1 Se establece un sistema de control visual para el orden en el área			
	14. Auditoría	14.1 Se manejan formatos de auditoría de orden en el área			
		14.2 Se asignó un encargado de auditoría de orden en el área			
	15. Acciones	15.1 Se cuenta con un programa de acciones a emprender			
	16. EPP	16.1 El colaborador conoce el uso correcto del equipo			

Fuente: elaboración propia.

2.1.7.2. Evaluación

Se evaluaron cuidadosamente uno a uno los aspectos de cada “S” con respecto a cada máquina y área, mediante la observación y utilizando el formato de la figura 9. En la siguiente tabla se muestra el resultado de la información recogida de la evaluación 5S's.

Tabla VI. Resumen de evaluación de las eses

S	Numeral	Máquina											
		AUTOFIO	BIELOMATIK	ESPIRAL	GUILLOTINA	CORTADORA 1	CORTADORA 2	PEGADORA	EMPAQUE	SIERRA	PRESTOFLEX	CONTÓMETRO	TROQUELADORA
		E-EDS	E-ES	D-DA	C-G	C-C1	C-C2	T-SM	ÁREA	C-S	T-F1	R-RC	T-T
1S	1.1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1
	1.2	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
	2.1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1
	2.2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
	3.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2S	4.1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	4.2	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1
	5.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6.1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	6.2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
3S	7.1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	7.2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	8.1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
	8.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Continuación de la tabla VI.

4S	10.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	11.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	11.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5S	13.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	14.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	14.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16.1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia.

Es importante mencionar que el analista de este programa debe ser una persona ajena al departamento de producción para que la evaluación sea objetiva.

2.1.7.3. Análisis de resultados

Conforme a la tabla, se puede analizar la información por porcentaje de cumplimiento por cada "S".

Tabla VII. Resumen de evaluación 5S's

Máquina	Cod	% de cumplimiento por cada "S"				
		1S	2S	3S	4S	5S
<i>Autofio</i>	E-EDS	40,0 %	0,0 %	20,0 %	0,0 %	20,0 %
<i>Bielomatik</i>	E-ES	20,0 %	33,3 %	20,0 %	0,0 %	0,0 %
Espiral	D-DA	0,0 %	33,3 %	40,0 %	0,0 %	20,0 %
Guillotina	C-G	60,0 %	33,3 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Cortadora 1	C-C1	40,0 %	0,0 %	40,0 %	0,0 %	0,0 %
Cortadora 2	C-C2	40,0 %	16,7 %	20,0 %	0,0 %	0,0 %

Continuación de la tabla VII.

Pegadora	T-SM	20,0 %	0,0 %	20,0 %	0,0 %	0,0 %
Empaque	ÁREA	60,0 %	33,3 %	20,0 %	0,0 %	0,0 %
Sierra	C-S	40,0 %	16,7 %	40,0 %	0,0 %	0,0 %
Prestoflex	T-F1	40,0 %	33,3 %	20,0 %	0,0 %	0,0 %
Contómetro	R-RC	40,0 %	0,0 %	20,0 %	0,0 %	0,0 %
Troqueladora	T-T	60,0 %	33,3 %	20,0 %	0,0 %	0,0 %
Promedio		38,3 %	19,4 %	23,3 %	0,0 %	3,3 %

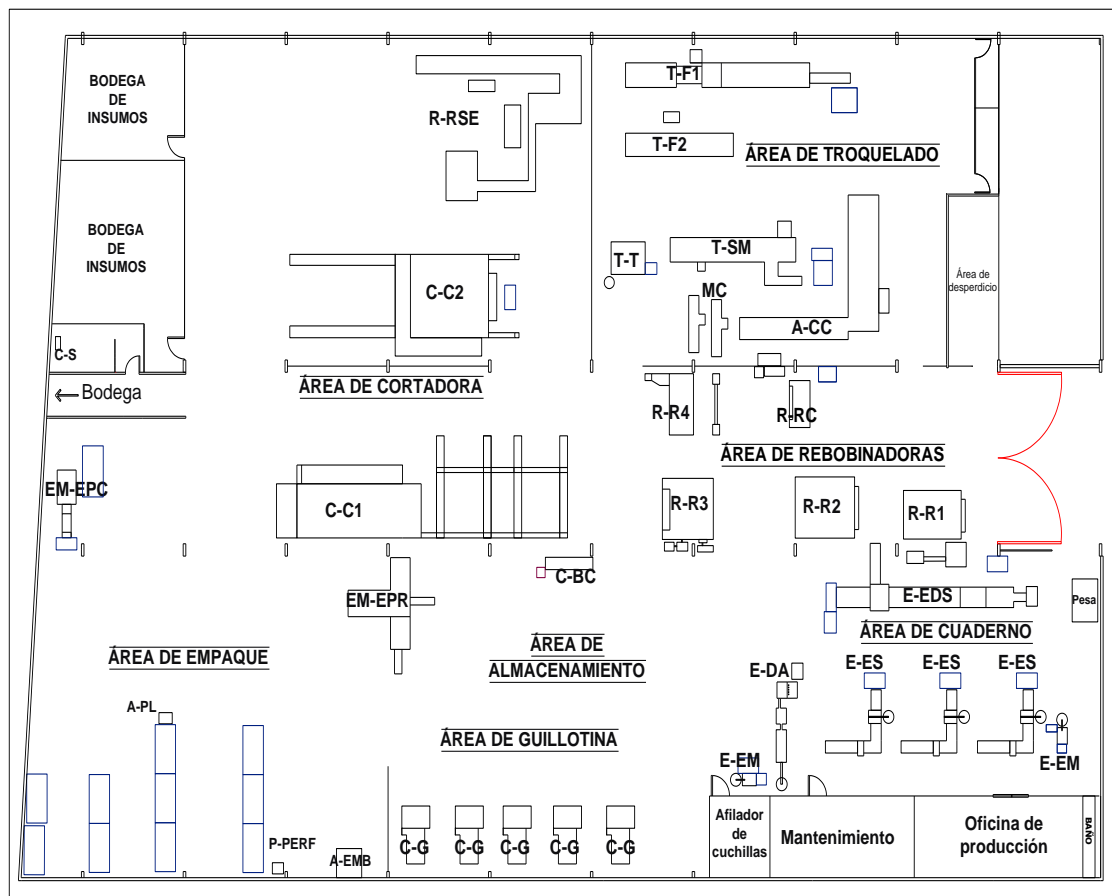
Fuente: elaboración propia.

En conclusión, al observar el porcentaje promedio por cada “S” en cada área, cada “S” tiene respectivamente los siguientes porcentajes promedio: 38,3 %, 19,4 %, 23,3 %, 0 % y 3,3 %, se observa que la 1S es la que tiene mayor participación, seguida de la 2S, y debido a que ningún proceso está estandarizado la fase de 4S tiene un porcentaje promedio de 0 %, es decir que su participación es nula. Por lo tanto, la aplicación de la metodología es de suma importancia, y se puede observar en los porcentajes promedio.

2.1.8. Distribución *Layout*

A continuación se visualiza en la figura 10 la distribución actual de la planta No. 1 de Papelco, S.A.

Figura 10. *Layout* actual de la planta No. 1



Fuente: elaboración propia.

2.1.9. Análisis de los procesos

Para el desarrollo de la metodología de manufactura esbelta es importante describir ampliamente cada proceso, razón por la cual se realizará los diagramas de operaciones, flujo y recorrido.

- Productos

Como primer punto se debe analizar los productos que tienen mayor incidencia en la producción diaria de la planta, representando un 80 % de lo producido durante el año. A continuación se muestra la tabla VIII que enlista dichos productos.

Tabla VIII. **Productos**

PRODUCTO	CÓDIGO
Cuaderno c/liso 70 hojas espiral simple <i>Autofio</i>	A-1
Cuaderno c/liso 100 hojas espiral simple <i>Autofio</i>	A-2
Cuaderno c/líneas 70 hojas espiral simple <i>Autofio</i>	A-3
Cuaderno c/líneas 100 hojas espiral simple <i>Autofio</i>	A-4
Cuaderno c/cuadrícula 8mm 70 hojas espiral simple <i>Autofio</i>	A-5
Cuaderno c/cuadrícula 8mm 100 hojas espiral simple <i>Autofio</i>	A-6
Cuaderno c/cuadrícula 5mm 70 hojas espiral simple <i>Autofio</i>	A-7
Cuaderno c/cuadrícula 5mm 100 hojas espiral simple <i>Autofio</i>	A-8
Cuaderno c/liso 70 hojas espiral simple <i>Bielomatik</i>	A-9
Cuaderno c/liso 100 hojas espiral simple <i>Bielomatik</i>	A-10
Cuaderno c/líneas 70 hojas espiral simple <i>Bielomatik</i>	A-11
Cuaderno c/líneas 100 hojas espiral simple <i>Bielomatik</i>	A-12
Cuaderno c/cuadrícula 8mm 70 hojas espiral simple <i>Bielomatik</i>	A-13
Cuaderno c/cuadrícula 8mm 100 hojas espiral simple <i>Bielomatik</i>	A-14
Cuaderno c/cuadrícula 5mm 70 hojas espiral simple <i>Bielomatik</i>	A-15
Cuaderno c/cuadrícula 5mm 100 hojas espiral simple <i>Bielomatik</i>	A-16
Cuaderno c/liso 70 hojas espiral doble	B-1

Continuación de la tabla VIII.

Cuaderno c/liso 100 hojas espiral doble	B-2
Cuaderno c/líneas 70 hojas espiral doble	B-3
Cuaderno c/líneas 100 hojas espiral doble	B-4
Cuaderno c/cuadrícula 8mm 70 hojas espiral doble	B-5
Cuaderno c/cuadrícula 8mm 100 hojas espiral doble	B-6
Cuaderno c/cuadrícula 5mm 70 hojas espiral doble	B-7
Cuaderno c/cuadrícula 5mm 100 hojas espiral doble	B-8
Ciento de folder manila tamaño carta Prestoflex	C-1
Ciento de folder manila tamaño oficio Prestoflex	C-2
Rollo de papel Kraft A:12 B:30/60	D-1
Rollo de papel Kraft A:15 B:30/60	D-2
Rollo de papel Kraft A:18 B:30/60	D-3
Rollo de papel Kraft A:20 B:30/60	D-4
Rollo de papel Kraft A:24 B:30/60	D-5
Rollo de papel Kraft A:36 B:30/60	D-6
Rollo de papel Kraft A:54 B:30/60	D-7
Rollo de papel Kraft A:60 B:30/60	D-8
Ciento de sobre manila tamaño carta	E-1
Ciento de sobre manila tamaño medio oficio	E-2
Ciento de sobre manila tamaño media carta	E-3
Ciento de sobre manila tamaño oficio 6T	E-4
Ciento de sobre manila tamaño oficio SV	E-5
Ciento de sobre manila tamaño extra oficio	E-6
Ciento de sobre manila tamaño jumbo	E-7
Rollo de contómetro	F-1
Resma de papel Bond Copy 70 g tamaño carta	G-1
Resma de papel bond Copy 70 g tamaño oficio	G-2
Resma de papel bond 80 g tamaño carta	G-3
Resma de papel bond 80 g tamaño oficio	G-4
Resma de papel bond 120 g tamaño carta	G-5
Resma de papel bond 120 g tamaño oficio	G-6

Fuente: elaboración propia.

- Familia de productos

Papelco, S.A. cuenta con un catálogo extenso de productos, razón por la cual todos los productos serán agrupados por familias. Dichas familias serán definidas por similitud de procesos, como mínimo el 85 % de similitud.

Para determinar la cantidad de familias necesarias, se elabora la tabla IX, en la cual se presenta la relación de cada producto con cada estación de trabajo, asignando un código a cada producto y señalando con una “X” directamente en la celda de la estación requerida por producto durante su producción.

Tabla IX. **Matriz de proceso y productos**

Familia/ Estación	Cod	Autofio (Espiral)	Bielomatik (Espiral)	Doblado de espiral	Rebobinado y cortado aut.	Guillotina	Cortadora de bujes peq	Rebobinado (Reb 4)	Troquelado	Pegado	Rebobinadora (Contómetro)	Prestoflex	Sierra para buje	Empaque
1. Cuaderno de espiral simple en <i>Autofio</i>	A-1	x				x								x
	A-2	x				x								x
	A-3	x				x								x
	A-4	x				x								x
	A-5	x				x								x
	A-6	x				x								x
	A-7	x				x								x
	A-8	x				x								x

Continuación de la tabla IX.

2. Cuaderno de espiral simple en <i>Bielomatik</i>	A-9		x			x							x
	A-10		x			x							x
	A-11		x			x							x
	A-12		x			x							x
	A-13		x			x							x
	A-14		x			x							x
	A-15		x			x							x
	A-16		x			x							x
3. Cuaderno de espiral doble	B-1	x		x		x							x
	B-2	x		x		x							x
	B-3	x		x		x							x
	B-4	x		x		x							x
	B-5	x		x		x							x
	B-6	x		x		x							x
	B-7	x		x		x							x
	B-8	x		x		x							x
4. Folder manila en Prestoflex	C-1										x		x
	C-2										x		x
5. Rollo de papel Kraft	D-1						x					x	
	D-2						x					x	
	D-3						x					x	
	D-4						x					x	
	D-5						x					x	
	D-6						x					x	
	D-7						x					x	
	D-8						x					x	
6. Sobre manila	E-1				x	x		x	x				x
	E-2				x	x		x	x				x
	E-3				x	x		x	x				x
	E-4				x	x		x	x				x
	E-5				x	x		x	x				x
	E-6				x	x		x	x				x
	E-7				x	x		x	x				x
7. Rollo de contómetro	F-1						x				x		x

Continuación de la tabla IX.

8. Resma de papel bond	G-1				x	x									x
	G-2				x	x									x
	G-3				x	x									x
	G-4				x	x									x
	G-5				x	x									x
	G-6				x	x									x

Fuente: elaboración propia.

En total se formaron 8 familias y, conforme a dichos conjuntos, se realizará el análisis de procesos, a fin de evitar la duplicidad de diagramas de procesos que tienen el mismo orden de operaciones. No obstante, algunas familias tendrán la misma secuencia de procesos, pero con alta variación en los tiempos, lo que hace que se forme otra familia.

- Estudio de tiempos

Luego de realizar el análisis de las operaciones se procede a realizar el estudio de tiempos, en el cual se considera el tiempo cronometrado, tiempo normal y tiempo estándar. Sin embargo, primero se deberá definir el método, las herramientas, selección del operario, la actitud y después la medición del trabajo.

El método utilizado para la medición del tiempo es el método regresa a cero, el cual consiste en reiniciar el cronómetro cada vez que el elemento o proceso haya concluido. Se utilizó este método debido a la facilidad y flexibilidad para la toma de los tiempos.

Posteriormente se definió el número de observaciones, mediante el método de *Westinghouse*, como se muestra en la tabla X. Esta tabla indica el

número de observaciones necesarias en función de la duración del proceso y del número de piezas que se trabajan anualmente.

Tabla X. **Tabla de Westinghouse**

Cuando el tiempo por pieza o ciclo es:	Número mínimo de Actividad mas de 10,000 por año	ciclos a estudiar	
		1,000 a 10,000	Menos de 1,000
1.000 horas	5	3	2
0.800 horas	6	3	2
0.500 horas	8	4	3
0.300 horas	10	5	4
0.200 horas	12	6	5
0.120 horas	15	8	6
0.080 horas	20	10	8
0.050 horas	25	12	10
0.035 horas	30	15	12
0.020 horas	40	20	15
0.012 horas	50	25	20
0.008 horas	60	30	25
0.005 horas	80	40	30
0.003 horas	100	50	40
0.002 horas	120	60	50
Menos de 0.002 horas.	140	80	60

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Medición del trabajo* p.32

Debido a que el tiempo de todos los procesos sobrepasa la hora y durante el año se realizan más de 10 000 unidades, se considera realizar 5 observaciones por proceso.

Posteriormente, para calcular el tiempo normal y estándar de cada proceso, se procede a calcular y definir los factores de calificación y suplementos. Para los factores de calificación se utiliza el método de valoración de desempeño que propuso *Westinghouse* (figura 11), el cual se basa en evaluar la habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia de cada operario en la realización de una actividad en específico. Los suplementos serán definidos por medio de la tabla de suplementos (figura 12) establecida por la Organización del Trabajo. Este suplemento se obtiene por medio de un factor que representa un porcentaje.

- Tiempo normal:

$$TN = FC * TC$$

$$FC = (F \text{ destreza} + F \text{ esfuerzo} + F \text{ condiciones} + F \text{ consistencia}) + 1$$

Donde:

- TC = tiempo promedio de los 5 tiempos cronometrados
- FC = factor de calificación

- Tiempo estándar:

$$TE = TN * TN \% \text{ suplementos}$$

Donde:

- TE = tiempo estándar

Por medio de las fórmulas anteriores se obtiene el tiempo estándar por operación.

Figura 11. **Método de valoración de *Westinghouse***

DESTREZA HABILIDAD		
0.15	A1	Extrema
0.13	A2	Extrema
0.11	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente
0.06	C1	Buena
0.03	C2	Buena
0	D	Regular
-0.05	E1	Aceptable
-0.1	E2	Aceptable
-0.16	F1	Deficiente
-0.22	F2	Deficiente

CONDICIONES		
0.06	A	Ideales
0.04	B	Excelente
0.02	C	Buenas
0	D	Regulares
-0.03	E	Aceptables
-0.07	F	Deficientes

ESFUERZO/DESEMPEÑO		
0.13	A1	Excesivo
0.12	A2	Excesivo
0.1	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente
0.05	C1	Bueno
0.02	C2	Bueno
0	D	Regular
-0.04	E1	Aceptable
-0.08	E2	Aceptable
-0.12	F1	Deficiente
-0.17	F2	Deficiente

CONSISTENCIA		
0.04	A	Perfecta
0.03	B	Excelente
0.01	C	Buena
0	D	Regular
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Deficiente

Fuente: tablas de *Westinghouse*.

Figura 12. Tabla de suplementos de fatiga

SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO					
SUPLEMENTOS CONSTANTES	HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER
Necesidades personales	5	7	e) Condiciones atmosféricas		
Básico por fatiga	4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de		
			Kata (milicalorías/cm ² /segundo)		
a) Trabajo de Pie			16	0	
Trabajo de pie	2	4	14	0	
			12	0	
b) Postura anormal			10	3	
Ligeramente incómoda	0	1	8	10	
Incómoda (inclinado)	2	3	6	21	
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	5	31	
			4	45	
			3	64	
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)			2	100	
Peso levantado por kilogramo			f) Tensión visual		
2.5	0	1	Trabajos de cierta precisión	0	0
5	1	2	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
7.5	2	3	Trabajos de gran precisión	5	5
10	3	4	g) Ruido		
12.5	4	6	Continuo	0	0
15	5	8	Intermitente y fuerte	2	2
17.5	7	10	Intermitente y muy fuerte	5	5
20	9	13	Estridente y muy fuerte	7	7
22.5	11	16	h) Tensión mental		
25	13	20 (máx.)	Proceso algo complejo	1	1
30	17	-	Proceso complejo o atención dividida	4	4
33.5	22	-	Proceso muy complejo	8	8
			i) Monotonía mental		
d) Iluminación			Trabajo algo monótono	0	0
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo bastante monótono	1	1
Bastante por debajo	2	2	Trabajo muy monótono	4	4
Absolutamente insuficiente	5	5	j) Monotonía física		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: *Tabla de suplementos de fatiga*. www.ingenierosindustriales.jimdo.com. Consulta: junio de 2019.

- Procesos

Para la selección del operario deberá realizarse al operario con habilidades intermedias, no se tomará en cuenta ni al más hábil o con más experiencia, ni al más lento, para obtener resultados objetivos. En la siguiente tabla se indican los lotes sobre los cuales se tomarán los tiempos.

Tabla XI. **Descripción de lotes**

Familia	Nombre	Medida de lote	Descripción
1	Cuaderno de espiral simple en <i>Autofio</i>	56 cajas	50 cuadernos / caja
2	Cuaderno de espiral simple en <i>Bielomatik</i>	56 cajas	
3	Cuaderno de espiral doble en <i>Autofio</i>	56 cajas	
4	Folder manila en Prestoflex	140 paquetes	100 folders / paquete
5	Rollo de papel Kraft	50 rollos	Rollo papel kraft
6	Sobre manila	432 paquetes	100 sobres / paquete
7	Rollo de contómetro	3 paquetes	50 rollos / paquete
8	Resma de papel Bond	49 cajas	10 resmas / caja

Fuente: elaboración propia.

2.1.9.1. Familia 1: cuaderno de espiral simple en *Autofio*

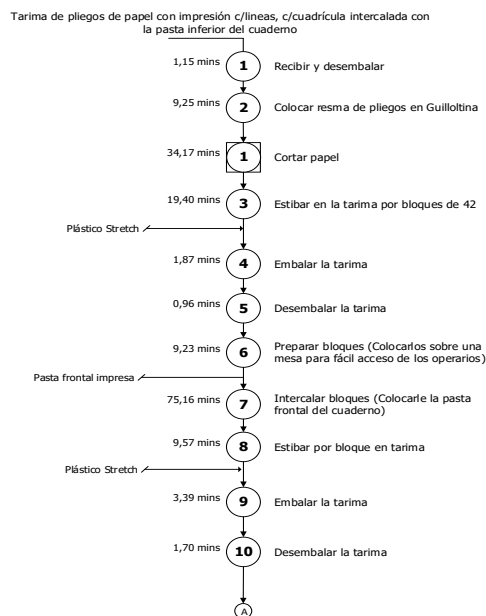
Se presenta los diagramas correspondientes a la familia 1.

2.1.9.1.1. Diagrama de procesos de familia 1

En la figura 13 y 14 se muestra el diagrama de procesos.

Figura 13. Diagrama de procesos actual de cuaderno espiral simple en *Autofio* (1/2)

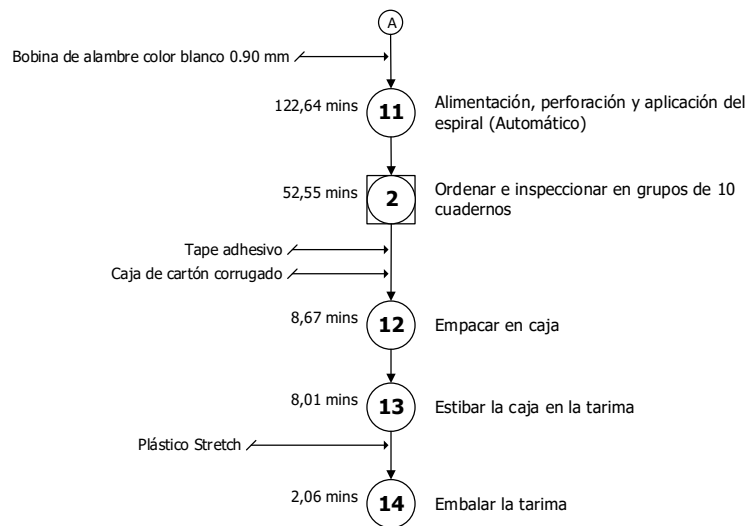
DIAGRAMA DE PROCESOS	
Empresa: PAPELES COMERCIALES, S.A	Método: Actual
Proceso: Elaboración de 56 cajas de cuaderno de espiral simple en Autofio	Analista: Epesista
Planta No: 1	Página: 1/2



Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Diagrama de procesos actual de cuaderno espiral simple en Autofio (2/2)**

DIAGRAMA DE PROCESOS	
Empresa: PAPELES COMERCIALES, S.A	Método: Actual
Proceso: Elaboración de 56 cajas de cuaderno de espiral simple en Autofio	Analista: Epesista
Planta No: 1	Página: 2/2



Símbolo	Cantidad	Tiempo (mins)	Tiempo (hrs)
○	14	273,06	4,55
□	0	0	0
◻	2	86,71	1,45
Total	16	359,78	6,00

Fuente: elaboración propia.

2.1.9.1.2. Diagrama de flujo de familia 1

Se presenta el diagrama de flujo de la primera familia.

Figura 15. **Diagrama de flujo actual de cuaderno espiral simple en Autofio (1/2)**

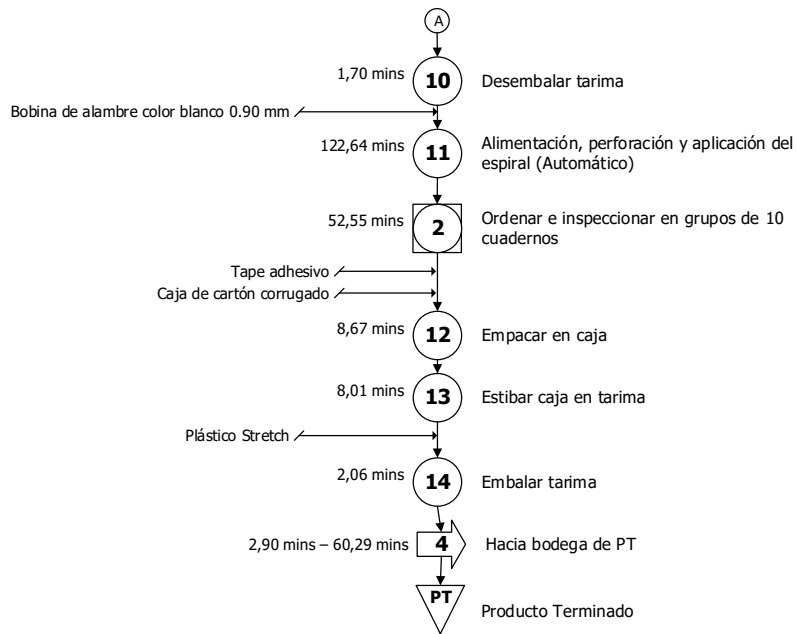
DIAGRAMA DE FLUJO	
Empresa: Papeles Comerciales, S.A.	Método: Actual
Proceso: Elaboración de 56 cajas de cuaderno de espiral simple en Autofio	Analista: Epesista
Planta No: 1	Páginas: 1/2



Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Diagrama de flujo actual de cuaderno espiral simple en Autofio (2/2)**

DIAGRAMA DE FLUJO	
Empresa: Papeles Comerciales, S.A.	Método: Actual
Proceso: Elaboración de 56 cajas de cuaderno de espiral simple en Autofio	Analista: Epesista
Planta No: 1	Páginas: 2/2



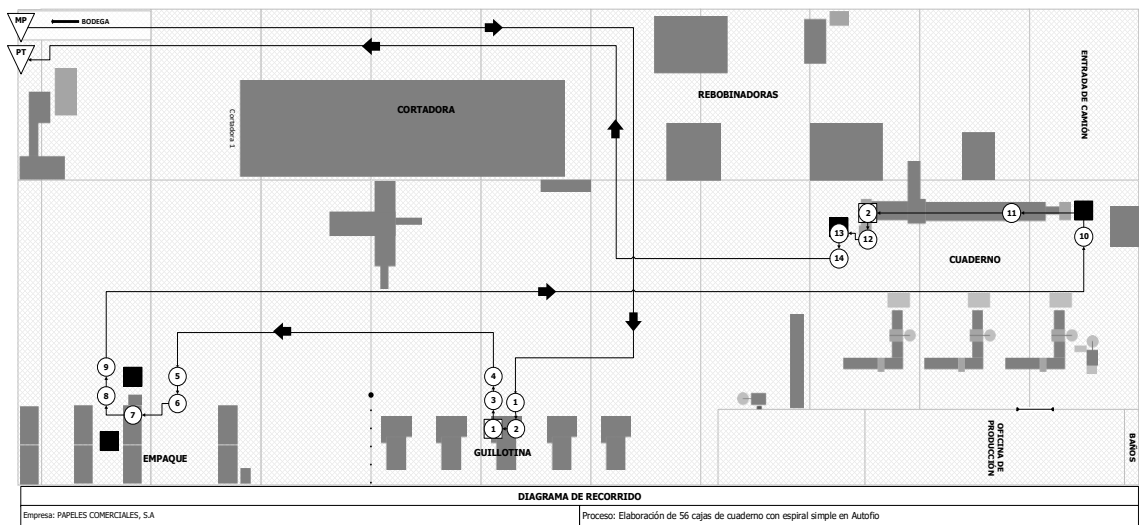
Símbolo	Cantidad	Tiempo (mins)	Tiempo (hrs)
○	14	273,06	4,55
□	0	0	0
◻	2	86,71	1,45
▽	2	0	0
➔	4	8,64 (184,8 m)	0,14
◻	0	0	0
Total	22	368,41 (184,8 m)	6,14

Fuente: elaboración propia.

2.1.9.1.3. Diagrama de recorrido de familia 1

En la figura 17 se muestra el diagrama de recorrido de la familia 1.

Figura 17. Diagrama de recorrido actual de cuaderno espiral simple en *Autofio*



Fuente: elaboración propia.

2.1.9.1.4. Estudio de tiempos de familia 1

En la siguiente tabla se muestran los tiempos cronometrados mediante la observación y un previo análisis del proceso para la familia 1. Asimismo, se obtuvo el tiempo cronometrado (TC) en minutos, el cual será el promedio de los 5 tiempos por cada proceso.

Tabla XII. Estudio de tiempos de cuaderno espiral simple en *Autofio*

Descripción	1	2	3	4	5	TC (min)
Transporte hacia área de guillotina	2,85	2,81	2,78	2,76	2,83	2,81
Recibir y desembalar	1,21	1,01	1,24	1,13	1,17	1,15
Colocar resma de pliegos sobre guillotina	8,55	9,91	8,93	9,62	9,22	9,25
Cortar papel	33,06	33,89	34,17	36,94	32,78	34,17
Estibar en la tarima por bloques de 42	16,47	21,95	17,56	19,19	21,83	19,40
Embalar la tarima	2,28	1,20	1,88	1,63	2,35	1,87
Transporte hacia área de empaque	0,88	0,91	0,86	0,88	0,90	0,89
Desembalar la tarima	0,94	0,90	1,03	1,02	0,93	0,96
Preparar bloques (colocarlos sobre una mesa para fácil acceso de los operarios)	7,07	14,39	6,91	9,39	8,40	9,23
Intercalar bloques (colocarle la pasta frontal al cuaderno)	74,44	83,33	62,49	70,00	85,56	75,16
Estibar por bloque en tarima	9,39	10,13	9,04	9,51	9,78	9,57
Embalar la tarima	3,44	3,47	3,25	3,42	3,39	3,39
Transporte hacia máquina <i>Autofio</i>	2,12	2,13	2,15	2,14	2,15	2,14
Desembalar la tarima	1,62	1,73	1,65	1,76	1,72	1,70
Alimentación, perforación y aplicación del espiral (automático)	127,87	120,87	110,13	126,47	127,87	122,64

Continuación de la tabla XII.

Ordenar e inspeccionar en grupos de 10 cuadernos	56,28	52,50	48,30	54,09	51,57	52,55
Empacar en la caja	8,63	8,66	8,72	8,55	8,78	8,67
Estibar caja en la tarima	7,79	8,74	8,53	7,25	7,73	8,01
Embalar la tarima	2,08	2,07	2,03	2,05	2,07	2,06
Transporte hacia bodega de PT	2,98	2,88	2,79	2,95	2,90	2,90

Fuente: elaboración propia.

Para la determinación del tiempo estándar, como primer punto se define el Factor de Calificación (FC) que, para este efecto, se otorgó la siguiente calificación: al factor destreza se le asigna la ponderación de C2, esfuerzo C1, condiciones D y consistencia D. Obteniendo el cálculo de la siguiente manera (es importante considerar los signos negativos, si fuere el caso):

$$FC = (0,03 + 0,05 + 0 + 0) + 1 = 1,08$$

Seguidamente, se determina el tiempo normal (TN), el cual se obtiene multiplicando el Factor de Calificación por el tiempo cronometrado (TC), previamente obtenido en la tabla XII.

$$TN = 1,08 * 2,81 = 3,42 \text{ min}$$

Posteriormente se debe definir los suplementos, lo cual se realiza conforme a la figura 33, definiendo los siguientes % de fatiga:

Tabla XIII. **Porcentaje de fatiga para suplementos**

	Criterio	Rubro	% de fatiga
A	Trabajo de pie	Hombres	2 %
B	Postura de pie	Incómodo (Inclinado)	2 %
C	Uso de la fuerza	Peso 12.5 kg	4 %
D	Iluminación	Bastante por debajo	2 %
E	Condiciones atmosféricas	N/A	
F	Tensión visual	Trabajos de cierta precisión	0 %
G	Ruido	Intermitente y fuerte	2 %
H	Tensión mental	N/A	
I	Monotonía mental	Trabajo bastante monótono	1 %
J	Monotonía física	Trabajo algo aburrido	0 %
	Total, fatiga		13 %

Fuente: elaboración propia.

Con base en el porcentaje de fatiga, se obtiene el % de suplementos utilizado para el cálculo del tiempo estándar.

$$\% \text{ Suplementos} = 1 + 0,13 = 1,13$$

Tiempo estándar:

El tiempo estándar se obtiene multiplicando el tiempo normal por el porcentaje de suplementos.

$$TE = TN * \text{Suplementos}$$

$$TE = 3,42 * 1,13 = 3,86 \text{ min}$$

Tabla XIV. **Tiempo normal y estándar de cuaderno espiral simple en
Autofio**

Descripción	TC	FC	TN	SUPLEM	TE
Transporte hacia área de guillotina.	2,81	1,08	3,03	1,13	3,42
Recibir y desembalar.	1,15	1,08	1,25	1,13	1,41
Colocar resma de pliegos sobre guillotina.	9,25	1,08	9,99	1,13	11,28
Cortar papel.	34,17	1,08	36,90	1,13	41,70
Estibar en la tarima por bloques de 42.	19,40	1,08	20,95	1,13	23,68
Embalar la tarima.	1,87	1,08	2,02	1,13	2,28
Transporte hacia área de empaque.	0,89	1,02	0,91	1,10	1,00
Desembalar la tarima.	0,96	1,02	0,98	1,10	1,08
Preparar bloques (colocarlos sobre una mesa para fácil acceso de los operarios).	9,23	1,02	9,44	1,10	10,38
Intercalar bloques (colocarle la pasta frontal al cuaderno).	75,16	1,02	76,82	1,14	87,57
Estibar por bloque en tarima.	9,57	1,02	9,76	1,10	10,74
Embalar la tarima.	3,39	1,02	3,47	1,10	3,82
Transporte hacia máquina <i>Autofio</i> .	2,14	1,02	2,18	1,10	2,40
Desembalar la tarima.	1,70	1,14	1,93	1,14	2,20
Alimentación, perforación y aplicación del espiral (automático).	122,64	1,06	130,00	1,11	144,30
Ordenar e inspeccionar en grupos de 10 cuadernos.	52,55	1,06	55,70	1,11	61,83
Empacar en la caja.	8,67	1,06	9,19	1,11	10,20
Estibar caja en la tarima.	8,01	1,04	8,33	1,14	9,49
Embalar la tarima.	2,06	1,04	2,14	1,14	2,44
Transporte hacia bodega de PT.	2,90	1,04	3,02	1,14	3,44

Fuente: elaboración propia.

2.1.9.2. Familia 2: cuaderno de espiral simple en *Bielomatik*

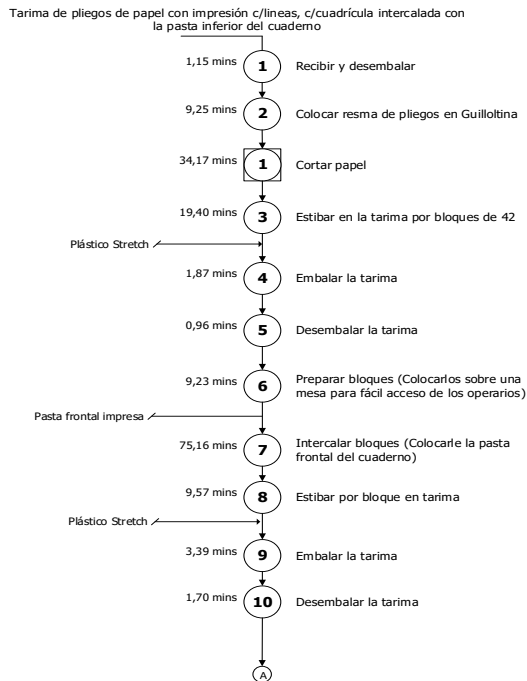
Se presenta los diagramas correspondientes a la familia 2.

2.1.9.2.1. Diagrama de procesos de familia 2

En la figura 18 y 19 se muestra el diagrama de procesos de la familia 2.

Figura 18. **Diagrama de procesos actual de cuaderno espiral simple en *Bielomatik* (1/2)**

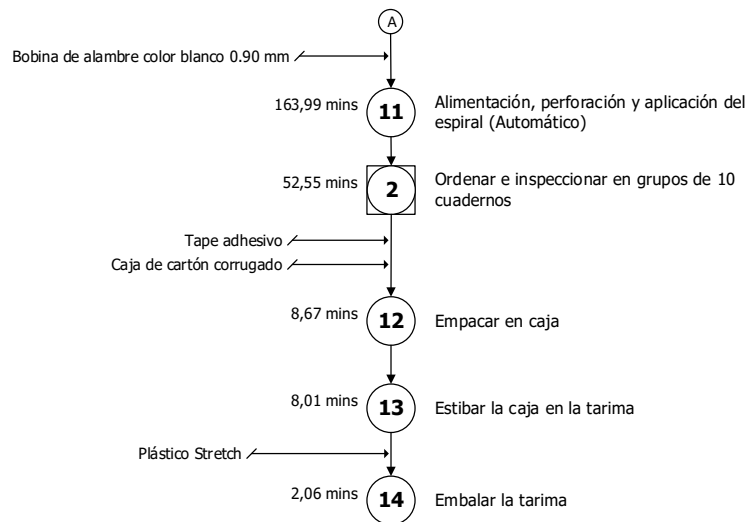
DIAGRAMA DE PROCESOS	
Empresa: PAPELES COMERCIALES, S.A	Método: Actual
Proceso: Elaboración de 56 cajas de cuaderno de espiral simple en Bielomatik	Analista: Epesista
Planta No: 1	Página: 1/2



Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Diagrama de procesos actual de cuaderno espiral simple en Bielomatik (2/2)**

DIAGRAMA DE PROCESOS	
Empresa: PAPELES COMERCIALES, S.A	Método: Actual
Proceso: Elaboración de 56 cajas de cuaderno de espiral simple en Bielomatik	Analista: Epesista
Planta No: 1	Página: 2/2



Símbolo	Cantidad	Tiempo (mins)	Tiempo (hrs)
○	14	314,41	5,24
□	0	0	0
◻	2	86,71	1,45
Total	16	401,12	6,69

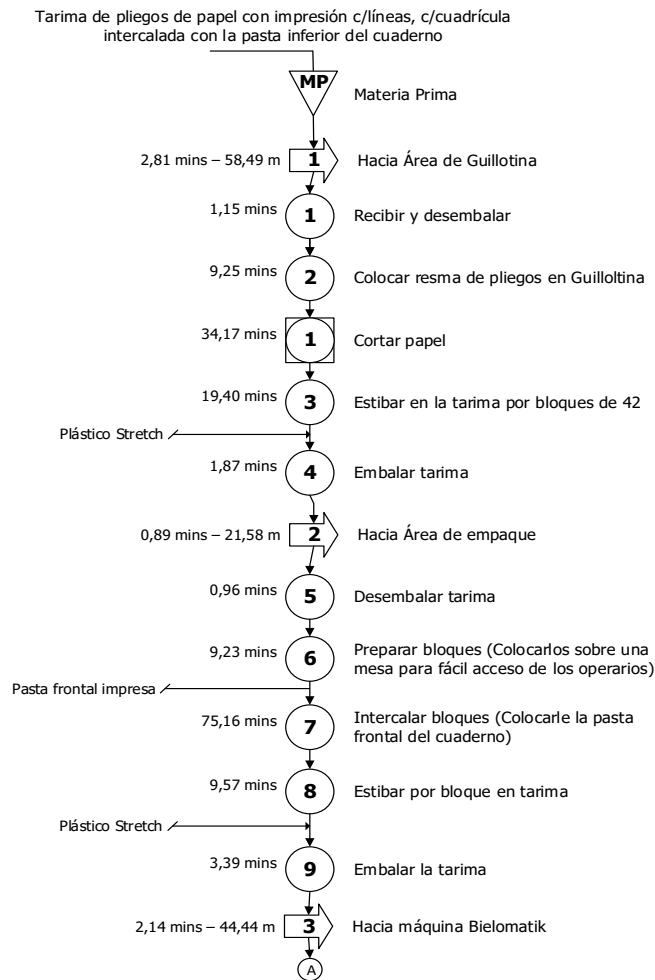
Fuente: elaboración propia.

2.1.9.2.2. Diagrama de flujo de familia 2

En la figura 20 y 21 se muestra el diagrama de flujo de la familia 2.

Figura 20. **Diagrama de flujo actual de cuaderno espiral simple en Bielomatik (1/2)**

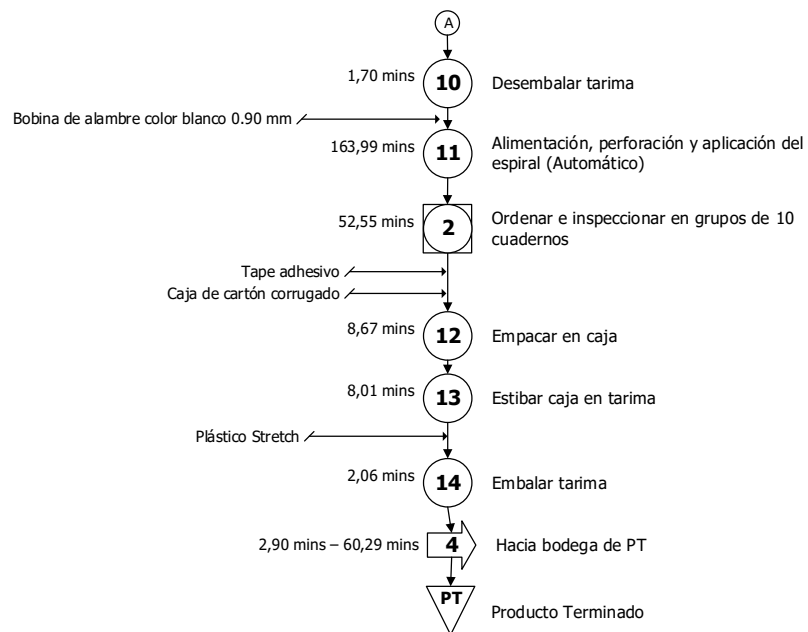
DIAGRAMA DE FLUJO	
Empresa: Papeles Comerciales, S.A.	Método: Actual
Proceso: Elaboración de 56 cajas de cuaderno de espiral simple en Bielomatik	Analista: Epesista
Planta No: 1	Páginas: 1/2



Fuente: elaboración propia.

Figura 21. Diagrama de flujo actual de cuaderno espiral simple en *Bielomatik (2/2)*

DIAGRAMA DE FLUJO	
Empresa: Papeles Comerciales, S.A.	Método: Actual
Proceso: Elaboración de 56 cajas de cuaderno de espiral simple en Bielomatik	Analista: Epesista
Planta No: 1	Páginas: 2/2



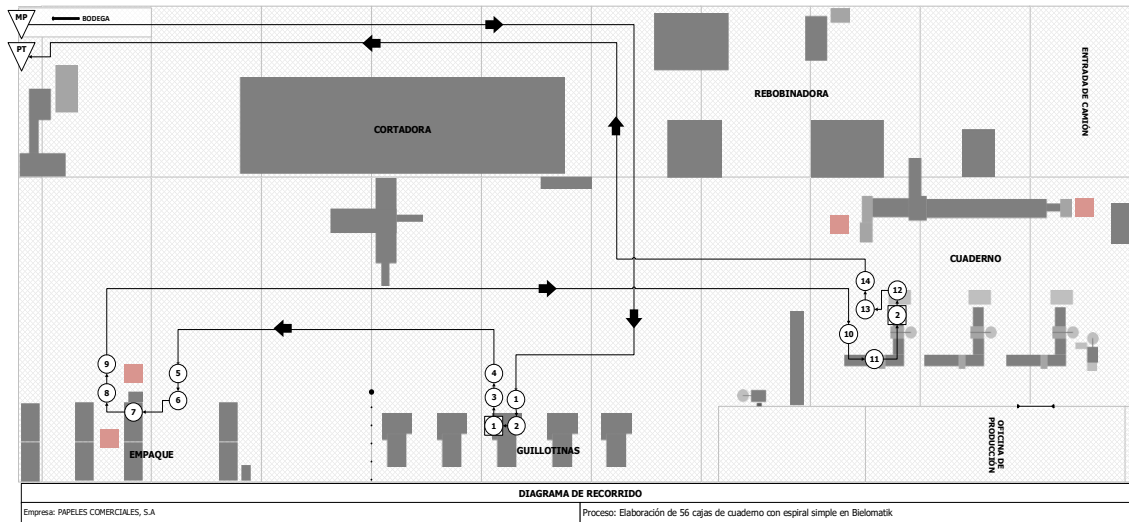
Símbolo	Cantidad	Tiempo (mins)	Tiempo (hrs)
○	14	314,41	5,24
□	0	0	0
◻	2	86,71	1,45
▽	2	0	0
➔	4	8,64 (184,8 m)	0,14
◻	0	0	0
Total	22	409,76 (184,8m)	6,83

Fuente: elaboración propia.

2.1.9.2.3. Diagrama de recorrido de familia 2

En la figura 22 se muestra el diagrama de recorrido de la familia 2.

Figura 22. Diagrama de recorrido de cuaderno espiral simple *Bielomatik*



Fuente: elaboración propia.

2.1.9.2.4. Estudio de tiempos de familia 2

En la siguiente página se muestra la tabla de los tiempos de la familia 2.

Tabla XV. **Estudio de tiempos de cuaderno de espiral simple en *Bielomatik***

Descripción	1	2	3	4	5	TC (min)
Transporte hacia área de guillotina.	2,85	2,81	2,78	2,76	2,83	2,81
Recibir y desembalar.	1,21	1,01	1,24	1,13	1,17	1,15
Colocar resma de pliegos sobre guillotina.	8,55	9,91	8,93	9,62	9,22	9,25
Cortar papel.	33,06	33,89	34,17	36,94	32,78	34,17
Estibar en la tarima por bloques de 42.	16,47	21,95	17,56	19,19	21,83	19,40
Embalar la tarima.	2,28	1,20	1,88	1,63	2,35	1,87
Transporte hacia área de empaque.	0,88	0,91	0,86	0,88	0,90	0,89
Desembalar la tarima.	0,94	0,90	1,03	1,02	0,93	0,96
Preparar bloques (colocarlos sobre una mesa para fácil acceso de los operarios).	7,07	14,39	6,91	9,39	8,40	9,23
Intercalar bloques (colocarle la pasta frontal al cuaderno).	74,44	83,33	62,49	70,00	85,56	75,16
Estibar por bloque en tarima.	9,39	10,13	9,04	9,51	9,78	9,57
Embalar la tarima.	3,44	3,47	3,25	3,42	3,39	3,39
Transporte hacia máquina <i>Bielomatik</i> .	2,12	2,13	2,15	2,14	2,15	2,14
Desembalar la tarima.	1,62	1,73	1,65	1,76	1,72	1,70
Alimentación, perforación y aplicación del espiral (automático).	163,80	162,87	164,27	164,73	164,27	163,99
Ordenar e inspeccionar en grupos de 10 cuadernos.	56,28	52,50	48,30	54,09	51,57	52,55
Empacar en la caja.	8,63	8,66	8,72	8,55	8,78	8,67
Estibar caja en la tarima.	7,79	8,74	8,53	7,25	7,73	8,01
Embalar la tarima.	2,08	2,07	2,03	2,05	2,07	2,06
Transporte hacia bodega de PT.	2,98	2,88	2,79	2,95	2,90	2,90

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Tiempo normal y estándar de cuaderno espiral simple en *Bielomatik***

Descripción	TC (min)	FC	TN	SUPLEM	TE
Transporte hacia área de guillotina.	2,81	1,08	3,03	1,13	3,42
Recibir y desembalar.	1,15	1,08	1,25	1,13	1,41
Colocar resma de pliegos sobre guillotina.	9,25	1,08	9,99	1,13	11,28
Cortar papel.	34,17	1,08	36,90	1,13	41,70
Estibar en la tarima por bloques de 42.	19,40	1,08	20,95	1,13	23,68
Embalar la tarima.	1,87	1,08	2,02	1,13	2,28
Transporte hacia área de empaque.	0,89	1,02	0,91	1,10	1,00
Desembalar la tarima.	0,96	1,02	0,98	1,10	1,08
Preparar bloques (colocarlos sobre una mesa para fácil acceso de los operarios).	9,23	1,02	9,44	1,10	10,38
Intercalar bloques (colocarle la pasta frontal al cuaderno).	75,16	1,02	76,82	1,14	87,57
Estibar por bloque en tarima.	9,57	1,02	9,76	1,10	10,74
Embalar la tarima.	3,39	1,02	3,47	1,10	3,82
Transporte hacia máquina <i>Bielomatik</i> .	2,14	1,02	2,18	1,10	2,40
Desembalar la tarima.	1,70	1,14	1,93	1,14	2,20
Alimentación, perforación y aplicación del espiral (automático).	163,80	1,06	173,63	1,11	192,73
Ordenar e inspeccionar en grupos de 10 cuadernos.	52,55	1,06	55,70	1,11	61,83
Empacar en la caja.	8,67	1,06	9,19	1,11	10,20
Estibar caja en la tarima.	8,01	1,04	8,33	1,14	9,49
Embalar la tarima.	2,06	1,04	2,14	1,14	2,44
Transporte hacia bodega de PT.	2,90	1,04	3,02	1,14	3,44

Fuente: elaboración propia.

2.1.9.3. Familia 3: cuaderno de espiral doble en *Autofio*

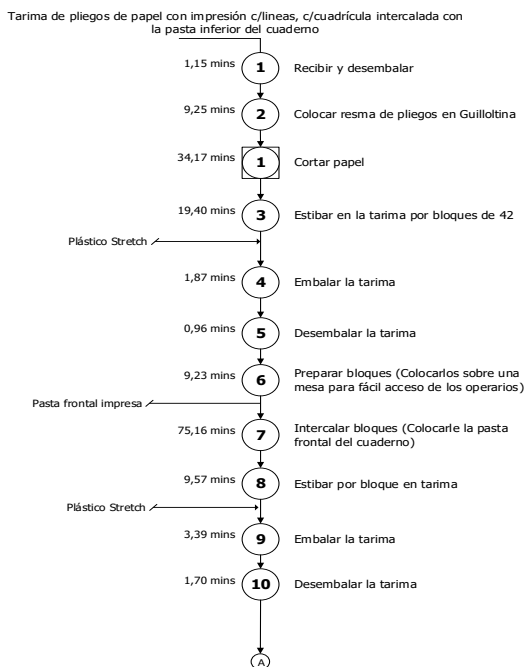
Se presenta los diagramas correspondientes a la familia 3.

2.1.9.3.1. Diagrama de procesos de familia 3

En la figura 23 y 24 se muestra el diagrama de procesos de la familia 3.

Figura 23. **Diagrama de procesos actual de cuaderno espiral doble en *Autofio* (1/2)**

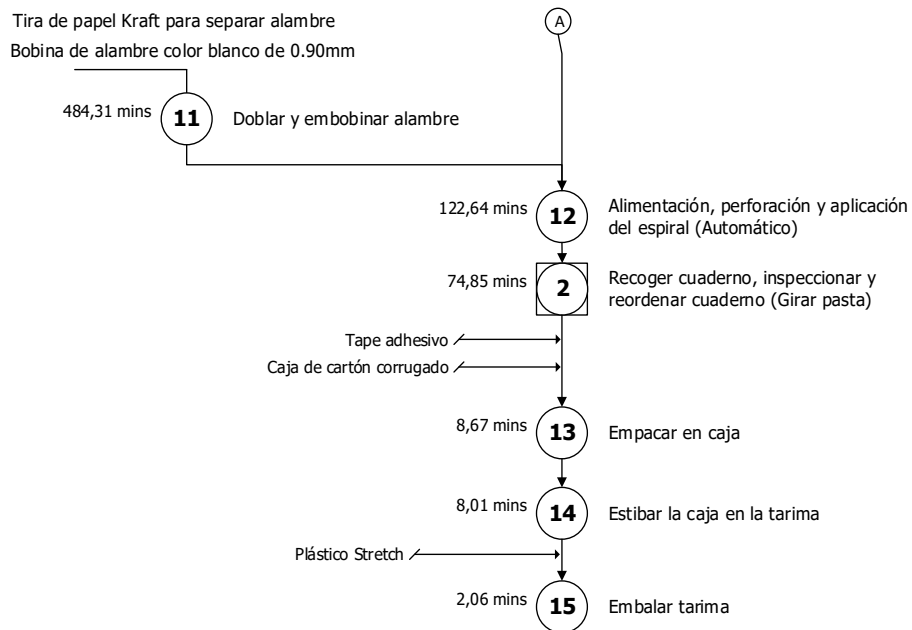
DIAGRAMA DE PROCESOS	
Empresa: PAPELES COMERCIALES, S.A	Método: Actual
Proceso: Elaboración de 56 cajas de cuaderno de espiral doble en <i>Autofio</i>	Analista: Epesista
Planta No: 1	Página: 1/2



Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **Diagrama de procesos actual de cuaderno espiral doble en Autofio (2/2)**

DIAGRAMA DE PROCESOS	
Empresa: PAPELES COMERCIALES, S.A	Método: Actual
Proceso: Elaboración de 56 cajas de cuaderno de espiral doble en Autofio	Analista: Epesista
Planta No: 1	Página: 2/2



Símbolo	Cantidad	Tiempo (mins)	Tiempo (hrs)
○	15	757,37	12,62
□	0	0	0
○□	2	109,02	1,82
Total	17	866,39	14,44

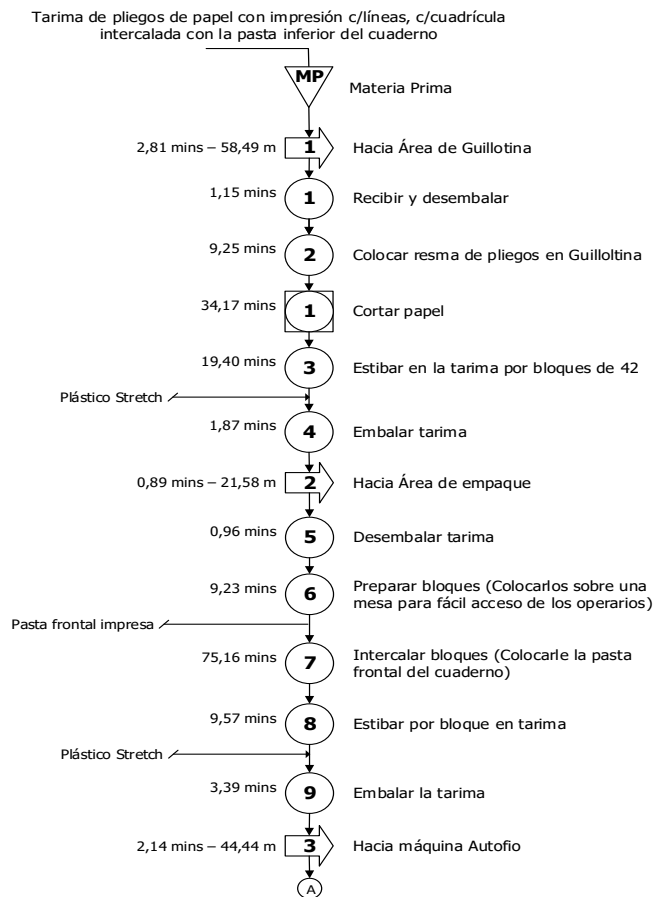
Fuente: elaboración propia.

2.1.9.3.2. Diagrama de flujo de familia 3

Se presenta el diagrama de flujo de la familia 3.

Figura 25. **Diagrama de flujo actual de cuaderno espiral doble en *Autofio* (1/2)**

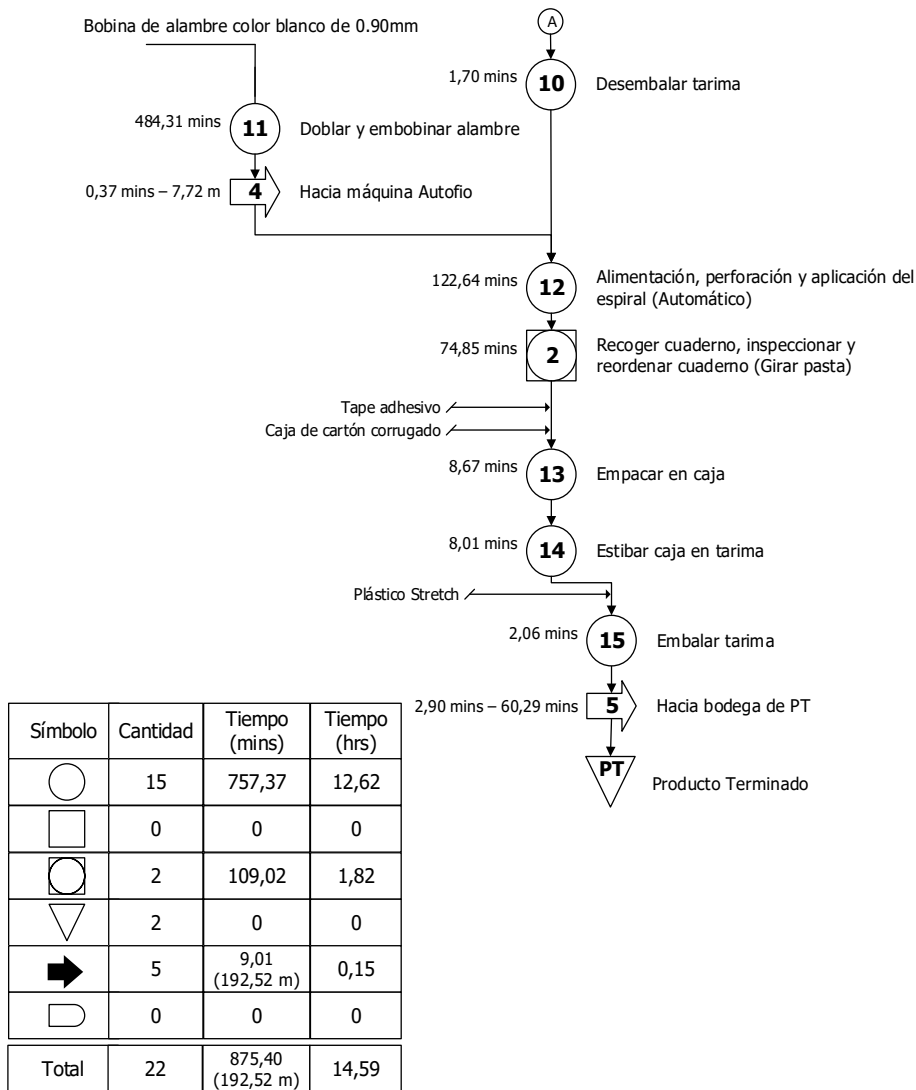
DIAGRAMA DE FLUJO	
Empresa: Papeles Comerciales, S.A.	Método: Actual
Proceso: Elaboración de 56 cajas de cuaderno de espiral doble en Autofio	Analista: Epesista
Planta No: 1	Páginas: 1/2



Fuente: elaboración propia.

Figura 26. Diagrama de flujo actual de cuaderno espiral doble en **Autofio (2/2)**

DIAGRAMA DE FLUJO	
Empresa: Papeles Comerciales, S.A.	Método: Actual
Proceso: Elaboración de 56 cajas de cuaderno de espiral doble en Autofio	Analista: Epesista
Planta No: 1	Páginas: 2/2

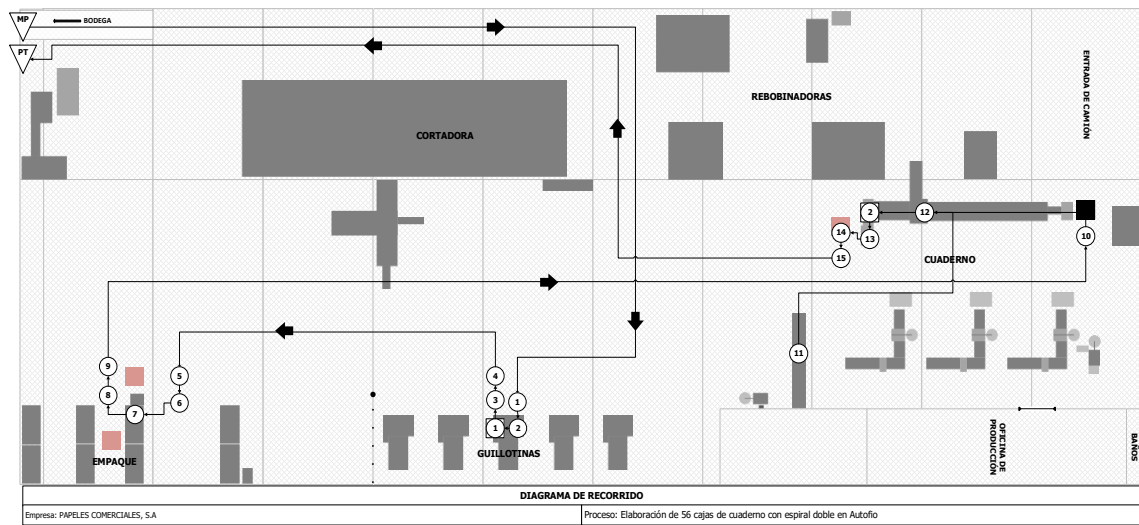


Fuente: elaboración propia.

2.1.9.3.3. Diagrama de recorrido de familia 3

Se presenta el diagrama de recorrido para la familia 3.

Figura 27. Diagrama de recorrido actual de cuaderno espiral doble en *Autofio*



Fuente: elaboración propia.

2.1.9.3.4. Estudio de tiempos de familia 3

Se presenta el estudio de tiempos de la familia 3.

Tabla XVII. Estudio de tiempos de cuaderno espiral doble *Autofio*

Descripción	1	2	3	4	5	TC (min)
Transporte hacia área de guillotina.	2,85	2,81	2,78	2,76	2,83	2,81
Recibir y desembalar.	1,21	1,01	1,24	1,13	1,17	1,15

Continuación de la tabla XVII.

Colocar resma de pliegos sobre guillotina.	8,55	9,91	8,93	9,62	9,22	9,25
Cortar papel.	33,06	33,89	34,17	36,94	32,78	34,17
Estibar en la tarima por bloques de 42.	16,47	21,95	17,56	19,19	21,83	19,40
Embalar la tarima.	2,28	1,20	1,88	1,63	2,35	1,87
Transporte hacia área de empaque.	0,88	0,91	0,86	0,88	0,90	0,89
Desembalar la tarima	0,94	0,90	1,03	1,02	0,93	0,96
Preparar bloques (colocarlos sobre una mesa para fácil acceso de los operarios)	7,07	14,39	6,91	9,39	8,40	9,23
Intercalar bloques (colocarle la pasta frontal al cuaderno)	74,44	83,33	62,49	70,00	85,56	75,16
Estibar por bloque en tarima	9,39	10,13	9,04	9,51	9,78	9,57
Embalar la tarima	3,44	3,47	3,25	3,42	3,39	3,39
Transporte hacia máquina <i>Autofio</i>	2,12	2,13	2,15	2,14	2,15	2,14
Desembalar la tarima	1,62	1,73	1,65	1,76	1,72	1,70
Doblar y embobinar alambre	484,87	482,53	488,60	489,07	476,47	484,31
Transporte hacia máquina <i>Autofio</i>	0,38	0,35	0,34	0,39	0,38	0,37
Alimentación, perforación y aplicación del espiral (automático)	127,87	120,87	110,13	126,47	127,87	122,64
Recoger cuaderno, inspeccionar y reordenar cuaderno (girar pasta)	72,33	79,80	70,47	59,73	91,93	74,85
Empacar en la caja	8,63	8,66	8,72	8,55	8,78	8,67
Estibar la caja en la tarima	7,79	8,74	8,53	7,25	7,73	8,01
Embalar la tarima	2,08	2,07	2,03	2,05	2,07	2,06
Transporte hacia bodega de PT	2,98	2,88	2,79	2,95	2,90	2,90

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Tiempo normal y estándar de cuaderno de espiral doble en *Autofio***

Descripción	TC	FC	TN	SUPLEM	TE
Transporte hacia área de guillotina	2,81	1,08	3,03	1,13	3,42
Recibir y desembalar	1,15	1,08	1,25	1,13	1,41
Colocar resma de pliegos sobre guillotina	9,25	1,08	9,99	1,13	11,28
Cortar papel	34,17	1,08	36,90	1,13	41,70
Estibar en la tarima por bloques de 42	19,40	1,08	20,95	1,13	23,68
Embalar la tarima	1,87	1,08	2,02	1,13	2,28
Transporte hacia área de empaque	0,89	1,06	0,94	1,10	1,03
Desembalar la tarima	0,96	1,06	1,02	1,10	1,12
Preparar bloques (colocarlos sobre una mesa para fácil acceso de los operarios)	9,23	1,06	9,79	1,10	10,77
Intercalar bloques (colocarle la pasta frontal al cuaderno)	75,16	1,08	81,18	1,14	92,54
Estibar por bloque en tarima	9,57	1,06	10,15	1,10	11,16
Embalar la tarima	3,39	1,06	3,60	1,10	3,96
Transporte hacia máquina <i>Autofio</i>	2,14	1,06	2,27	1,10	2,49
Desembalar la tarima	1,70	1,06	1,80	1,10	1,98
Doblar y embobinar alambre	484,31	1,06	513,37	1,10	564,70
Transporte hacia máquina <i>Autofio</i>	0,37	1,14	0,42	1,14	0,48
Alimentación, perforación y aplicación del espiral (automático)	122,64	1,06	130,00	1,11	144,30
Recoger cuaderno, inspeccionar y reordenar cuaderno (girar pasta)	74,85	1,06	79,34	1,11	88,07
Empacar en la caja	8,67	1,06	9,19	1,11	10,20
Estibar la caja en la tarima	8,01	1,04	8,33	1,14	9,49
Embalar la tarima	2,06	1,04	2,14	1,14	2,44
Transporte hacia bodega de PT	2,90	1,04	3,02	1,14	3,44

Fuente: elaboración propia.

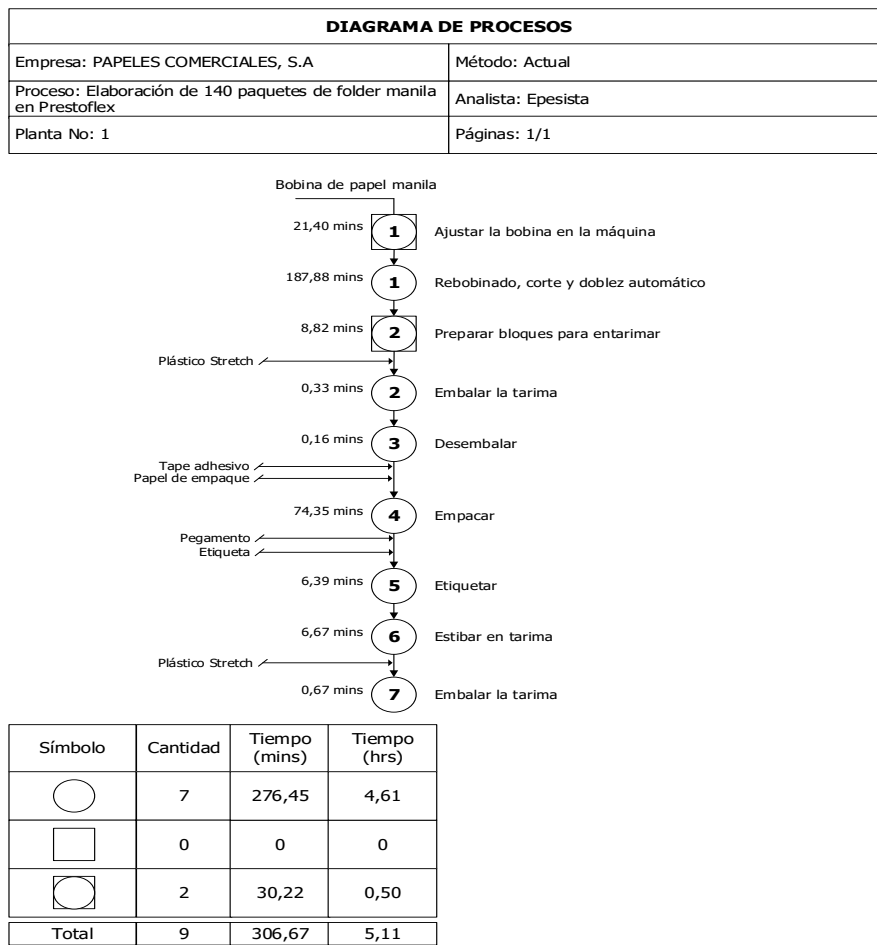
2.1.9.4. Familia 4: folder manila en Prestoflex

Se presenta los diagramas correspondientes a la familia 4.

2.1.9.4.1. Diagrama de procesos de familia 4

En la figura 28 se muestra el diagrama de procesos de la familia 4.

Figura 28. Diagrama de procesos actual de folder manila en Prestoflex

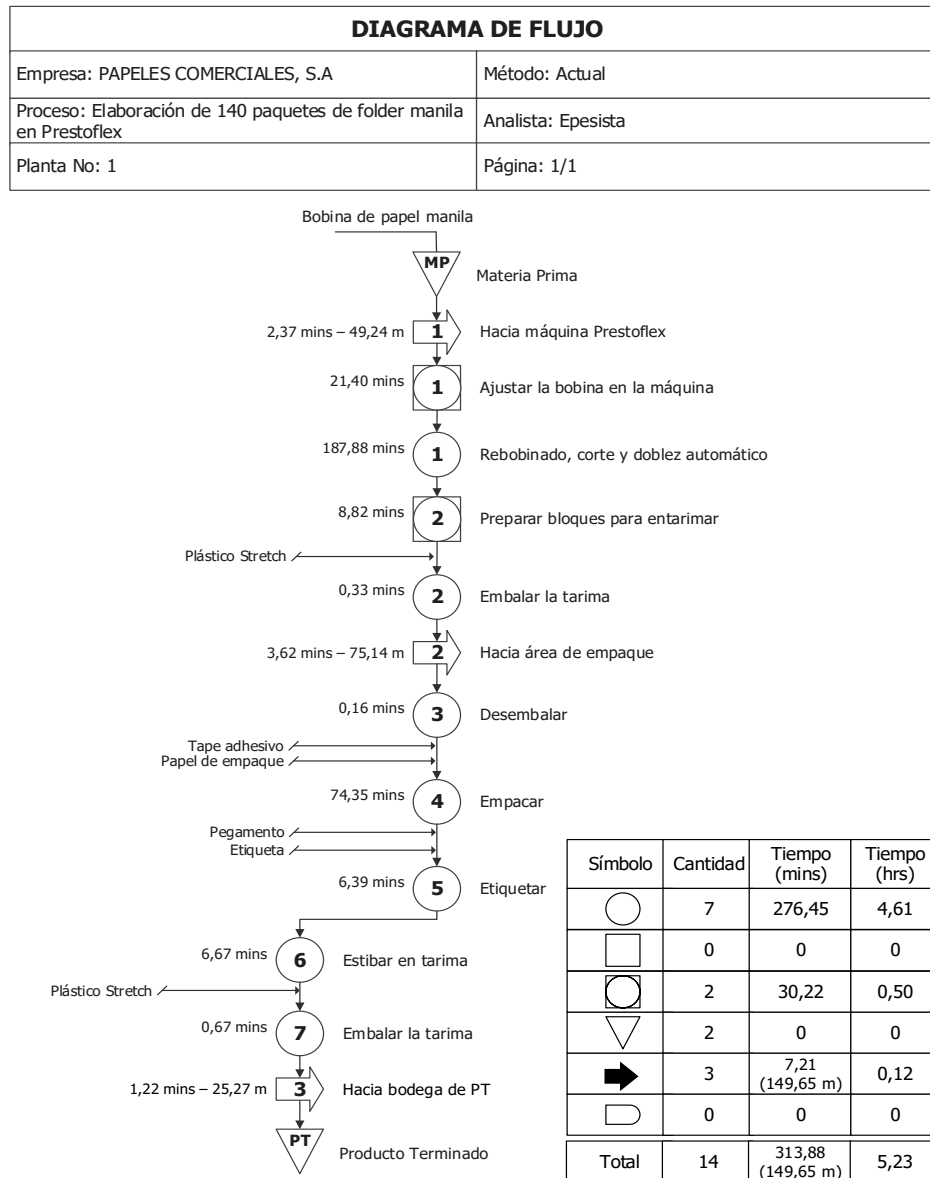


Fuente: elaboración propia.

2.1.9.4.2. Diagrama de flujo de familia 4

Se presenta el diagrama de flujo de la familia 4.

Figura 29. Diagrama de flujo actual de folder manila en Prestoflex

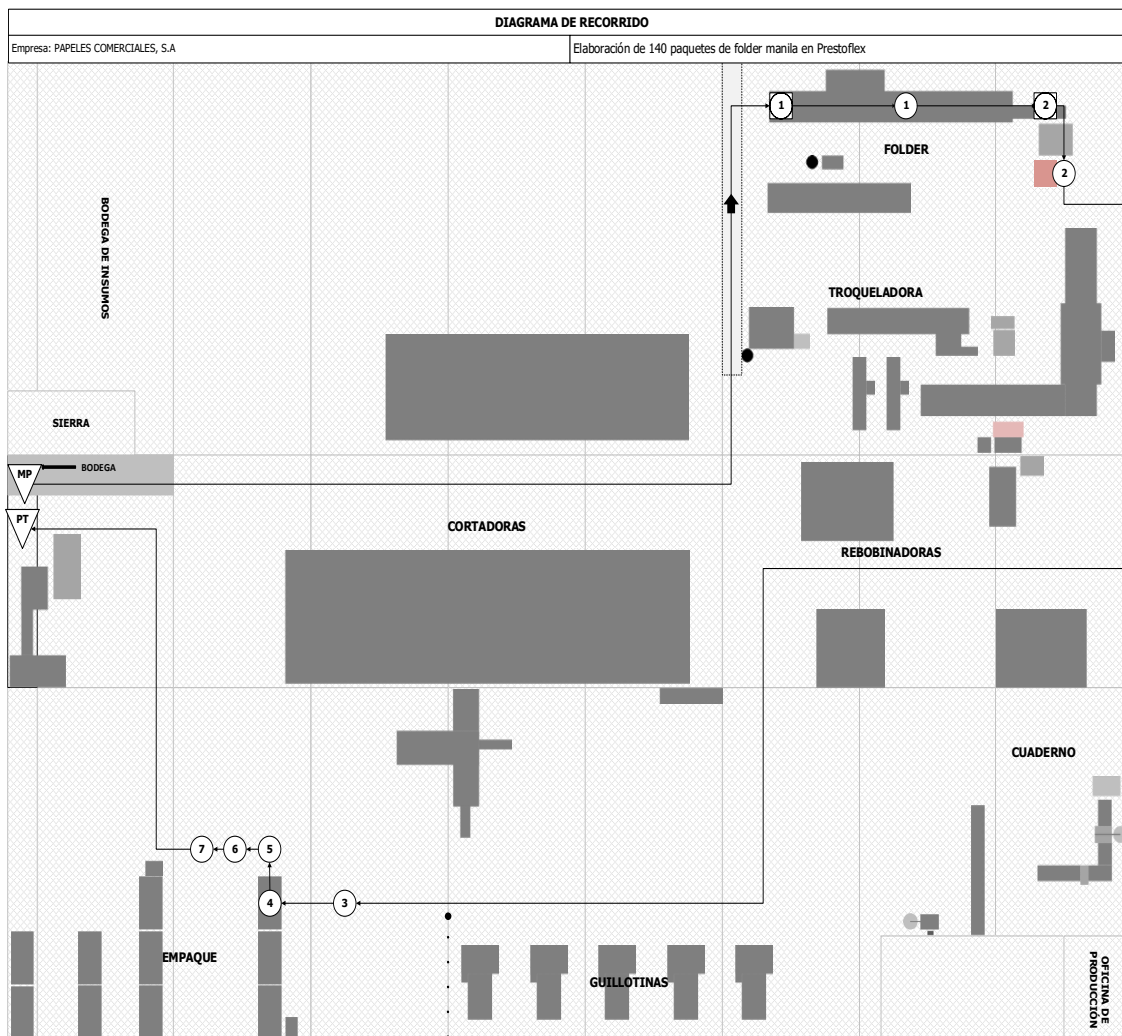


Fuente: elaboración propia.

2.1.9.4.3. Diagrama de recorrido de familia 4

Se presenta el diagrama de recorrido de la familia 4.

Figura 30. Diagrama de recorrido actual de folder manila en Prestoflex



Fuente: elaboración propia.

2.1.9.4.4. Estudio de tiempos de familia 4

Se presenta el estudio de tiempos de la familia 4.

Tabla XIX. Estudio de tiempos de folder manila en Prestoflex

Descripción	1	2	3	4	5	TC (min)
Transporte hacia máquina Prestoflex	2,35	2,37	2,4	2,35	2,36	2,37
Ajustar la bobina en la máquina	20,00	25,00	23,00	17,00	22,00	21,40
Rebobinado, corte y dobléz automático	189,09	187,97	189,84	186,20	186,29	187,88
Preparar bloque para entarimar	8,77	9,02	9,80	7,94	8,56	8,82
Embalar tarima	0,37	0,35	0,26	0,31	0,36	0,33
Transporte hacia área de empaque	3,67	3,62	3,59	3,59	3,61	3,62
Desembalar	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,16
Empacar	74,62	67,95	75,32	76,77	77,12	74,35
Etiquetar	6,25	9,08	6,21	5,20	5,23	6,39
Estibar en la tarima	6,25	6,94	6,63	6,73	6,78	6,67
Embalar la tarima	0,68	0,72	0,52	0,75	0,67	0,67
Transporte hacia bodega de PT	1,23	1,20	1,23	1,24	1,22	1,22

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Tiempo normal y estándar de folder manila en Prestoflex**

Descripción	TC	FC	TN	SUPLEM	TE
Transporte hacia máquina Prestoflex	2,37	1,08	2,56	1,15	2,94
Ajustar la bobina en la máquina	21,40	1,08	23,11	1,15	26,58
Rebobinado, corte y dobléz automático	187,88	1,08	202,91	1,15	233,35
Preparar bloque para entarimar	8,82	1,08	9,53	1,15	10,95
Embalar tarima	0,33	1,08	0,36	1,15	0,41
Transporte hacia área de empaque	3,62	1,04	3,76	1,10	4,14
Desembalar	0,16	1,02	0,16	1,10	0,17
Empacar	74,35	1,09	81,05	1,14	92,39
Etiquetar	6,39	1,09	6,97	1,14	7,94
Estibar en la tarima	6,67	1,04	6,93	1,10	7,63
Embalar la tarima	0,67	1,04	0,70	1,10	0,77
Transporte hacia bodega de PT	1,22	1,04	1,27	1,10	1,40

Fuente: elaboración propia.

2.1.9.5. Familia 5: rollo de papel Kraft

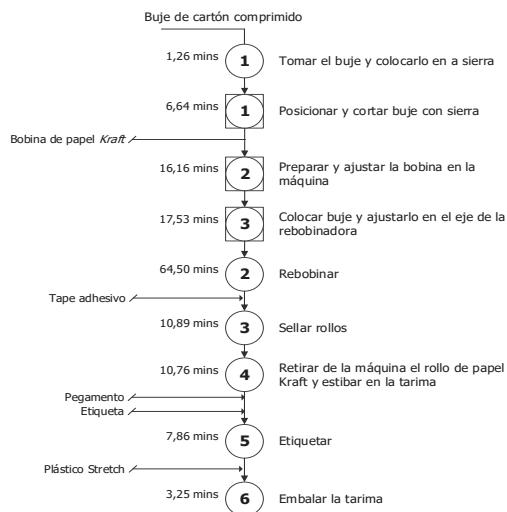
Se presenta los diagramas correspondientes a la familia 5.

2.1.9.5.1. Diagrama de procesos de familia 5

En la figura 31 se muestra el diagrama de procesos de la familia 5.

Figura 31. **Diagrama de procesos actual de rollo de papel Kraft tamaño pequeño**

DIAGRAMA DE PROCESOS	
Empresa: PAPELES COMERCIALES, S.A	Método: Actual
Proceso: Elaboración de 50 rollos de papel <i>Kraft</i> para tamaño pequeño (A:36)	Analista: Epesista
Planta No: 1	Páginas: 1/1



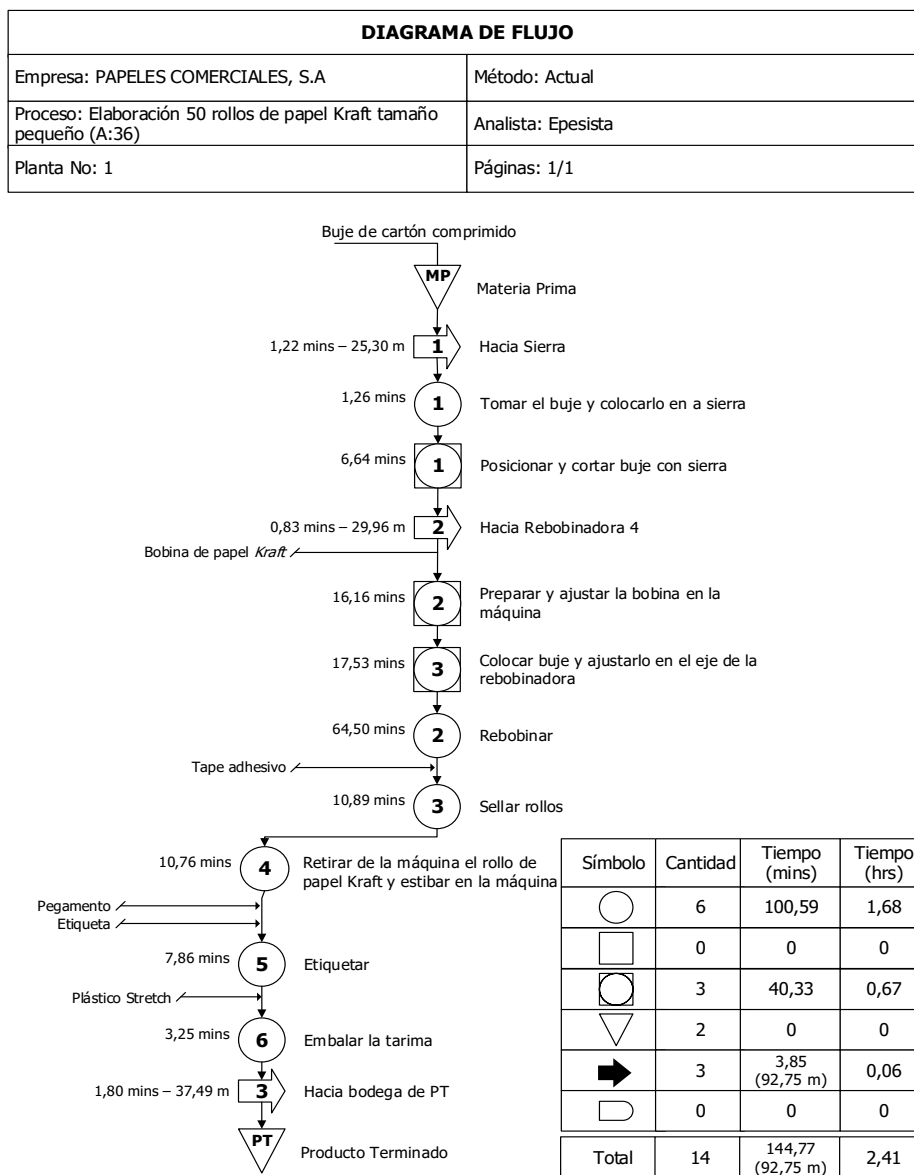
Símbolo	Cantidad	Tiempo (mins)	Tiempo (hrs)
○	6	100,59	1,68
□	0	0	0
◻	3	40,33	0,67
Total	9	140,92	2,35

Fuente: elaboración propia.

2.1.9.5.2. Diagrama de flujo de familia 5

Se presenta el diagrama de flujo de la familia 5.

Figura 32. Diagrama de flujo actual de rollo de papel Kraft tamaño pequeño

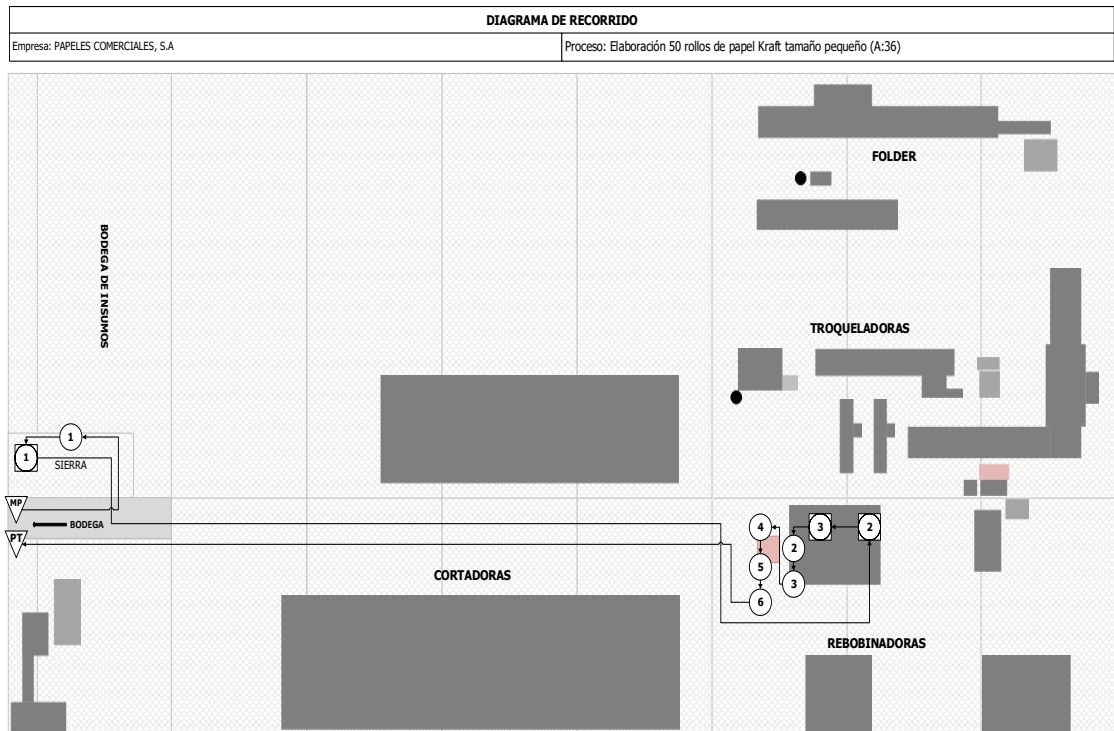


Fuente: elaboración propia.

2.1.9.5.3. Diagrama de recorrido de familia 5

Se presenta el diagrama de recorrido de la familia 5.

Figura 33. Diagrama de recorrido actual de rollo de papel Kraft tamaño pequeño



Fuente: elaboración propia.

2.1.9.5.4. Estudio de tiempos de familia 5

Este es el estudio de tiempos de la familia 5.

Tabla XXI. **Estudio de tiempos de rollo de papel Kraft tamaño pequeño**

Descripción	1	2	3	4	5	TC (min)
Transporte hacia sierra.	1,23	1,24	1,20	1,22	1,23	1,22
Toma el buje y colocarlo en la sierra	3,02	2,67	3,19	2,95	3,92	3,15
Posicionar y cortar buje con sierra	8,94	5,54	6,15	5,54	7,03	6,64
Transporte hacia rebobinadora 3	0,78	0,87	0,84	0,85	0,82	0,83
Preparar y ajustar la bobina en la máquina	17,44	16,28	15,70	15,12	16,28	16,16
Colocar buje y ajustarlo en el eje de la rebobinadora	17,63	17,19	17,73	17,45	17,64	17,53
Rebobinar	65,42	63,33	63,75	64,58	65,42	64,50
Sellar rollos	11,00	10,14	11,30	10,83	11,17	10,89
Retirar de la máquina el rollo de papel Kraft y estibar en la tarima	10,74	10,76	10,80	10,78	10,73	10,76
Etiquetar	8,09	7,55	7,81	7,94	7,91	7,86
Embalar la tarima	3,25	3,17	3,41	3,10	3,31	3,25
Transporte hacia bodega PT	1,76	1,82	1,86	1,78	1,76	1,80

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. Tiempo normal y estándar de rollo de papel Kraft tamaño pequeño

Descripción	TC	FC	TN	SUPLEM	TE
Transporte hacia sierra	1,22	1,08	1,32	1,13	1,49
Toma el buje y colocarlo en la sierra	3,15	0,90	2,83	1,20	3,40
Posicionar y cortar buje con sierra	6,64	0,90	5,98	1,20	7,17
Transporte hacia rebobinadora 4	0,83	1,08	0,90	1,24	1,11
Preparar y ajustar la bobina en la máquina	16,16	1,08	17,46	1,24	21,65
Colocar buje y ajustarlo en el eje de la rebobinadora	17,53	1,08	18,93	1,24	23,47
Rebobinar	64,50	1,08	69,66	1,24	86,38
Sellar rollos	10,89	1,08	11,76	1,24	14,58
Retirar de la máquina el rollo de papel Kraft y estibar en la tarima	10,76	1,08	11,62	1,24	14,41
Etiquetar	7,86	1,08	8,49	1,24	10,53
Embalar la tarima	3,25	1,08	3,51	1,24	4,35
Transporte hacia bodega PT	1,80	1,08	1,94	1,24	2,41

Fuente: elaboración propia.

2.1.9.6. Familia 6: sobre manila tamaño medio

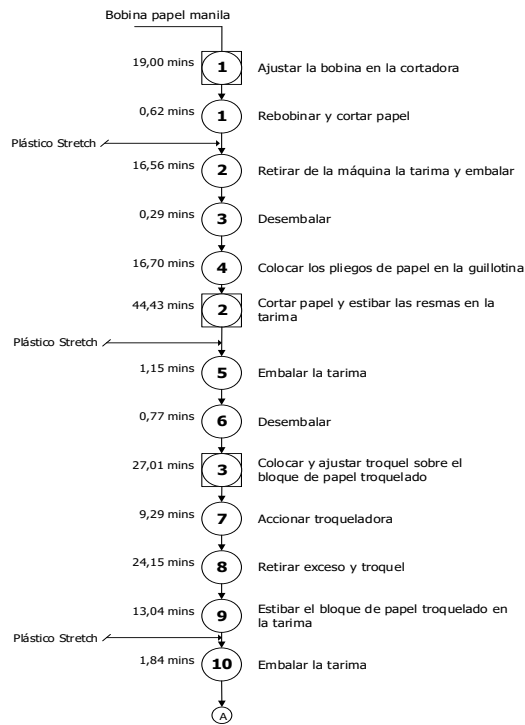
Se presenta los diagramas correspondientes a la familia 6.

2.1.9.6.1. Diagrama de procesos de familia 6

Este es el diagrama de procesos de la familia 6.

Figura 34. Diagrama de procesos actual de sobre manila tamaño medio (1/2)

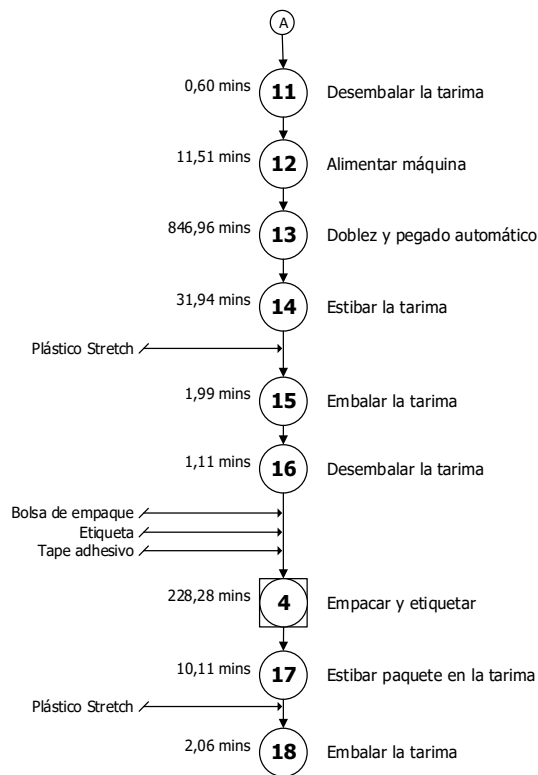
DIAGRAMA DE PROCESOS	
Empresa: PAPELES COMERCIALES, S.A	Método: Actual
Proceso: Elaboración de 432 paquetes de sobre manila tamaño medio	Analista: Epesista
Planta No: 1	Páginas: 1/2



Fuente: elaboración propia.

Figura 35. Diagrama de procesos actual de sobre manila tamaño medio
(2/2)

DIAGRAMA DE PROCESOS	
Empresa: PAPELES COMERCIALES, S.A	Método: Actual
Proceso: Elaboración de 432 paquetes de sobre manila tamaño medio	Analista: Epesista
Planta No: 1	Páginas: 2/2



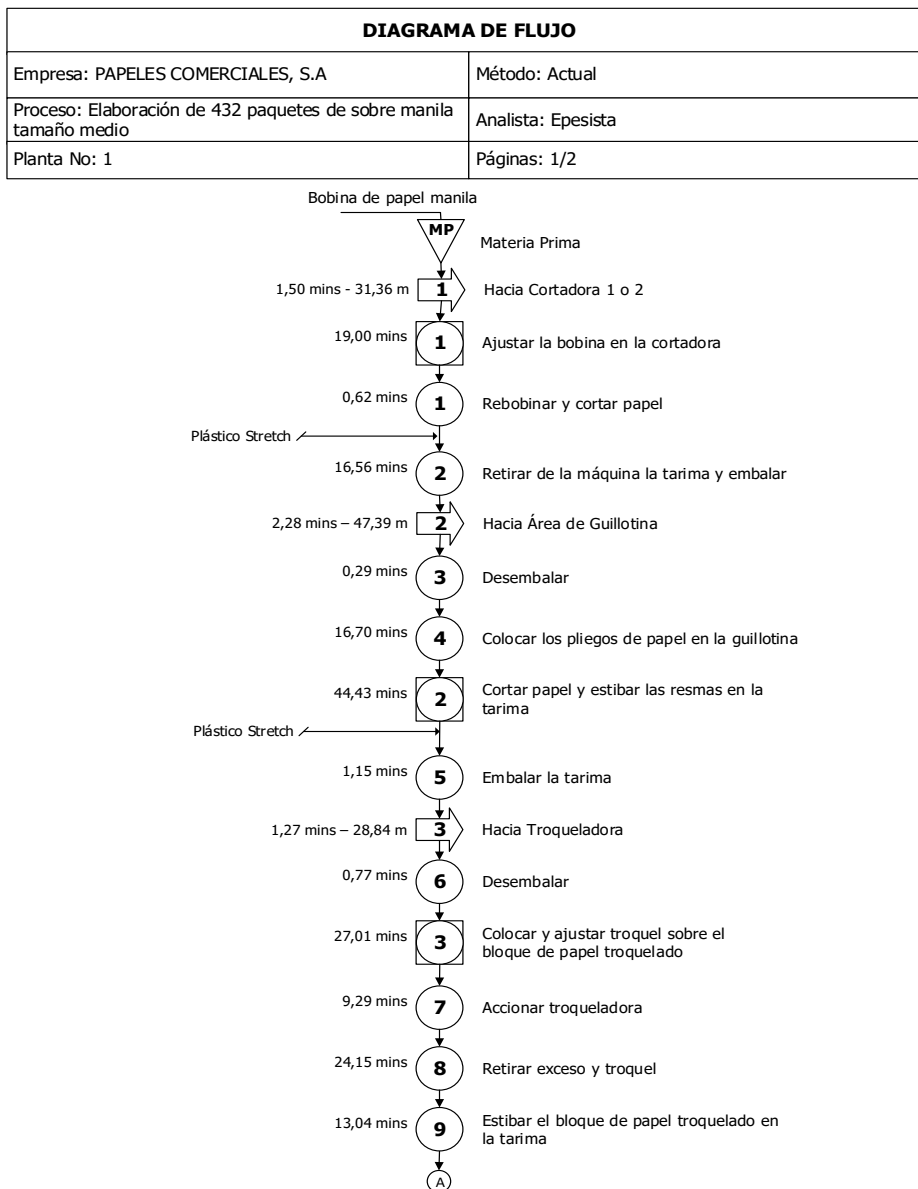
Símbolo	Cantidad	Tiempo (mins)	Tiempo (hrs)
○	18	990,69	16,51
□	0	0	0
◻	4	318,72	5,31
Total	22	1309,41	21,82

Fuente: elaboración propia.

2.1.9.6.2. Diagrama de flujo de familia 6

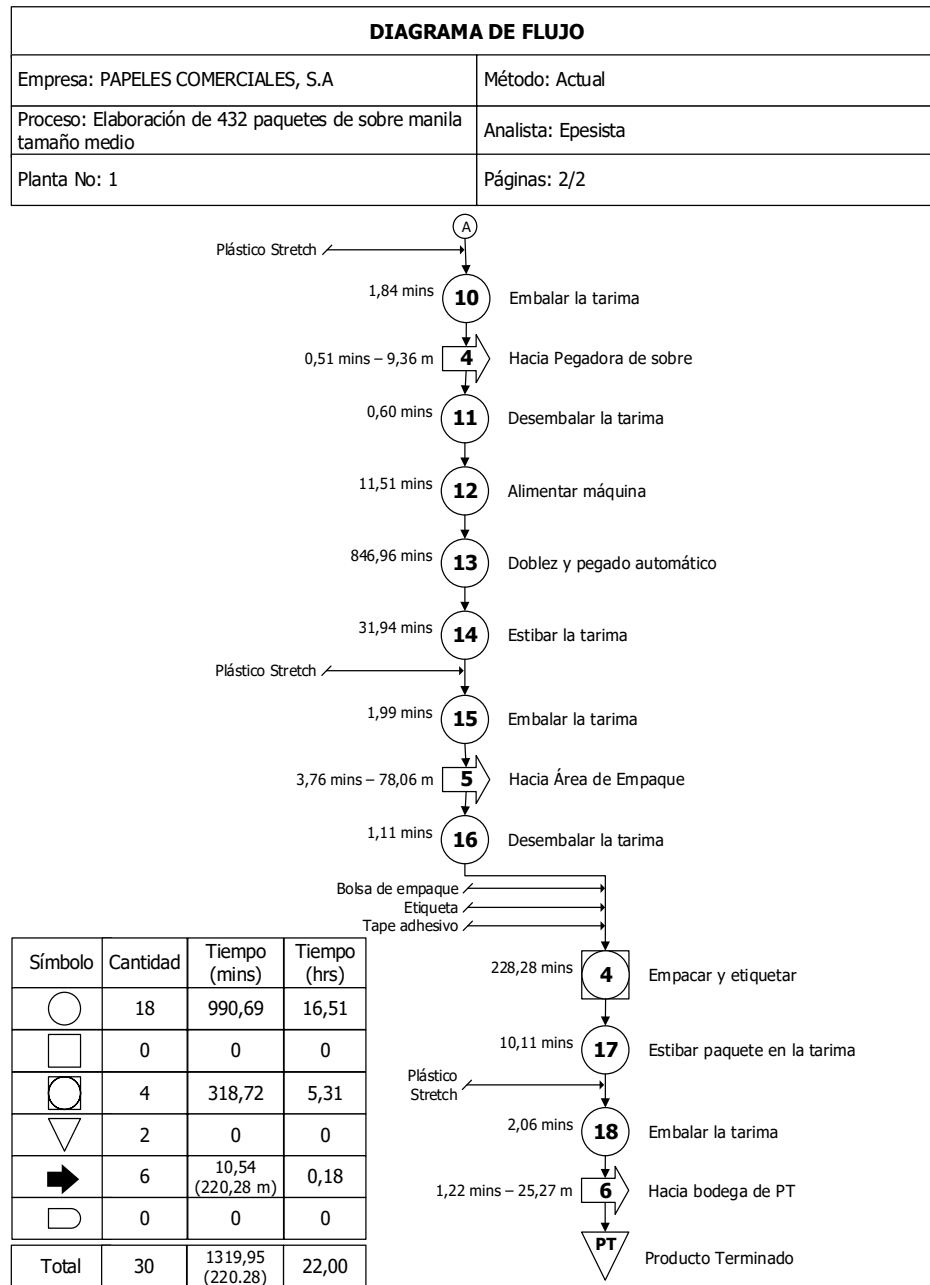
Se presenta el diagrama de flujo de la familia 6.

Figura 36. Diagrama de flujo actual de sobre manila tamaño medio (1/2)



Fuente: elaboración propia.

Figura 37. Diagrama de flujo actual de sobre manila tamaño medio (2/2)

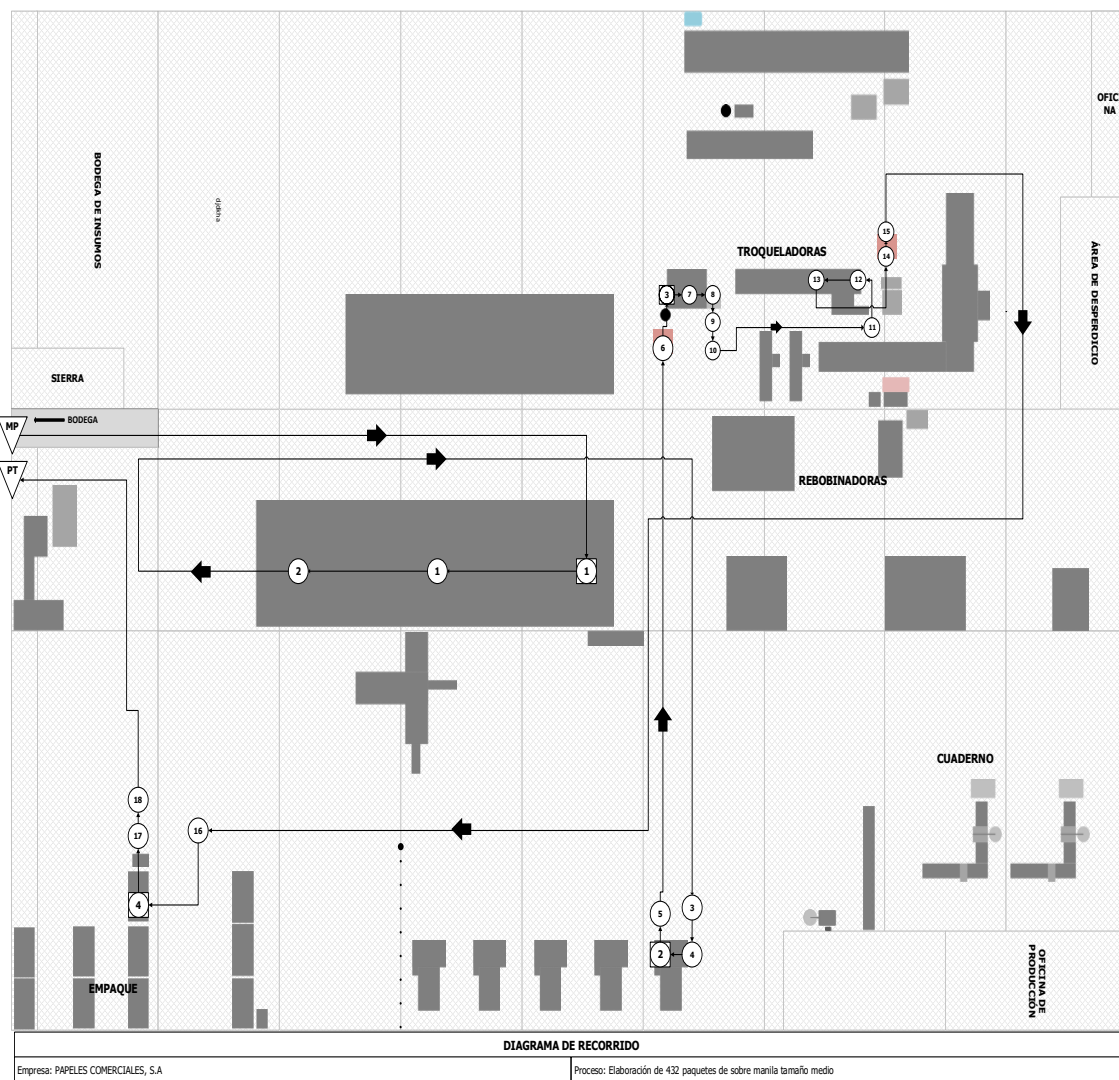


Fuente: elaboración propia.

2.1.9.6.3. Diagrama de recorrido de familia 6

Se presenta el diagrama de recorrido de la familia 6.

Figura 38. Diagrama de recorrido actual de sobre manila tamaño medio



Fuente: elaboración propia.

2.1.9.6.4. Estudio de tiempos de familia 6

Se presenta el estudio de tiempos para la familia 6.

Tabla XXIII. Estudio de tiempos de sobre tamaño medio

Descripción	1	2	3	4	5	TC (min)
Transporte hacia cortadora 1 ó 2	1,56	1,47	1,38	1,39	1,68	1,50
Ajustar la bobina en la cortadora	15,00	18,00	23,00	17,00	22,00	19,00
Rebobinar y cortar papel	0,60	0,55	0,65	0,63	0,66	0,62
Retirar de la máquina la tarima y embalar	18,00	16,20	16,80	13,20	18,60	16,56
Transporte hacia área de guillotina	2,34	2,27	2,25	2,23	2,29	2,28
Desembalar	0,28	0,27	0,30	0,30	0,30	0,29
Colocar los pliegos de papel en la guillotina	14,14	15,60	16,32	21,60	15,84	16,70
Cortar papel y estibar las resmas en la tarima	43,74	45,36	44,39	44,60	44,06	44,43
Embalar la tarima	1,07	1,18	1,13	1,21	1,17	1,15
Transporte hacia troqueladora	1,28	1,22	1,26	1,29	1,28	1,27
Desembalar	0,78	0,81	0,75	0,77	0,75	0,77
Colocar y ajustar troquel sobre el bloque de papel troquelado	28,04	30,02	26,97	21,90	28,09	27,01
Accionar troqueladora	8,12	9,62	7,80	10,40	10,51	9,29
Retirar exceso y troquel	19,76	23,41	27,84	26,87	22,87	24,15
Estibar el bloque de papel troquelado en la tarima	12,07	10,60	14,17	16,04	12,34	13,04
Embalar la tarima	1,93	1,74	1,65	1,85	2,02	1,84
Transporte hacia pegadora de sobre	0,49	0,48	0,52	0,51	0,53	0,51
Desembalar la tarima	0,60	0,68	0,61	0,55	0,56	0,60
Alimentar la máquina	11,76	11,12	12,16	10,30	12,20	11,51

Continuación de la tabla XXIII.

Doble y pegado automático	958,80	824,40	825,60	777,60	848,40	846,96
Estibar la tarima	30,63	27,09	30,84	29,69	41,45	31,94
Embalar la tarima	2,00	1,97	1,95	2,05	2,00	1,99
Transporte hacia área de empaque	3,78	3,74	3,78	3,72	3,76	3,76
Desembalar la tarima	1,08	1,04	1,19	1,17	1,07	1,11
Empacar y etiquetar	227,16	247,03	213,48	212,33	241,42	228,28
Estibar paquete en la tarima	8,21	11,18	12,02	9,29	9,84	10,11
Embalar la tarima	2,08	2,07	2,03	2,05	2,07	2,06
Transporte hacia bodega de PT	1,23	1,20	1,23	1,24	1,22	1,22

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Tiempo normal y estándar de sobre manila tamaño medio**

Descripción	TC	FC	TN	SUPLEM	TE
Transporte hacia cortadora 1 ó 2	1,50	1,07	1,60	1,17	1,87
Ajustar la bobina en la cortadora	19,00	1,07	20,33	1,17	23,79
Rebobinar y cortar papel	0,62	1,07	0,66	1,17	0,77
Retirar de la máquina la tarima y embalar	16,56	1,07	17,72	1,17	20,73
Transporte hacia área de guillotina	2,28	1,08	2,46	1,13	2,78
Desembalar	0,29	1,08	0,32	1,13	0,36
Colocar los pliegos de papel en la guillotina	16,70	1,08	18,04	1,13	20,38
Cortar papel y estibar las resmas en la tarima	44,43	1,08	47,99	1,13	54,22
Embalar la tarima	1,15	1,08	1,24	1,13	1,41
Transporte hacia troqueladora	1,27	1,08	1,37	1,13	1,55
Desembalar	0,77	1,06	0,82	1,11	0,91
Colocar y ajustar troquel sobre el bloque de papel troquelado	27,01	1,06	28,63	1,11	31,77
Accionar troqueladora	9,29	1,06	9,85	1,11	10,93

Continuación de la tabla XXIV.

Retirar exceso y troquel	24,15	1,06	25,60	1,11	28,41
Estibar el bloque de papel troquelado en la tarima	13,04	1,06	13,83	1,11	15,35
Embalar la tarima	1,84	1,06	1,95	1,11	2,16
Transporte hacia pegadora de sobre	0,51	1,06	0,54	1,11	0,60
Desembalar la tarima	0,60	1,04	0,62	1,16	0,72
Alimentar la máquina	11,51	1,04	11,97	1,16	13,88
Doble y pegado automático	846,96	1,04	880,84	1,16	1021,77
Estibar la tarima	31,94	1,04	33,22	1,16	38,53
Embalar la tarima	1,99	1,04	2,07	1,16	2,40
Transporte hacia área de empaque	3,76	1,06	3,98	1,14	4,54
Desembalar la tarima	1,11	1,06	1,18	1,14	1,34
Empacar y etiquetar	228,28	1,06	241,98	1,14	275,86
Estibar paquete en la tarima	10,11	1,06	10,72	1,14	12,22
Embalar la tarima	2,06	1,06	2,18	1,14	2,49
Transporte hacia bodega de PT	1,22	1,06	1,30	1,14	1,48

Fuente: elaboración propia.

2.1.9.7. Familia 7: rollo para contómetro

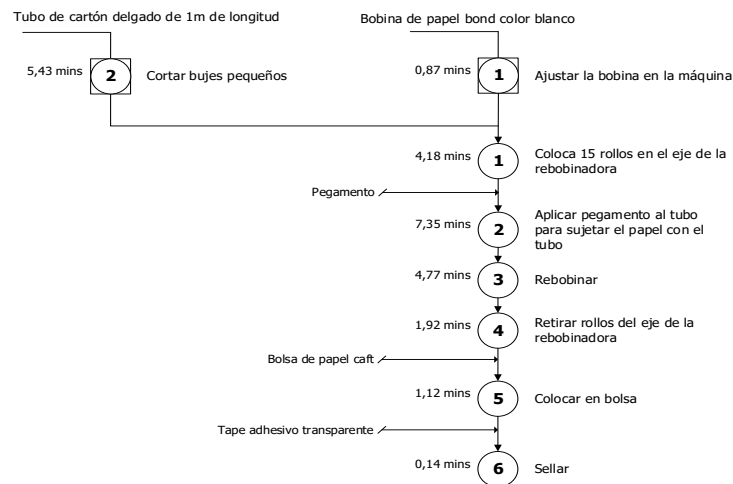
Se presenta los diagramas correspondientes a la familia 7.

2.1.9.7.1. Diagrama de procesos de familia 7

Este es el diagrama de procesos de la familia 7.

Figura 39. Diagrama de procesos actual de rollo para contómetro

DIAGRAMA DE PROCESOS	
Empresa: PAPELES COMERCIALES, S.A	Método: Actual
Proceso: Elaboración de 150 rollos para contómetro	Analista: Epesista
Planta No: 1	Páginas: 1/1



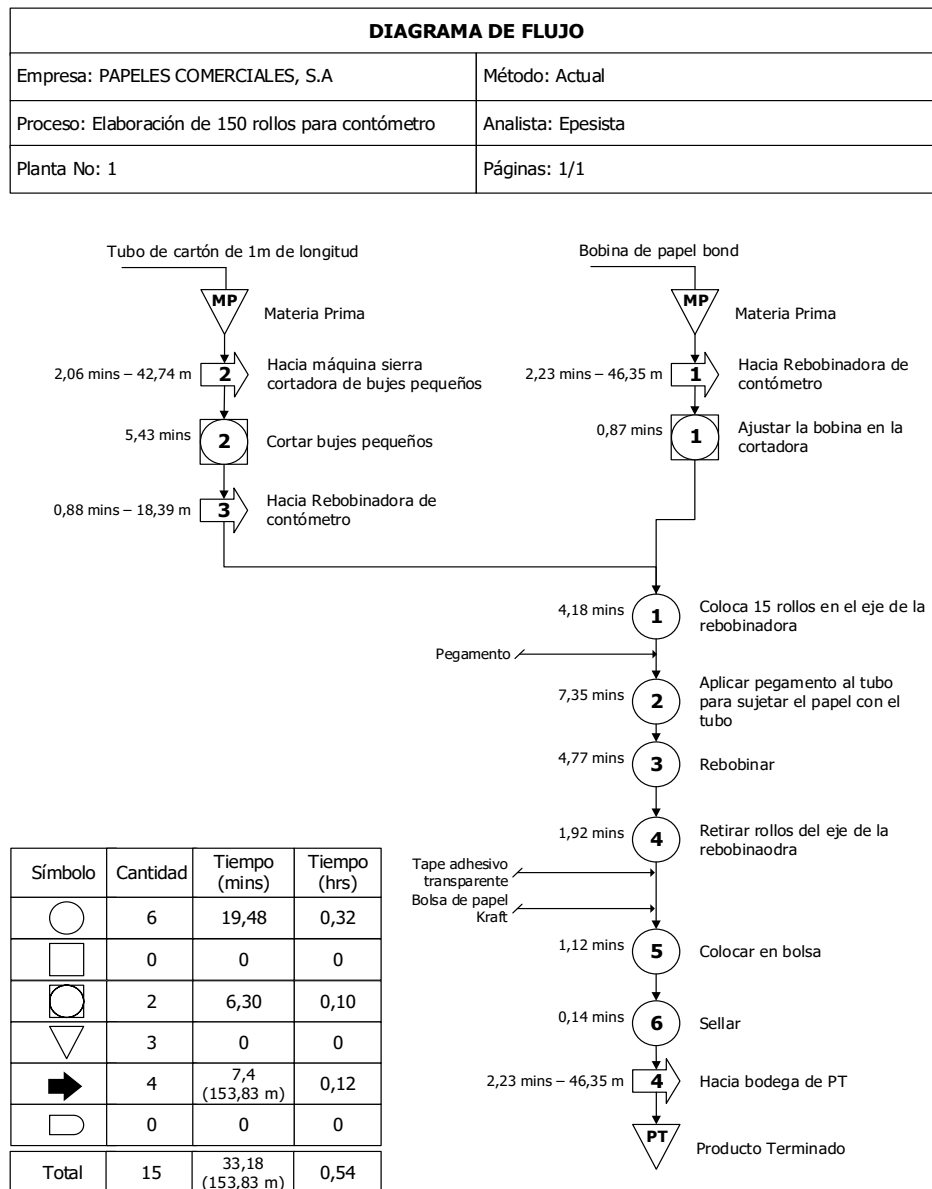
Símbolo	Cantidad	Tiempo (mins)	Tiempo (hrs)
○	6	19,48	0,32
□	0	0	0
◻	2	6,30	0,10
Total	8	25,78	0,43

Fuente: elaboración propia.

2.1.9.7.2. Diagrama de flujo de familia 7

Se presenta el diagrama de flujo de la familia 7.

Figura 40. Diagrama de flujo actual de rollo de contómetro

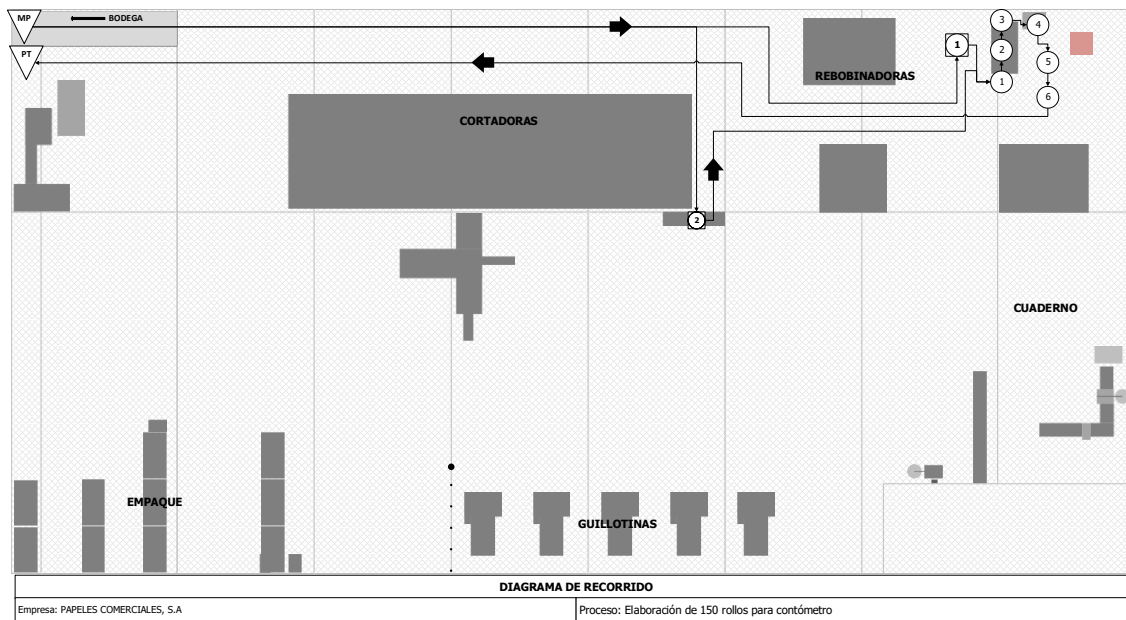


Fuente: elaboración propia.

2.1.9.7.3. Diagrama de recorrido de familia 7

Se presenta el diagrama de recorrido de la familia 7.

Figura 41. Diagrama de recorrido actual de rollo para contómetro



Fuente: elaboración propia.

2.1.9.7.4. Estudio de tiempos de familia 7

Se presenta el estudio de tiempos para la familia 7.

Tabla XXV. Estudio de tiempos de rollo para contómetro

Descripción	1	2	3	4	5	TC (min)
Transporte hacia rebobinadora de contómetro	2,19	2,27	2,22	2,24	2,23	2,23
Ajustar la bobina en la máquina	0,86	0,91	0,80	0,82	0,96	0,87
Transporte hacia máquina sierra cortadora de bujes pequeños	2,01	2,10	2,08	2,05	2,04	2,06
Cortar bujes pequeños	5,53	5,78	5,48	5,02	5,33	5,43
Transporte hacia rebobinadora de contómetro	0,86	0,85	0,90	0,89	0,89	0,88
Colocar 15 rollos en el eje de la rebobinadora	3,69	3,66	4,27	4,49	4,80	4,18
Aplicar pegamento al tubo para sujetar el papel con el tubo	7,09	7,06	7,47	7,52	7,60	7,35
Rebobinar	4,96	4,72	4,74	4,77	4,68	4,77
Retirar rollos del eje de la rebobinadora	2,03	1,90	1,75	1,82	2,10	1,92
Colocar en bolsa	1,01	1,27	1,23	1,18	0,93	1,12
Sellar	0,13	0,14	0,14	0,14	0,13	0,14
Transporte hacia bodega de PT	2,19	2,27	2,22	2,24	2,23	2,23

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Tiempo normal y estándar de rollo para contómetro**

Descripción	TC	FC	TN	SUPLEM	TE
Transporte hacia rebobinadora de contómetro	2,23	1,06	2,36	1,06	2,51
Ajustar la bobina en la máquina	0,87	1,06	0,92	1,06	0,98
Transporte hacia máquina sierra cortadora de bujes pequeños	2,06	1,08	2,22	1,13	2,51
Cortar bujes pequeños	5,43	1,08	5,86	1,13	6,62
Transporte hacia rebobinadora de contómetro,	0,88	1,08	0,95	1,13	1,07
Colocar 15 rollos en el eje de la rebobinadora	4,18	1,06	4,43	1,06	4,70
Aplicar pegamento al tubo para sujetar el papel con el tubo	7,35	1,06	7,79	1,06	8,25
Rebobinar	4,77	1,06	5,06	1,06	5,36
Retirar rollos del eje de la rebobinadora	1,92	1,06	2,03	1,06	2,16
Colocar en bolsa	1,12	1,06	1,19	1,06	1,26
Sellar	0,14	1,06	0,14	1,06	0,15
Transporte hacia bodega de PT	2,23	1,06	2,36	1,06	2,51

Fuente: elaboración propia.

2.1.9.8. Familia 8: resma de papel bond

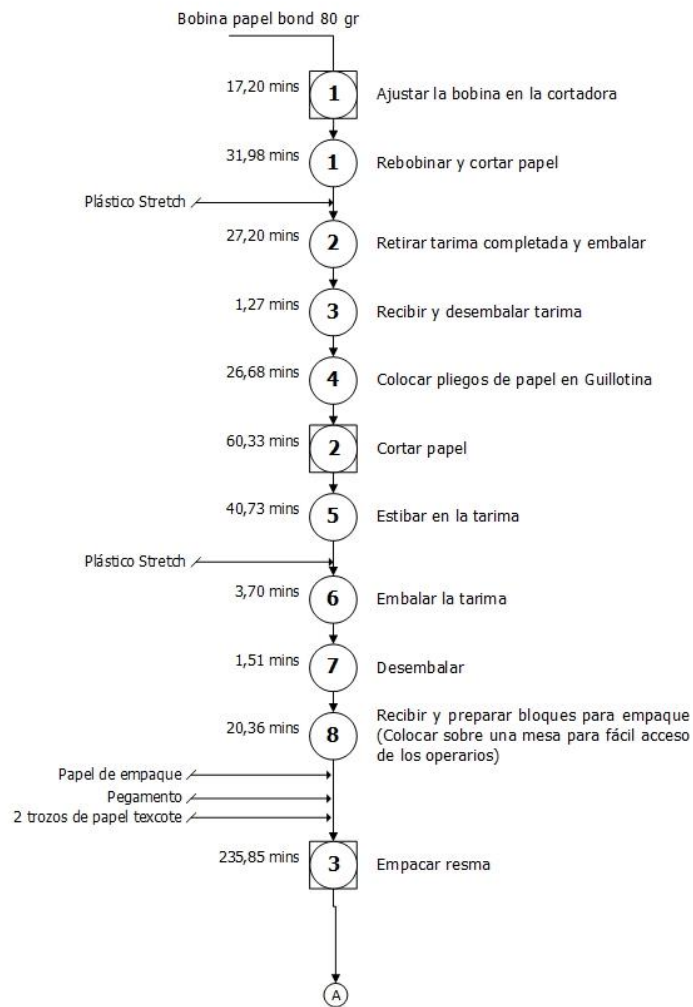
Se presenta los diagramas correspondientes a la familia 8.

2.1.9.8.1. Diagrama de procesos de familia 8

En la siguiente página se presenta el diagrama de procesos de la familia 8.

Figura 42. Diagrama de procesos actual de resma de papel bond (1/2)

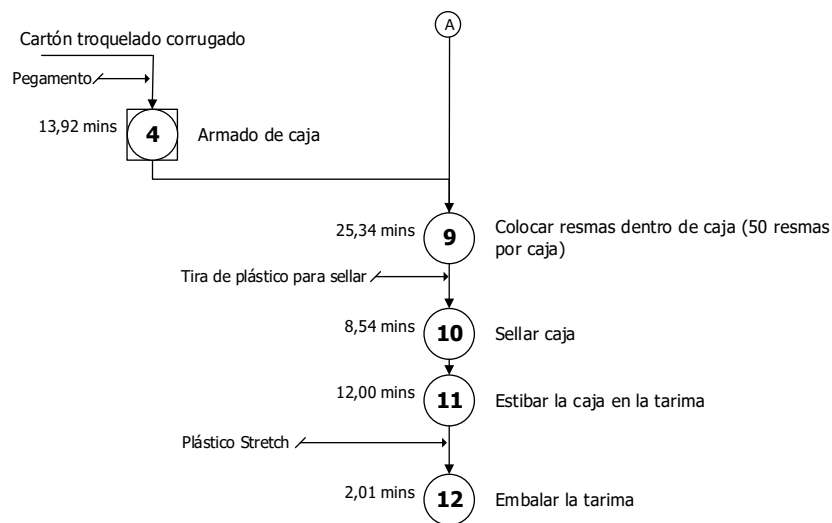
DIAGRAMA DE PROCESOS	
Empresa: PAPELES COMERCIALES, S.A	Método: Actual
Proceso: Elaboración de 49 cajas de resmas de papel Bond	Analista: Epesista
Planta No: 1	Páginas: 1/2



Fuente: elaboración propia.

Figura 43. Diagrama de procesos actual de resma de papel bond (2/2)

DIAGRAMA DE PROCESOS	
Empresa: PAPELES COMERCIALES, S.A	Método: Actual
Proceso: Elaboración de 49 cajas de resmas de papel Bond	Analista: Epesista
Planta No: 1	Páginas: 2/2



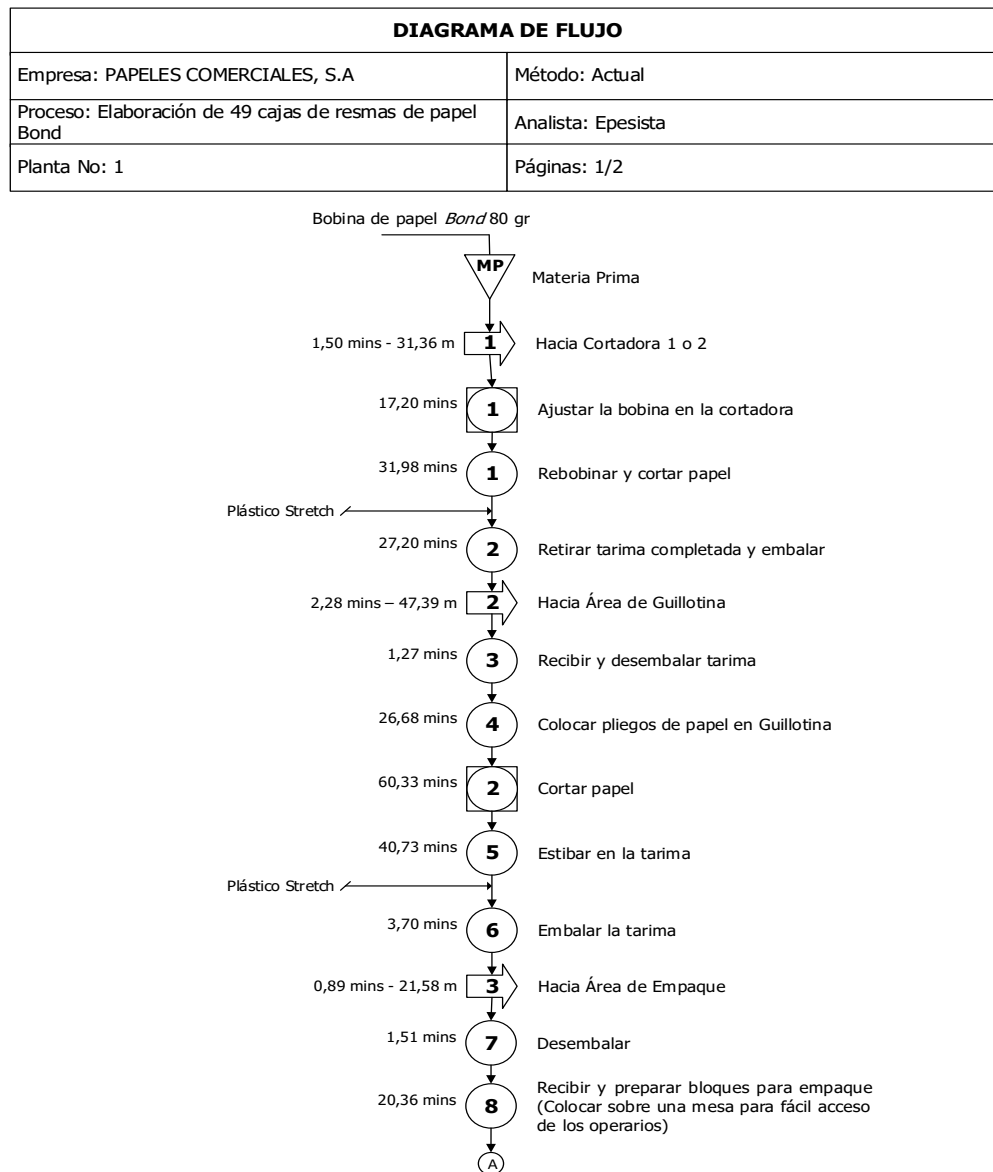
Símbolo	Cantidad	Tiempo (mins)	Tiempo (hrs)
○	12	201,33	3,36
□	0	0	0
◻	4	327,30	5,46
Total	16	528,63	8,82

Fuente: elaboración propia.

2.1.9.8.2. Diagrama de flujo de familia 8

Se presenta el diagrama de flujo de la familia 8.

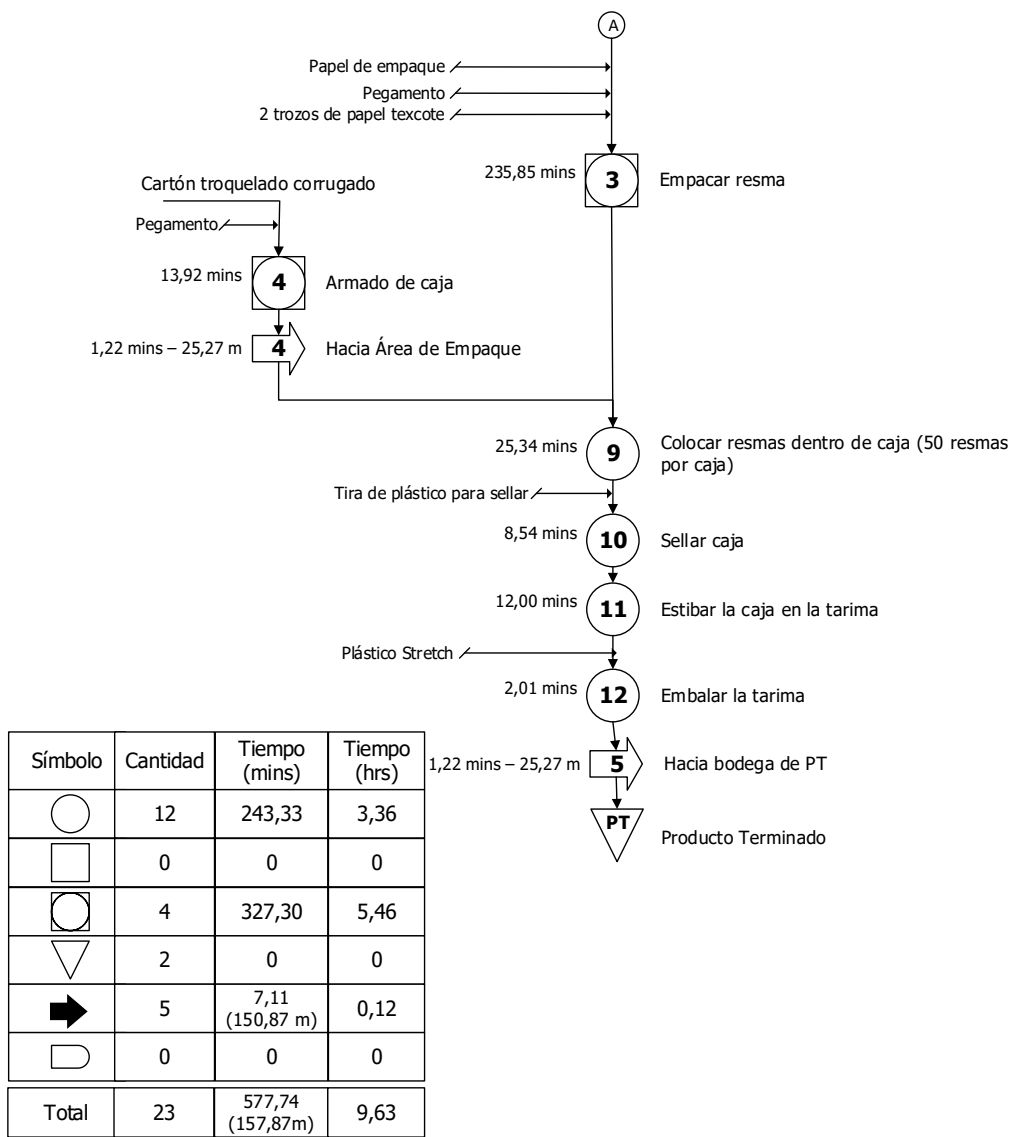
Figura 44. Diagrama de flujo actual de resma de papel bond (1/2)



Fuente: elaboración propia.

Figura 45. Diagrama de flujo actual de resma de papel bond (2/2)

DIAGRAMA DE FLUJO	
Empresa: PAPELES COMERCIALES, S.A	Método: Actual
Proceso: Elaboración de 49 cajas de resmas de papel Bond	Analista: Epesista
Planta No: 1	Páginas: 2/2

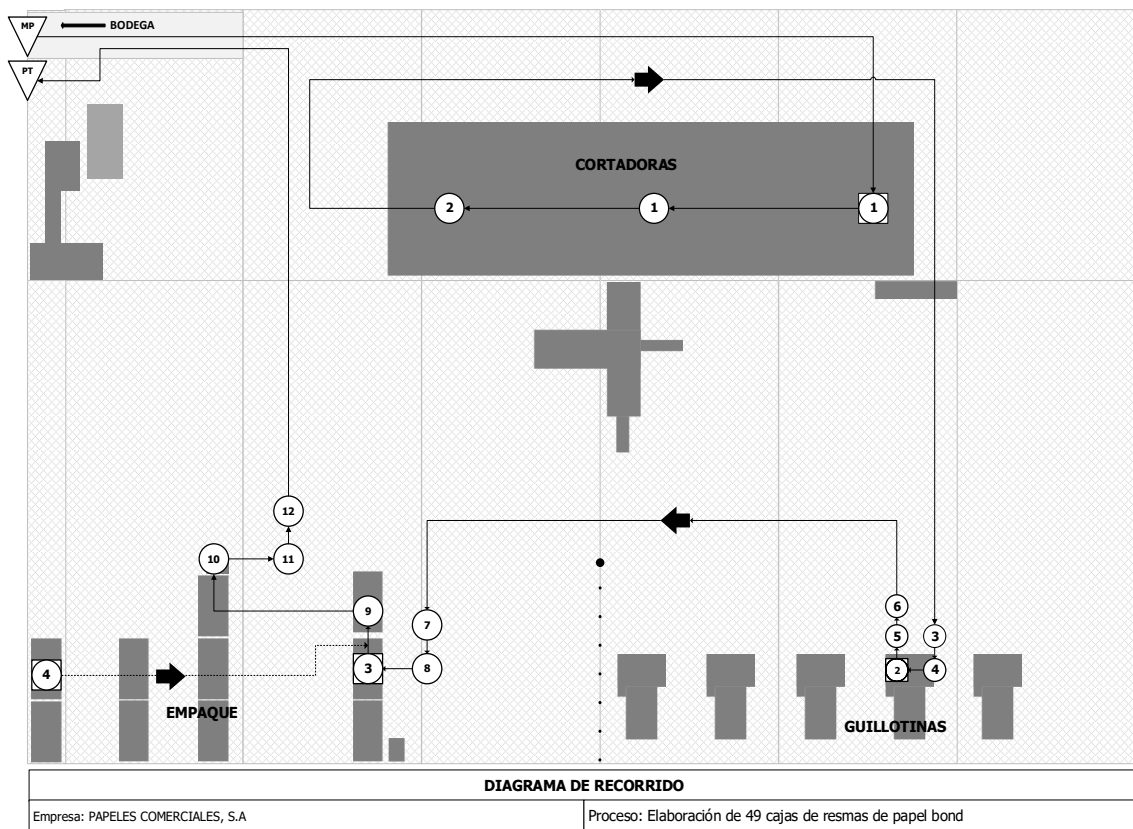


Fuente: elaboración propia.

2.1.9.8.3. Diagrama de recorrido de familia 8

Se presenta el diagrama de recorrido de la familia 8.

Figura 46. Diagrama de recorrido actual de resma de papel bond



Fuente: elaboración propia.

2.1.9.8.4. Estudio de tiempos de familia 8

Se presenta el estudio de tiempos de la familia 8.

Tabla XXVII. Estudio de tiempos de resma de papel bond

Descripción	1	2	3	4	5	TC (min)
Transporte hacia cortadora	1,56	1,47	1,38	1,39	1,68	1,50
Ajustar la bobina en la cortadora	20,00	17,00	18,00	15,00	16,00	17,20
Rebobinar y cortar papel	32,05	32,55	31,71	31,35	32,26	31,98
Retirar tarima completa y embalar	24,50	29,40	30,63	25,73	25,73	27,20
Transporte hacia área de guillotina	2,34	2,27	2,25	2,23	2,29	2,28
Recibir y desembalar tarima	1,34	1,12	1,37	1,25	1,30	1,27
Colocar pliegos de papel en guillotina	21,67	28,28	27,19	28,24	28,02	26,68
Cortar papel	58,70	59,21	63,80	59,72	60,23	60,33
Estibar en la tarima	40,32	41,34	42,88	38,28	40,83	40,73
Embalar en la tarima	3,70	3,74	3,52	3,81	3,72	3,70
Transporte hacia área de empaque	0,88	0,91	0,86	0,88	0,90	0,89
Desembalar	1,47	1,42	1,62	1,60	1,46	1,51
Recibir y preparar bloques para empaque (colocarlos sobre una mesa para fácil acceso de los operarios)	19,05	19,50	19,31	20,46	23,48	20,36
Empacar resma	232,02	237,65	231,12	236,43	242,06	235,85
Transporte hacia área de empaque	1,23	1,24	1,20	1,22	1,23	1,22
Armado de caja	13,27	12,72	13,27	15,34	14,99	13,92
Colocar resmas dentro de caja (10 resmas por caja)	22,62	28,42	27,15	21,64	26,87	25,34

Continuación de la tabla XXVII.

Sellar caja	8,95	8,13	8,25	8,79	8,61	8,54
Estibar la caja en la tarima	12,99	11,70	12,26	12,35	10,70	12,00
Embalar la tarima	2,04	2,15	1,57	2,26	2,02	2,01
Transporte hacia bodega de PT	1,23	1,24	1,20	1,22	1,23	1,22

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Tiempo normal y estándar de resma de papel bond**

Descripción	TC	FC	TN	SUPLEM	TE
Transporte hacia cortadora	1,50	1,07	1,60	1,17	1,87
Ajustar la bobina en la cortadora	17,20	1,07	18,40	1,17	21,53
Rebobinar y cortar papel	31,98	1,07	34,22	1,17	40,04
Retirar tarima completa y embalar	27,20	1,07	29,10	1,17	34,05
Transporte hacia área de guillotina	2,28	1,08	2,46	1,17	2,88
Recibir y desembalar tarima	1,27	1,08	1,38	1,13	1,56
Colocar pliegos de papel en guillotina	26,68	1,08	28,81	1,13	32,56
Cortar papel	60,33	1,08	65,16	1,13	73,63
Estibar en la tarima	40,73	1,08	43,99	1,13	49,71
Embalar en la tarima	3,70	1,08	3,99	1,13	4,51
Transporte hacia área de empaque	0,89	1,03	0,91	1,10	1,00
Desembalar	1,51	1,03	1,56	1,10	1,71
Recibir y preparar bloques para empaque (colocarlos sobre una mesa para fácil acceso de los operarios)	20,36	1,08	21,99	1,14	25,07
Empacar resma	235,85	1,08	254,72	1,14	290,38
Transporte hacia área de empaque	1,22	1,03	1,26	1,10	1,39
Armado de caja	13,92	1,06	14,75	1,11	16,37
Colocar resmas dentro de caja (10 resmas por caja)	25,34	1,03	26,10	1,10	28,71
Sellar caja	8,54	1,03	8,80	1,10	9,68
Estibar la caja en la tarima	12,00	1,03	12,36	1,10	13,59
Embalar la tarima	2,01	1,03	2,07	1,10	2,28
Transporte hacia bodega de PT	1,22	1,03	1,26	1,10	1,39

Fuente: elaboración propia.

2.1.9.9. Sobre manila tamaño carta

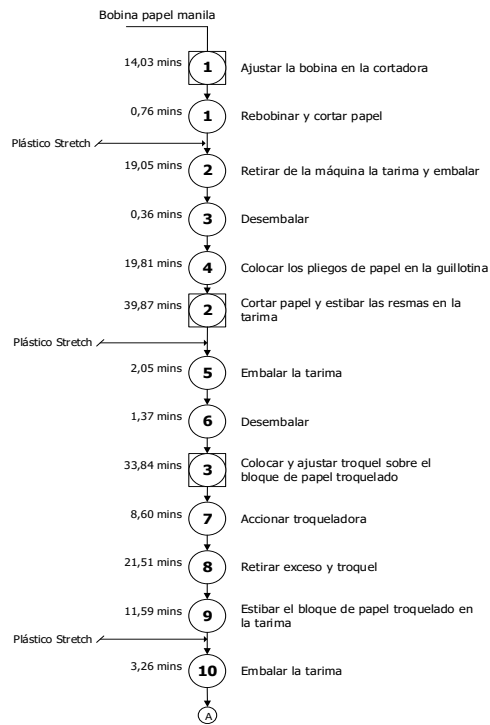
Se presenta los diagramas correspondientes al sobre tamaño carta.

2.1.9.9.1. Diagrama de procesos de sobre carta

En la figura 47 y 48 se muestra el diagrama de procesos del sobre carta.

Figura 47. **Diagrama de procesos actual de sobre manila tamaño carta (1/2)**

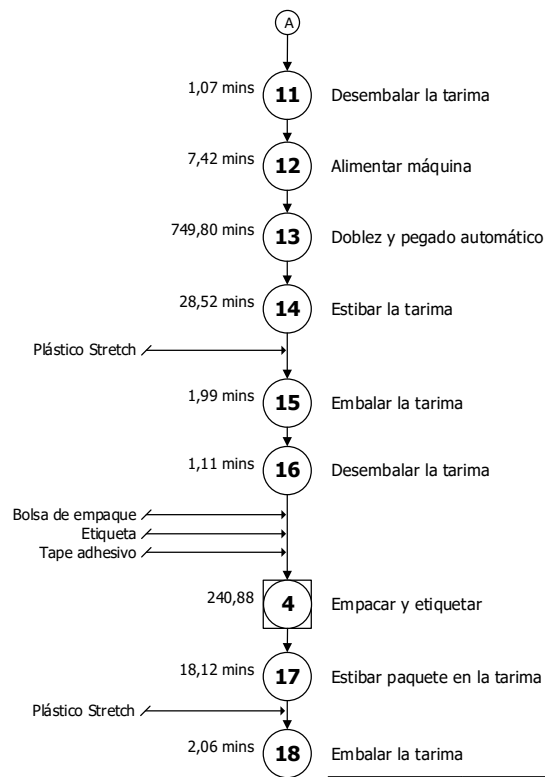
DIAGRAMA DE PROCESOS	
Empresa: PAPELES COMERCIALES, S.A	Método: Actual
Proceso: Elaboración de 384 paquetes de sobre manila tamaño carta	Analista: Epesista
Planta No: 1	Páginas: 1/2



Fuente: elaboración propia.

Figura 48. Diagrama de procesos actual de sobre manila tamaño carta
(2/2)

DIAGRAMA DE PROCESOS	
Empresa: PAPELES COMERCIALES, S.A	Método: Actual
Proceso: Elaboración de 384 paquetes de sobre manila tamaño carta	Analista: Epesista
Planta No: 1	Páginas: 2/2



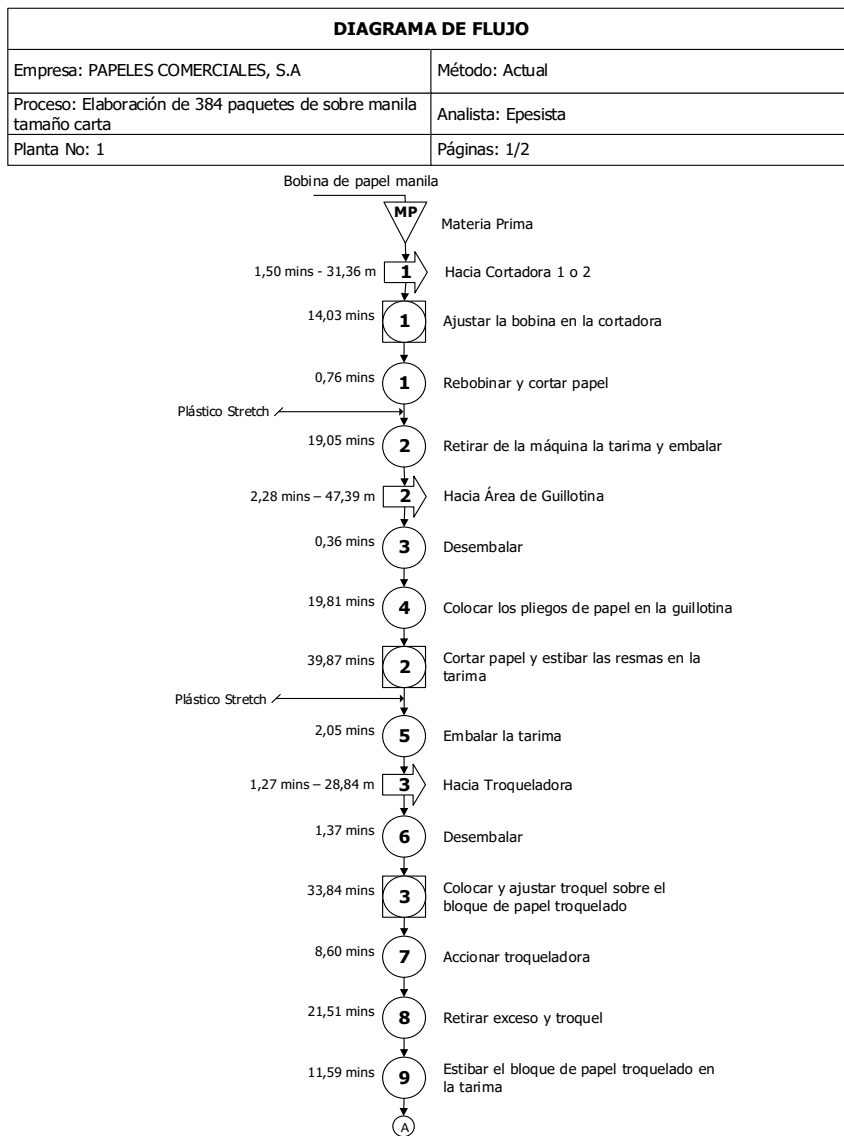
Símbolo	Cantidad	Tiempo (mins)	Tiempo (hrs)
○	18	898,46	14,97
□	0	0	0
◻	4	328,62	5,48
Total	22	1227,09	20,45

Fuente: elaboración propia.

2.1.9.9.2. Diagrama de flujo de sobre carta

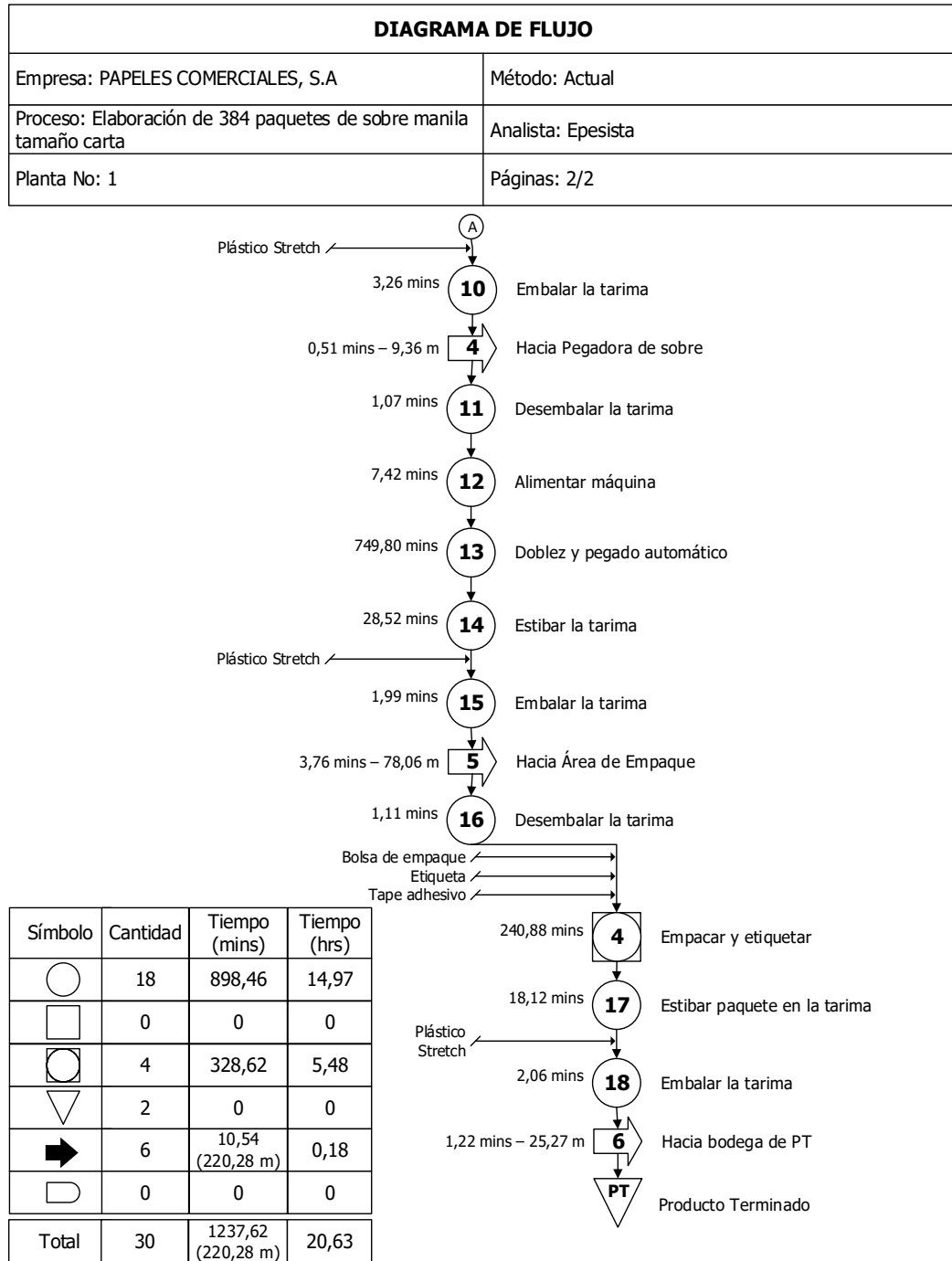
Se presenta el diagrama de flujo del sobre carta.

Figura 49. Diagrama de flujo actual de sobre manila tamaño carta (1/2)



Fuente: elaboración propia.

Figura 50. Diagrama de flujo actual de sobre manila tamaño carta (2/2)

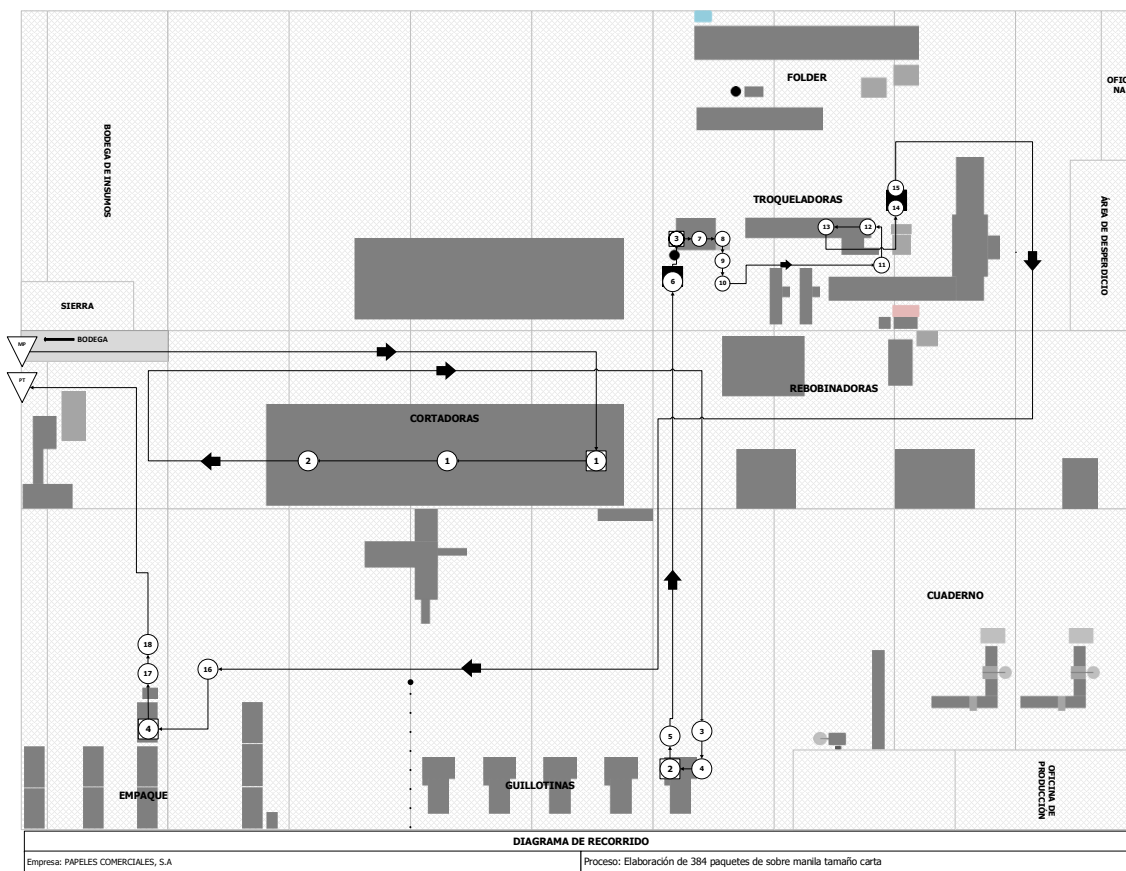


Fuente: elaboración propia.

2.1.9.9.3. Diagrama de recorrido de sobre carta

Se presenta el diagrama de recorrido del sobre carta.

Figura 51. Diagrama de recorrido actual de sobre manila tamaño carta



Fuente: elaboración propia.

2.1.9.4. Estudio de tiempos de sobre carta

Se presenta el estudio de tiempo para el sobre carta.

Tabla XXIX. Estudio de tiempos de sobre manila tamaño carta

Descripción	1	2	3	4	5	TC (min)
Transporte hacia cortadora 1 ó 2	1,56	1,47	1,38	1,39	1,68	1,50
Ajustar la bobina en la cortadora	11,08	13,29	16,98	12,55	16,25	14,03
Rebobinar y cortar papel	0,74	0,68	0,80	0,78	0,81	0,76
Retirar de la máquina la tarima y embalar	18,46	19,94	20,68	16,25	19,94	19,05
Transporte hacia área de guillotina	2,34	2,27	2,25	2,23	2,29	2,28
Desembalar	0,35	0,34	0,37	0,37	0,37	0,36
Colocar los pliegos de papel en la guillotina	18,05	19,07	19,20	20,89	21,87	19,81
Cortar papel y estibar las resmas en la tarima	39,09	40,04	40,83	40,09	39,31	39,87
Embalar la tarima	1,90	2,10	2,01	2,15	2,08	2,05
Transporte hacia troqueladora	1,28	1,22	1,26	1,29	1,28	1,27
Desembalar	1,39	1,44	1,33	1,37	1,33	1,37
Colocar y ajustar troquel sobre el bloque de papel troquelado	28,85	38,34	33,80	35,23	32,97	33,84
Accionar troqueladora	9,65	8,22	8,49	8,36	8,29	8,60
Retirar exceso y troquel	28,26	26,38	17,36	19,29	16,24	21,51
Estibar el bloque de papel troquelado en la tarima	10,73	9,42	12,60	14,26	10,97	11,59
Embalar la tarima	3,43	3,09	2,93	3,29	3,59	3,26
Transporte hacia pegadora de sobre	0,49	0,48	0,52	0,51	0,53	0,51
Desembalar la tarima	1,07	1,20	1,08	0,99	0,99	1,07
Alimentar la máquina	7,42	7,08	7,60	7,57	7,40	7,42

Continuación de la tabla XXIX.

Doble y pegado automático	745,24	755,91	784,36	736,00	727,47	749,80
Estibar la tarima	27,35	24,19	27,54	26,52	37,01	28,52
Embalar la tarima	2,00	1,97	1,95	2,05	2,00	1,99
Transporte hacia área de empaque	3,78	3,74	3,78	3,72	3,76	3,76
Desembalar la tarima	1,08	1,04	1,19	1,17	1,07	1,11
Empacar y etiquetar	224,96	265,73	243,97	255,30	214,46	240,88
Estibar paquete en la tarima	17,15	19,03	18,18	18,45	17,81	18,12
Embalar la tarima	2,08	2,07	2,03	2,05	2,07	2,06
Transporte hacia bodega de PT	1,23	1,20	1,23	1,24	1,22	1,22

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Tiempo normal y estándar de sobre manila tamaño carta**

Descripción	TC	FC	TN	SUPLEM	TE
Transporte hacia cortadora 1 ó 2	1,50	1,08	1,62	1,17	1,89
Ajustar la bobina en la cortadora	14,03	1,08	15,15	1,17	17,73
Rebobinar y cortar papel	0,76	1,08	0,82	1,17	0,96
Retirar de la máquina la tarima y embalar	19,05	1,08	20,58	1,17	24,07
Transporte hacia área de guillotina	2,28	1,09	2,48	1,13	2,80
Desembalar	0,36	1,09	0,39	1,13	0,44
Colocar los pliegos de papel en la guillotina	19,81	1,09	21,60	1,13	24,40
Cortar papel y estibar las resmas en la tarima	39,87	1,09	43,46	1,13	49,11
Embalar la tarima	2,05	1,09	2,23	1,13	2,52
Transporte hacia troqueladora	1,27	1,09	1,38	1,13	1,56
Desembalar	1,37	1,07	1,47	1,11	1,63
Colocar y ajustar troquel sobre el bloque de papel troquelado	33,84	1,07	36,21	1,11	40,19
Accionar troqueladora	8,60	1,07	9,20	1,11	10,22
Retirar exceso y troquel	21,51	1,07	23,01	1,11	25,54
Estibar el bloque de papel troquelado en la tarima	11,59	1,07	12,41	1,11	13,77

Continuación de la tabla XXX.

Embalar la tarima	3,26	1,07	3,49	1,11	3,88
Transporte hacia pegadora de sobre	0,51	1,07	0,54	1,11	0,60
Desembalar la tarima	1,07	1,06	1,13	1,16	1,31
Alimentar la máquina	7,42	1,06	7,86	1,16	9,12
Doblez y pegado automático	749,80	1,06	794,78	1,16	921,95
Estibar la tarima	28,52	1,06	30,23	1,16	35,07
Embalar la tarima	1,99	1,06	2,11	1,16	2,45
Transporte hacia área de empaque	3,76	1,07	4,02	1,14	4,58
Desembalar la tarima	1,11	1,07	1,19	1,14	1,36
Empacar y etiquetar	240,88	1,07	257,75	1,14	293,83
Estibar paquete en la tarima	18,12	1,07	19,39	1,14	22,11
Embalar la tarima	2,06	1,07	2,20	1,14	2,51
Transporte hacia bodega de PT	1,22	1,07	1,31	1,14	1,49

Fuente: elaboración propia.

2.1.9.10. Sobre manila tamaño oficina

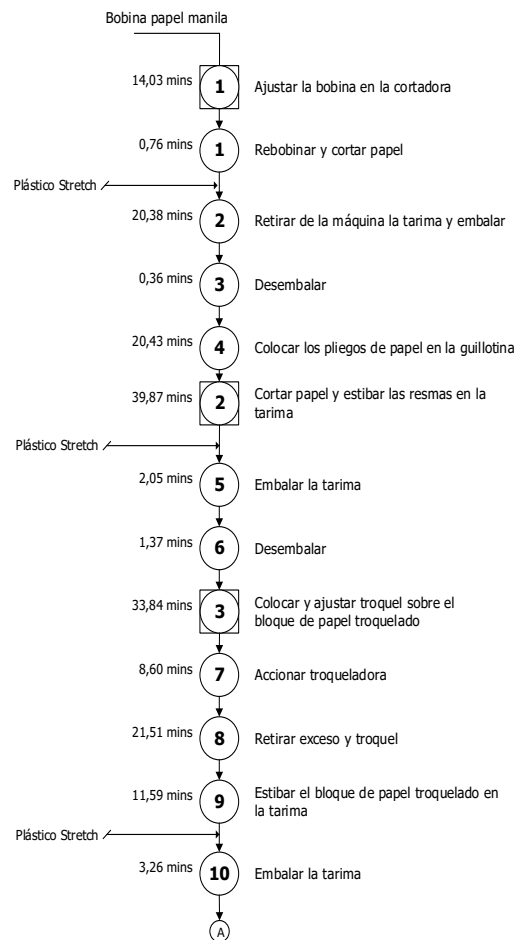
En la siguiente página se presentan diagramas correspondientes al sobre manila tamaño oficina.

2.1.9.10.1. Diagrama de procesos de sobre oficio

Se presenta el diagrama de procesos del sobre oficio.

Figura 52. Diagrama de procesos actual de sobre manila tamaño oficio (1/2)

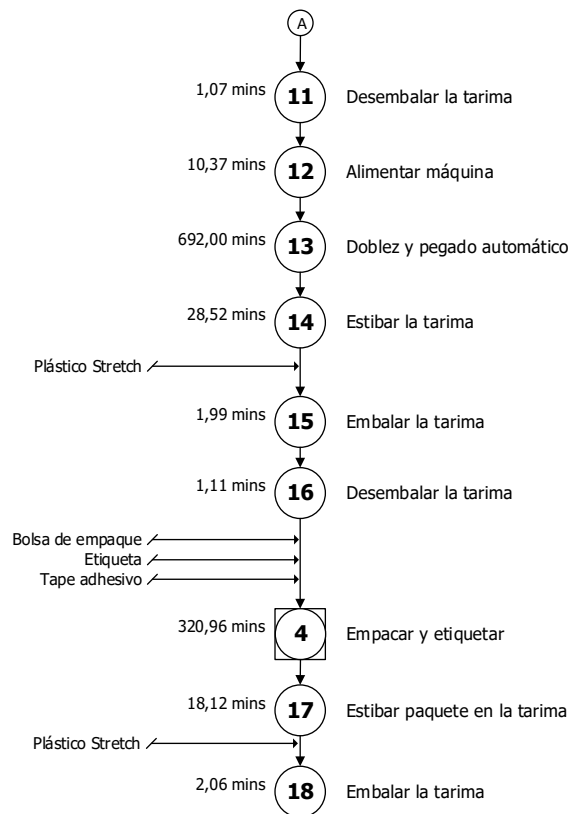
DIAGRAMA DE PROCESOS	
Empresa: PAPELES COMERCIALES, S.A	Método: Actual
Proceso: Elaboración de 384 paquetes de sobre manila tamaño oficio	Analista: Epesista
Planta No: 1	Páginas: 1/2



Fuente: elaboración propia.

Figura 53. **Diagrama de procesos actual de sobre manila tamaño oficio**
(2/2)

DIAGRAMA DE PROCESOS	
Empresa: PAPELES COMERCIALES, S.A	Método: Actual
Proceso: Elaboración de 384 paquetes de sobre manila tamaño oficio	Analista: Epesista
Planta No: 1	Páginas: 2/2



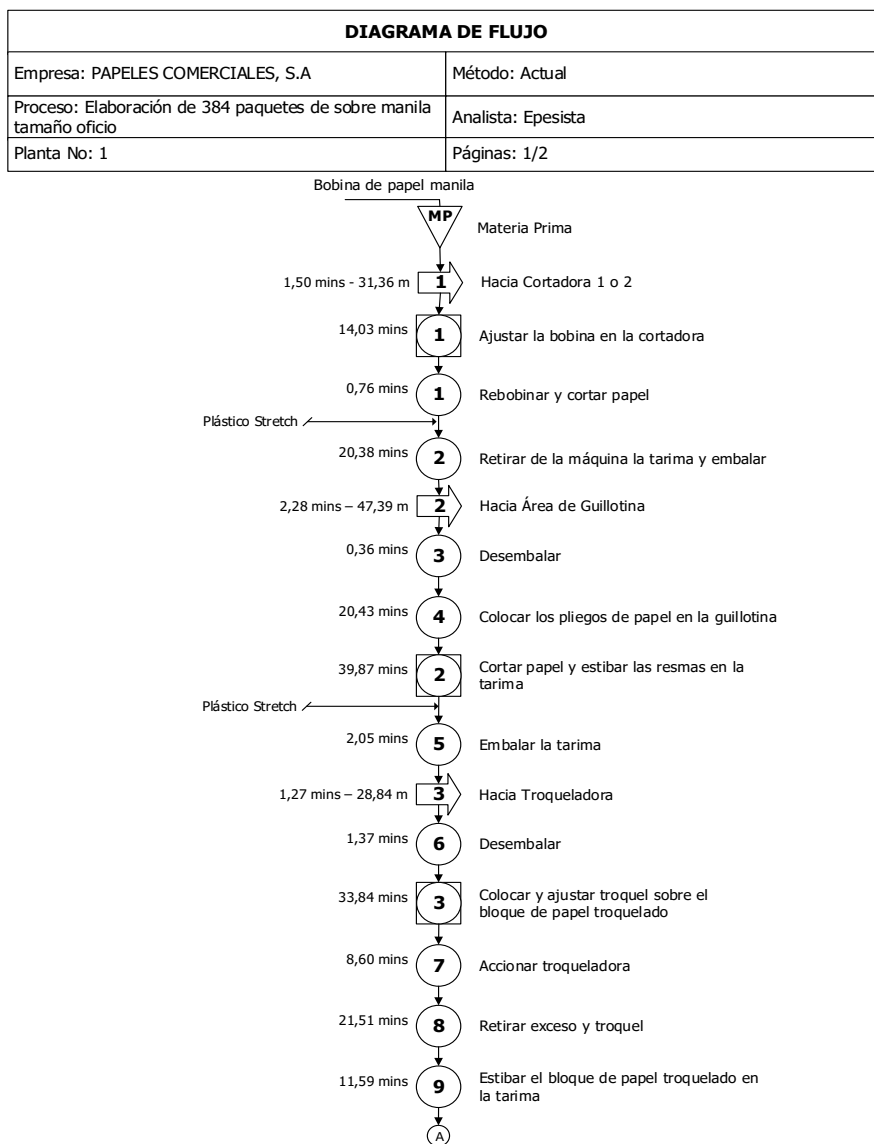
Símbolo	Cantidad	Tiempo (mins)	Tiempo (hrs)
○	18	845,57	14,09
□	0	0	0
◻	4	408,70	6,81
Total	22	1254,27	20,90

Fuente: elaboración propia.

2.1.9.10.2. Diagrama de flujo de sobre oficina

Se presenta el diagrama de flujo del sobre oficina.

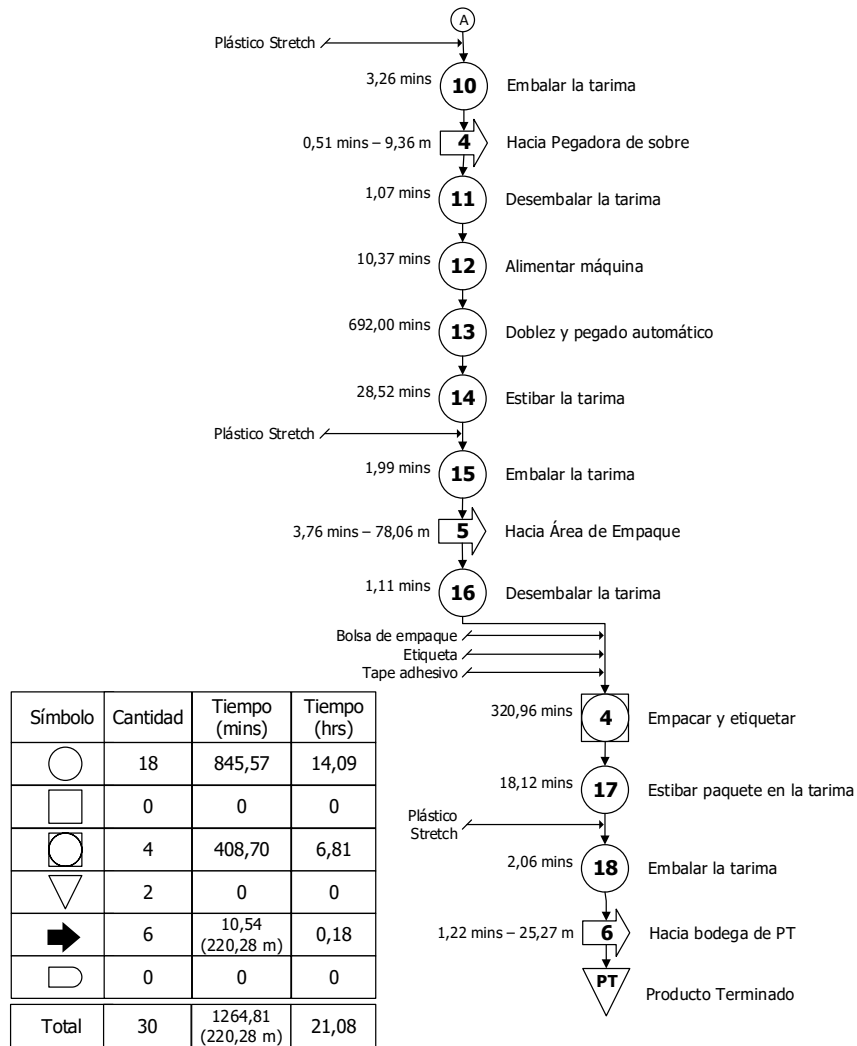
Figura 54. Diagrama de flujo actual de sobre manila tamaño oficina (1/2)



Fuente: elaboración propia.

Figura 55. Diagrama de flujo actual de sobre manila tamaño oficio (2/2)

DIAGRAMA DE FLUJO	
Empresa: PAPELES COMERCIALES, S.A	Método: Actual
Proceso: Elaboración de 384 paquetes de sobre manila tamaño carta	Analista: Epesista
Planta No: 1	Páginas: 2/2

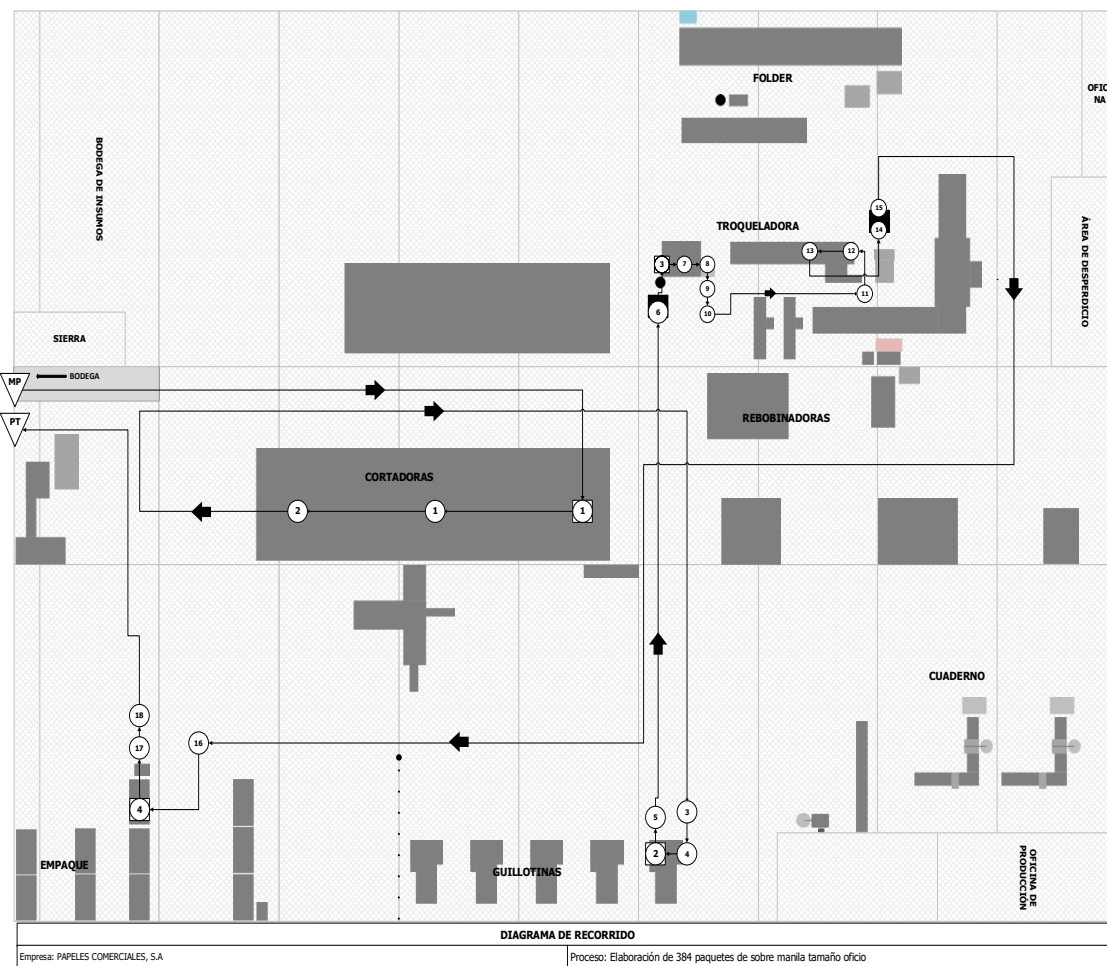


Fuente: elaboración propia.

2.1.9.10.3. Diagrama de recorrido de sobre oficio

Se presenta el diagrama de recorrido del sobre oficio.

Figura 56. Diagrama de recorrido actual de sobre manila tamaño oficio



Fuente: elaboración propia.

2.1.9.10.4. Estudio de tiempos de sobre oficio

Se presenta el estudio de tiempos para el sobre oficio.

Tabla XXXI. Estudio de tiempos de sobre manila tamaño oficio

Descripción	1	2	3	4	5	TC (min)
Transporte hacia cortadora 1 ó 2.	1,56	1,47	1,38	1,39	1,68	1,50
Ajustar la bobina en la cortadora.	11,08	13,29	16,98	12,55	16,25	14,03
Rebobinar y cortar papel.	0,74	0,68	0,80	0,78	0,81	0,76
Retirar de la máquina la tarima y embalar	22,15	19,94	20,68	16,25	22,89	20,38
Transporte hacia área de guillotina	2,34	2,27	2,25	2,23	2,29	2,28
Desembalar	0,35	0,34	0,37	0,37	0,37	0,36
Colocar los pliegos de papel en la guillotina	20,42	20,51	21,19	20,19	19,84	20,43
Cortar papel y estibar las resmas en la tarima	39,09	40,04	40,83	40,09	39,31	39,87
Embalar la tarima	1,90	2,10	2,01	2,15	2,08	2,05
Transporte hacia troqueladora	1,28	1,22	1,26	1,29	1,28	1,27
Desembalar	1,39	1,44	1,33	1,37	1,33	1,37
Colocar y ajustar troquel sobre el bloque de papel troquelado	28,85	38,34	33,80	35,23	32,97	33,84
Accionar troqueladora	9,65	8,22	8,49	8,36	8,29	8,60
Retirar exceso y troquel	28,26	26,38	17,36	19,29	16,24	21,51
Estibar el bloque de papel troquelado en la tarima	10,73	9,42	12,60	14,26	10,97	11,59
Embalar la tarima	3,43	3,09	2,93	3,29	3,59	3,26
Transporte hacia Pegadora de sobre	0,49	0,48	0,52	0,51	0,53	0,51
Desembalar la tarima	1,07	1,20	1,08	0,99	0,99	1,07
Alimentar la máquina	10,58	10,26	9,94	10,72	10,37	10,37

Continuación de la tabla XXXI.

Doble y pegado automático	718,40	680,80	693,60	674,40	692,80	692,00
Estibar la tarima	27,35	24,19	27,54	26,52	37,01	28,52
Embalar la tarima	2,00	1,97	1,95	2,05	2,00	1,99
Transporte hacia área de empaque	3,78	3,74	3,78	3,72	3,76	3,76
Desembalar la tarima	1,08	1,04	1,19	1,17	1,07	1,11
Empacar y etiquetar	377,92	307,20	361,41	289,98	268,29	320,96
Estibar paquete en la tarima	17,15	19,03	18,18	18,45	17,81	18,12
Embalar la tarima	2,08	2,07	2,03	2,05	2,07	2,06
Transporte hacia bodega de PT	1,23	1,20	1,23	1,24	1,22	1,22

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Tiempo normal y estándar de sobre manila tamaño oficio**

Descripción	TC	FC	TN	SUPLEM	TE
Transporte hacia cortadora 1 ó 2	1,50	1,08	1,62	1,17	1,89
Ajustar la bobina en la cortadora	14,03	1,08	15,15	1,17	17,73
Rebobinar y cortar papel	0,76	1,08	0,82	1,17	0,96
Retirar de la máquina la tarima y embalar	20,38	1,08	22,01	1,17	25,75
Transporte hacia área de guillotina	2,28	1,09	2,48	1,13	2,80
Desembalar	0,36	1,09	0,39	1,13	0,44
Colocar los pliegos de papel en la guillotina	20,43	1,09	22,27	1,13	25,16
Cortar papel y estibar las resmas en la tarima	39,87	1,09	43,46	1,13	49,11
Embalar la tarima	2,05	1,09	2,23	1,13	2,52
Transporte hacia troqueladora	1,27	1,09	1,38	1,13	1,56
Desembalar	1,37	1,07	1,47	1,11	1,63
Colocar y ajustar troquel sobre el bloque de papel troquelado	33,84	1,07	36,21	1,11	40,19
Accionar troqueladora	8,60	1,07	9,20	1,11	10,22
Retirar exceso y troquel	21,51	1,07	23,01	1,11	25,54

Continuación de la tabla XXXII.

Estibar el bloque de papel troquelado en la tarima	11,59	1,07	12,41	1,11	13,77
Embalar la tarima	3,26	1,07	3,49	1,11	3,88
Transporte hacia pegadora de sobre	0,51	1,07	0,54	1,11	0,60
Desembalar la tarima	1,07	1,06	1,13	1,16	1,31
Alimentar la máquina	10,37	1,06	11,00	1,16	12,75
Doble y pegado automático	692,00	1,06	733,52	1,16	850,88
Estibar la tarima	28,52	1,06	30,23	1,16	35,07
Embalar la tarima	1,99	1,06	2,11	1,16	2,45
Transporte hacia área de empaque	3,76	1,07	4,02	1,14	4,58
Desembalar la tarima	1,11	1,07	1,19	1,14	1,36
Empacar y etiquetar	320,96	1,07	343,43	1,14	391,51
Estibar paquete en la tarima	18,12	1,07	19,39	1,14	22,11
Embalar la tarima	2,06	1,07	2,20	1,14	2,51
Transporte hacia bodega de PT	1,22	1,07	1,31	1,14	1,49

Fuente: elaboración propia.

2.1.10. Análisis de equipo/maquinaria

La metodología Lean busca eliminar los 7 desperdicios de la industria, varios de los cuales pueden ser ocasionados por fallas en la máquina o tiempos de preparación demasiado largos. Por lo tanto, deberá calcularse la eficiencia actual de maquinaria mediante la herramienta Eficiencia Global del Equipo (OEE por sus siglas en inglés).

Previamente se dará a conocer la maquinaria actual con la que se cuenta en la planta, ya sea que se encuentre en buen estado, defectuosa u obsoleta. A cada máquina se le asignó un código, nombre técnico -si tiene-, tipo de proceso que realiza y la cantidad de máquinas de ese tipo.

Tabla XXXIII. **Maquinaria actual**

No.	Nombre	Código	Nombre Técnico	Cantidad
1	Espiral simple y doble	E-EDS	<i>Autofio</i>	1
2	Espiral simple	E-ES	<i>Bielomatik</i>	3
3	Espiral manual (para cuaderno defectuoso)	E-EM	PAF	2
4	Dobladora de espiral doble	D-DA		1
5	Guillotinas	C-G	<i>Accura Easycut</i>	5
6	Cortadora de bujes para contómetro	C-BC		1
7	Embaladora	A-EMB		
8	Empacadora de plástico para resmas automáticas	EM-EPR		1
9	Perforadora	P-PERF		1
10	Envolvedora de plástico para asegurar cajas	A-PL	StraPack	2
11	Empacadora de plástico de cuadernos automática	EM-EPC		1
12	Cortadora 1	C-C1		1
13	Rebobinadora 1	R-R1		1
14	Rebobinadora 2	R-R2		1
15	Rebobinadora 3	R-R3	Camachine-10	1
16	Rebobinadora 4	R-R4		1
17	Contómetro	R-RC		1
18	Cuaderno cosido	A-CC	LineOmatic	1
19	Pegadora de bolsa papel manila	T-SM	Control Cutler Hammer	1
20	Dobladora de folder manila 1	T-F1	Prestoflex	1
21	Dobladora de folder manila 2	T-F2		1
22	Troqueladora	T-T		1
23	Máquina de coser	MC		2
24	Cortadora 2	C-C2		1
25	Sierra	C-S		1
26	Servilleta	R-RSE		1
27	Rebobinadora 5	R-R5		1
28	Tubo de papel servilleta	A-RS		1
Total				36

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior, se tienen 36 máquinas, sin embargo, no todas las máquinas se mantienen activas, a continuación se indica el porcentaje de utilización por cada máquina anualmente, para entrar en contexto de las máquinas que se mantiene activas.

Tabla XXXIV. **Función y porcentaje de uso de la maquinaria**

Nombre	Código	Función	% utilización al año
Espiral simple y doble	E-EDS	Colocar espiral doble o simple al cuaderno.	100 %
Espiral simple	E-ES	Colocar el espiral simple al cuaderno.	85 %
Espiral manual (para cuaderno defectuoso)	E-EM	Colocar espiral simple al cuaderno manual (para cuaderno defectuoso).	50 %
Dobladora de espiral doble	D-DA	Realiza el doblado del alambre para el espiral doble.	50 %
Guillotinas	C-G	Realiza el corte de pliegos de papel en las medidas deseadas.	100 %
Cortadora de bujes para contómetro	C-BC	Cortar mediante unas pequeñas sierras el buje para el rollo de contómetro.	20 %
Empacadora de plástico para resmas automáticas	EM-EPR	Empacar con plástico las resmas.	En instalación
Perforadora	P-PERF	Perforar hojas con líneas/liso/cuadrícula.	40 %
Envolvedora de plástico para asegurar cajas	A-PL	Asegura las cajas con una tira de plástico colocada transversalmente.	60 %
Cuaderno cosido	A-CC	Realiza el cuaderno cosido, doblado y ajuste de unión.	40 %
Pegadora de bolsa papel manila	T-SM	Realizar doblado del sobre y aplicar pegamento.	70 %
Dobladora de folder manila 1	T-F1	Realiza corte y doblado para folder tamaño carta y oficio.	80 %
Troqueladora	T-T	Corta el papel por presión mediante troqueles.	70 %

Continuación de la tabla XXXIV.

Máquina de coser	MC	Coser la parte central del cuaderno tamaño pequeño.	40 %
Empacadora de plástico de cuadernos automática	EM-EPC	Empacar con plástico los cuadernos.	15 %
Cortadora 1	C-C1	Rebobinar bobinas de papel y cortar obteniendo resmas de pliegos de papel.	100 %
Rebobinadora 3	R-R3	Rebobinar y aplicar color a la cartulina.	20 %
Rebobinadora 2	R-R2	Rebobinar papel xx.	0 %
Rebobinadora 1	R-R1	Rebobinar papel Kraft solo para rollos grandes	60 %
Rebobinadora 4	R-R4	Rebobinar papel Kraft solo para rollos tamaño mediano y pequeño	70 %
Contómetro	R-RC	Rebobinar bobina de papel bond para rollo de contómetro	10 %
Cortadora 2	C-C2	Rebobinar bobinas de papel y cortar obteniendo resmas de pliegos de papel	100 %
Sierra	C-S	Cortar bujes de cartón comprimido	85 %

Fuente: elaboración propia

Se realizará el análisis de eficiencia a las máquinas con actividad anual del 100 %, las cuales serán utilizadas como máquinas piloto para la medición.

2.1.10.1. Eficiencia global del equipo (OEE)

Como primer punto, el indicador OEE mide la eficacia de los equipos mostrando dónde y cuánta producción se está perdiendo. Ayuda a hacer visible la detección de las 6 grandes pérdidas, esta misma clasificación proviene de la metodología TPM, que incluye:

- Paradas de disponibilidad de la máquina: averías y ajustes de la máquina.
- Pérdidas de rendimiento: pequeñas paradas y velocidad reducida del equipo.

- Pérdidas de calidad: defecto en el proceso y calidad reducida.

El indicador OEE se compone de tres factores claves en la producción:

- Disponibilidad: pérdidas debido a paradas no programadas en la maquinaria. Está relacionada con la eficacia de las operaciones de mantenimiento y la gestión global de los equipos; para obtener el indicador se utilizará la siguiente fórmula:

$$D = \frac{TOR}{(TP - PP)} * 100$$

$$TOR = TP - PP - PNP$$

Donde:

- TP: tiempo programado (tiempo de producción)
- TOR: tiempo operativo real
- PP: tiempo de paradas planeadas
- PNP: tiempo de paradas no planeadas

Para definir los tiempos planeados y no planeados deberá realizarse con base en lo observado en la planta, como se indica en la tabla XXXV.

Tabla XXXV. **Clasificación de tiempos planeados y no planeados**

	Código	Descripción
Planeado (P)	1.1	Pausas
	1.2	Reunión o capacitación
	1.3	Alimentación
	1.4	Mantenimiento planeado
	1.5	Mantenimiento predictivo
	1.6	Otro_____

Continuación de la tabla XXXV.

No planeado (NP)	Disponibilidad	
	2.1	Arranque de máquina
	2.2	Ajustes
	2.3	Calibración
	2.4	Lubricación
	2.5	Mantenimiento correctivo
	2.6	Mantenimiento autónomo
	2.7	Pruebas
	2.8	Cambio de producto
	2.9	Cambio de medidas
	Eficiencia	
	3.1	Alistamiento
	3.2	Paradas menores
	3.3	Falta de materiales
	3.4	Falta de personal
	3.5	Falta de conocimiento
	3.6	Operación diferente
	3.7	Limpieza general
	3.8	Cambio de velocidad
3.9	Atasco de papel o alambre	

Fuente: elaboración propia.

- Eficiencia de rendimiento: pérdidas causadas por el mal funcionamiento del equipo y funcionamiento a velocidades menores. Se relaciona entre la capacidad de la máquina vs la producción fabricada en un tiempo programado. Para obtener el indicador se utilizará la siguiente fórmula:

$$R = \frac{PR}{PPR} * 100$$

$$PPR = Velocidad\ teórica * TOR$$

Donde:

- PR: producción real
- PPR: producción prevista

Aquí es donde se toma en consideración las pérdidas de microparadas y velocidad reducida, previamente mencionadas en las 6 pérdidas.

- Índice de calidad: tiempo utilizado para elaborar productos que son defectuosos. Este tiempo es perdido debido a que el producto se descarta o se reprocesa. Para obtener el indicador se utilizará la siguiente fórmula:

$$C = \frac{\textit{Unidades buenas}}{PR}$$

Finalmente, para obtener el indicador OEE se multiplican los índices previamente obtenidos: el índice de disponibilidad, índice de rendimiento y el índice de calidad, como se observa en la siguiente fórmula:

$$OEE = D * R * C$$

El cálculo del OEE es interesante porque en un único indicador se evalúan todos los parámetros fundamentales de la producción industrial y constituye una de las claves de la filosofía esbelta.

- Clasificación OEE

Como punto final, con base en el indicador obtenido, se clasifica con base en la tabla que se muestra en la siguiente página:

Tabla XXXVI. **Clasificación OEE**

Rango	Clasificación	Definición
OEE < 65 %	Inaceptable	Baja competitividad, pérdidas económicas.
65 % < OEE < 75 %	Regular	Se considera aceptable únicamente si está en proceso de mejora.
75 % < OEE < 85 %	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas y competitividad ligeramente baja.
85 % < OEE < 95 %	Buena	Buena competitividad.
OEE > 95 %	Excelente	Excelente competitividad.

Fuente: elaboración propia.

La metodología aplicada para obtener la información fue entrevistas y observación. Los medios que se utilizaron para recabar la información fueron: oral (en las entrevistas) y observación para la toma de los tiempos junto con los encargados de cada máquina. Las máquinas piloto son las siguientes:

- *Autofio*
- *Bielomatik*
- Cortadora C1
- Cortadora C2

Se calculó la OEE para estas cuatro máquinas tomando en consideración los productos más importantes.

2.1.10.1.1. *Autofio*

A continuación se indica una ficha técnica para la toma de información para los indicadores de eficiencia del equipo *Autofio* para cada producto.

Tabla XXXVII. **Ficha técnica de indicadores de disponibilidad, rendimiento y calidad en la máquina *Autofio***

Frecuencia	2 semanas
Fuente de información	Un operador encargado por máquina y epesista
Encargado	Maquinista encargado de mantenimiento

Fuente: elaboración propia.

- Cuaderno espiral simple 100 hojas en *Autofio*

A continuación se presentan los datos obtenidos para el cálculo del OEE de la máquina *Autofio*, observando únicamente el producto de cuaderno espiral simple de 100 hojas.

Tabla XXXVIII. **Datos para el cálculo del porcentaje OEE para el cuaderno espiral simple 100 hojas en *Autofio***

Producto	Descripción		Datos semanales		Sumatoria
			1	2	
Cuaderno espiral simple 100 hojas	TP	Tiempo programado (h).	47	22	69,00
	PNP	Tiempo perdido por paradas no programadas (h).	8,17	1,74	9,91
	PR	Producción real (cuadernos).	43 567	22 865	66 433
	TOR	Tiempo operativo real (h).	38,83	20,26	59,09
		Velocidad teórica (cuad/h).	1 320	1 320	2 640
		Unidades buenas (cuadernos).	40 082	20 968	61 049

Fuente: elaboración propia.

Con base en las fórmulas anteriormente proporcionadas se determina el indicador OEE para el producto de cuaderno espiral simple de 100 hojas en la máquina *Autofio*, y se obtiene el siguiente cálculo:

$$\text{TOR} = [47 - 8,17] + [22 - 1,74] = 59,09 \text{ horas}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{59,09}{69} * 100 = 85,64 \%$$

$$\text{PPR} = [38,83 * 1\,320] + [20,26 * 1\,320] = 77\,999 \text{ unidades}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{70\,711}{77\,999} * 100 = 90,66 \%$$

$$\text{Calidad} = \frac{61\,206}{70\,711} * 100 = 86,56 \%$$

Se realiza el cálculo de indicador OEE y se obtiene el cuadro resumen:

$$\text{OEE} = 85,64 \% * 90,66 \% * 86,56 \% = 67,20 \%$$

Tabla XXXIX. **Porcentaje OEE de cuaderno espiral simple 100 hojas en *Autofio***

Indicador		OEE
% Disponibilidad	85,64 %	67,20 %
% Rendimiento	90,66 %	
% Calidad	86,56 %	

Fuente: elaboración propia.

En conclusión, la clasificación de la eficiencia global del equipo es “regular”, lo cual indica que sí exige implementar un sistema de mejora continua.

- Cuaderno espiral simple 70 hojas en *Autofio*

A continuación se presentan los datos obtenidos para el cálculo del OEE de la máquina *Autofio* observando únicamente el producto de cuaderno espiral simple de 70 hojas.

Tabla XL. **Datos para el cálculo del porcentaje OEE para el cuaderno espiral simple 70 hojas en *Autofio***

Producto	Descripción	Datos semanales		Sumatoria
		1	2	
Cuaderno espiral simple 70 hojas en <i>Autofio</i>	Tiempo programado (h)	52	46	98
	Tiempo perdido (h)	8,40	6,84	15,24
	Producción real (cuadernos)	53 523	48 590	102 113
	Tiempo operativo real (h)	43,60	39,16	82,76
	Velocidad teórica (cuad/h)	1 320	1 320	2 640
	Unidades buenas (cuadernos)	47 101	41 301	88 402

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información anteriormente proporcionada se determina el indicador OEE.

Tabla XLI. **Porcentaje OEE de cuaderno espiral simple 70 hojas en *Autofio***

Indicador		OEE
% Disponibilidad	84,45 %	68,34 %
% Rendimiento	93,47 %	
% Calidad	86,57 %	

Fuente: elaboración propia.

Se concluye una clasificación “regular” para el indicador de eficiencia.

- Cuaderno espiral doble 100 hojas en *Autofio*

A continuación se presentan los datos obtenidos para el cálculo del OEE de la máquina *Autofio* observando únicamente el producto de cuaderno espiral doble de 100 hojas.

Tabla XLII. **Datos para el cálculo del porcentaje OEE para el cuaderno espiral doble 100 hojas en *Autofio***

Producto	Descripción	Datos semanales		Sumatoria
		1	2	
Cuaderno espiral doble	Tiempo programado (h)	46	24	70
	Tiempo perdido (h)	7,90	2,7	10,6
	Producción real (cuadernos)	29 147	16 657	45 803
	Tiempo operativo real (h)	38,10	21,3	59,4
	Velocidad teórica (cuad/h)	850	850	1 700
	Unidades buenas (cuadernos)	26 815	14 991	41 806

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información anteriormente proporcionada se determina el indicador OEE.

Tabla XLIII. **Porcentaje OEE de cuaderno espiral doble 100 hojas en *Autofio***

Indicador		OEE
% Disponibilidad	84,86 %	70,26 %
% Calidad	91,27 %	
% Rendimiento	90,72 %	

Fuente: elaboración propia.

Se concluye una clasificación “regular” para el indicador de eficiencia

2.1.10.1.2. *Bielomatik*

A continuación se indica una ficha técnica para los indicadores de eficiencia del equipo *Bielomatik* para cualquier producto.

Tabla XLIV. **Ficha técnica de indicadores de disponibilidad, rendimiento y calidad en la máquina *Bielomatik***

Frecuencia	2 semanas
Fuente de información	Un operador encargado por máquina y epeista
Encargado	Maquinista encargado de mantenimiento

Fuente: elaboración propia.

- Cuaderno espiral simple 100 hojas en *Bielomatik*

A continuación se presentan los datos obtenidos para el cálculo del OEE de la máquina *Bielomatik* observando únicamente el producto de cuaderno espiral simple de 100 hojas.

Tabla XLV. **Datos para el cálculo del porcentaje OEE para el cuaderno espiral simple 100 hojas en *Bielomatik***

Producto	Descripción	Datos semanales		Sumatoria
		1	2	
Cuaderno espiral simple 100 hojas en <i>Bielomatik</i>	Tiempo programado (h)	31	46	77
	Tiempo perdido (h)	6,80	7,3	14,1
	Producción real (cuadernos)	23 046	32 496	55 542
	Tiempo operativo real (h)	24,20	38,7	62,9
	Velocidad teórica (cuad/h)	1 024	1 024	2 048
	Unidades buenas (cuadernos)	19 589	26 971	46 561

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información anteriormente proporcionada, se determina el indicador OEE para el producto de cuaderno espiral simple de 100 hojas en la máquina *Bielomatik*.

Tabla XLVI. **Porcentaje OEE de cuaderno espiral simple 100 hojas en *Bielomatik***

Indicador		OEE
% Disponibilidad	81,69 %	59,05 %
% Calidad	83,83 %	
% Rendimiento	86,23 %	

Fuente: elaboración propia.

Se concluye una clasificación “inaceptable” para el indicador de eficiencia.

- Cuaderno espiral simple 70 hojas en *Bielomatik*

A continuación se presentan los datos obtenidos para el cálculo del OEE de la máquina *Bielomatik* observando únicamente el producto de cuaderno espiral simple de 70 hojas.

Tabla XLVII. **Datos para el cálculo del porcentaje OEE para el cuaderno espiral simple 70 hojas en *Bielomatik***

Producto	Descripción	Datos semanales		Sumatoria
		1	2	
Cuaderno espiral simple 70 hojas en <i>Bielomatik</i>	Tiempo programado (h)	48	46	94
	Tiempo perdido (h)	9,00	6,8	15,8
	Producción real (cuadernos)	37 140	33 317	70 457
	Tiempo operativo real (h)	39,00	39,2	78,2
	Velocidad teórica (cuad/h)	1 024	1 024	2 048
	Unidades buenas (cuadernos)	32 684	27 653	60 337

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información anteriormente proporcionada, se determina el indicador OEE para el producto de cuaderno espiral simple de 70 hojas en la máquina *Bielomatik*.

Tabla XLVIII. **Porcentaje OEE de cuaderno espiral simple 70 hojas en *Bielomatik***

Indicador		OEE
% Disponibilidad	83,19 %	62,68 %
% Calidad	85,64 %	
% Rendimiento	87,99 %	

Fuente: elaboración propia.

Se concluye una clasificación “inaceptable” para el indicador de eficiencia.

2.1.10.1.3. Guillotina Accura Easycut

A continuación se indica una ficha técnica para los indicadores de eficiencia del equipo *Guillotina Accura Easycut* para cualquier producto.

Tabla XLIX. **Ficha técnica de indicadores de disponibilidad, rendimiento y calidad en la máquina *Guillotina Accura***

Frecuencia	2 semanas
Fuente de información	Un operador encargado por máquina y epesista
Encargado	Maquinista encargado de mantenimiento

Fuente: elaboración propia.

- Resma tamaño carta 80 en guillotina

A continuación se presentan los datos obtenidos para el cálculo del OEE de la máquina *Guillotina Accura Easycut* observando únicamente el producto de resma de tamaño carta 80 g.

Tabla L. **Datos para el cálculo del porcentaje OEE para la resma de tamaño carta 80 g en la *Guillotina Accura***

Producto	Descripción	Datos semanales		Sumatoria
		1	2	
Resma pequeña tamaño carta	Tiempo programado (h).	119	119	238
	Tiempo perdido (h).	8,31	7,72	16,03
	Producción real (resmas).	24 695	24 827	49 522
	Tiempo operativo real (h).	110,69	111,28	221,97
	Velocidad teórica (resmas/h).	230	230	460
	Unidades buenas (resma pequeña).	24 418	24 498	48 917

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información anteriormente proporcionada, se determina el indicador OEE para el producto de resma de tamaño carta 80 g en la máquina *Guillotina Accura Easycut*.

Tabla LI. **Porcentaje OEE de *Guillotina Accura Easycut* para resma de tamaño carta 80 g**

Indicador		OEE
% Disponibilidad	93,26 %	89,36 %
% Calidad	98,78 %	
% Rendimiento	97,00 %	

Fuente: elaboración propia.

Se concluye una clasificación “buena” para el indicador de eficiencia.

- Papel manila para sobre en guillotina

A continuación se presentan los datos obtenidos para el cálculo del OEE de la máquina guillotina A observando únicamente el producto de papel manila cortado.

Tabla LII. **Datos para el cálculo del porcentaje OEE para papel manila cortado en la *Guillotina Accura Easycut***

Producto	Descripción	Datos semanales		Sumatoria
		1	2	
Paquetes de 100 hojas manila cortadas	Tiempo programado (h)	119	46	165
	Tiempo perdido (h)	8,43	3,5	11,93
	Producción real (paquetes de hojas)	44 538	17 840	62 377

Continuación de la tabla LII.

	Tiempo operativo real (h)	110,57	42,5	153,07
	Velocidad teórica (paquetes de hojas/h)	424	424	848
	Unidades buenas (paquetes de hojas)	44 039	17 604	61 643

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información anteriormente proporcionada se determina el indicador OEE para el producto de papel manila cortado en la máquina *Guillotina Accura Easycut*.

Tabla LIII. **Porcentaje OEE de Guillotina Accura Easycut para papel manila cortado**

Indicador		OEE
% Disponibilidad	92,77 %	88,11 %
% Calidad	98,82 %	
% Rendimiento	96,11 %	

Fuente: elaboración propia.

Se concluye una clasificación “buena” para el indicador de eficiencia.

2.1.10.1.4. Cortadora C1

A continuación se indica una ficha técnica para los indicadores de eficiencia del equipo cortadora C1 para cualquier producto.

Tabla LIV. **Ficha técnica de indicadores de disponibilidad, rendimiento y calidad en la máquina cortadora C1**

Frecuencia	2 semanas
Fuente de información	Un operador encargado por máquina y epesista
Encargado	Maquinista encargado de mantenimiento

Fuente: elaboración propia.

- Papel bond en C1

A continuación se presentan los datos obtenidos para el cálculo del OEE de la máquina cortadora C1 observando únicamente el producto de resma grande de papel bond.

Tabla LV. **Datos para el cálculo del porcentaje OEE para la resma grande de papel bond en la cortadora C1**

Producto	Descripción	Datos semanales		Sumatoria
		1	2	
Resma grande de papel bond	Tiempo programado (h)	64	36	100
	Tiempo perdido (h)	6,18	6,4	12,58
	Producción real (resma grande)	2 585	1 317	3 902
	Tiempo operativo real (h)	57,82	29,6	87,42
	Velocidad teórica (resma grande/h)	50	50	100
	Unidades buenas (resma grande)	2 429	1 251	3 681

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información anteriormente proporcionada, se determina el indicador OEE para el producto de resma grande de papel bond en la máquina cortadora C1.

Tabla LVI. **Porcentaje OEE de cortadora C1 para resma grande de papel bond**

Indicador		OEE
% Disponibilidad	87,42 %	73,62 %
% Calidad	94,34 %	
% Rendimiento	89,26 %	

Fuente: elaboración propia.

Se concluye una clasificación “regular” para el indicador de eficiencia.

- Papel manila en C1

A continuación se presentan los datos obtenidos para el cálculo del OEE de la máquina cortadora C1 observando únicamente el producto de resma grande de papel manila.

Tabla LVII. **Datos para el cálculo del porcentaje OEE para la resma grande de papel manila en la cortadora C1**

Producto	Descripción	Datos semanales		Sumatoria
		1	2	
Resma grande de papel manila	Tiempo programado (h)	35	19	54
	Tiempo perdido (h)	4,37	1,4	5,77
	Producción real (resma grande)	975	567	1 541
	Tiempo operativo real (h)	30,63	17,6	48,23
	Velocidad teórica (resma grande/h)	37	37	74
	Unidades buenas (resma grande)	955	550	1 505

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información anteriormente proporcionada se determina el indicador OEE para el producto de resma grande de papel manila en la máquina cortadora C1.

Tabla LVIII. **Porcentaje OEE de cortadora C1 para resma grande de papel manila**

Indicador		OEE
% Disponibilidad	89,31 %	75,31 %
% Calidad	97,63 %	
% Rendimiento	86,36 %	

Fuente: elaboración propia.

Se concluye una clasificación “regular” para el indicador de eficiencia.

- Texcote en C1

A continuación se presentan los datos obtenidos para el cálculo del OEE de la máquina cortadora C1 observando únicamente el producto de resma grande de papel Texcote.

Tabla LIX. **Datos para el cálculo del porcentaje OEE para la resma grande de papel Texcote en C1**

Producto	Descripción	Datos semanales		Sumatoria
		1	2	
Resma grande de papel Texcote	Tiempo programado (h)	12	12	24
	Tiempo perdido (h)	0,9	1,35	2,25
	Producción real (resma grande)	305	300	605
	Tiempo operativo real (h)	11,10	10,65	21,75
	Velocidad teórica (resma grande/h)	32	32	64
	Unidades buenas (resma grande)	290	291	581

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información anteriormente proporcionada se determina el indicador OEE para el producto de resma grande de papel Texcote en la máquina cortadora C1.

Tabla LX. **Porcentaje OEE de cortadora C1 para resma grande de papel Texcote**

Indicador		OEE
% Disponibilidad	90,63 %	75,66 %
% Calidad	95,99 %	
% Rendimiento	86,98 %	

Fuente: elaboración propia.

Se concluye una clasificación “aceptable” para el indicador de eficiencia.

2.1.10.1.5. Cortadora C2

A continuación se indica una ficha técnica para los indicadores de eficiencia del equipo cortadora C2 para cualquier producto.

Tabla LXI. **Ficha técnica de indicadores de disponibilidad, rendimiento y calidad en la máquina cortadora C2**

Frecuencia	2 semanas
Fuente de información	Un operador encargado por máquina y epesista
Encargado	Maquinista encargado de mantenimiento

Fuente: elaboración propia.

- Papel bond en C2

A continuación se presentan los datos obtenidos para el cálculo del OEE de la máquina cortadora C2 observando únicamente el producto de resma grande de papel bond.

Tabla LXII. Datos para el cálculo del porcentaje OEE para la resma grande de papel bond en la cortadora C2

Producto	Descripción	Datos semanales		Sumatoria
		1	2	
Resma grande de papel bond	Tiempo programado (h)	44	40	84
	Tiempo perdido (h)	6,80	7,5	14,3
	Producción real (resma grande)	1 391	1 187	2 578
	Tiempo operativo real (h)	37,20	32,5	69,7
	Velocidad teórica (resma grande/h)	44	44	88
	Unidades buenas (resma grande)	1 224	1 068	2 293

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información anteriormente proporcionada se determina el indicador OEE para el producto de resma grande de papel bond en la máquina cortadora C2.

Tabla LXIII. Porcentaje OEE de cortadora C2 para resma grande de papel bond

Indicador		OEE
% Disponibilidad	82,98 %	62,03 %
% Calidad	88,92 %	
% Rendimiento	84,07 %	

Fuente: elaboración propia.

Se concluye una clasificación “inaceptable” para el indicador de eficiencia.

- Papel manila en C2

A continuación se presentan los datos obtenidos para el cálculo del OEE de la máquina cortadora C2 observando únicamente el producto de resma grande de papel manila.

Tabla LXIV. **Datos para el cálculo del porcentaje OEE para la resma grande de papel manila en la cortadora C2**

Producto	Descripción	Datos semanales		Sumatoria
		1	2	
Resma grande de papel manila	Tiempo programado (h)	44	28	72
	Tiempo perdido (h)	6,19	4,5	10,69
	Producción real (resma grande)	1 059	632	1 691
	Tiempo operativo real (h)	37,81	23,5	61,31
	Velocidad teórica (resma grande/h)	32	32	64.19
	Productos buenos	932	537	1 469

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información anteriormente proporcionada se determina el indicador OEE para el producto de resma grande de papel manila en la máquina cortadora C2.

Tabla LXV. **Porcentaje OEE de cortadora C2 para resma grande de papel manila**

Indicador		OEE
% Disponibilidad	85,15 %	63,51 %
% Calidad	86,88 %	
% Rendimiento	85,85 %	

Fuente: elaboración propia.

Se concluye una clasificación “inaceptable” para el indicador de eficiencia.

- Papel Kraft en C2

A continuación se presentan los datos obtenidos para el cálculo del OEE de la máquina cortadora C2 observando únicamente el producto de resma grande de papel Kraft.

Tabla LXVI. **Datos para el cálculo del porcentaje OEE para la resma grande de papel Kraft en la cortadora C2**

Producto	Descripción	Datos semanales		Sumatoria
		1	2	
Resma grande de papel Kraft	Tiempo programado (h)	12	4	16
	Tiempo perdido (h)	1,62	0,87	2,49
	Producción real (resma grande)	428	125	553
	Tiempo operativo real (h)	10,38	3,13	13,51
	Velocidad teórica (resma grande/h)	48	48	96
	Unidades buenas (resma grande)	356	106	462

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información anteriormente proporcionada se determina el indicador OEE para el producto de resma grande de papel Kraft en la máquina cortadora C2.

Tabla LXVII. **Porcentaje OEE de cortadora C2 para resma grande de papel Kraft**

Indicador		OEE
% Disponibilidad	84,44 %	60,11 %
% Calidad	83,45 %	
% Rendimiento	85,30 %	

Fuente: elaboración propia.

Se concluye una clasificación “inaceptable” para el indicador de eficiencia.

Finalmente, el objetivo de medir la eficiencia de las máquinas es identificar oportunidades de mejora. Como se puede observar, la mayoría de las máquinas oscila la clasificación entre inaceptable y regular. Es por ello que, mediante la herramienta manufactura esbelta, se podrán minimizar las causas de ineficiencia aplicando varias herramientas que engloba esta metodología.

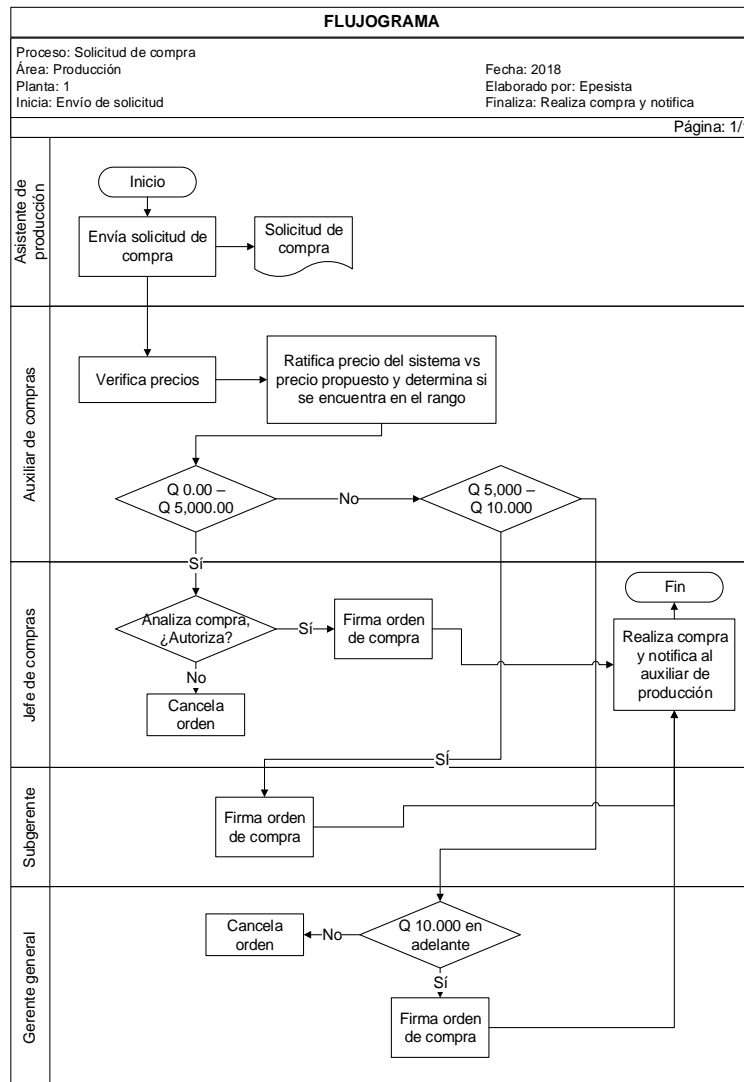
2.1.11. Inventario

El proceso de manejo de inventario se limita al conteo del producto terminado, posteriormente al ingreso de los productos al sistema SAP y finalmente se procede a la preparación de los pedidos.

2.1.11.1. Orden de compra

El proceso de orden de compra inicia en el momento que el asistente o auxiliar de producción envía la solicitud de compra al departamento de compras, y finaliza cuando se realice la compra o no se apruebe la solicitud.

Figura 57. Flujograma de proceso de compra



Fuente: elaboración propia

2.1.11.2. Registro de inventario al sistema SAP

La programación de la producción inicia en el momento en que el departamento de ventas o facturación realiza la requisición a producción por medio de una orden de pedido; esta orden de pedido es considerada por orden de llegada o prioridad específica. Posteriormente, se procede a programar la producción acorde a la orden de pedido.

Luego de finalizada la producción con el producto final embalado, el auxiliar de producción procede a contarlos manualmente y anotarlos en un cuaderno. Con base en los datos obtenidos procede a ingresarlos -en forma manual- al sistema SAP uno por uno, dando paso a olvidos o cantidades incorrectas. Hasta este punto se finaliza el manejo de inventarios en la empresa.

Otro punto débil observado en el manejo de inventarios es el método de información de finalización de pedido en producción por parte del operario, el cual lo realizan de forma verbal, por lo tanto, se pierde tiempo al momento que este le informa al auxiliar dejando libre su puesto de trabajo.

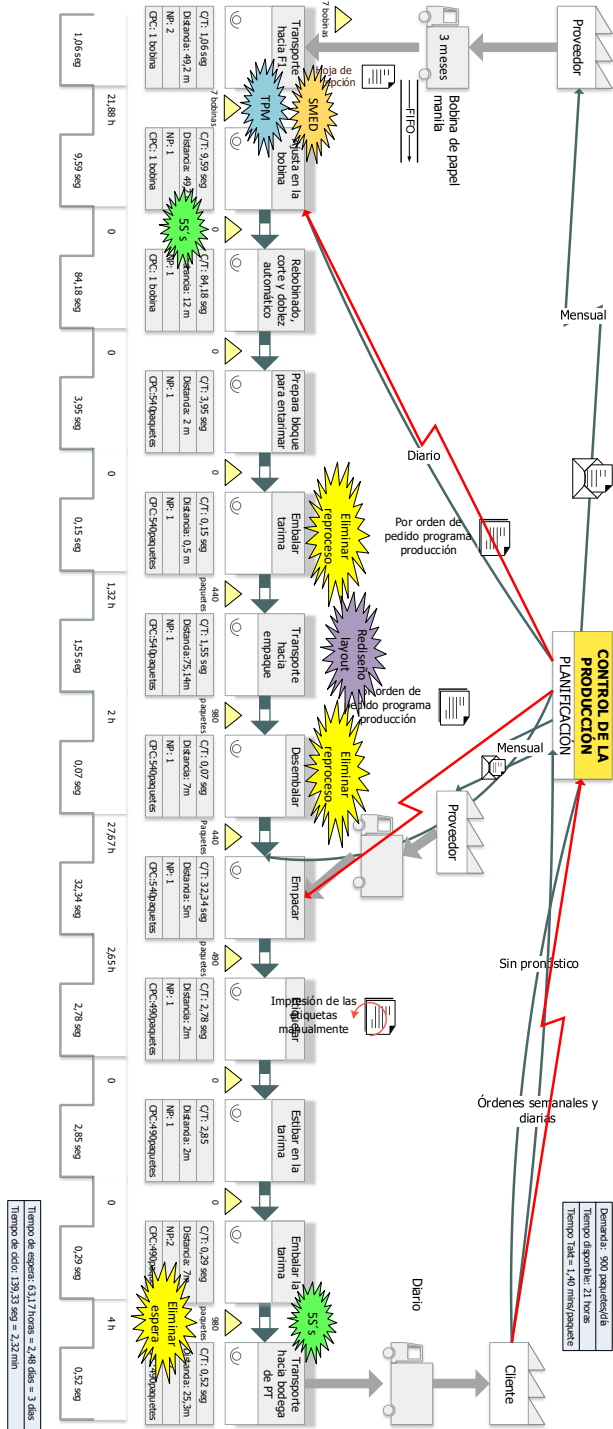
2.2. Propuesta de aplicación de manufactura esbelta a la planta de producción No. 1.

Se presenta la propuesta de aplicación de manufactura esbelta.

2.2.1. Mapeo de cadena de valor futura (VSM)

El mapeo de cadena de valor futura deberá realizarse con base en el mapeo de cadena de valor actual, el cual se realizó en el inciso 2.1.5. El mapeo de cadena de valor futura busca hallar oportunidades de mejora según lo observado en el mapeo actual. Este deberá realizarse para cada mapeo actual de cada familia, sin embargo, como se había indicado anteriormente, se elaborará únicamente el de la familia 4 a modo de ejemplificar el modo de empleo.

Figura 58. Mapeo de cadena de valor futura, familia 4



Fuente: elaboración propia

2.2.2. Grupos de trabajo

El objetivo de los grupos de trabajo en esta técnica es identificar áreas de oportunidad para resolver problemas cortos y concluir mejoramientos. Para ello es importante que estén conformados por personas con alta capacidad de aplicar, operar y evaluar dichas propuestas con un enfoque de mejora continua.

Dentro de los beneficios de estos grupos está mejorar todos los procesos para evitar pérdidas, los equipos deberán ser multidisciplinarios, esta relación estimula la creatividad dando nuevas y mejores ideas de trabajo. Los equipos serán de diferentes niveles que se reúnen para definir iniciativas de mejora de procesos. Deberán estar inscritos en la filosofía de la mejora continua y la proximidad a los procesos y resultan próximos a conceptos como la eliminación de cualquier despilfarro que propone el *Lean Manufacturing*.

Se sabe que la base de la metodología es que todos los trabajadores deben recibir capacitación y, para este efecto, cada uno deberá tener especial énfasis en su herramienta, pues son ellos los encargados de hacerla funcionar a través de todo el proceso, al igual que enseñar a los demás su uso adecuado y los beneficios esperados.

Cada grupo deberá contar con un líder, el cual será encargado de guiar a los miembros de su equipo para la implementación adecuada de todas las herramientas. Debe dejar ver a los miembros del grupo la importancia de trabajar en equipo con los otros grupos para así sacar el mejor provecho de su herramienta. Es responsable de la motivación e integración de todos los grupos, pues siempre existe la posibilidad de caer en un ambiente competitivo, y el ambiente que beneficia es un ambiente de constante esfuerzo en equipo, todos

esperan llegar al mismo punto al mismo tiempo, pues es solo con la colaboración de todas las personas involucradas que se logrará el objetivo final.

Al escoger estos líderes de trabajo la empresa deberá buscar las siguientes características:

- Deseo de liderar y la voluntad de cooperar
- Conocimiento en el trabajo y la herramienta que liderará
- Conocimiento de las responsabilidades de los grupos de trabajo
- Habilidad para el mejoramiento continuo
- Habilidad de liderazgo y para enseñar

Estos líderes tendrán tareas específicas para el éxito del proyecto:

- Comprometerse a seguir la filosofía Lean
- Determinar cómo es el proceso y trabajar en este
- Realizar diagnósticos Lean
- Valorar el desempeño del equipo

Estos grupos no son como los círculos de calidad, a diferencia que son multidisciplinarios, no son estables, es decir que variarán al concluir con las propuestas y porque son más autónomos. A estos grupos se le da más libertad de definir la problemática y temas por cualquier miembro, siempre y cuando sea coherente y cumpla con los objetivos establecidos.

Se considera ideal formar un equipo por cada herramienta que se desarrolla en este proyecto, conforme se implemente cada herramienta. Algunos grupos trabajarán conjuntamente, puesto que las herramientas se

relacionan entre sí, por lo tanto, la formación de equipos para las distintas herramientas queda de la siguiente forma:

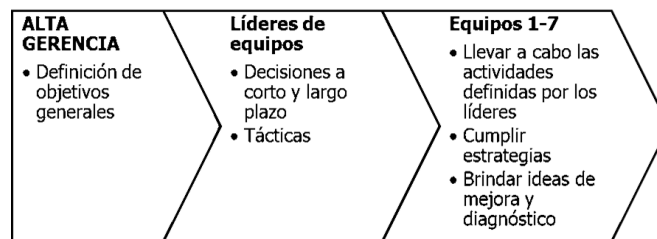
Tabla LXVIII. **Formación de equipos**

Equipo	Herramienta	Logotipo
Equipo 1	5S's	5s
Equipo 2	Jidoka	JD
Equipo 3	Poka-Yoke	PY
Equipo 4	SMED	SD
Equipo 5	TPM	TPM
Equipo 6	VSM	VSM
Equipo 7	ANDON	AD

Fuente: elaboración propia.

En definitiva, todos los trabajadores deben recibir capacitación constante sobre la filosofía Lean, sin embargo, estos deberán tener un amplio conocimiento y especial énfasis en la herramienta del grupo, pues ellos son los encargados de hacerla funcionar a través de todo el proceso. En el presente informe, la herramienta TPM, en el inciso 2.2.8, indica un grupo más específico debido a la complejidad de la herramienta. Sin embargo, los otros grupos sí deberán seguir el siguiente rol jerárquico y conformarse en grupos de 7 y 8.

Figura 59. **Rol jerárquico para grupos Kaizen**




Fuente: elaboración propia.

2.2.2.1. Talleres Kaizen

Se tiene que entrenar todo el personal relacionado con la organización para aprender a observar, se debe tener claro el proceso y conocerlo suficientemente bien para que simples ejercicios de observación de las actividades diarias resalten problemas que puedan causar inconvenientes a futuro. Nunca se debe dejar de observar y aprender del proceso y las personas alrededor del mismo. El aprendizaje constante, ya sea por medio de entrenamiento o rápidos experimentos en la línea, ayudan a formar un buen equipo con mentes críticas y unos buenos reflejos para solucionar cualquier problema que se presente en el menor tiempo posible.

El formato siguiente deberá ser completado desde de la formación del grupo de trabajo, adjuntando la información que se concluya en cada taller efectuado.

Figura 60. Formato de proyectos Kaizen

 KAIZEN																																																																																														
OBJETIVO: _____ EQUIPO: _____ FECHA: _____ SUPERVISOR / LIDER <table border="1"> <thead> <tr> <th>NOMBRES</th> <th>NO.</th> <th>FIRMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	NOMBRES	NO.	FIRMA													IDEAS GENERALES <table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th> </th> <th> </th> <th> </th> <th> </th> <th> </th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>2</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>3</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>4</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>5</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>6</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table> SOLUCIÓN <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">No.</th> <th rowspan="2">Actividad</th> <th rowspan="2">Responsable</th> <th rowspan="2">Fecha</th> <th colspan="4">% Avance</th> </tr> <tr> <th>25%</th> <th>50%</th> <th>75%</th> <th>100%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td>Firma</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td>Firma</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td>Firma</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	No.						1						2						3						4						5						6						No.	Actividad	Responsable	Fecha	% Avance				25%	50%	75%	100%			Firma								Firma								Firma					
NOMBRES	NO.	FIRMA																																																																																												
No.																																																																																														
1																																																																																														
2																																																																																														
3																																																																																														
4																																																																																														
5																																																																																														
6																																																																																														
No.	Actividad	Responsable	Fecha	% Avance																																																																																										
				25%	50%	75%	100%																																																																																							
		Firma																																																																																												
		Firma																																																																																												
		Firma																																																																																												
SITUACIÓN ACTUAL <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>																																																																																														
ANÁLISIS 5 por qué <input type="checkbox"/> Lluvia de ideas <input type="checkbox"/> Pareto <input type="checkbox"/> Ishikawa <input type="checkbox"/>																																																																																														

Fuente: elaboración propia.

2.2.3. Aplicación de metodología 5S

Como parte de la filosofía Lean se introduce la aplicación de la metodología 5S, la cual busca mejorar las condiciones de organización, orden y limpieza propiciando un flujo de trabajo optimizado. Las 5S aborda la seguridad haciendo que un lugar de trabajo sea seguro y agradable al colaborador. Esto reduce el riesgo de accidentes laborales. Por ejemplo: es menos probable que los colaboradores se tropiecen con objetos que están fuera de lugar o que se hagan daño con equipo que no tiene las medidas de seguridad adecuadas. Por lo tanto, en el siguiente apartado se dejarán las bases para implementar la metodología 5S en la planta No. 1.

2.2.3.1. Primera S, organizar sistemáticamente

En esta fase de la implementación de la 5S se debe clasificar y eliminar todo lo innecesario en el área de trabajo.

2.2.3.1.1. Procedimiento

El procedimiento es muy simple y se describe a continuación.

Tabla LXIX. **Procedimiento para 1S- Organizar sistemáticamente**

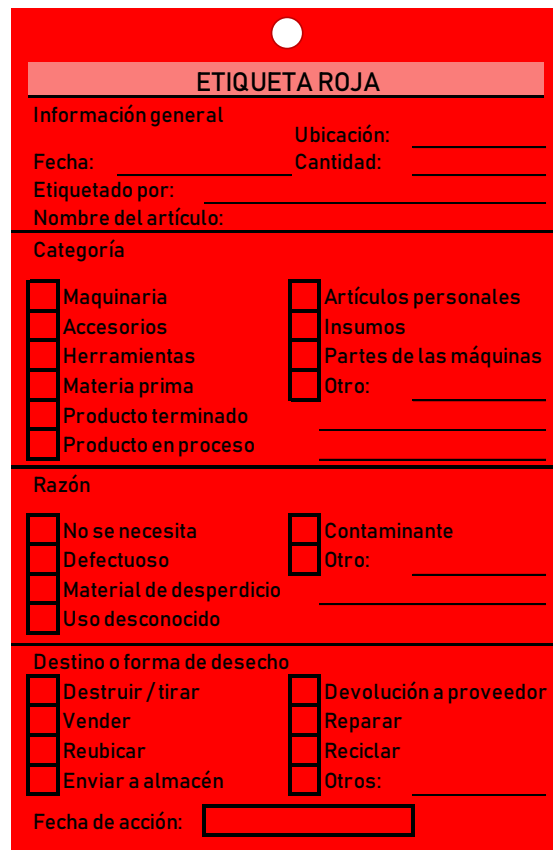
Actividad		Descripción
1	Ubicar	Ubicación del objeto a evaluar, todos los objetos fuera de lugar.
2	Clasificación	Determinación si el objeto es necesario o innecesario.
3	Acción	Si el objeto es necesario, continúa a la siguiente fase.
		Si el objeto es innecesario se procede a elaborar la tarjeta roja,

Fuente: elaboración propia.

2.2.3.1.2. Tarjetas Rojas

Las tarjetas rojas serán aplicadas a todo objeto innecesario que se encuentre fuera del lugar establecido y que obstaculice el área de trabajo. Estas tarjetas rojas se utilizan para facilitar la ubicación de esos artículos que no le agregan valor al proceso y que no permiten mantener un área de trabajo limpio y seguro. A continuación se presenta el formato de tarjeta roja que debe utilizarse para identificar y clasificar los artículos que impiden un área de trabajo ordenado.

Figura 61. Formato de tarjeta roja



ETIQUETA ROJA

Información general

Ubicación: _____
Fecha: _____ Cantidad: _____
Etiquetado por: _____
Nombre del artículo: _____

Categoría

<input type="checkbox"/> Maquinaria	<input type="checkbox"/> Artículos personales
<input type="checkbox"/> Accesorios	<input type="checkbox"/> Insumos
<input type="checkbox"/> Herramientas	<input type="checkbox"/> Partes de las máquinas
<input type="checkbox"/> Materia prima	<input type="checkbox"/> Otro: _____
<input type="checkbox"/> Producto terminado	_____
<input type="checkbox"/> Producto en proceso	_____

Razón

<input type="checkbox"/> No se necesita	<input type="checkbox"/> Contaminante
<input type="checkbox"/> Defectuoso	<input type="checkbox"/> Otro: _____
<input type="checkbox"/> Material de desperdicio	_____
<input type="checkbox"/> Uso desconocido	

Destino o forma de desecho

<input type="checkbox"/> Destruir / tirar	<input type="checkbox"/> Devolución a proveedor
<input type="checkbox"/> Vender	<input type="checkbox"/> Reparar
<input type="checkbox"/> Reubicar	<input type="checkbox"/> Reciclar
<input type="checkbox"/> Enviar a almacén	<input type="checkbox"/> Otros: _____

Fecha de acción:

Fuente: elaboración propia.

La tarjeta roja se divide en tres fases, estas deben ser completadas correctamente. Se comienza con la categorización del artículo, ya sea maquinaria, accesorios, herramientas, materia prima, producto terminado, inventario en proceso, insumos, basura u otro. Cada artículo debe contar con la fecha, ubicación y la cantidad. Luego se procede a definir la razón del por qué se considera un objeto innecesario. Y finalmente la acción a tomar, que se considera el aspecto más importante, esta tarjeta roja debe colocarse inmediatamente al objeto luego de definir su destino, y se le deberá de dar seguimiento.

2.2.3.2. Segunda S, ordenar y colocar visualmente

En esta fase de la implementación de las 5S, luego de eliminar los objetos innecesarios por medio de tarjetas rojas, se debe ubicar y ordenar los objetos que son necesarios en el área de trabajo. Para realizar la reubicación se debe seguir el siguiente procedimiento:

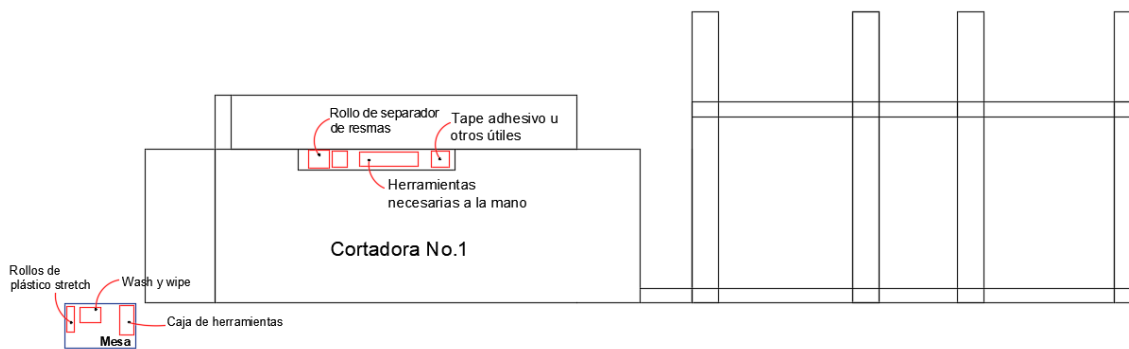
Tabla LXX. Procedimiento para 2S- Ordenar

Actividad		Descripción
1	Definir el área	Dirigirse al área a evaluar.
2	Ubicar	Conforme a la ubicación propuesta, reordenar los objetos indicados en los diagramas.
3	Ordenar	Colocar los objetos conforme a la propuesta.
4	Definir objetos de soporte y orden	Existirán algunos objetos que requerirán de un soporte o cajas para guardar objetos, de manera creativa se deberán colocar estos objetos para cumplir con la organización propuesta en los diagramas siguientes.
5	Etiquetas	En cada contenedor o mecanismo deberá colocarse una etiqueta y aplicar el control visual para la fácil ubicación de los objetos.

Fuente: elaboración propia

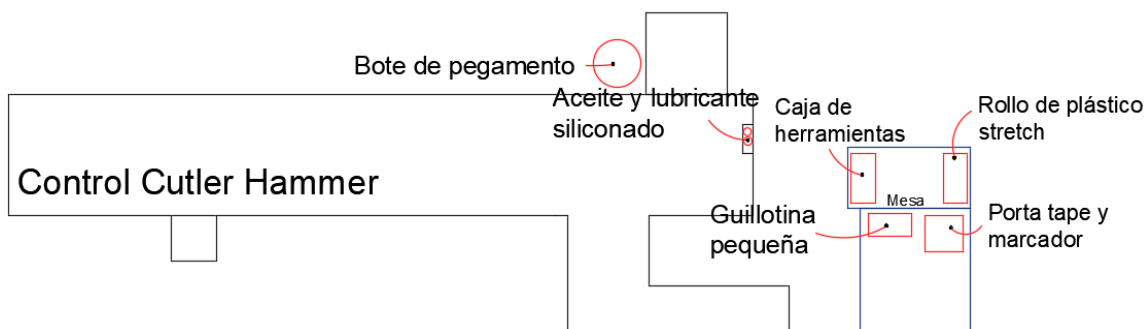
A continuación se propone la ubicación para algunos objetos acorde a la frecuencia de uso, seguridad, calidad y eficacia. Para mantener el orden se recomienda crear los medios para asegurar que cada artículo vuelva a su lugar.

Figura 62. **Ordenamiento de la máquina C-C1**



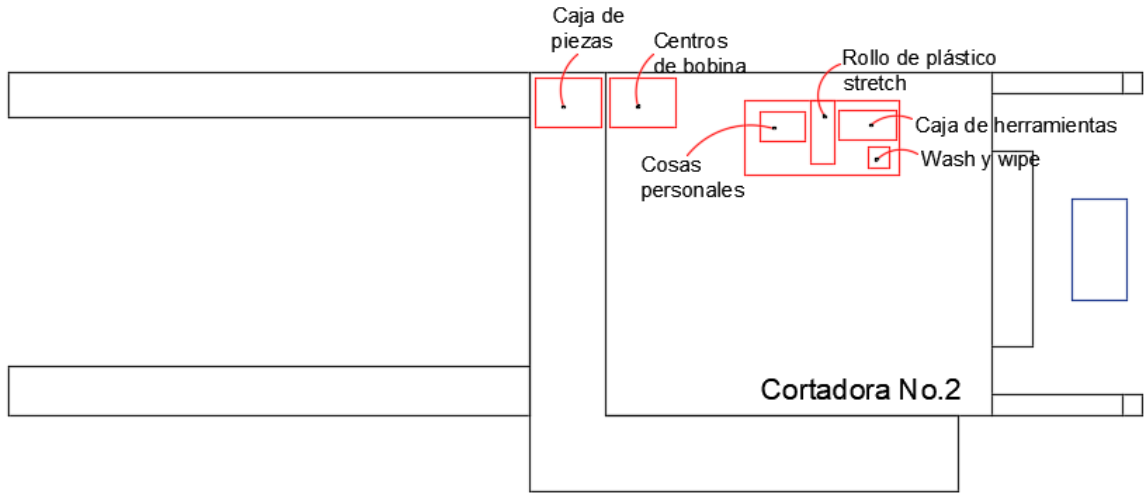
Fuente: elaboración propia.

Figura 63. **Ordenamiento de la máquina T-SM**



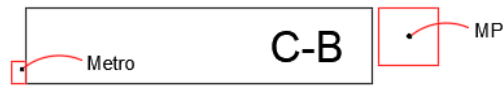
Fuente: elaboración propia.

Figura 64. **Ordenamiento de la máquina C-C2**



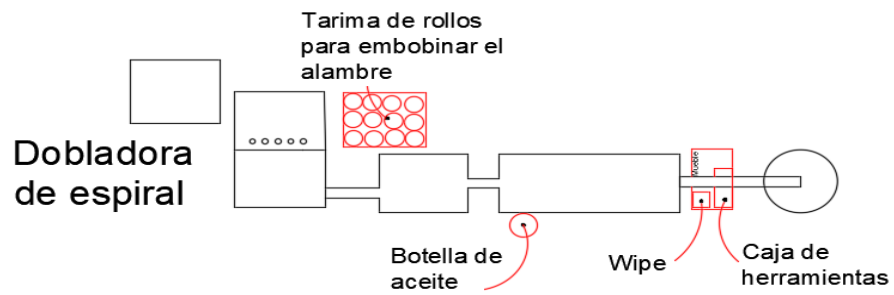
Fuente: elaboración propia.

Figura 65. **Ordenamiento de la máquina C-B**



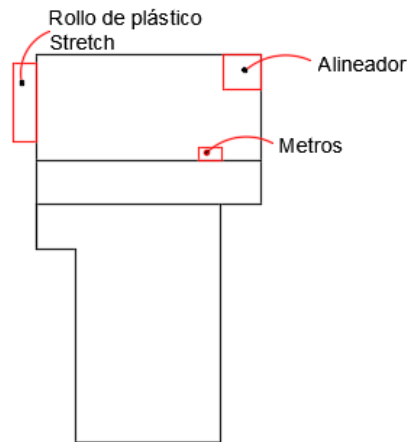
Fuente: elaboración propia.

Figura 66. **Ordenamiento de la máquina E-DA**



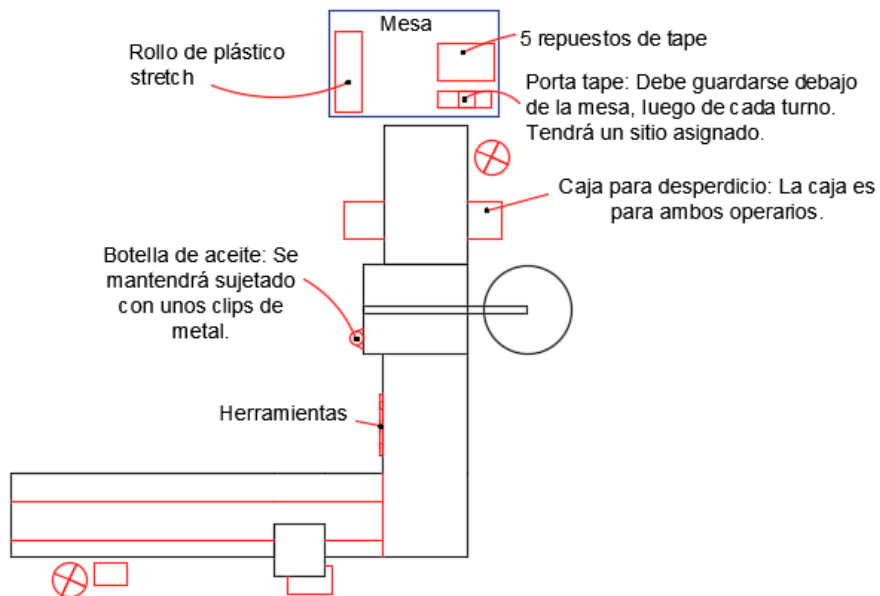
Fuente: elaboración propia.

Figura 67. **Ordenamiento de la máquina C-G**



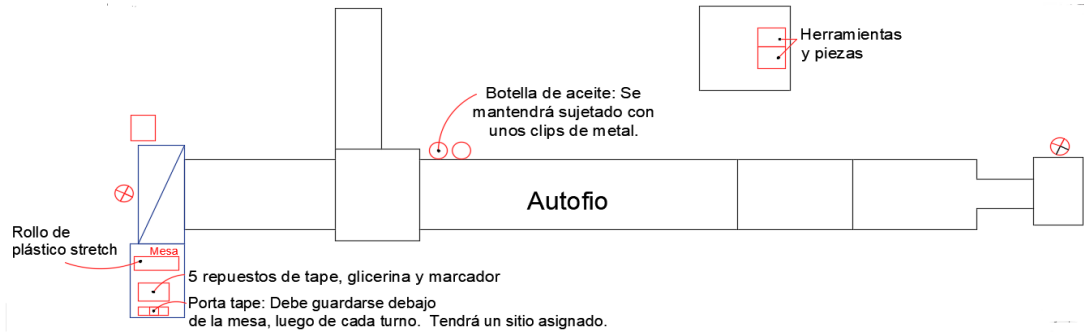
Fuente: elaboración propia.

Figura 68. **Ordenamiento de la máquina E-ES**



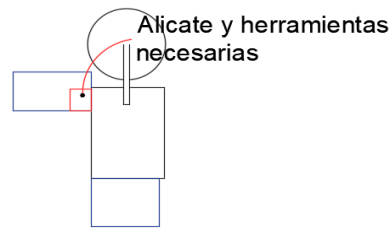
Fuente: elaboración propia.

Figura 69. **Ordenamiento de la máquina E-EDS**



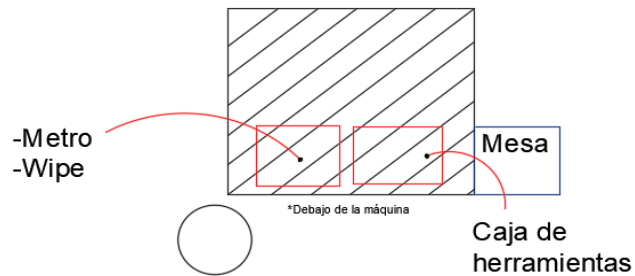
Fuente: elaboración propia.

Figura 70. **Ordenamiento de la máquina E-EM**



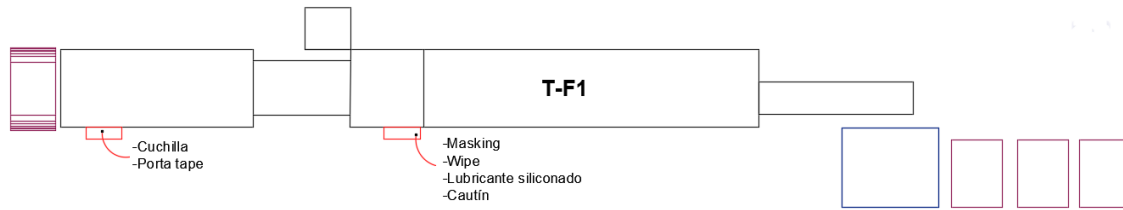
Fuente: elaboración propia.

Figura 71. **Ordenamiento de la máquina T-T**



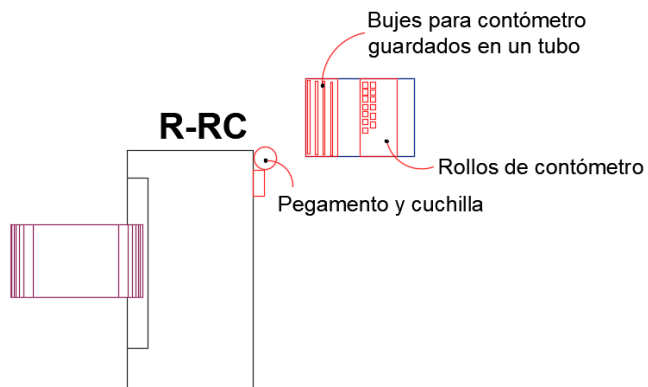
Fuente: elaboración propia.

Figura 72. **Ordenamiento de la máquina T-F1**



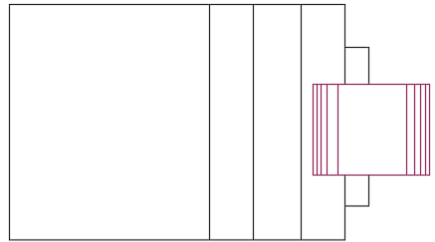
Fuente: elaboración propia.

Figura 73. **Ordenamiento de la máquina R-RC**



Fuente: elaboración propia.

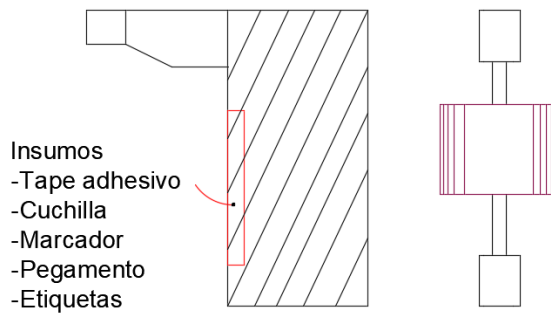
Figura 74. **Ordenamiento de la máquina R-R1**



- Carretilla con herramientas:
- Metro
 - Cuchilla
 - Llave $\frac{9}{16}$
 - Llave $\frac{7}{16}$

Fuente: elaboración propia.

Figura 75. **Ordenamiento de la máquina R-R4**



Fuente: elaboración propia.

Todos los nombres señalados en las imágenes deben ir obligatoriamente indicados mediante etiquetas.

2.2.3.2.1. Etiquetas

Es importante el empleo de etiquetas para señalar el sitio correcto de los objetos, debido a que la empresa constantemente se encuentra contratando personal temporal que no está familiarizado con la ubicación de los objetos. Esta parte de colocación de etiquetas se toma en cuenta nuevamente en la última fase de las 5S, la cual se enfoca en el control visual y va a ir directamente relacionada a como se ubican los objetos en el inciso anterior. Se propone el siguiente diseño para las etiquetas:

Figura 76. Diseño de etiqueta



Fuente: elaboración propia.

2.2.3.3. Tercera S, limpiar

Se presenta el contenido relacionado con la tercera S.

2.2.3.3.1. Procedimiento

Esta fase consiste en mantener limpio el lugar de trabajo, no es una fase difícil de entender puesto que se enfoca en permitir o crear una disciplina de limpieza y esa disciplina podrá crearse si se siguen los siguientes pasos.

Tabla LXXI. **Procedimiento para establecer la limpieza en el área de trabajo**

Actividad		Descripción
1	Campaña	Elaborar una campaña en la que se indique la importancia de mantener limpia el área de trabajo.
2	Planificar limpieza	Como dentro las áreas de la planta son bastante extensas y el polvo es bastante excesivo, se recomienda realizar grupos de limpieza y asignar responsabilidades por zona a cada trabajador. Siempre deberá haber un responsable de limpieza de cada zona o turno de trabajo.
3	Elaborar manual de limpieza	El manual debe incluir todas las directrices para la correcta gestión de limpieza dentro de la planta. Estas actividades se determinarán de acuerdo con la seguridad, calidad y eficiencia.
4	Definir los elementos de la limpieza	En este punto, todos los utensilios ya deberían tener un sitio asignado y estar debidamente etiquetados, que todas las áreas cuenten con su equipo de limpieza específico. Por lo tanto, lo que se espera en este apartado es que los operarios conozcan y estén entrenados sobre la utilización y uso de estos elementos desde el punto de vista de seguridad. Como se ha observado en la planta, que debido a que el suelo no está en buenas condiciones, la limpieza se vuelve peligrosa por el exceso de polvo, por lo que se recomienda el uso de mascarilla y lentes para evitar enfermedades ocupacionales.

Fuente: elaboración propia.

2.2.3.3.2. Registros

Parte importante de la fase de limpieza es llevar un registro. En el cuadro siguiente se presenta una propuesta para el registro de la limpieza, dependiendo el sector o estructura.

Tabla LXXII. **Formato de registro de limpieza por área**

Registro de limpieza del área:		Área de cuaderno		Fecha:	
Estructura	Actividad	Hora	Grupo	Supervisó	Observaciones
Máquina <i>Autofio</i>					
Máquina <i>Bielomatik 1</i>					
Máquina <i>Bielomatik 2</i>					

Fuente: elaboración propia.

Este cuadro debe aplicarse por área, las áreas que se recomiendan son las siguientes:

- Área de cuaderno
- Área de guillotina
- Área de cortadora 1 y 2
- Área de folder
- Área de sobre
- Área de empaque
- Área de rebobinadoras de Kraft
- Área de cuaderno cosido

Dependiendo del área para la que se esté programando la limpieza, se deberá colocar la estructura, en la cual irán los sitios detallados o sectores en que se estará realizando la limpieza. Es importante aclarar que esta limpieza no involucra el mantenimiento o lubricación de las máquinas.

2.2.3.4. Cuarta S, estandarizar y mantener

La estandarización significa crear un modo consistente de realización de tareas y procedimientos. Esta metodología va de la mano con el sistema TPM, debido a que ambas técnicas se encargan de que el operario mantenga en condiciones óptimas la maquinaria y el área de trabajo para evitar daños o paros de maquinaria por falta de buenas prácticas de manufactura. Esta cuarta S está fuertemente relacionada con la creación de los hábitos, para conservar el lugar de trabajo en perfectas condiciones.

Una vez que se tiene los procedimientos definidos para ayudar a cada tarea que se va a hacer, los métodos de limpieza y maneras de mantener y organizar el equipo y las herramientas, ya se podrá establecer un estándar. En esta fase todos los documentos que se elaboraron para documentación de procedimientos como manuales de limpieza, elementos de limpieza, condiciones de limpieza y todas las lecciones de un punto, deben estandarizarse. Para implantar Seiketsu (estandarización) se requiere los siguientes pasos:

2.2.3.4.1. Asignación de responsabilidades

Para mantener las condiciones de las tres primeras S's, todo el personal de la institución deberá conocer exactamente cuáles son sus responsabilidades sobre lo que tiene que hacer, cuándo, dónde y cómo hacerlo.

Dentro de algunas herramientas que realizan asignación de responsabilidades están:

- Formato de registros del trabajo de limpieza preparado en la etapa de limpieza.
- Manual de limpieza preparado en la etapa de limpieza.
- Cuadro de gestión visual donde se registra el avance de cada S implantada.
- Programa de trabajo.
- Lecciones de un punto.

2.2.3.4.2. Integración de las actividades

La integración de las actividades se refiere a cambiar la cultura de Papelco, S.A.. Este cambio de cultura implicará implementar algunas acciones para que se convierta en un comportamiento estándar en la empresa.

- Tablero 5S
 - *Slogans* sobre 5S.
 - Exhibiciones fotográficas de mejoras (fotografías antes-después).
 - Listas de control.
 - Formatos de registro.
 - Flujograma descrito en la etapa de limpieza.
 - Propósitos definidos en el manual de limpieza.
 - Cuadro resumen (tabla LXXVIII) para conocer la limpieza por área de una forma más sencilla.

Tabla LXXIII. **Cuadro resumen para establecer la limpieza en las 5S's**

Zona o área				
Elaborado por				
Superficies y/o elementos a limpiar	Frecuencia mínima (veces por día/semana)	Qué productos utilizar (anexos)	Condiciones	Modo de empleo (LUP's)

Fuente: elaboración propia.

Este cuadro resumen servirá para indicar la forma de limpieza para cada área, pero para ello ya deben haberse realizado los listados de productos para limpieza a utilizar, las condiciones y el modo de empleo para indicar nada más el código o anexo y así facilitar la búsqueda. No obstante, dentro de la integración de actividades se toman en cuenta las reuniones de seguimiento, estas deben realizarse cada dos semanas

2.2.3.5. Aplicar autodisciplina

Se presenta información importante sobre disciplina.

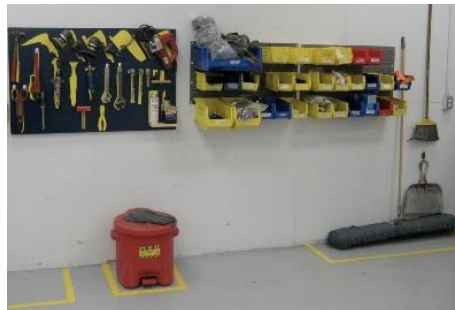
2.2.3.5.1. Sistemas de control visual

En un sistema de control visual no se trata de construir carteles con frases, eslóganes o caricaturas con el objetivo de sensibilizar al trabajador, aunque para nuevos empleados sí influye, sino que se refiere a distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal.

Se trata de establecer mecanismos de detección de anomalías de forma que cualquiera las pueda percibir, para ello primero se debe tener lo siguiente:

- Conocer los elementos a controlar
- Establecer la diferencia entre normalidad y anormalidad
- Idear algunos mecanismos para el control visual tales como:
 - Mapas
 - Colores que indiquen límites

Figura 77. **Ejemplo de mecanismo de control visual 5S**



Fuente: Pro Optim. Consultado en junio de 2018

- Etiquetas
- Marcas

Estos mecanismos ayudarán a identificar sistemas como:

- Máximos y mínimos
- Reposición
- Orden o ubicación
- Destino
- Colores

- Indicadores o señalización
- Ausencia de alguna herramienta

Todos estos mecanismos pueden ser aplicados a todos los objetos necesarios observados en la segunda S (inciso 2.2.3.2).

2.2.3.5.2. Sistema de auditoría

Las auditorías de 5S deben realizarse como una actividad para sorprender las áreas de cómo están en su día a día. Estas auditorías deben servir como:

- Retroalimentación
- Presentar oportunidades de mejora
- Mostrar la evolución de las 5S en la planta

El formato para realizar la auditoría es el siguiente:

Figura 78. Formato de resumen para registrar la auditoría 5S

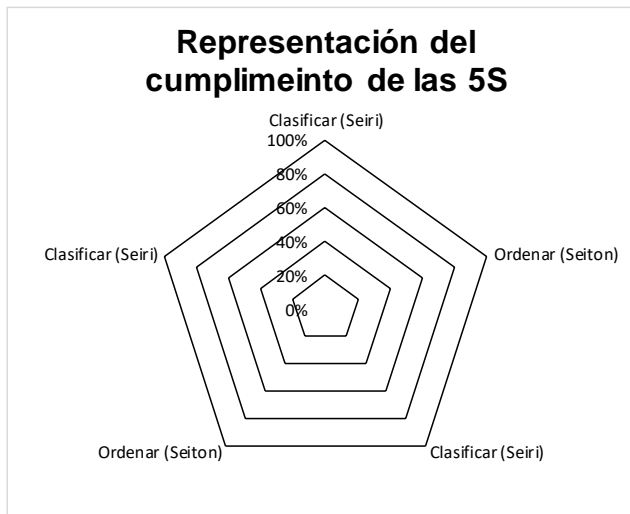
Evaluación de auditoría 5S's
 Fecha: _____
 Auditor: _____
 Área: _____

Id	5S	Porcentaje de cumplimiento
1S	Clasificar (Seiri)	0%
2S	Ordenar (Seiton)	0%
3S	Clasificar (Seiri)	0%
4S	Ordenar (Seiton)	0%
5S	Clasificar (Seiri)	0%



Auditorías previas

	1	2	3	4	5	Objetivo
1S						12
2S						15
3S						12
4S						18
5S						15
Total						72



Fuente: elaboración propia.

Este formato basa su información en los cuadros siguientes que deberán ser llenados por el auditor de 5S.

Figura 79. Auditoría 1S



AUDITORÍA 1S- SEIRI - CLASIFICAR

Concepto evaluado	Calif.	Criterio de evaluación	Nota	Hallazgo / Observaciones
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	3	Todos los equipos, maquinaria y/o herramientas están siendo utilizados y se encuentran en buenas condiciones de funcionamiento y apariencia		
	2	Existen menos de tres equipos, maquinaria y/o herramientas que no son de utilidad		
	1	Existen mas de tres equipos, maquinaria y/o herramientas que no son de utilidad		
OBJETOS PERSONALES	3	No se encontraron Objetos Personales en el área de trabajo		
	2	Se encontraron menos de tres objetos personales en el área de trabajo en un lugar inadecuado		
	1	Se encontraron más tres objetos personales en el área de trabajo en un lugar inadecuado		
PRODUCTOS DE LIMPIEZA	3	Los elementos de limpieza: trapos, escobas, guantes y productos se encuentran en el sitio asignado		
	2	se encontraron menos de tres productos de limpieza en un lugar inadecuado		
	1	Se encontraron mas de tres productos de limpieza en un lugar inadecuado		
MOBILIARIOS	3	Todos los mobiliarios están ubicados e identificados correctamente en el entorno de trabajo		
	2	Existen al menos tres mobiliarios fuera de su lugar		
	1	Existen más de tres mobiliarios fuera de su lugar		
Total sobre 12 puntos			0	

Fuente: elaboración propia.

Figura 80. Auditoría 2S



AUDITORÍA 2S- SEITON - ORDENAR

Concepto evaluado	Calif.	Criterio de evaluación	Nota	Hallazgo / Observaciones
ASIGNACIÓN DE ESPACIO OBJETOS NECESARIOS	3	Todos los equipos, herramientas y materiales en los puestos tienen un lugar asignado y están siendo utilizados de acuerdo a su frecuencia de uso		
	2	Existen menos de tres equipos, herramientas o materiales que no cumplen el criterio		
	1	Existen más de tres equipos, herramientas o materiales que no cumplen el criterio		
IDENTIFICACIÓN	3	Se encuentran debidamente identificados: Equipos, herramientas, materiales, productos químicos, áreas físicas (pasillos, salidas de emergencia etc.), equipos de emergencia, estado del producto (no conforme, aceptado, retenido para inspección, etc)		
	2	Se encuentran menos de tres elementos sin identificar		
	1	Se encuentran más de tres elementos sin identificar		
DELIMITACIONES	3	Todos los pasillos estan delimitados y se respetan los límites de los equipos materiales etc		
	2	Menos de tres equipo, tarima, u otro objeto que tenga delimitación, no respeta los límites marcados		
	1	Mas de tres equipo, tarima, u otro objeto que tenga delimitación, no respeta los límites marcados		
ELEMENTOS DE EXTINCIÓN	3	El elemento de extinción de incendios se encuentra despejado sin ningún tipo de obstáculo cercano		
	2	Existe menos de tres objetos cercanos al elemento de extinción que puede obstaculizar el paso		
	1	Existe mas de tres objetos cercanos al elemento de extinción que puede obstaculizar el paso		
CONDICIONES DEL SUELO	3	No existen grietas, roturas o sobresaltos en el área evaluada		
	2	Existen menos de tres grietas, roturas o sobresaltos en el área evaluada		
	1	Existen mas de tres grietas, roturas o sobresaltos en el área evaluada		
Total sobre 15 puntos			0	

Fuente: elaboración propia.

Figura 81. Auditoría 3S



AUDITORÍA 3S- SEISO- LIMPIAR

Concepto evaluado	Calif.	Criterio de evaluación	Nota	Hallazgo / Observaciones
LIMPIEZA GENERAL	3	Se evidencia una rutina de limpieza diaria en toda el área asignada (puestos de trabajo, pasillos, infraestructura)		
	2	Se encuentran tres o menos aspectos en el área asignada (puestos de trabajo, pasillos, infraestructura)		
	1	Se encuentran mas de tres aspectos en el área asignada (puestos de trabajo, pasillos, infraestructura)		
CONTENEDORES DE DESECHOS	3	Se están respetando los límites de los contenedores de deshechos		
	2	Algún material pasa los bordes de deshechos		
	1	Más de un material rebasa los bordes de deshechos		
USO DE CONTENEDORES DE BASURA	3	Los contenedores de basura se usan adecuadamente acorde su tipo de desecho		
	2	Existe un contenedor de basura desbordandose o con basura "revuelta"		
	1	Existe más de un contenedor con basura desbordandose ó con basura revuelta		
LIMPIEZA ESPECÍFICA	3	Todas las paredes, techos y pasos de acceso se encuentran limpios libres de residuos		
	2	En dos áreas (paredes, techos y pasos de acceso) como mínimo se encuentran residuos		
	1	En más de dos áreas (paredes, techos y pasos de acceso) se encuentran residuos		
Total sobre 12 puntos			0	

Fuente: elaboración propia.

Figura 82. Auditoría 4S



AUDITORÍA 4S- SEIKETSU- ESTANDARIZAR

Concepto evaluado	Calif.	Criterio de evaluación	Nota	Hallazgo / Observaciones
CONDICIONES	3	Todas las áreas de trabajo cuentan con iluminación, ventilación y ruido en perfectas condiciones		
	2	Todas las áreas de trabajo cuentan con iluminación, ventilación y ruido en condiciones aceptables		
	1	Todas las áreas de trabajo cuentan con iluminación, ventilación y ruido en condiciones deficientes		
ACTUALIZACIÓN DE DOCUMENTACIÓN	3	Todos los estándares y la información del programa esta actualizada		
	2	Menos de tres estándares o la información no se encuentra actualizada		
	1	Más de tres estándares o la información no se encuentra actualizada		
ESTADO DE LA DOCUMENTACIÓN	3	Toda la documentación colocada en las áreas están limpias y en buen estado		
	2	Algún documento está sucio o en malas condiciones		
	1	Más de un documento está sucio o en mal estado		
USO DE EPP	3	Todo el personal se encuentra utilizando debidamente su EPP y se encuentra en buenas condiciones		
	2	Existen menos de tres personas que no se encuentran utilizando debidamente su EPP o no se encuentran en buenas condiciones.		
	1	Existen más de tres personas que no se encuentran utilizando debidamente su EPP o no se encuentran en buenas condiciones.		
INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y MANGUERAS	3	Todos los cables, tomacorrientes cajas eléctricas y mangueras están bien ubicados y en buenas condiciones.		
	2	Menos de tres cables, tomacorrientes; cajas eléctricas y mangueras están mal ubicados o se encuentran en malas condiciones.		
	1	Menos de tres cables, tomacorrientes; cajas eléctricas y mangueras están mal ubicados o se encuentran en malas condiciones.		
USO DE UNIFORME	3	Todas las personas del área viste y tienen el uniforme limpio		
	2	Alguna persona tiene el uniforme sucio, dañado o incompleto		
	1	Más de una persona no tiene uniforme o lo tiene sucio y dañado		
Total sobre 18 puntos			0	

Fuente: elaboración propia.

Figura 83. Auditoría 5S



AUDITORÍA 5S- SHITSUKE- DISCIPLINA

Concepto evaluado	Calif.	Criterio de evaluación	Nota	Hallazgo / Observaciones
REUNIONES DE SEGUIMIENTO	3	Se mostro evidencia de que se estan llevando acabo reuniones de seguimiento del programa, formales e informales.		
	2	A pesar de demostrar que en algunas ocasiones se estan llevando acabo reuniones de seguimiento del programa estas no son una costumbre.		
	1	No se estan llevando acabo reuniones de seguimiento del programa.		
CUMPLIMIENTO DE RUTINAS	3	Se mostro evidencia de que se estan llevando acabo las rutinas de limpieza, verificaciones y auditorias programadas.		
	2	Al menos en tres casos no se mostro evidencia de que se estan llevando acabo las rutinas de limpieza, verificaciones y auditorias programadas.		
	1	Al menos entres casos no se mostro evidencia de que se estan llevando acabo las verificaciones y auditorias programadas.		
ACCIONES CORRECTIVAS	3	Se tienen concluido 100% de las acciones correctivas de la Auditoria anterior		
	2	Se tienen concluido al Menos el 75% de las acciones correctivas de la Auditoria anterior		
	1	No se tiene concluido menos del 75% de los puntos anteriores		
ACCIONES MEJORA	3	Se cuenta con un programa que incluya el conjunto de acciones que se deben emprender para la mejora de los resultados.		
	2	No se cuenta con un programa que incluya el conjunto de acciones que se deben emprender para la mejora de los resultados pero se evidencian actividades que contribuyen al mejoramiento.		
	1	No se cuenta con un programa que incluya el conjunto de acciones que se deben emprender para la mejora de los resultados.		
MOTIVACIÓN	3	Esta todo el personal motivado y capacitado para llevar a cabo los procesos estándar definidos		
	2	Hay menos de 3 personas que no comprenden o no se sienten motivados para llevar a cabo los procesos estándar		
	1	Hay más de 3 personas que no comprenden o no se sienten motivados para llevar a cabo los procesos estándar		
Total sobre 15 puntos			0	

Fuente: elaboración propia.

Al momento de realizar las auditorías, se asignará un puntaje a cada ítem, siempre para cada ítem deberá indicarse hallazgos, estos darán una perspectiva más específica de qué es lo que está fallando o la razón de un puntaje bajo. Para todo hallazgo debe realizarse una acción correctiva.

2.2.4. Aplicación del sistema *Jidoka*

La herramienta *Jidoka* se basa en la ideología de automatización con un toque humano, lo cual quiere decir que el proceso adquiera su propio autocontrol de calidad. Busca que el sistema se detenga por sí solo cada vez que detecte un fallo o un desperfecto de calidad del producto durante el proceso.

Debido a que las herramientas *Jidoka*, Andon y Poka-yoke tienen similitud en su ejecución, se elabora una matriz que permite visualizar la relación que tiene cada oportunidad de mejora con cada una de estas tres herramientas.

En esta matriz, tabla LXXIV, se encuentran las oportunidades de mejora en el eje horizontal, y las herramientas y sus principios en el eje vertical. En los espacios centrales se hizo la evaluación de la relación entre la posible solución que brinda la herramienta y la oportunidad de mejora del proceso. A esta relación se le otorga un puntaje de 0 a 10, siendo 0, la herramienta no brinda ninguna posible solución al problema, y 10, la herramienta puede solucionar su totalidad el problema.

Tabla LXXIV. **Matriz de relación de herramienta vs oportunidad de mejora**

Herramienta de <i>Lean Manufacturing</i> / Fallos y oportunidad de mejora		Cuaderno espiral			Resma
		Corte de papel	Colocación de espiral		Corte en guillotina
		Medidas de corte incorrectas o disparejas	Fallo en la perforación de cuaderno	Fallo en la aplicación de espiral	Hojas con vena
<i>Jidoka</i>	Mecanismo para detectar defectos en el sistema	10	10	10	3

Continuación de la tabla LXXIV.

	Parar la producción en caso de errores o defectos	10	10	10	10
	Diagnóstico de errores	2	6	8	1
Total (%)		73,33 %	86,66 %	93,33 %	46,70 %
Andon	Identificación de piezas defectuosas	10	10	10	10
	Agilizar tiempo de búsqueda	0	0	0	5
	Control constante de la máquina	10	10	10	0
Total (%)		66,70 %	66,70 %	66,70 %	50,00 %
Poka-Yoke	Prevenir errores	0	10	10	10
Total (%)		0,00 %	100,00 %	100,00 %	10,00 %
Herramienta de Lean Manufacturing / Fallos y oportunidad de mejora		Sobre manila		Folder manila	Rollo papel Kraft
		Doblez y pegado		Troquelado	Rebobinado
		Papel acanalado	Doblez defectuoso	Corte por troquelado defectuoso	No está suficiente tensado el rollo
Jidoka	Mecanismo para detectar defectos en el sistema	7	10	9	8
	Parar la producción en caso de errores o defectos	10	10	10	10
	Diagnóstico de errores	0	10	10	0
Total (%)		56,67 %	100,00 %	96,67 %	60,00 %
Andon	Identificación de piezas defectuosas	2	10	10	5
	Agilizar tiempo de búsqueda	5	0	0	0
	Control constante de la máquina	4	10	10	5
Total (%)		36,70 %	66,70 %	66,70 %	33,33 %
Poka-Yoke	Prevenir errores	10	10	10	0
Total (%)		100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

Una vez establecida la relación entre las herramientas Lean y las oportunidades de mejora, se procede a evaluar el porcentaje, que está dado por la suma de la cantidad de puntos acumulados de cada uno de los principios de *Jidoka*, *Andon* y *Poka-yoke* sobre el puntaje máximo posible en cada herramienta. A continuación se realiza una tabla resumen en donde se muestra el porcentaje de relación de la herramienta vs la muda de cada proceso.

Tabla LXXV. **Resumen de herramientas de *Lean Manufacturing***

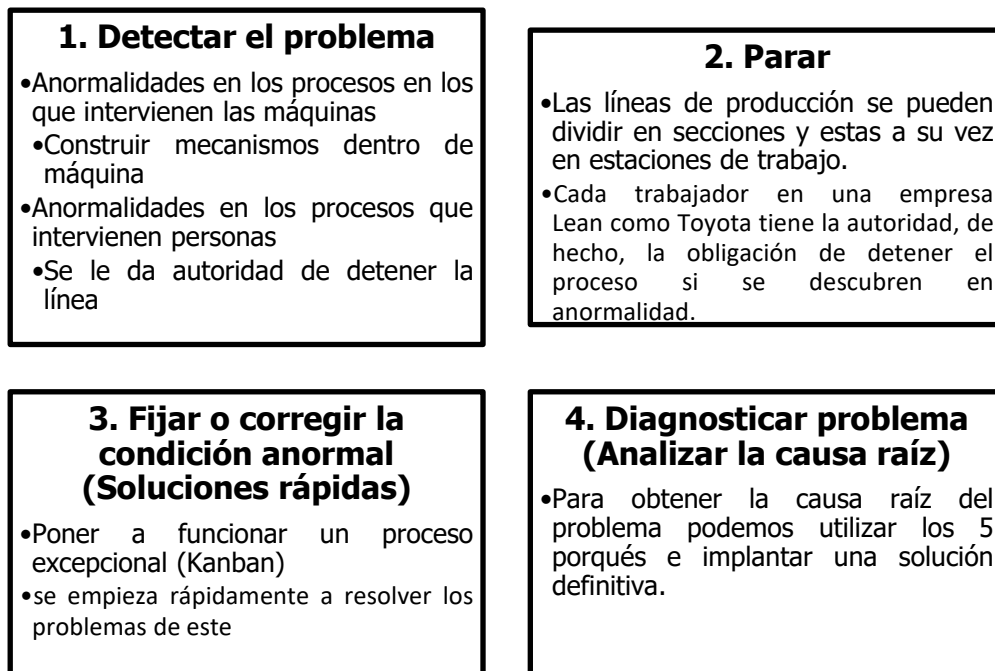
Herramienta de <i>Lean Manufacturing</i>	Cuaderno espiral			Resma
	Corte de papel	Colocación de espiral		Corte en Guillotina
	Medidas de corte incorrectas o disparejas	Fallo en la perforación de cuaderno	Fallo en la aplicación del espiral	Hojas con vena
<i>Jidoka</i>	73,33 %	86,66 %	93,33 %	46,70 %
Andon	66,70 %	66,70 %	66,70 %	50,00 %
Poka-Yoke	0,00 %	100,00 %	100,00 %	10,00 %
Herramienta de <i>Lean Manufacturing</i>	Sobre manila		Folder manila	Rollo papel kraft
	Doble y pegado		Troquelado	Rebobinado
	Papel acanalado	Doble defectuoso	Corte por troquelado defectuoso	No esta suficiente tensado el rollo
<i>Jidoka</i>	56,67 %	100,00 %	96,67 %	60,00 %
Andon	36,70 %	66,70 %	66,70 %	33,33 %
Poka-Yoke	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior, *Jidoka* deberá implementarse en todos los procesos a excepción de la guillotina, esta falla será mitigada con otra herramienta. La herramienta *Jidoka* busca construir la calidad a lo largo del proceso, se limita a básicamente darle seguimiento desde la primera aparición de la falla, con la diferencia que el operador tiene la autoridad de parar la

máquina y realizar la acción correspondiente, debido a que ya está capacitado para darle seguimiento a este tipo de fallas. Y ahí también es donde se aplica el sistema *Jidoka*, en capacitar al operador para que conozca la situación y actúe conforme una acción de mejora continua. Se recomienda trabajar junto con *Jidoka* los mecanismos Andon y Poka-yoke. A continuación se presenta el proceso de implementación, el cual consta de una serie de pasos:

Figura 84. **Pasos del sistema *Jidoka***



Fuente: elaboración propia.

En resumen, como primer paso del sistema *Jidoka* se debe localizar el problema, esto se puede lograr con la implementación de mecanismos tales como Andon o Poka-yoke, los cuales arrojen una señal cuando se detecte un fallo y puedan dar paso a producto defectuoso.

Al aplicar estos mecanismos se les permite a los operadores de la planta que tengan la capacidad de decisión, y por tanto la responsabilidad de poder detener la producción en el caso que se detecte un defecto. Al realizar esta asignación de responsabilidades hacia los operarios, implica, desde el punto de vista de calidad, que no se tendrá un personal directamente para verificar la calidad y otro operario que se dedique únicamente a fabricar, sino que el mismo personal que está fabricando es el que estará controlando la producción sin defectos.

Posterior a localizar el problema y parar la máquina, es importante darle una solución rápida para corregir los efectos del problema. Luego reanudar la producción mientras se encuentra una solución definitiva. El encargado, ya sea el supervisor o el jefe de la planta, debe realizar un informe en el cual se detalle tipo de alerta, la máquina, fecha y demás detalles que permitan y favorezcan a la búsqueda de una solución definitiva del problema.

Seguidamente deberá de darse seguimiento y realizar el diagnóstico y la causa raíz. Se recomienda aplicar herramientas de diagnóstico, tales como: cinco porqués, diagramas de afinidad, método de las 8D's, que servirá para encontrar la solución definitiva, este paso es estrictamente obligatorio, porque lo que busca el sistema *Jidoka* es eliminar las anomalías durante el proceso parte de la mejora continua.

Esta herramienta trabaja en conjunto con la metodología TPM, con el objetivo de atacar varios pilares como mejora focalizada, mantenimiento de calidad y mantenimiento autónomo, es muy importante que se trabaje en conjunto, puesto que ambas herramientas buscan la calidad cero defectos y favorecer a la mitigación de las 6 grandes pérdidas de la máquina.

2.2.4.1. Sistema de luces Andon

El sistema Andon se relaciona con el control visual, el cual se utiliza como una técnica de comunicación que tiene múltiples aplicaciones, que en este caso se relaciona con la identificación de anomalías durante el proceso.

La forma de implementación será mediante la colocación de un dispositivo que indique la condición en tiempo real de la máquina, el operador presiona un botón y automáticamente se activa, luego este idealmente se visualiza en un tablero al cual tiene acceso el supervisor o jefe de área de la planta en que se encuentra. Se aplicará el mecanismo Andon al 69 % de las máquinas, un total de 25 máquinas, debido a que las otras no se encuentran funcionando o su uso es manual.

A continuación se observa una tabla en la cual se desglosa la cantidad de luces Andon que será necesario de instalar.

Tabla LXXVI. **Maquinaria necesaria de instalación de sistema Andon**

No.	Código	Máquina	Cantidad	Luces Andon
1	E-EDS	<i>Autofio</i>	1	1
2	E-ES	<i>Bielomatik</i>	3	3
3	E-EM	Espiral manual (para cuaderno defectuoso)	2	0
4	D-DA	Dobladora de espiral doble	1	0
5	C-G	Guillotinas	5	5
6	C-BC	Cortadora de bujes para contómetro	1	0
7	A-EMB	Embaladora	1	0
8	EM-EPR	Empacadora automática de plástico para resmas	1	1
9	P-PERF	Perforadora	1	0
10	A-PL	Envolvedora de plástico para asegurar cajas	2	0







Continuación de la tabla LXXVI.

11	EM-EPC	Empacadora de plástico de cuadernos automática	1	1
12	C-C1	Cortadora 1	1	1
13	R-R1	Rebobinadora 1	1	1
14	R-R2	Rebobinadora 2	1	0
15	R-R3	Rebobinadora 3	1	1
16	R-R4	Rebobinadora 4	1	1
17	R-RC	Contómetro	1	1
18	A-CC	Cuaderno cosido	1	1
19	T-SM	Pegadora de bolsa papel manila- Control Cutler Hammer	1	1
20	T-F1	Dobladora de folder manila 1	1	1
21	T-F2	Dobladora de folder manila 2	1	1
22	T-T	Troqueladora	1	1
23	MC	Máquina de coser	2	0
24	C-C2	Cortadora 2 Clark Aiken	1	1
25	C-S	Sierra	1	0
26	R-RSE	Servilleta	1	1
27	R-R5	Rebobinadora 5	1	1
28	A-RS	Tubo de papel servilleta	1	1
Total			36	25

Fuente: elaboración propia.

Luego de haber determinado la maquinaria a la cual se aplicará el mecanismo Andon, se desglosan los colores para control visual acorde a las condiciones que representan:

Tabla LXXVII. **Luces Andon**

Color	Condición
	Rojo Máquina descompuesta
	Azul Pieza o producto defectuoso
	Blanco Fin de lote de producción o pedido
	Amarillo Cambio de línea o medida
	Verde Falta de materia prima
	Sin luz Sistema operando correctamente

Fuente: elaboración propia.

Es importante que luego de definir los colores y la condición que representan, las señales deben estar asociadas a un tablero de control, el cual debe estar supervisado por el jefe o supervisor de la planta.

2.2.5. Aplicación de mecanismo Poka-Yoke

La incorporación de los mecanismos Poka-Yoke forma parte del sistema *Jidoka*, el cual dispone mecanismos de control para ayudar al operario a realizar el autocontrol de calidad en la misma línea de producción. Esta herramienta busca alcanzar el control de calidad cero defectos al igual que lo busca TPM. La implementación del sistema comienza con la elección de procesos y máquinas que estarán involucradas. Por lo tanto, basándose en la tabla LXXV se observa que es necesario aplicarlo a todos los procesos excepto a la guillotina, ya que la solución para este defecto no será por medio de *Jidoka*.

- Definición y ubicación de defectos o mudas en el proceso

Debido a que el mecanismo Poka-Yoke trata de alcanzar la calidad cero defectos, como primer punto deben establecerse los defectos por proceso. Para definir qué es un defecto y su causa, se sabe que todos los defectos están causados por errores humanos, y hay varios tipos de errores humanos, de los cuales se han observado en la planta y están clasificados en la tabla LXXVIII.

Esta fase la deberá identificar el operario, por lo tanto, nuevamente entra en juego la capacitación, una clave principal para la correcta implementación de la aplicación de esta herramienta. En la capacitación que se imparta se debe indicar la diferencia entre defecto y causa, para luego poder realizar la hoja de registro de defectos por día (figura 57).

Tabla LXXVIII. **Tipos de errores y sus causas**

Tipos de errores	Causas
Olvidos	Se olvidan procedimientos cuando no se encuentra atento el operario.
Por desconocimiento o inexperiencia	Cuando se contrata personal temporal, el personal no tiene conocimiento y toma acciones que pueden ser inadecuadas.
Por identificación	Identificación errónea de alguna situación en apuro o por estar alejado de la misma.
Voluntarios	Cuando el personal decide ignorar las reglas o normas del proceso.
Por lentitud	Cuando un operario se distrae o sus movimientos son demasiado lentos con respecto al proceso en el que se encuentra
Por falta de estándar	No se cuenta con un procedimiento estándar por cada operación.
Por sorpresa	Ocurre cuando una situación es diferente de lo que normalmente sucede en el proceso y la mayoría de los operarios no se encuentran capacitados para tratar este tipo de incidentes.
Intencionales	Un sabotaje intencionado.

Fuente: elaboración propia.

La definición de los errores y sus causas facilita la identificación de defectos por producto y proceso en la planta. Para visualizar dónde se producen los defectos en un proceso dado y hasta quién llegan se realizó una hoja de registro de defectos, en la cual el encargado por proceso y por área ingresa la cantidad de defectos observados, sus causas y el seguimiento que se le dio al producto.

Figura 85. Hoja de registro de defectos

HOJA DE REGISTRO DE DEFECTOS						
Fecha: ___/___/___		Producto: _____				
Máquina: _____		Turno: <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">D</td><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">N</td></tr></table>			D	N
D	N					
No.	Defecto	Causa	Cantidad total	Acción		
1				<input type="checkbox"/> Se tira <input type="checkbox"/> Re-proceso		
2				<input type="checkbox"/> Se tira <input type="checkbox"/> Re-proceso		
3				<input type="checkbox"/> Se tira <input type="checkbox"/> Re-proceso		
4				<input type="checkbox"/> Se tira <input type="checkbox"/> Re-proceso		
5				<input type="checkbox"/> Se tira <input type="checkbox"/> Re-proceso		
6				<input type="checkbox"/> Se tira <input type="checkbox"/> Re-proceso		

Fuente: elaboración propia.

Esta hoja de registro de defectos deberá llenarse por una persona encargada por área. Posteriormente, con base en la información que se obtenga en las hojas de registro, se elabora una tabla que asocie el proceso, producto y la ubicación del defecto o muda observado en la planta.

Tabla LXXIX. Identificación de defectos

Producto	Proceso	Máquina	Muda
Cuaderno espiral simple	Corte de hojas	Guillotina	Medidas de corte incorrectas o disparejas.
			Parte trasera del cuaderno viene manchada con tinta.
Cuaderno espiral simple	Colocación del espiral	<i>Bielomatik o Autofio</i>	Fallo en la perforación de cuaderno.
			Fallo en la aplicación del espiral.

Continuación de la tabla LXXIX.

Cuaderno espiral doble	Corte de hojas	Guillotina	Medidas de corte incorrectas o disparejas.
			Parte trasera del cuaderno viene manchada con tinta.
	Doblez de espiral	Dobladora	El doblado del alambre no es homogéneo.
	Colocación del espiral	<i>Autofio</i>	Fallo en la perforación de cuaderno.
Fallo en la aplicación del espiral.			
Resma de papel bond	Rebobinado y corte	Cortadora 1 o 2	La medida de corte no es exacta.
	Corte de hojas	Guillotina	Hojas con vena.
Sobre manila	Rebobinado y corte	Cortadora 1 o 2	La medida de corte no es exacta.
	Corte de hojas	Guillotina	Hojas con vena.
	Doblez y pegado	Control Cutler Hammer	El doblado del sobre sale torcido. Papel acanalado.
Folder Manila	Corte y troquelado	Prestoflex	Troquelado y doblado torcido.
Rollo papel Kraft	Rebobinado	Rebobinadora 1 Y 4	El rollo no está suficiente tensado.
Rollo de contómetro	Rebobinado	Rebobinadora C	Exceso de pegamento.

Fuente: elaboración propia.

Con el objetivo de definir bien los defectos y su relación con los errores humanos se realiza una matriz de relación, en el eje vertical se colocan los errores humanos y en el horizontal los defectos por producto. La codificación que debe utilizarse es: A = relación alta, B = relación baja y C = ninguna. Esta matriz permite asociar el error con el defecto provocado, y con la implementación del mecanismo Poka-Yoke prevenir que el error se convierta en un defecto.

Tabla LXXX. **Matriz de relación errores humanos vs defectos**

Producto	Defectos/Errores	Olvidos	Desconocimiento o inexperiencia	Identificación	Voluntarios	Lentitud	Falta de estándar	Sorpresa	Intencionales
Cuaderno espiral simple y doble	Medidas de corte incorrectas o disparejas	A	A	B	B	B	A	B	C
	Parte trasera del cuaderno viene manchada con tinta	A	B	B	B	B	A	C	A
	Fallo en la perforación de cuaderno de espiral doble y simple	A	B	B	B	C	A	C	C
	Fallo en la aplicación del espiral doble o simple	A	B	B	B	A	C	C	C
	El dobléz del alambre no es homogéneo	A	A	B	C	B	A	C	C
Resma papel bond	La medida de corte no es exacta	A	A	A	C	C	A	B	B
	Hojas con vena	B	B	B	C	C	C	C	C
Rollo papel Kraft	La medida de corte no es exacta	A	A	A	C	C	A	B	B
	Hojas con vena	B	B	B	C	C	C	C	C
	El dobléz del sobre sale torcido	A	A	B	C	B	A	A	C
	Papel acanalado	C	C	A	C	C	A	C	C
Folder manila	Troquelado y dobléz torcido	A	A	A	B	B	A	C	C
Rollo papel Kraft medida grande	El rollo no está suficiente tensado	B	A	A	A	A	B	C	B
Rollo de contómetro	Exceso de goma	A	A	C	C	B	A	C	C

Fuente: elaboración propia.

Se observa en la matriz que la mayoría de los defectos se deben a olvidos y por falta de estandarización pues, como se ha mencionado anteriormente, los procesos no se han estandarizado en su totalidad.

- Definición del método

Luego de haber observado los defectos por producto en la planta, se debe definir el método de implantación de Poka-Yoke. Para ello existen 2 métodos de aplicación: el método de control, el cual consiste en que se apague o bloquee el sistema, y el método de advertencia, que consiste en únicamente advertir sobre alguna anomalía. El uso del método de advertencia se debe considerar cuando el impacto en las anomalías sea mínimo, de lo contrario se recomienda hacer uso del método de control.

- Identificar el tipo de dispositivo o medidor

En el punto final de la aplicación de la herramienta Poka-Yoke se define qué mecanismo o medidor será aplicado en el lugar exacto donde se producen los defectos, cada mecanismo va englobado por el método, el cual previamente debió definirse. El mecanismo tiende a ser similar a los que se aplican en el sistema *Jidoka*, con la diferencia que *Jidoka* busca eliminar fallos en la máquina y Poka-Yoke busca una calidad cero defectos. Para el sistema Poka-Yoke algunos medidores apagan las máquinas o bloquean los sistemas y se diseña un mecanismo que permita marcar la pieza defectuosa, para su fácil localización. Los mecanismos o medidores, a su vez, se pueden clasificar en:

- Medidores de contacto: cuando el defecto puede ser detectado por medio de sensores.

- Medidores de valor fijo: cuando las anomalías son en casos donde las operaciones son repetitivas y pueden ser detectadas por inspecciones del número específico de movimientos.
- Medidores de paso-movimiento: este método detecta las anomalías inspeccionando errores en movimientos estándares de los procesos.
- Otros medidores: sin-contacto, medidores de presión, temperatura, corriente eléctrica, vibración, número de ciclos, conteo y transmisión de información.

Para la aplicación en la planta de producción se debe analizar cuál es el medidor correcto que ayude a identificar los defectos de la tabla LXXX. Para identificar el medidor se puede utilizar un formato que reordene los defectos y permita o facilite la determinación del método por cada muda en el proceso. Con esto se busca que la probabilidad de obtener anomalías baje a cero absoluto.

2.2.6. Rediseño *Layout*

La mayoría de las distribuciones quedan diseñadas eficientemente para las condiciones de partida, como lo es el caso de Papelco, S.A., pero a medida que la empresa crece debe adaptarse a cambios internos y externos, lo que hace que la distribución inicial se vuelva ineficiente y se presente la necesidad de redistribución. Se elabora un rediseño *Layout* con el objetivo de integrar todos los factores descritos a continuación, obtener movimientos mínimos, circulación fluida, mayor seguridad, entre otros. El tipo de distribución que se efectúa en Papelco, S.A. es la distribución por producto, la cual consiste en que el material se desplaza a lo largo de la operación.

2.2.6.1. Factores

Se deben tomar en cuenta varios factores para definir la distribución más eficiente, los factores que se consideran clave son: la maquinaria, el material, la mano de obra, los movimientos y la seguridad. Todos estos factores permiten establecer un correcto y completo estudio de distribución en planta.

2.2.6.1.1. Maquinaria

Para la evaluación de este factor se considera la maquinaria actual, en nombre y en cantidad, la cual se definió en la tabla XXXIII. Se cuenta actualmente con 28 tipos de máquinas, las cuales serán analizadas por clasificación. La clasificación será respecto a: movilidad, complejidad, pasos y tecnología. Es importante definir correctamente estas clasificaciones, debido a que estos elementos determinan directamente una eficiente distribución.

Tabla LXXXI. Clasificación de la maquinaria

Nombre	Clasificación			
	Movilidad	Complejidad	Pasos	Tecnología
Espiral simple y doble	Inmóvil	Compuesta	Compuesta	Electrónica
Espiral simple	Móvil	Sencilla	Compuesta	Mecánica
Espiral manual (para cuaderno defectuoso)	Móvil	Sencilla	Simple	Mecánica
Dobladora de espiral doble	Móvil	Compleja	Simple	Mecánica
Guillotinas	Móvil	Compleja	Compuesta	Electrónica
Cortadora de bujes para contómetro	Móvil	Sencilla	Simple	Mecánica
Empacadora automática de plástico para resmas	Móvil	Compleja	Simple	Mecánica
Empacadora automática de plástico de cuadernos	Inmóvil	Sencilla	Compuesta	Mecánica
Perforadora	Móvil	Sencilla	Simple	Mecánica

Continuación de la tabla LXXXI.

Envolvedora de plástico para asegurar cajas	Móvil	Sencilla	Simple	Mecánica
Cuaderno cosido	Inmóvil	Muy compleja	Compuesta	Electrónica
Máquina de coser	Móvil	Sencilla	Simple	Mecánica
Pegadora de bolsa papel manila	Inmóvil	Compleja	Simple	Mecánica
Troqueladora	Móvil	Sencilla	Simple	Mecánica
Dobladora de folder manila 1	Inmóvil	Muy compleja	Compuesta	Mecánica
Dobladora de folder manila 2	Móvil	Compleja	Compuesta	Mecánica
Cortadora 1	Inmóvil	Muy compleja	Compuesta	Electrónica
Cortadora 2	Inmóvil	Muy compleja	Compuesta	Electrónica
Rebobinadora 1	Inmóvil	Compleja	Simple	Mecánica
Rebobinadora 2	Inmóvil	Compleja	Compuesta	Electrónica
Rebobinadora 3	Inmóvil	Compleja	Compuesta	Electrónica
Rebobinadora 4	Inmóvil	Compleja	Simple	Mecánica
Contómetro	Móvil	Compleja	Simple	Mecánica
Sierra	Móvil	Sencilla	Simple	Mecánica

Fuente: elaboración propia.

2.2.6.1.2. Material

Este factor analiza las características del material obtenido o necesario por proceso. Se analizan las materias primas, inventarios en proceso y producto terminado, con el objetivo de familiarizarse con las distintas etapas de producción.

Debido de que existen varios productos que varían su representación durante el proceso de producción, se definen por fases asignando códigos que permitan identificar de una manera más fácil qué tipo de producto se tiene y en qué fase encuentra.

Tabla LXXXII. **Fases de producto en proceso**

Producto	Fase / Código	Tipo	Descripción
Cuaderno espiral simple y doble	C1	Tarima	Resma grande de papel impreso (cuadrícula, líneas o doble línea) intercalado con pliegos de papel Texcote (pasta inferior del cuaderno).
	C2	Tarima	Cuadernos cortados sin la pasta frontal del cuaderno.
	C3	Tarima	Cuaderno con pasta inferior y superior, sin perforar y sin espiral.
	C4	Tarima	Cajas de 50 cuadernos cada una.
Resma de papel bond	R1	Bobina	Papel bond de diferentes gramajes.
	R2	Tarima	Resmas grandes de papel.
	R3	Tarima	Resmas pequeñas dependiendo de la medida (carta u oficio) separadas por una hoja de papel de color cada 500 hojas.
	R4	Tarima	Cajas de 10 resmas cada una.
Folder manila	F1	Bobina	Papel manila.
	F2	Tarima	Folder sin empacar.
	F3	Tarima	Folder empacado y etiquetado.
Sobre manila	S1	Bobina	Papel manila para sobre.
	S2	Tarima	Resmas grandes de papel manila.
	S3	Tarima	Papel manila cortado para troquelado dependiendo la medida (carta, oficio, media carta, entre otros).
	S4	Tarima	Papel troquelado para doblez.
	S5	Tarima	Sobres sin empacar.
	S6	Tarima	Paquetes de sobre (100 unidades).
Rollo para contómetro	RC1	Bobina	Tamaño pequeño de papel bond.
	RC2	Tarima	Bolsas de rollos de contómetro para empaque.
	RC3	Tarima	Rollos empacados por paquetes de 50 contómetros.
Rollo de papel Kraft	K1	Bobina	Papel Kraft.
	K2	Tarima	Rollos de papel Kraft, medidas variadas.
Pliegos de papel Texcote, bond a color, Kraft, etc.	P1	Bobina	Papel que se desee cortar (Texcote, bond con color, Kraft, manila, etc).
	P2	Tarima	Pliegos grandes, dependiendo la medida deseada.
	P3	Tarima	Pliegos cortados en medidas más pequeñas, estas tarimas son para pedidos especiales.
	P4	Tarima	Pliegos empacados.

Fuente: elaboración propia.

En las tablas siguientes se muestra las características de los materiales que constantemente circulan en la planta. Se puede observar que, debido a los reprocesos de entarimar y embalar, se tienen bastantes tarimas en circulación y congestionando la planta. Se tomó para cada producto la máquina de salida y entrada, la cantidad de producto por tarima, dimensiones y área ocupada.

Tabla LXXXIII. **Cuaderno espiral simple y doble**

Código	Tipo de papel	Descripción	Maq. Salida	Maq. Entrada	Cantidad	Dimensiones	Área ocupada (m ²)
C1	Hojas c/lineas	Resmas de cuaderno impreso	Planta 2	Guillotina	30 resmas	Ancho: 20,875 in Largo: 32 in Alto: 49 in	0,431
C2	Hojas c/lineas	Cuaderno sin intercalar ya cortado 70 hojas	Guillotina	Empacadora	3 234 cuadernos	Ancho: 39,75 in Largo: 24 in Alto: 64 ½ in	0,615
C3	Hojas c/lineas	Bloque de pasta y 100 hojas	Empacadora	Espiraleado	1 680 cuadernos (camas de 8 torres, 7 camas)	Ancho: 28 in Largo: 25 in Alto: 67,32 in	0,452
C3	Hojas c/liso	Bloque de pasta y 100 hojas	Empacadora	Espiraleado	1 680 cuadernos	Ancho: 24 in Largo: 38 in Alto: 68 ½ in	0,588
C4	Hojas c/liso	Caja espiral simple	Espiraleado	-	56 cajas	Ancho: 40 in Largo: 40 in Alto: 60 in	1,032

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXIV. **Resma de papel bond**

Código	Maq. Salida	Maq. Entrada	Cantidad	Dimensiones	Área ocupada m²
R2	Cortadora	Guillotina	50 bloques	Ancho: 34 in Largo: 26 in Alto: 47 in	0,57
R2	Cortadora No. 1	Guillotina	30 bloques (500 pliegos/resma)	Ancho: 24 ¼ in Largo: 34 in Alto: 46 ½ in	0,532
R3	Guillotina	Empacadora	360 resmas (500 hojas/resma)	Ancho: 25 ½ in Largo: 39 in Alto: 65 in	0,642
R4	Empacadora	-	49 cajas	Ancho:36 in Largo: 48 in Alto:62,5 in	1,115
R4	Empacadora	-	49 cajas	Ancho: 41.5 in Largo: 45,25 in Altura: 63 in	1,212

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXV. **Folder manila**

Código	Maq. Salida	Maq. Entrada	Cantidad	Dimensiones	Área ocupada m²
F3	Folder No.1	-	440 paquetes (100 folders /paquete)	Ancho: 31 in Largo: 41 in Alto: 66 in	0,82
F2	Folder No.1	Empaque	540 paquetes	Ancho: 30,5 in Largo: 40 in Alto: 75 in	0,787
F3	Folder No.1	-	490 paquetes	Ancho: 40 in Largo: 40 in Alto: 60 in	1,032
F3	Folder No.1	-	420 paquetes (12 por cama, 35 camas)	Ancho: 40 in Largo: 41 in Alto: 59 in	1,058

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXVI. **Sobre manila**

Código	Maq. Salida	Maq. Entrada	Cantidad	Dimensiones	Área ocupada m2
S2	Cortadora No. 1	Guillotina	22 resmas	Ancho: 29.625 in Largo: 38.25 in Alto: 48 in	0,731
S2	Cortadora	Guillotina	26 resmas	Ancho: 33 ¾ in Largo: 48 ½ in Alto: 58 in	1,056
S2	Cortadora	Guillotina	24 resmas	Ancho: 32 in Largo: 56.5 in Alto: 53.5 in	1,166
S3	Guillotina	Troqueladora	112 bloques (4 por cama, 4 torres)	Ancho: 60 in Largo: 70 in Alto: 62 in	2,71
S3	Guillotina	Troqueladora	56 resmas (2 torres de 28)	Ancho: 19,25 in Largo: 29,5 in Alto: 59,5 in	0,366
S3	Guillotina	Troqueladora	56 resmas (2 torres de 28)	Ancho: 21 in Largo: 35,25 in Altura: 59,5 in	0,478
S3	Guillotina	Troqueladora	35 resmas	Ancho: 22 in Largo: 36 ½ in Alto: 45 in	0,518
S4	Troqueladora	Pegadora	60 resmas		
S5	Pegadora	Empacadora	384 paquetes	Ancho: 39 in Largo: 40 in Alto: 58 in	1,006
S6	Pegadora	-	360 paquetes	Ancho: 36 in Largo: 36 in Altura: 55 in	0,836

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXVII. **Rollo de papel Kraft**

Código	Descripción	Cantidad	Dimensiones	Área ocupada m2
K2	Rollos 12lb	25 rollos	Ancho: 21 ½ in Largo: 28 ¾ in Alto: 31 ½ in	0,53
K2	Rollos A:36 B:60 Ø = 7.5 in	50 rollos	Ancho: 37 in Largo: 37 in Alto: 64 in	0,883
K2	Rollos A:12 B:30 Ø = 7.5 in	125 rollos	Ancho: 35,5 in Largo: 35,5 in Alto: 60 in	0,813

Fuente: elaboración propia.

2.2.6.1.3. Mano de obra

Así mismo, la mano de obra deberá ser ordenada en el diseño *Layout* de la planta. Este factor permite definir la cantidad de operarios calificados y ordinarios que se deberá asignar por máquina. Al momento de realizar el *Layout*, es importante conocer la cantidad de operarios necesarios por máquina, y el número de máquinas que puede atender un operario.

Para este factor también debe tomarse en cuenta que el gerente de producción no debe dar por sentado que los colaboradores se adaptarán inmediatamente, a algunos se les facilitará adaptarse, otros necesitarán ayuda y otros definitivamente deberán ser reemplazados.

Por consiguiente, en la tabla LXXXVIII se propone la cantidad de operarios fijos, clasificando cuántos de ellos son calificados y ordinarios. De igual manera, si el proceso o la máquina necesitan de un ayudante (que es opcional), se determinó si deberán ser calificados u ordinarios.

Tabla LXXXVIII. **Mano de obra**

Máquina	Cantidad de operarios			
	Fijos		Con ayudante (Si necesita)	
	Calificados	Ordinarios	Calificados	Ordinarios
<i>Autofio</i>	1	2	0	1
<i>Bielomatik</i>	1	2	0	0
PAF	1	0	0	1
Dobladora de espiral doble	1	0	0	0
Guillotinas	1	0	0	1
Cortadora de bujes para contómetro	1	0	0	0
Perforadora	1	0	0	0
StraPack	0	1	0	0
Cuaderno cosido	1	6	0	2
Máquina de coser	0	3	0	1
Pegadora de bolsa papel manila	1	0	0	1
Troqueladora	1	0	0	0
Dobladora de folder manila 1	1	0	0	0
Cortadora 1	1	0	1	0
Cortadora 2	1	0	1	0
Rebobinadora 1	1	0	0	0
Rebobinadora 3	1	0	0	0
Rebobinadora 4	1	0	0	0
Contómetro	1	0	0	0
Sierra	1	0	0	0
Total	32		9	

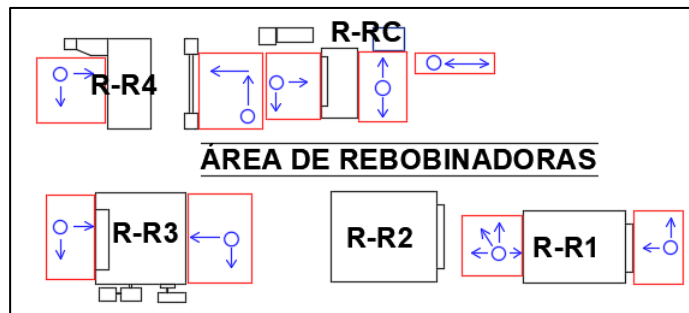
Fuente: elaboración propia

2.2.6.1.4. Movimientos

Este factor, en definitiva, no genera ningún valor agregado al producto, debido a ello, hay que intentar que sean mínimos y que su realización sea combinada con otras operaciones.

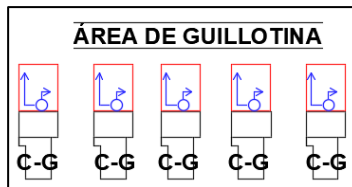
A continuación se realizará el análisis de los movimientos efectuados por los operarios, representándolos por áreas. Por lo tanto, se visualizará en cada máquina, mediante el programa Autocad, este espacio mínimo requerido por cada operario, indicando el sentido de su movimiento más frecuente.

Figura 86. **Factor de movimiento del área de rebobinadoras**



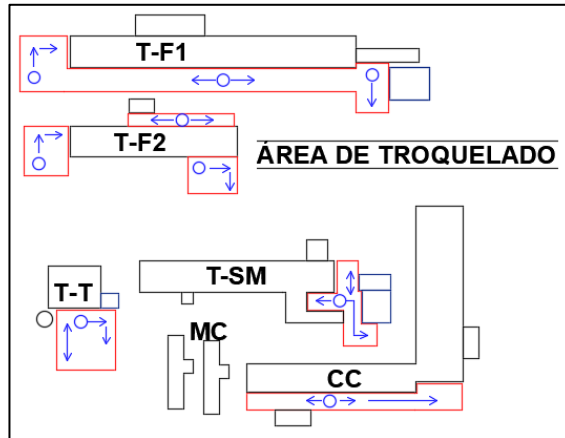
Fuente: elaboración propia.

Figura 87. **Factor de movimiento del área de guillotina**



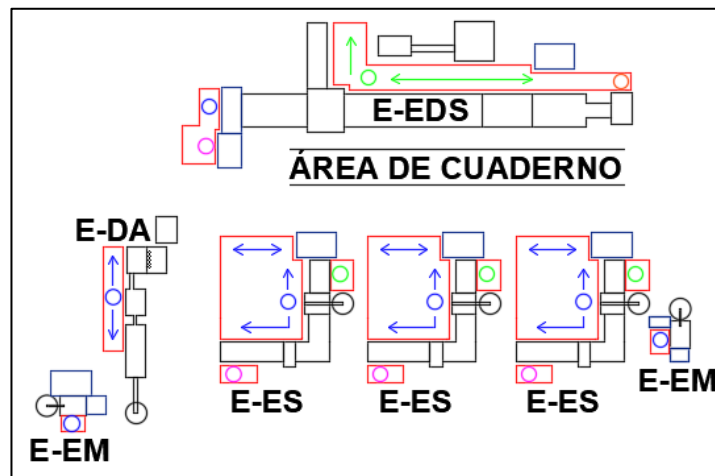
Fuente: elaboración propia.

Figura 88. **Factor de movimiento del área de troquelado**



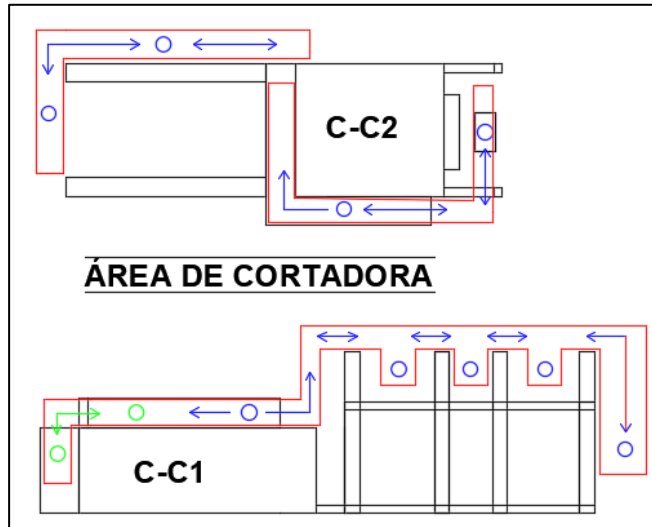
Fuente: elaboración propia.

Figura 89. **Factor de movimiento del área de cuaderno**



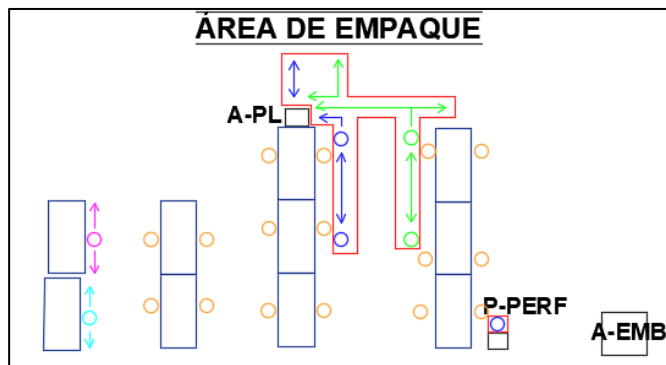
Fuente: elaboración propia.

Figura 90. **Factor de movimiento del área de cortadora**



Fuente: elaboración propia.

Figura 91. **Factor de movimiento del área de empaque**



Fuente: elaboración propia.

2.2.6.1.5. Seguridad

El factor final para considerar será la seguridad en el trabajo. Se trata de trabajar con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en cuanto al cumplimiento con los espacios de trabajos, las vías de evacuación, con los pasillos que llevan a las B.I.E. (Boca de Incendio Equipadas), entre otros

Como parte de la seguridad se considera la prevención de las enfermedades ocupacionales, como puede ser el daño al sistema auditivo que puede ser ocasionado por máquinas que tienen nivel muy alto y que requieren de protección auditiva. Por tal razón se realizó la medición del ruido en la planta, puesto que para la redistribución este aspecto debe ser considerado para ubicar las zonas con alta intensidad de ruido.

A continuación se puede observar el nivel de ruido y los que excedan de los 80 db, sin importar que sea o no constante, deberán utilizar protección, según lo indica el Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional.

Tabla LXXXIX. **Resumen del ruido por máquina**

Código	Máquina	Cantidad de datos obtenidos	Frecuencia de toma de datos (s)	Promedio (dB)	Mínimo (dB)	Máximo (dB)
E-EDS	<i>Bielomatik</i>	453	0,5	80,3	74,2	89,8
E-ES	<i>Autofio</i>		0,5	81,9	77,2	88,2
D-DA	Dobladora de alambre	367	0,5	74,8	70,6	85,3
C-G	Guillotina	431	0,5	69,8	65,8	84,0
Empacadoras	Área de empaque	446	0,5	70,0	65,5	84,8
R-R4	Rebobinadora 4	87	0,5	71,1	79,2	72,6
C-C1	Cortadora 1	432	0,5	90,1	97,2	89,4
T-SM	Control Cutler Hammer	478	0,5	79,1	72,6	84,5
T-T	Troqueladora	458	0,5	74,8	72,6	85,8

Continuación de la tabla LXXXIX.

T-F1	F1- Área rebobinado	651	0,5	77,2	70,2	83,1
T-F2	F2- Área dobléz	493	0,5	80,4	74,5	86,1
C-C2	Cortadora 2	550	0,5	77,0	74,5	80,7
C-S	Sierra	84	0,5		89,9	107,0

Fuente: elaboración propia.

Se recomienda realizar estas mediciones con cierta periodicidad, para mantener un control del ruido, para esta medición se debe utilizar un equipo especial para la medición en decibeles.

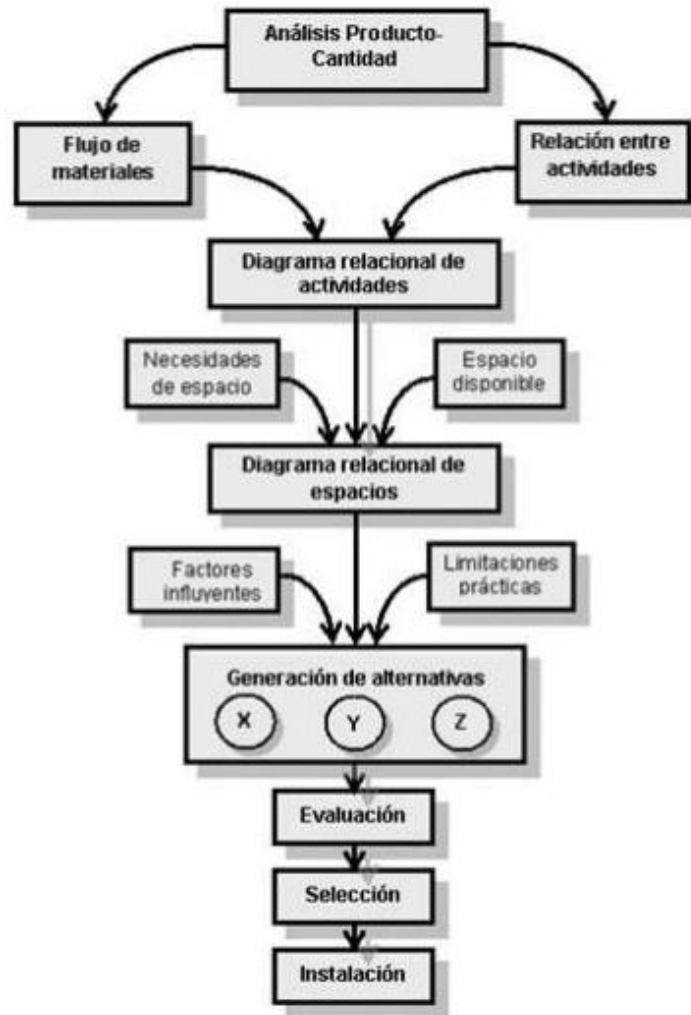
2.2.6.2. Planeación sistemática de Muther

La metodología SLP (por sus siglas en inglés) será aplicada por su procedimiento sistemático multicriterio y relativamente simple. Será utilizada para hallar la distribución más eficiente de la planta, la cual se divide en 5 fases: relaciones en gráfica, requerimientos del espacio, diagrama de relaciones de actividades, distribución y evaluación de arreglos alternativos.

Además de las relaciones entre las diferentes áreas, para este método se recomienda la recolección de la información de cinco tipos de datos, que se relacionan directamente con los factores, los cuales son: producto, cantidad, recorrido, servicios y tiempo.

En la figura 64 se puede observar el esquema para implementación de la metodología SLP. Dentro de los pasos principales están: relaciones en gráfica, requerimientos del espacio, diagrama de relaciones de actividades, distribución y evaluación de arreglos alternativos, los cuales serán definidos a continuación.

Figura 92. Esquema SLP



Fuente: esquema de SLP (Muther, 68). Consulta: Agosto 2018

2.2.6.2.1. Relaciones en gráfica

En la fase de relaciones en gráfica se establecen las relaciones entre las diferentes áreas y se grafican de forma especial. El grado empleado es relativo de cercanía deseada o requerida entre los distintos procesos, áreas o departamentos. Las relaciones de cercanía se representan en el diagrama con

los valores A, E, I, O, U, X para cada par evaluado, significan absolutamente necesario, especialmente importante, importante, ordinario, no importante, no deseable, respectivamente.

Figura 93. Clasificación de las relaciones SLP

Relación	Calificación de cercanía	Valor	Líneas de diagrama	Color
Absolutamente necesaria	A	4	=====	Rojo
Especialmente importante	E	3	=====	Amarillo
Importante	I	2	=====	Verde
Ordinario	O	1	-----	Azul
(U) No importante	U	0		
(X) No deseable	X	-1	~~~~~	Café

Fuente: Niebel, Benjamín & Freivalds, Andris. Ingeniería industrial. p.114. Consulta: Agosto 2018

La relación de gráfica indicada por medio de valores aplicada a la planta de producción se puede observar en la figura 66.

Figura 94. Relación en gráfica

No.	Actividad
1	Área de cuaderno simple y doble (ESD)
2	Área de guillotina (GU)
3	Área de empaque (EMP)
4	Área de cortado y rebobinado de bobinas (Inmóvil) (CORT)
5	Área de sobre de papel manila (SOB)
6	Área de troquelado de folder (inmóvil) (FOLD)
7	Área de rebobinado de rollos de papel craft (CRA)
8	Área de sierra (SIE)
9	Área de rebobinado y pintado de cartulina de color (Inmóvil) (COL)
10	Área de cuaderno cosido (inmóvil) (COS)
11	Rebobinado de contómetro (CONT)
12	Área de embalado de tarimas (EMB)
13	Área de almacenaje temporal (ALM)
14	Bodega (BOD)
15	Bodega de insumos (INS)

Fuente: elaboración propia.

2.2.6.2.2. Requerimientos del espacio

A continuación, en la siguiente tabla se presentan los requerimientos de espacio en metros cuadrados a partir de las áreas existentes.

Tabla XC. **Requerimiento de espacio por área**

No.	Actividad		Área (m ²)
1	Área de cuaderno simple y doble	ESD	217,14
2	Área de guillotina	GU	66,21
3	Área de empaque	EMP	158,00
4	Área de cortado y rebobinado de bobinas	CORT	6 329,67
5	Área de sobre de papel manila	SOB	57,07
6	Área de troquelado de folder	FOLD	83,59
7	Área de rebobinado de rollos de papel Kraft	CRA	25,64
8	Área de sierra	SIE	7,93
9	Área de rebobinado y pintado de cartulina de color	COL	20,31
10	Área de cuaderno cosido	COS	35,20
11	Rebobinado de contómetro	CONT	20,04
12	Área de embalado de tarimas	EMB	-
13	Área de almacenaje temporal	ALM	127,89
14	Bodega	BOD	-
15	Bodega de insumos	INS	9 803,59

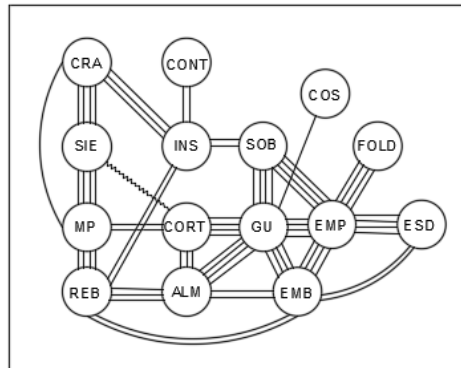
Fuente: elaboración propia.

2.2.6.2.3. Diagrama de relaciones de actividades

El diagrama de relaciones se obtiene con base en la figura 66, este diagrama se va ajustando por prueba y error determinando la forma correcta de ubicación, partiendo de las áreas que tienen una ponderación de 4 de relación ubicándolos juntos entre sí, y los de ponderación con -1 lo más alejados posible, hasta que se llegue a obtener una distribución satisfactoria. A

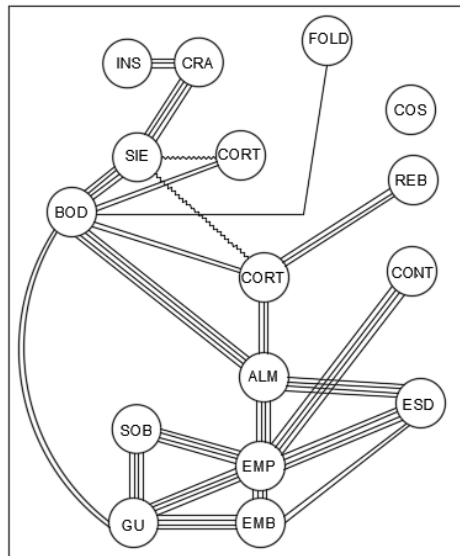
continuación se presenta la primera iteración y se irán realizando varias para llegar a la óptima y factible.

Figura 95. **Diagrama de relaciones de actividades, primera iteración**



Fuente: elaboración propia.

Figura 96. **Diagrama de relaciones de actividades segunda iteración**

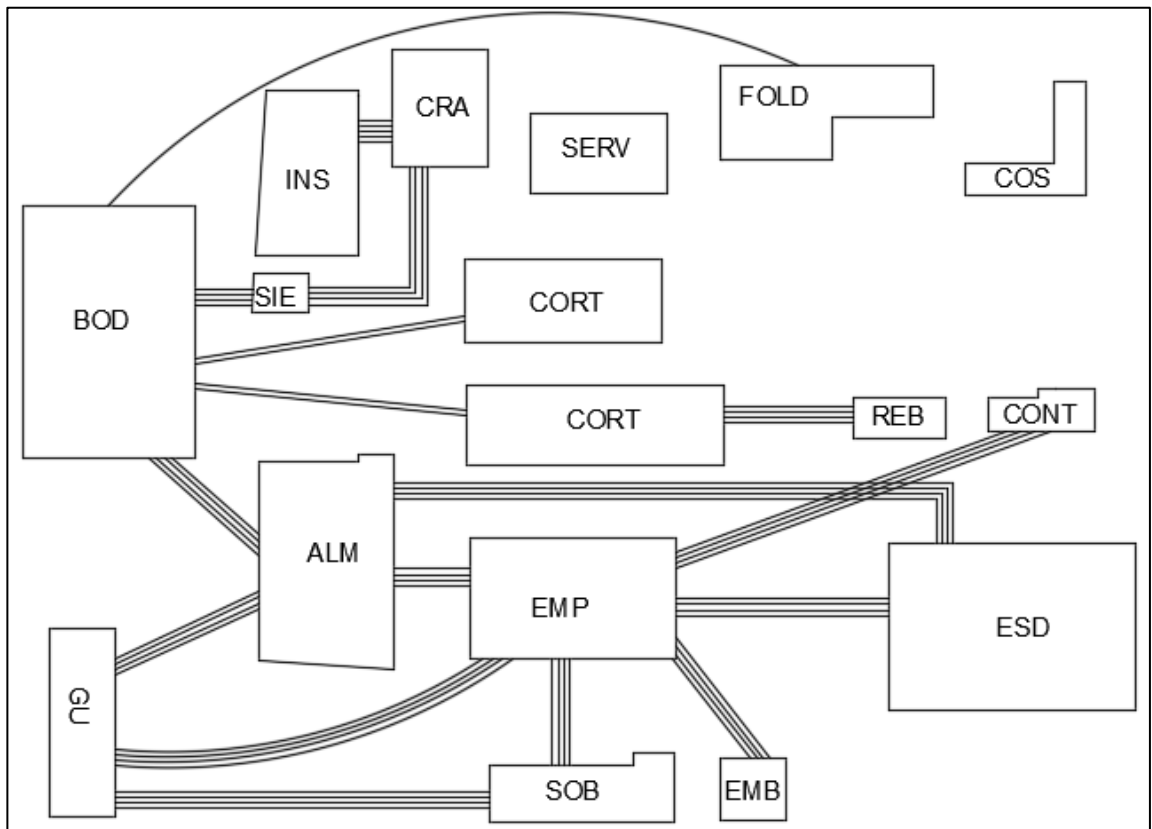


Fuente: elaboración propia.

2.2.6.2.4. Distribución

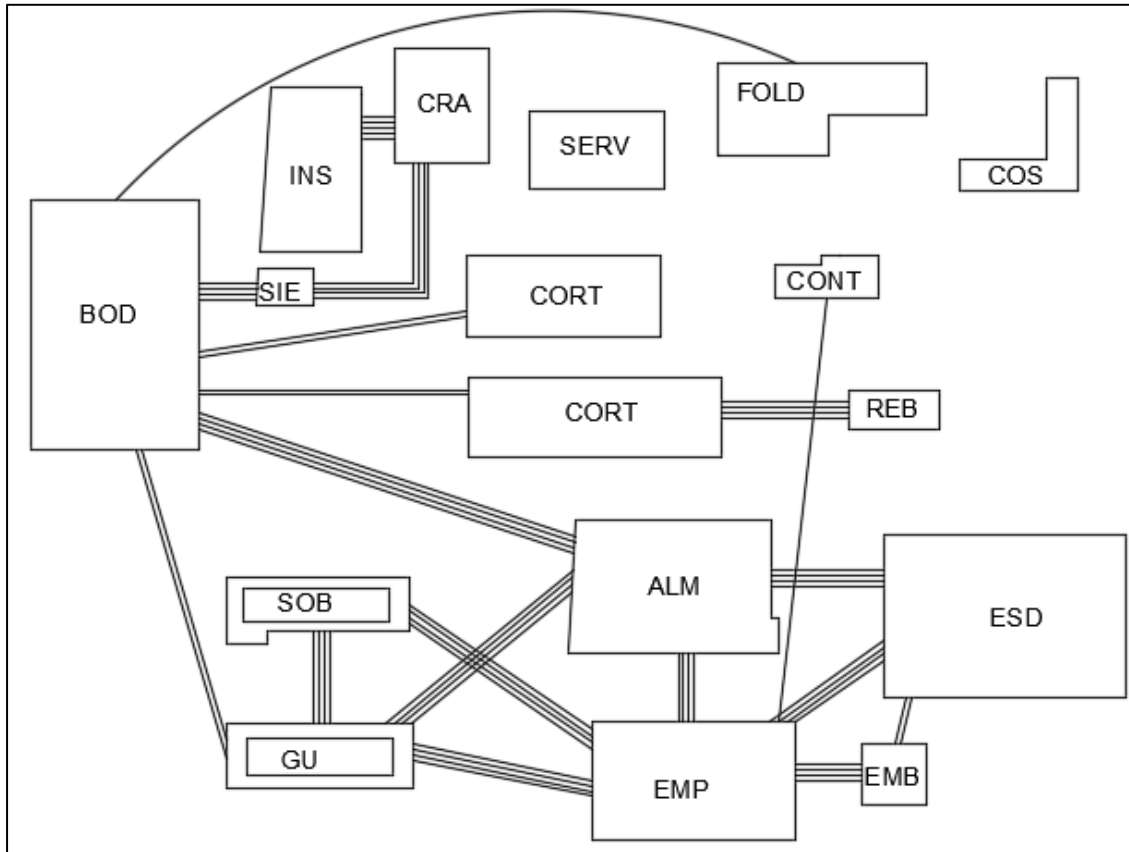
Una vez obtenida la disposición de las áreas se procederá a dar forma a la misma considerando las superficies y restricciones de cada espacio. Este diagrama, como se mencionó anteriormente, tiene la particularidad de que cada área está representada a escala, de forma que el tamaño que ocupa cada uno sea proporcional al área necesaria para el desarrollo de la actividad. A continuación, en las figuras 97 y 98, se muestran las dos alternativas respectivamente.

Figura 97. **Distribución con las relaciones de espacio, alternativa A**



Fuente: elaboración propia.

Figura 98. **Distribución con las relaciones de espacio, alternativa B**



Fuente: elaboración propia.

2.2.6.2.5. Evaluación de arreglos alternativos

Una vez desarrolladas las soluciones, se procede a seleccionar una de ellas, para lo que es necesario realizar una evaluación de las propuestas. Para ello se elaboró una tabla en la cual, como primer punto, se otorga una importancia relativa en una escala de 0-10 a cada factor, luego se califica las alternativas según satisfacen cada factor. Esta calificación, según Muther, sugiere una escala de 4 a -1, siendo 4 un resultado casi perfecto,

3 especialmente bueno, 2 importante, 1 ordinario o común, 0 sin importancia y -1 no aceptable. Cada calificación debe multiplicarse por su ponderación de importancia y el valor más alto indicará la mejor alternativa.

Tabla XCI. **Evaluación de alternativas de distribución**

Evaluación de alternativas			
Planta: No.1	Alternativas	1	2
Proyecto: Rediseño <i>Layout</i>		A	B
Fecha: 2018			
Analista: Epesista			

Factor/consideración	Importancia	Calificaciones y calificaciones ponderadas			
		A		B	
Movimiento de insumos	5	4	20	2	10
Flexibilidad	7	2	14	4	28
Acceso al montacargas	5	4	20	3	15
Seguridad	9	3	27	3	27
Distancia	8	3	24	3	24
Recepción de visitantes	3	4	12	3	9
Acceso por <i>pallet</i>	9	4	36	3	27
Maquinaria inmóvil	8	3	24	4	32
Secuencia en los procesos	7	3	21	2	14
Costo	9	8	72	3	54
		270		240	

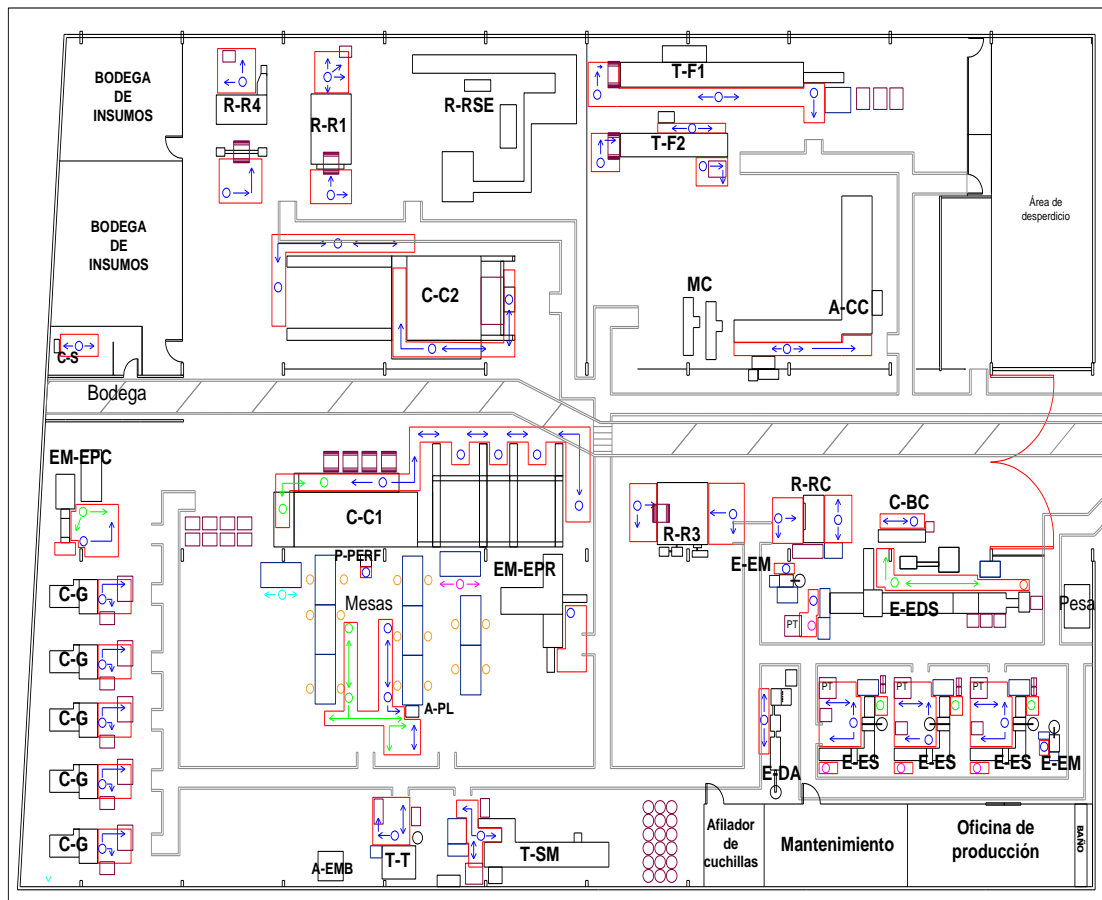
Fuente: elaboración propia.

La ponderación mayor será la tomada en cuenta, le corresponde a la alternativa A. Un método más sustancial para evaluar las distribuciones de planta es el de comparar costos. En la mayoría de los casos, si el análisis de costos no es la base principal para tomar una decisión, se usa para complementar otros métodos de evaluación.

2.2.6.3. Layout

Con base en el análisis efectuado por medio de la metodología SLP, se puede observar en la figura 99 la ordenación propuesta de las áreas de trabajo y del equipo con la máxima economía del trabajo, cumpliendo los principios básicos de la redistribución en planta.

Figura 99. **Layout** propuesto para la planta No. 1



Fuente: elaboración propia.

2.2.7. Aplicación de las técnicas SMED

Esta herramienta está relacionada con el cambio rápido de herramientas. Como primer punto para la aplicación de la herramienta SMED, toda la organización tiene que tomar conciencia de la importancia que tiene para la empresa y sus actividades de disminución de tiempos de preparación.

Segundo, ya se procede al estudio del tiempo de cambio de serie, desde un tiempo de inactividad, por cambio de herramienta, al periodo que transcurre entre el momento en que se detiene la producción por cambio de tipo de producto, hasta que se fabrica la primera unidad del siguiente producto con los estándares de calidad. Consistirá en convertir las actividades externas en internas durante la preparación. Esta metodología será aplicada a las máquinas en las cuales el tiempo de cambio tiene mayor incidencia en la producción.

Debe tomarse conciencia de la problemática a los empleados y prepararlos mediante la capacitación y el entrenamiento. Es muy importante hacer partícipe a cada trabajador, ya sea sobre la implementación de la nueva metodología, así como de los beneficios obtenidos. Es útil la formación de un equipo multidisciplinario para efectuar el análisis de los procesos. Asimismo, es necesario definir los objetivos del plan de acción

- Equipo SMED

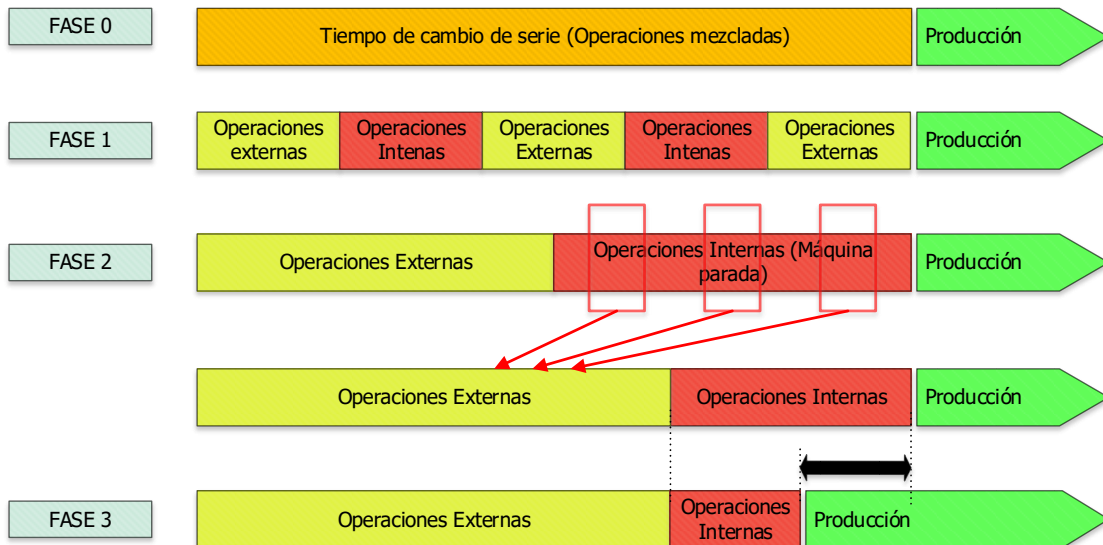
Este equipo ya se había propuesto en el inciso 2.2.2, por lo tanto, en este apartado se indicarán las directrices para la formación del mismo. Estas deberán ser personas que conocen completamente el proceso de producción; es necesario contar con el personal capacitado o que tenga conocimiento pleno

de la metodología SMED, personas que conozcan a fondo el mantenimiento de cada una de las máquinas, como:

- Supervisor de área
- Operario calificado
- Analista del proceso (que conoce el sistema SMED)
- Jefe de planta

Todo el equipo deberá definir claramente los procesos de cambio por máquina, posteriormente conocer cuáles son las operaciones internas y externas en el proceso de preparación, las cuales son la base de la presente metodología. El proceso de implementación para esta herramienta debe seguir varias fases, las cuales son:

Figura 100. **Esquema de las fases del SMED**



Fuente: elaboración propia, con base en la gráfica expuesta por SHINGO, Shingeo. *A study of the Toyota Production System: from an industrial engineering viewpoint*. 1989.

- Fase 0: no existe distinción entre las operaciones internas y externas

En esta fase se recopila toda la información posible acerca del cambio, consiste en un análisis preliminar que permitirá plasmar la situación actual. Por lo tanto, se toman los tiempos de cambio de serie, independientemente si las operaciones están clasificadas en internas o externas.

Se obtiene la información mediante el siguiente formato para el registro de la información con respecto al tiempo de preparación y cambio, como el personal, maquinaria, herramientas, tiempo, las actividades y la trayectoria, si existe.

Figura 101. **Formato de toma de información de cambio de serie**

Formato de toma de información para operaciones de cambio de serie					
Máquina:			Tipo de cambio:		
Producto anterior:			Producto siguiente		
Fecha:			Hora:		
Tiempo	Persona 1	Tiempo	Persona 2	Tiempo	Persona 3
Tiempo total:		Tiempo total:		Tiempo total:	
Observaciones:				Firma	
Fecha de finalización:			Hora de finalización:		

Fuente: elaboración propia.

Para obtener esta información lo ideal es grabar al operario mientras realiza el cambio.

A continuación se presentan las actividades de cambio de serie, tres máquinas que serán las máquinas piloto de implementación de la herramienta. Estas se elaboran a modo de ejemplificación, para dejar las bases de la manera en que se deberá recolectar la información y plasmarla para analizar posteriormente.

Tabla XCII. **Cortadora 1 - Tiempo de cambio de serie**

División del trabajo				
No.	Actividad	Herramientas	Tiempo	Auxiliar
1	Retirar el centro de las bobinas.	Martillo, metro y cuchilla.	7 min	Ubica el centro de la bobina en su lugar.
2	Se transporta manualmente la bobina (1) al eje, lo hacen rodando.	Cuchilla, varilla de madera y varilla de hierro.	8 min	Ayuda a situar la bobina en la máquina.
3	Elevar las bobinas y alinea con la máquina.		1,8 min	
4	Se transporta manualmente la bobina (2) al eje, lo hacen rodando.	Cuchilla, varilla de madera y varilla de hierro.	4 min	Ayuda a situar la bobina en la máquina.
5	Eleva las bobinas y alinea con la máquina.		1 min	
6	Se transporta manualmente la bobina (3) al eje, lo hacen rodando.		7 min	Ayuda a situar la bobina en la máquina.
7	Elevar las bobinas y alinea con la máquina.		2 min	
8	Colocar bobina (4). Se prepara para colocarse en la máquina.		8 min	Ayuda a situar la bobina en la máquina.
9	Alinear la bobina y centrarla en la máquina.		0,75 min	
10	Retirar vueltas por cada bobina dependiendo si tiene golpe.	Cuchilla y <i>pallet</i> .	7,75 min	Coloca el desperdicio o material dañado en un <i>pallet</i> .
11	Se coloca el papel de la bobina (1) en el rodillo de la máquina.	<i>Pallet</i>	2,8 min	Ayuda a colocar el papel en el rodillo.

Continuación de la tabla XCII.

12	Se ajusta el aire en la máquina.		0,5 min	
13	Se coloca el papel de la bobina (2) en el rodillo de la máquina.	<i>Pallet</i>	4 min	Ayuda a colocar el papel en el rodillo.
14	Se coloca el papel de la bobina (3) en el rodillo de la máquina.	<i>Pallet</i>	2,5 min	Ayuda a colocar el papel en el rodillo.
15	Se coloca el papel de la bobina (4) en el rodillo de la máquina.	<i>Pallet</i>	2,5 min	Ayuda a colocar el papel en el rodillo.
16	Accionar presión de aire.		1 min	
17	Retirar papel sobre de producción anterior.		0,5 min	
18	Coloca 4 tarimas y se alinea para el papel que sale cortado.		2,35 min	
19	Realiza pruebas.		2 min	Ayuda de ser necesario.
20	Ajustar o arreglo de la cuchilla si es necesario cortar.	<i>Pallet.</i>	3 min	Transporta el desperdicio a su área.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCIII. **Autofio - Tiempo de cambio de serie**

No.	Actividad	Herramientas	Tiempo	Observaciones
1	Ajustar la banda transportadora y los ejes que sujetan el cuaderno en el inicio del proceso.	Conjunto de llaves Allen, cangrejo	16 min	
2	Realiza el cambio de troquel.		15 min	
3	Ajustar tamaño de los sujetadores en la banda siguiente.		10 min	
4	Mover y ajustar la escuadra a la medida.		7 min	
5	Ajusta cabeza.		15 min	
6	Busca herramientas.	Llave	0,44 min	

Continuación de la tabla XCIII.

7	Solicita ayuda de mantenimiento.		1,25 min	Debido a que la limpieza de la máquina la realizó alguien que no tenía conocimiento sobre eso.
8	Cambio de cuchilla.		22 min	
9	Se dirige a buscar la bobina de alambre de doble anillo.		1 min	
10	Busca herramienta.	Llave Allen.	0,16 min	
11	Transporta la bobina.		0,83 min	Tiene que buscar dónde se encuentra.
12	Ajusta la bobina de alambre en la máquina.		4,31 min	
13	Realiza pruebas.		20 min	En esta fase normalmente se ocupa más tiempo debido a que la limpieza del equipo es incorrecta.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCIV. **Guillotina Accura - Tiempo de cambio de serie**

No.	Actividad	Herramientas	Tiempo	Observaciones
1	Preparar la tarima para el producto siguiente.	Pallet, plástico <i>stretch</i> .	5 min	
2	Mide papel a cortar.	Metro	0,16 min	Las medidas del papel en pliegos no son estándar.
3	Determina si la medida ya está ingresada en la máquina.	Metro	1 min	Normalmente se puede guardar las medias asignándole un número.
4	Programar la medida en la máquina.		7 min	Si está guardada, se selecciona únicamente, de lo contrario se mide el papel y se ingresa manualmente la medida.

Continuación de la tabla XCIV.

5	Colocar la máquina en formato manual.		0,5 min	Selección manual y alto.
6	Coloca papel en la guillotina y verifica que la medida ingresada del papel sea la correcta.		0,67 min	Cuando el operario solo mide una sección del papel y asume que está igual.
7	El papel no quedó a misma distancia de la guillotina, se corrige la medida manualmente en la máquina.		2 min	Si hay que mermarle un tamaño mayor, normalmente se merma 3/16.
8	Se realiza la prueba, se verifica que las resmas obtenidas tengan las mismas medidas.		3 min	Se obtienen 8 resmas y de dos en dos se verifica que midan lo mismo.

Fuente: elaboración propia.

Esta fase es de suma importancia, debido a que define los pilares de información en los que se basará el proceso para hallar una mejora.

- Fase 1: separación entre operaciones internas y externa

En esta fase se procede a realizar la clasificación de operaciones internas y externas. Las operaciones internas son las actividades preparatorias que necesitan la detención de la producción, y las operaciones externas son las que no necesitan que la producción pare para hacer el cambio.

Tabla XCV. **Cortadora 1 – Separar operaciones internas y externas de la máquina**

No.	Actividad	Externa	Interna	Tiempo
1	Retirar el centro de las bobinas.		X	7 min
2	Transportan manualmente la bobina (1) al eje, lo hacen rodando.		X	8 min

Continuación de la tabla XCV.

3	Eleva las bobinas y alinea con la máquina.		X	1,8 min
4	Transportan manualmente la bobina (2) al eje, lo hacen rodando.		X	4 min
5	Eleva las bobinas y alinea con la máquina.		X	1 min
6	Transportan manualmente la bobina (3) al eje, lo hacen rodando.		X	7 min
7	Eleva las bobinas y alinea con la máquina.		X	2 min
8	Colocar bobina (4). Se prepara para colocarse en la máquina.		X	8 min
9	Alinear la bobina y centrarla en la máquina.		X	0,75 min
10	Retirar vueltas por cada bobina dependiendo si tiene golpe.		X	7,75 min
11	Se coloca el papel de la bobina (1) en el rodillo de la máquina.		X	2,8 min
12	Se ajusta el aire en la máquina.		X	0,5 min
13	Se coloca el papel de la bobina (2) en el rodillo de la máquina.		X	4 min
14	Se coloca el papel de la bobina (3) en el rodillo de la máquina.		X	2,5 min
15	Se coloca el papel de la bobina (4) en el rodillo de la máquina.		X	2,5 min
16	Accionar presión de aire.		X	1 min
17	Retirar papel sobre de producción anterior.		X	0,5 min
18	Coloca 4 tarimas y se alinea para el papel que sale cortado.		X	2,35 min
19	Realiza pruebas.	X		2 min
20	Ajustar o arreglo de la cuchilla si es necesario cortar.		X	3 min

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCVI. **Autofio – Separar operaciones internas y externas de la máquina**

No.	Actividad	Externa	Interna	Tiempo
1	Ajustar la banda transportadora y los ejes que sujetan el cuaderno en el inicio del proceso.		X	16 min

Continuación de la tabla XCVI.

2	Realiza el cambio de troquel.		X	15 min
3	Ajustar tamaño de los sujetadores en la banda siguiente.		X	10 min
4	Mover y ajustar la escuadra a la medida.		X	7 min
5	Ajusta cabeza.		X	15 min
6	Busca herramientas.	X		0,44 min
7	Solicita ayuda de mantenimiento.	X		1,25 min
8	Cambio de cuchilla.		X	22 min
9	Se dirige a buscar la bobina de alambre de doble anillo.	X		1 min
10	Busca herramienta.	X		0,16 min
11	Transporta la bobina.	X		0,83 min
12	Ajusta la bobina de alambre en la máquina.		X	4,31 min
13	Realiza pruebas.		X	20 min

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCVII. **Guillotina Accura – Separar operaciones internas y externas de la máquina**

No.	Actividad	Externa	Interna	Tiempo
1	Preparar la tarima para el producto siguiente.	X		5 min
2	Mide papel a cortar.	X		0,16 min
3	Determina si la medida ya está ingresada en la máquina.		X	1 min
4	Programar la medida en la máquina.		X	7 min
5	Colocar la máquina en formato manual.		X	0,5 min
6	Coloca papel en la guillotina y verifica que la medida ingresada del papel sea la correcta.		X	0,67 min
7	El papel no quedó a la misma distancia de la guillotina, se corrige la medida manualmente en la máquina.		X	2 min
8	Se realiza la prueba, se verifica que las resmas obtenidas tengan las mismas medidas.		X	3 min

Fuente: elaboración propia.

- Fase 2: conversión de operaciones internas en operaciones externas

En la fase 2 se debe analizar la operación de cambio de serie actual para determinar si alguna de las actividades realizadas como internas pueden ser convertidas en actividades externas. Se deben estudiar una a una, analizar de modo crítico y analítico cada una de las operaciones, como eliminar los movimientos innecesarios, en algunos casos simplemente por no tener todos los útiles y herramientas convenientemente organizados o localizados. Para convertir operaciones internas en externas se debe pensar en modificaciones del método de trabajo, redistribuciones de operaciones, sintonización de tareas, entre otros. A continuación se aplica esta fase a tres máquinas piloto.

Tabla XCVIII. **Cortadora 1 – Conversión de operaciones**

No.	Actividad	¿Se puede realizar con la máquina activa?	Tiempo
1	Retirar el centro de las bobinas.	No	7 min
2	Transportan manualmente la bobina (1) al eje, lo hacen rodando.	Sí	8 min
3	Eleva las bobinas y alinea con la máquina.	No	1,8 min
4	Transportan manualmente la bobina (2) al eje, lo hacen rodando.	Sí	4 min
5	Eleva las bobinas y alinea con la máquina.	No	1 min
6	Transportan manualmente la bobina (3) al eje, lo hacen rodando.	Sí	7 min
7	Eleva las bobinas y alinea con la máquina.	No	2 min
8	Colocar bobina (4). Se prepara para colocarse en la máquina.	Sí	8 min
9	Alinear la bobina y centrarla en la máquina	No	0,75 min
10	Retirar vueltas por cada bobina dependiendo si tiene golpe.	No	7,75 min
11	Se coloca el papel de la bobina (1) en el rodillo de la máquina.	No	2,8 min
12	Se ajusta el aire en la máquina.	No	0.5 min
13	Se coloca el papel de la bobina (2) en el rodillo de la máquina.	No	4 min

Continuación de la tabla XCVIII.

14	Se coloca el papel de la bobina (3) en el rodillo de la máquina.	No	2,5 min
15	Se coloca el papel de la bobina (4) en el rodillo de la máquina.	No	2,5 min
16	Accionar presión de aire.	No	1 min
17	Retirar papel sobrante de producción anterior.	Sí	0,5 min
18	Coloca 4 tarimas y se alinea para el papel que sale cortado.	Sí	2,35 min
19	Realiza pruebas.	No	2 min
20	Ajustar o arreglo de la cuchilla si es necesario cortar.	No	3 min

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCIX. **Autofio – Conversión de operaciones**

No.	Actividad	¿Se puede realizar con la máquina activa?	Tiempo
1	Ajustar la banda transportadora y los ejes que sujetan el cuaderno en el inicio del proceso.	No	16 min
2	Realiza el cambio de troquel.	No	15 min
3	Ajustar tamaño de los sujetadores en la banda siguiente.	No	10 min
4	Mover y ajustar la escuadra a la medida.	No	7 min
5	Ajusta cabeza.	No	15 min
6	Busca herramientas.	Sí	0,44 min
7	Solicita ayuda de mantenimiento.	Sí	1,25 min
8	Cambio de cuchilla.	No	22 min
9	Se dirige a buscar la bobina de alambre de doble anillo.	Sí	1 min
10	Busca herramienta.	Sí	0,16 min
11	Transporta la bobina.	Sí	0,83 min
12	Ajusta la bobina de alambre en la máquina.	No	4,31 min
13	Realiza pruebas.	No	20 min

Fuente: elaboración propia.

Tabla C. **Guillotina Accura – Conversión de operaciones**

No.	Actividad	¿Se puede realizar con la máquina activa?	Tiempo
1	Preparar la tarima para el producto siguiente.	Sí	5 min
2	Mide papel a cortar.	Sí	0,16 min
3	Determina si la medida ya está ingresada en la máquina.	Sí	1 min
4	Programar la medida en la máquina.	No	7 min
5	Colocar la máquina en formato manual.	No	0,5 min
6	Coloca papel en la guillotina y verifica que la medida ingresada del papel sea la correcta.	No	0,67 min
7	El papel no quedó a la misma distancia de la guillotina, se corrige la medida manualmente en la máquina.	No	2 min
8	Se realiza la prueba, se verifica que las resmas obtenidas tengan las mismas medidas.	No	3 min

Fuente: elaboración propia.

- Fase 3: optimización de operaciones internas y externas

Esta fase ya busca optimizar los tiempos empleados en cambios de herramientas y producto. Para hallar una mejora se deberá analizar cada paso y procedimiento, las herramientas, empleados, al operario y su habilidad. Las ideas de mejora dependerán completamente del proceso, sin embargo, existen algunas técnicas que se puede utilizar:

- Técnica 1: utilizar dispositivos de anclaje funcionales o eliminar sujetadores. Utilizar dispositivos de fijación *one touch* para reducir el tiempo de cambio.
- Técnica 2: utilizar dispositivos intermedios. Estos dispositivos se utilizan para unir piezas de trabajo en una posición predeterminada fuera de la máquina.

- Técnica 3: adoptar operaciones en paralelo. Se refiere a balancear la carga de un operario entre dos operarios dependiendo qué tanto se puede reducir. El otro operario no necesariamente debe ser calificado, sin embargo, sí debe tener los conocimientos de los procedimientos para evitar graves accidentes por desincronización.
- Técnica 4: eliminar el ajuste. Los ajustes normalmente representan un 50-70 % del tiempo total de cambio.

Para las tres máquinas piloto, como fase final se proponen estas ideas de mejora para cada actividad de cambio.

Tabla CI. **Cortadora 1 – Optimización de operaciones**

No.	Actividad	Tiempo	Idea de mejora
1	Retirar el centro de las bobinas.	7 min	
2	Transportan manualmente la bobina (1) al eje, lo hacen rodando.	8 min	Realizarlo con montacargas.
3	Eleva las bobinas y alinea con la máquina.	1,8 min	Mientras el ayudante coloca el adhesivo en el restante del producto anterior.
4	Transportan manualmente la bobina (2) al eje, lo hacen rodando.	4 min	Realizarlo con montacargas.
5	Eleva las bobinas y alinea con la máquina.	1 min	Mientras el ayudante coloca el adhesivo en el restante del producto anterior.
6	Transportan manualmente la bobina (3) al eje, lo hacen rodando.	7 min	Realizarlo con montacargas.
7	Eleva las bobinas y alinea con la máquina.	2 min	Mientras el ayudante coloca el adhesivo en el restante del producto anterior.
8	Colocar bobina (4). Se prepara para colocarse en la máquina.	8 min	Realizarlo con montacargas.
9	Alinear la bobina y centrarla en la máquina.	0,75 min	Mientras el ayudante coloca el adhesivo en el restante del producto anterior.

Continuación de la tabla CI.

10	Retirar vueltas por cada bobina dependiendo si tiene golpe.	7,75 min	Contenedor debajo para recibir el desperdicio.
11	Se coloca el papel de la bobina (1) en el rodillo de la máquina.	2,8 min	Ayudante pendiente de retirar el desperdicio y ubicarlo en el sitio correspondiente.
12	Se ajusta el aire en la máquina.	0,5 min	
13	Se coloca el papel de la bobina (2) en el rodillo de la máquina.	4 min	Dejar una parte rebobinada del papel anterior para que sea fácil pasarlo por los rodillos, pegarlo con un adhesivo y así automáticamente se rebobina el papel anterior.
14	Se coloca el papel de la bobina (3) en el rodillo de la máquina.	2,5 min	
15	Se coloca el papel de la bobina (4) en el rodillo de la máquina.	2,5 min	
16	Accionar presión de aire.	1 min	El ayudante prepara la tarima que se va a colocar el papel cortado.
17	Retirar papel sobre de producción anterior.	0,5 min	
18	Coloca 4 tarimas y se alinea para el papel que sale cortado.	2,35 min	
19	Realiza pruebas.	2 min	Se tiene un contenedor listo para el desperdicio.
20	Ajustar o arreglo de la cuchilla si es necesario cortar.	3 min	

Fuente: elaboración propia.

Tabla CII. **Autofio – Optimización de operaciones**

No.	Actividad	Tiempo	Idea de mejora
1	Ajustar la banda transportadora y los ejes que sujetan el cuaderno en el inicio del proceso.	16 min	
2	Realiza el cambio de troquel.	15 min	Tener las herramientas a la mano para evitar la búsqueda.
3	Ajustar tamaño de los sujetadores en la banda siguiente.	10 min	Indicar mediante control visual un seña o color que indique la ubicación correcta.
4	Mover y ajustar la escuadra a la medida.	7 min	
5	Ajusta cabeza.	15 min	
6	Busca herramientas.	0,44 min	Tener las herramientas a la mano.

Continuación de la tabla CII.

7	Solicita ayuda de mantenimiento.	1,25 min	
8	Cambio de cuchilla.	22 min	
9	Se dirige a buscar la bobina de alambre de doble anillo.	1 min	Ayuda de otro operario para hacer las operaciones en paralelo.
10	Busca herramienta.	0,16 min	Tener las herramientas a la mano.
11	Busca y transporta la bobina de alambre.	0.83 min	Asignar un lugar específico para las bobinas terminadas y así evitar la búsqueda.
12	Ajusta la bobina de alambre en la máquina.	4,31 min	
13	Realiza pruebas.	20 min	Se minimiza la cantidad de pruebas si se tiene esta.

Fuente: elaboración propia.

Tabla CIII. **Guillotina Accura – Optimización de operaciones**

No.	Actividad	Tiempo	Idea de mejora
1	Preparar la tarima para el producto siguiente.	5 min	Con ayudante realizando actividades paralelas.
2	Mide papel a cortar.	0,16 min	Aunque las medidas de la cortadora varían demasiado, se pueden estandarizar.
3	Determina si la medida ya está ingresada en la máquina.	1 min	Tener una forma de búsqueda más eficiente como un registro de datos.
4	Programar la medida en la máquina.	7 min	Realizar este paso solo si la medida es nueva en la base.
5	Colocar la máquina en formato manual.	0,5 min	
6	Coloca papel en la guillotina, y verifica que la medida ingresada del papel sea la correcta.	0,67 min	
7	El papel no quedó a la misma distancia de la guillotina, se corrige la medida manualmente en la máquina.	2 min	Realizar las mediciones y la calibración de la guillotina correctamente como parte del mantenimiento preventivo.
8	Se realiza la prueba.	3 min	

Fuente: elaboración propia.

2.2.8. Aplicación del sistema Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Esta metodología se desarrolla a partir del concepto de mantenimiento preventivo, surgió para eliminar las llamadas seis grandes pérdidas, las cuales se indican en el inciso 2.2.8.1.3, es un sistema de gestión que evita todo tipo de pérdidas durante la vida entera del sistema de producción. Este sistema trabaja junto con el sistema *Jidoka* debido a que genera un compromiso de todos los empleados, a los que se transfiere una mayor responsabilidad sobre las operaciones realizadas de mantenimiento básico. Mantienen sus máquinas en buen estado de funcionamiento y desarrollan la capacidad de diagnosticar problemas potenciales antes de que ocasionen averías, realizan la limpieza, lubricación e inspección visual. Los operarios que se involucrarán en este sistema deberán tener un nivel técnico mayor, ya que deben conocer a profundidad su funcionamiento y colaborar con su mantenimiento.

La filosofía TPM se rige bajo 8 principios o pilares que sostienen al sistema:

- Mejora focalizada (*Kobetsu Kaizen*)
- Mantenimiento autónomo (*Sishu Hozen*)
- Mantenimiento planeado (*Heikaku Hozen*)
- Formación y capacitación
- Control inicial
- Mejora continua de calidad (*Hinshitsu Hozen*)
- Mantenimiento de áreas de apoyo
- Seguridad, higiene y medioambiente

Estos principios son la base para la implementación, sin embargo, previo a la misma, es necesario establecer los parámetros de medición en relación con la filosofía TPM, esto a través del método de criterios de evaluación y verificación recomendados por el Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM). Estos parámetros están categorizados por los 8 pilares que sostienen la filosofía TPM.

Tabla CIV. **Parámetros de TPM**

PILAR 1: MEJORA FOCALIZADA	
Requerimientos esenciales.	Peso (%)
Énfasis en la organización del trabajo a través de equipos.	40
Utilización de técnicas, metodologías, filosofías para propuestas de solución. Utilización de técnicas, metodologías, filosofías para propuestas de solución.	30
Registro de las soluciones o mejoras con una visión clara.	30
Total	100
PILAR 2: MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
Requerimientos esenciales.	Peso (%)
Implementación de cultura de compromiso en los usuarios.	40
Establecimiento formal de procedimientos de atención a equipos o máquinas por parte del usuario.	30
Supervisión, evaluación y retroalimentación de las inspecciones o tratamientos a aplicar en los equipos o maquinaria.	30
Total	100
PILAR 3: MANTENIMIENTO PLANEADO	
Requerimientos esenciales.	Peso (%)
Visión sistemática de la planeación de las actividades de mantenimiento.	40
Definición de objetivos y metas claras para el mantenimiento.	40
Planificación clara de lo que se pretende realizar.	20
Total	100

Continuación de la tabla CIV.

PILAR 4: FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN	
Requerimientos esenciales.	Peso (%)
Desarrollar capacidades y acrecentar habilidades en el personal de mantenimiento.	40
Conservación del conocimiento para resolución de problemas.	40
Velar por crear habilidad para trabajar y cooperar en equipo con áreas relacionadas.	20
Total	100
PILAR 5: CONTROL INICIAL	
Requerimientos esenciales.	Peso (%)
Búsqueda recurrente de equipos, maquinaria y herramientas de alta fiabilidad para evitar retrasos durante las actividades claves del área.	30
Maximización continua de la disponibilidad del equipo, maquinaria y herramientas reduciendo los tiempos de parada por falta de las mismas.	40
Poseer una buena base de información sobre el uso, funcionamiento, vida útil y fallas más comunes del equipo, maquinaria y herramientas.	30
Total	100
PILAR 6: MEJORA CONTINUA DE CALIDAD	
Requerimientos esenciales.	Peso (%)
Planeación de los procesos claves basado en la visión de la calidad.	30
Mejora continua de la calidad involucrando a todo el personal de la organización.	40
Mantenimiento de los más altos estándares de calidad.	10
Medición de la percepción del cliente interno y externo del servicio prestado.	20
Total	100
PILAR 7: MANTENIMIENTO ÁREAS DE APOYO	
Requerimientos esenciales.	Peso (%)
Reducción constante de los retrasos que se presentan en las áreas que soportan las operaciones de mantenimiento de la empresa.	40
Enfoque en garantizar el flujo continuo de comunicación entre áreas que se interrelacionan.	30
Enfoque en garantizar el flujo continuo de los procesos entre áreas que se interrelacionan.	30
Total	100

Continuación de la tabla CIV.

PILAR 8: SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE	
Requerimientos esenciales	Peso (%)
Garantizar un ambiente de trabajo confortable y ergonómico.	20
Establecimiento de medidas que contribuyan a la reducción de accidentes, donde la seguridad sea el eje central de satisfacción.	40
Garantizar un ambiente en el cual no se produzca la fatiga, sino que genere una contribución en la mejora de la productividad.	40
Total	100

Fuente: elaboración propia.

Luego se procede a la implementación, para ello se requiere de un procedimiento guía, en el cual se asignan los pasos por etapa para aplicación del sistema TPM. En el siguiente cuadro se enlistan los pasos de implementación, para luego definirlos específicamente e indagar a fondo en las actividades requeridas por cada paso.

Tabla CV. **Cuadro resumen de pasos para implementación de TPM**

Fase	Pasos	
Preparación o iniciación	a	Toma de decisión y compromiso de gerencia
	b	Informar y formar a todos los cuadros de la empresa
	c	Estructura organizacional de pilotaje TPM
	d	Diagnóstico inicial
	e	Elaboración del programa
	f	Implantar programa y estandarizar
Implantación	g	Mejora focalizada (analizar y eliminar causas de fallas)
	h	Mantenimiento autónomo
	i	Mantenimiento planeado
Estabilización	j	Formación y capacitación
	k	Control inicial
	l	Mantenimiento de calidad
	m	Seguridad, higiene y medio ambiente

Fuente: elaboración propia.

A continuación se desarrollará cada paso expuesto en la tabla CIV, de ser necesario se realizarán los formatos de ingreso de datos para su implementación si se decide implementarlo.

- Toma de decisión y compromiso de gerencia

Se presenta la información importante para este punto.

Tabla CVI. **Decisión y compromiso de gerencia**

Paso	Herramientas
Compromiso de gerencia	Promover la decisión de generalizar TPM
	Presentar un anteproyecto para su conocimiento.

Fuente: elaboración propia.

Para implementar el sistema TPM es necesario el compromiso por parte de la alta gerencia, la gerencia y los altos mandos que se involucran, deben conocer el sistema y los beneficios de la filosofía, solo de esta forma se comprometerán a fondo con de la implementación.

Se debe divulgar la información a todos los niveles indicando las intenciones y expectativas con relación al método. Si es posible enviar a través de un documento que circule por la empresa para el conocimiento de todos los empleados sobre lo que implica a grandes rasgos, posteriormente se realizarán las charlas y reuniones para definir la implementación a fondo.

Este documento será extensible a la totalidad de empleados, sea cual sea el grado en que se verán afectados por dicha medida, ya que como se ha

explicado, no solo se trata de un método de mantenimiento aislado, sino de uno de gestión integral de la planta.

- Informar y formar a todos los cuadros de la empresa

Esta es la información útil sobre este punto.

Tabla CVII. **Campaña de difusión**

Paso	Herramientas
Campaña de difusión	Definir frecuencia, lugar y responsables de dar seguimiento y revisión según necesidades futuras.
	Reuniones y capacitación para los responsables de departamentos o involucrados y operarios.

Fuente: elaboración propia.

Seguido de un compromiso de la gerencia, será necesaria una presentación más detallada a los departamentos que se verán directamente implicados en el cambio, de manera que conozcan más a fondo el nuevo sistema. Para la implementación en Papelco, S.A. se recomienda realizar dos presentaciones: en primer lugar, a los responsables de los departamentos de mantenimiento, producción y administrativo, y una segunda sesión con la totalidad de los empleados involucrados en el sistema.

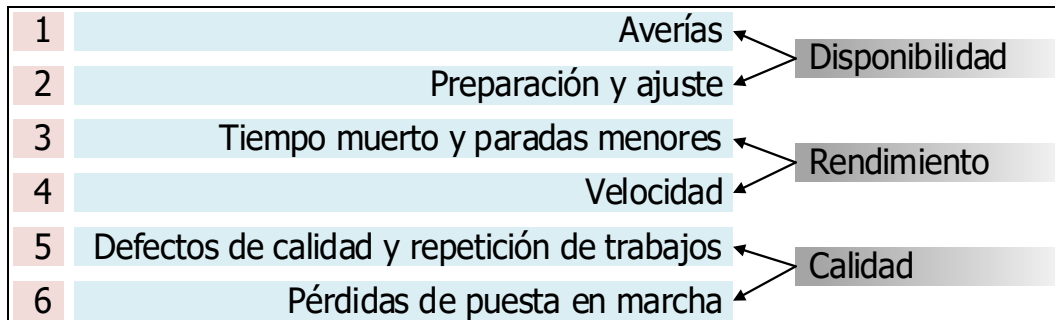
Estas reuniones son de carácter introductorio al sistema, debido a que constantemente se estarán realizando capacitaciones de herramientas claves para la implementación, se realizan para que los involucrados tengan noción sobre el tema.

- Reunión para los responsables de departamentos

Esta reunión tendrá dos partes bien diferenciadas, por un lado, una presentación del nuevo sistema de gestión y los siguientes temas:

- Objetivos de la herramienta.
- Los 8 pilares.
- Los 5 principios.
- Etapas de implantación.
- Herramientas de análisis y detección de causas.
- Asimismo, conocer las 6 grandes pérdidas que presenta el sistema, para luego categorizarlas, asociarlas al sistema TPM y luego hallar la solución (figura 74).

Figura 102. **Las 6 grandes pérdidas y la efectividad del equipo**



Fuente: elaboración propia.

Y una segunda parte, en la que se presentará el plan o programa de actividades para implementación.

- Reunión para operarios

En esta segunda reunión se presentará el TPM de una forma menos detallada que en la anterior, centrándose en conseguir que los conceptos básicos que interesan queden claros y entendidos. Se debe capacitar e informar al operario sobre el sistema a implementar. Deben conocer los fundamentos del sistema TPM y luego conocer su forma de implementación de una forma autónoma.

Las destrezas necesarias para adquirir no se limitan únicamente al conocimiento de la maquinaria y cómo hacer que esta opere, sino también cuáles son esas condiciones de operación óptimas, cómo detectar fallas, la forma correcta de reportarlas, dónde se engloban condiciones antes de la puesta en marcha, como niveles de aceite, presión, ubicación de rodillos, así como condiciones de finalización de la operación. A estas destrezas se les denomina de tratamiento, prevención y predicción. Los operarios deberán conocer todos los pilares TPM, lo que significan y conforme se estén implementando ir aprendiendo y acostumbrándose al nuevo sistema.

- Estructura organizacional de pilotaje TPM

La estructura organizacional es la siguiente:

Tabla CVIII. **Grupo de planeación TPM**



Paso	Herramientas
	Asignar responsables y asignar comité.
	Se recomienda la conformación de grupos con personal de las diferentes áreas involucradas al proceso de mantenimiento, con el propósito de solucionar los cuellos de botella generados.

Fuente: elaboración propia.

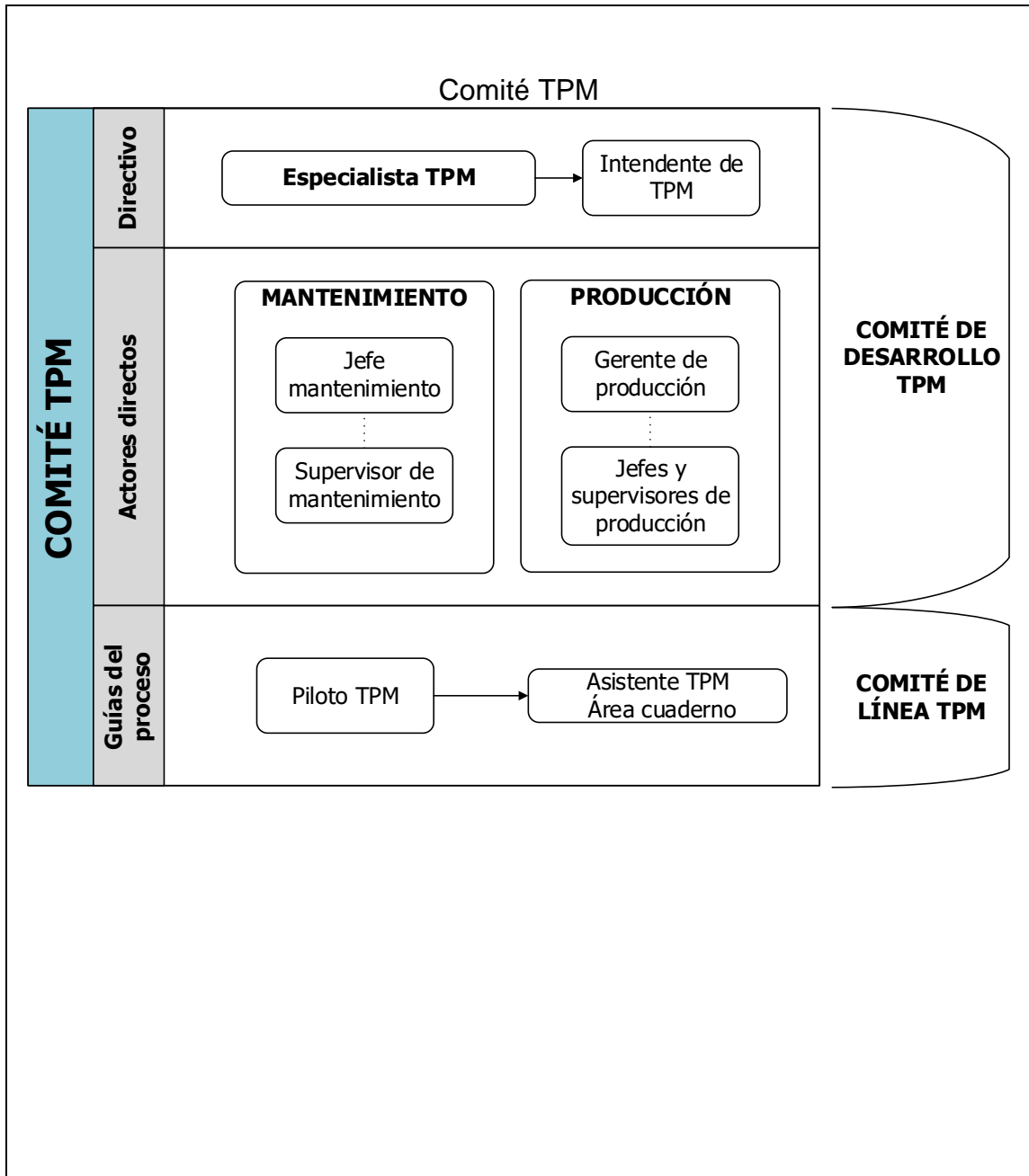
Luego se debe realizar una campaña de difusión del sistema, una adecuada capacitación, educación previa, colocar carteles y otros medios de divulgación. Se define un comité de coordinación y gestión para el sistema TPM. Esta herramienta debe ser dirigida por un especialista en TPM, que se dedique a implementar el sistema de tiempo completo. Una vez que el coordinador está seguro de que todos entienden su filosofía e implicaciones, se forman los primeros equipos de acción que tienen la responsabilidad de determinar las discrepancias u oportunidades de mejoramiento. Se procede a la determinación del comité TPM que desarrollará el sistema. Los implicados en la implementación del sistema son los siguientes:

- Director TPM: es el que conoce el sistema TPM, responsable de dirigir el desarrollo TPM. Es esencial su participación, es quien comunica, acompaña, está especializado y oficializa el despliegue del desarrollo TPM.
- Intendente: a través de él se reciben las instrucciones giradas por la dirección. Será encargado de comunicar avances, resultados o cualquier problema o atraso en el desarrollo TPM.
- Piloto TPM: quien será responsable de la implantación y desarrollo del TPM por área o departamento. Deberá presentar la información oportuna cuando la gerencia o la dirección lo requiera.
- Asistente TPM: este es nombrado por el piloto TPM por parte de cada área. En este caso se nombra uno para cuaderno, troquelado, rebobinadora y guillotina.
- Actores directos: brindan apoyo para la toma de decisiones, para el análisis de causas y fallas y para definir y desarrollar el programa de implementación.

Figura 103. **Manual de puestos para proyecto TPM**

	MANUAL DE PUESTOS PROYECTO TPM	
<p>INTRODUCCIÓN: El manual de puestos para el proyecto TPM se considera de carácter importante, debido a que con ello se logra enlistar las distintas funciones que deberá llevar a cabo cada miembro del equipo del proyecto y así asegurar que ninguna actividad necesaria para llevar con éxito el proyecto sea dejada sin asignar.</p>		
<p>Mediante el presente manual, cada integrante del proyecto conocerá sus funciones y con base en ese conocimiento desarrollará las actividades asignadas de la manera más eficiente posible. Además, servirá de apoyo para saber a quién poder recurrir, facilitando así la colaboración y promoviendo la agilidad de cualquier tipo de actividad entre los miembros del proyecto.</p>		
<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <ul style="list-style-type: none">• Dar a conocer a los propietarios de cada puesto de trabajo, lo que se espera de ellos, a través de actividades relacionadas a cada puesto.		
<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none">• Definir las tareas que cada puesto deberá llevar a cabo.• Establecer las responsabilidades que una persona tendrá en el puesto.• Dar a conocer brevemente a la persona que ocupará el puesto qué lugar ocupa dentro de la jerarquía administrativa.• Evitar dejar sin asignar alguna actividad importante para el logro del proyecto.		
<p>ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL La estructura organizacional presenta los diversos puestos a nivel organizacional con que contará el proyecto de despliegue TPM.</p>		

Continuación de la figura 103.



Fuente: elaboración propia.

Tabla CIX. **Manual descriptivo del puesto de director TPM**

MANUAL DE PUESTOS DEL PROYECTO TPM	
NOMBRE DEL PUESTO: Director TPM	
CÓDIGO:	FECHA: 2018
DEPENDENCIA JERÁRQUICA: Ninguna	PÁGINA: 1 de 1
SUPERVISAR A: Toda el área de mantenimiento y delegados TPM.	PROPÓSITO: Liderar, planificar, dirigir y evaluar los procedimientos y actividades que se realicen para implementar la filosofía TPM.
Funciones	
<ul style="list-style-type: none"> • Nombrar al piloto TPM. • Validar los pasos de implementación. • Validar las acciones a realizar para cada pilar. • Tener en cuenta los efectos y cargas de TPM en el presupuesto. • Definir las dinámicas de progreso que ya están establecidas. • Encargado de anunciar la implementación TPM. • Ratifica la propuesta de elección de zonas para TPM. 	
PERFIL DEL PUESTO	
NIVEL DE ESTUDIO	Ingeniero industrial o administrador de empresas.
REQUISITOS	<ul style="list-style-type: none"> ○ Iniciativa de toma de decisiones. ○ Conocimiento sobre sistema TPM. ○ Conocimiento de planeación, coordinación y dirección de proyectos. ○ Conocimientos en paquetes Office. ○ Habilidad para analizar y resolver problemas basado en herramientas de causas.

Fuente: elaboración propia.

Tabla CX. **Manual descriptivo del puesto de intendente TPM**

MANUAL DE PUESTOS DEL PROYECTO TPM	
NOMBRE DEL PUESTO: Intendente	
CÓDIGO:	FECHA: 2018
DEPENDENCIA JERÁRQUICA: Director TPM	PÁGINA: 1 de 1
SUPERVISAR A: Área de taller y comité de línea de apoyo.	PROPÓSITO: Velar porque los puestos del proyecto TPM y área de mantenimiento esté conformado con el personal adecuado, que faciliten la implementación TPM.
FUNCIONES	
<ul style="list-style-type: none"> • Participa en los diferentes comités y sistemáticamente en reuniones con directivos. • Supervisa el correcto desarrollo de la dinámica TPM y contribuye a la movilización de los recursos. • Apoya a los diferentes actores involucrados. • Procura que existan intercambios de ideas y experiencias. • Participa en las distintas auditorías. • Organiza y participa en el diagnóstico de la situación inicial antes de poner en marcha el TPM. • Ayuda para la identificación de puntos de mejora. • Evalúa los recursos necesarios. • Organiza (planifica) la puesta en marcha de las herramientas. • Programa las auditorías anuales. • Anima de manera permanente la metodología TPM. • Prioriza y pilota las acciones de progreso. • Garantiza el respeto de los plazos. • Adapta los recursos a las cargas. 	
PERFIL DEL PUESTO	
NIVEL DE ESTUDIO	Ingeniero industrial o administrador de empresas.
REQUISITOS	<ul style="list-style-type: none"> ○ Iniciativa de toma de decisiones. ○ Conocimiento sobre sistema TPM. ○ Conocimiento de planeación, coordinación y dirección de proyectos. ○ Conocimientos en paquetes Office. ○ Habilidad para analizar y resolver problemas basado en herramientas de causas. ○ Capacidad de administrar recursos humanos y financieros.

Fuente: elaboración propia.

Tabla CXI. **Manual descriptivo del puesto de piloto TPM**

MANUAL DE PUESTOS DEL PROYECTO TPM	
NOMBRE DEL PUESTO: Piloto TPM	
CÓDIGO:	FECHA: 2018
DEPENDENCIA JERÁRQUICA: Intendente	PÁGINA: 1 de 1
SUPERVISAR A: Área de taller y asistente TPM.	PROPÓSITO: Velar porque los puestos del área de taller de mantenimiento estén conformados con el personal adecuado, que faciliten la implementación TPM.
FUNCIONES	
<ul style="list-style-type: none"> • Encargado por el comité de línea TPM. • Nombrar los puestos para los asistentes TPM. • Participa en la selección de zonas. • Valida los cambios de fase. • Garantiza respeto de los cambios de fases. • Aporta ayuda metódica. • Organiza grupos de trabajo que se requieran. • Lleva a cabo auditorías y las valida. • Mantiene al día las actividades TPM propuestas. 	
PERFIL DEL PUESTO	
NIVEL DE ESTUDIO	Ingeniero industrial o administrador de empresas.
REQUISITOS	<ul style="list-style-type: none"> ○ Iniciativa de toma de decisiones. ○ Conocimiento sobre sistema TPM. ○ Conocimiento de planeación, coordinación y dirección de proyectos. ○ Conocimientos en paquetes Office. ○ Habilidad para analizar y resolver problemas basado en herramientas de causas. ○ Capacidad de administrar recursos humanos y financieros.

Fuente: elaboración propia.

Tabla CXII. **Manual descriptivo del puesto de asistente TPM**

MANUAL DE PUESTOS DEL PROYECTO TPM	
NOMBRE DEL PUESTO: Asistente TPM	
CÓDIGO:	FECHA: 2018
DEPENDENCIA JERÁRQUICA: Piloto TPM	PÁGINA: 1 de 1
SUPERVISAR A: Operarios.	PROPÓSITO: Velar por la correcta obtención de información y el desarrollo de las actividades definidas por el director TPM.
FUNCIONES	
<ul style="list-style-type: none"> • Participa en el diagnóstico de la situación actual. • Identifica pérdidas. • Colabora con el piloto TPM en las actividades que se requieran. • Desarrolla las actividades técnicas descritas en el programa. • Ofrece una formación específica a los que van a intervenir para la utilización de las herramientas de los pilares TPM y operarios. • Entrena a los operarios en lo básico de los pilares: mantenimiento autónomo y planeado. • Pone en marcha todas las actividades y herramientas. • Aporta las propuestas de optimizaciones del automantenimiento o del mantenimiento programado. • Participa en la preparación de las paradas programadas y dirige una parte si es necesario. • Practica las lecciones puntuales y las conserva en el archivo de la zona TPM. 	
PERFIL DEL PUESTO	
NIVEL DE ESTUDIO	Estudiante en ingeniería industrial, mecánica industrial o afines.
REQUISITOS	<ul style="list-style-type: none"> ○ Iniciativa de toma de decisiones. ○ Conocimiento sobre sistema TPM. ○ Conocimiento de planeación, coordinación y dirección de proyectos. ○ Conocimientos en paquetes Office. ○ Habilidad para analizar y resolver problemas basado en herramientas de causas. ○ Capacidad de administrar recursos humanos y financieros.

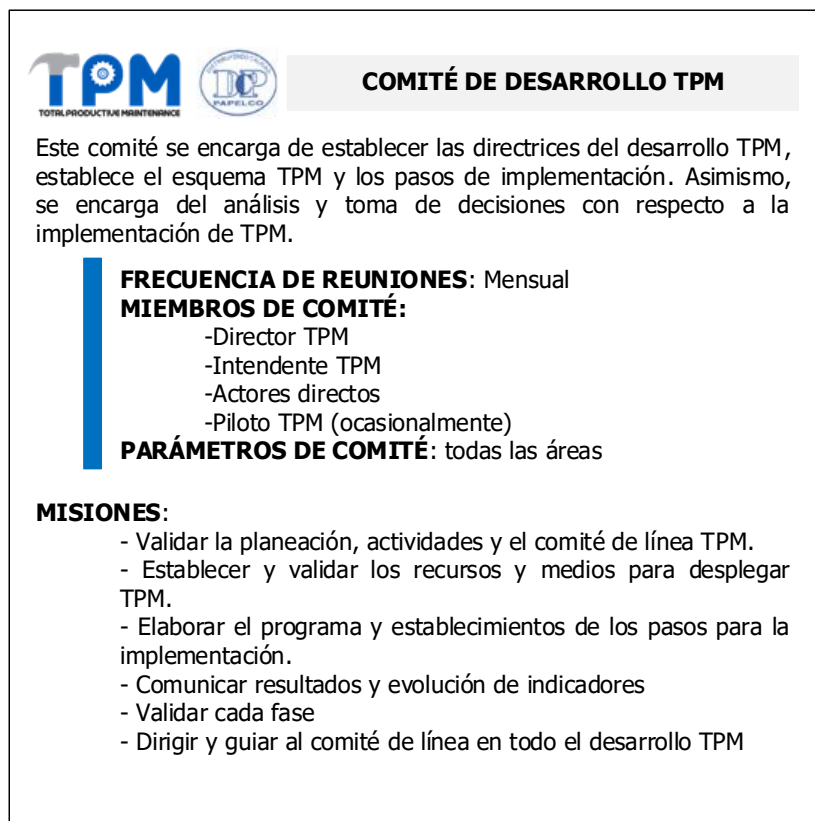
Fuente: elaboración propia.

Luego de haber definido los perfiles idóneos de los que conforman la estructura de pilotaje TPM, se procede a definir los comités que se describieron previamente.

- **Comité de desarrollo TPM**

Formado por el director, intendente, actores directos y en algunos casos el piloto TPM. Las acciones y decisiones tomadas por este comité son más estratégicas.

Figura 104. **Misión del comité de desarrollo TPM**



COMITÉ DE DESARROLLO TPM

Este comité se encarga de establecer las directrices del desarrollo TPM, establece el esquema TPM y los pasos de implementación. Asimismo, se encarga del análisis y toma de decisiones con respecto a la implementación de TPM.

FRECUENCIA DE REUNIONES: Mensual

MIEMBROS DE COMITÉ:

- Director TPM
- Intendente TPM
- Actores directos
- Piloto TPM (ocasionalmente)

PARÁMETROS DE COMITÉ: todas las áreas

MISIONES:

- Validar la planeación, actividades y el comité de línea TPM.
- Establecer y validar los recursos y medios para desplegar TPM.
- Elaborar el programa y establecimientos de los pasos para la implementación.
- Comunicar resultados y evolución de indicadores
- Validar cada fase
- Dirigir y guiar al comité de línea en todo el desarrollo TPM

Fuente: elaboración propia.

- Comité de línea TPM

Comité de línea TPM: formado por el piloto TPM y los cuatro asistentes. Tiene un alcance mucho más local, afecta solo al lugar donde se está desplegando el TPM y se realizan las acciones operativas.

Figura 105. **Misión del comité de línea TPM**




COMITÉ DE LÍNEA TPM

Este comité aporta la asistencia necesaria para el desarrollo del TPM, este comité se encarga de recabar toda la información necesaria para la implementación TPM, se reúne con el comité de desarrollo debido a que ellos son los que realizan el análisis de las soluciones.

FRECUENCIA DE REUNIONES: Quincenal

MIEMBROS DE COMITÉ:

- Piloto TPM (ocasionalmente)
- Asistentes TPM

PARÁMETROS DE COMITÉ: Depende del área que se va analizar

MISIONES:

- Validar la síntesis o lo descrito en el diagnóstico inicial
- Planificar y preparar las diferentes fases en la zona TPM
- Aplicar las decisiones del Comité de desarrollo TPM
- Seguimiento de las evoluciones de los indicadores
- Toma de datos necesarios para el análisis de causas
- Informar sobre las necesidades
- Tratamiento y seguimiento de las acciones del programa

Fuente: elaboración propia.

- Diagnóstico inicial

Tabla CXIII. **Diagnóstico inicial**

Paso	Herramientas
Diagnóstico inicial	Diagrama de causa-efecto
	Histograma, diagrama de Pareto
	Encuesta de diagnóstico básico
	5W 2H
	Analizar roturas, fatiga material y desgastes

Fuente: elaboración propia.

Se debe realizar una encuesta de diagnóstico básico para implementación TPM a todos los operarios para sondear el compromiso que tendrán para la implementación. El formato que se propone es el siguiente:

Figura 106. **Encuesta de diagnóstico básico para implementación de TPM**

Por favor contestar las siguientes preguntas.			
	Preguntas	Sí	No
1	¿Creé usted que la empresa necesita implementar un modelo de calidad para el desarrollo eficiente de los procesos de mantenimiento?		
2	¿Tiene conocimiento o ha trabajado usted con modelos de calidad?		
3	¿Le gustaría recibir capacitación para el manejo de un sistema de calidad?		
4	¿Estaría dispuesto a asumir nuevas responsabilidades a causa de la implementación de un sistema de calidad?		

Fuente: elaboración propia

Para realizar diagnósticos se recomienda utilizar la herramienta causa-efecto o análisis de cinco porqués. La técnica de los cinco porqué es una forma de encontrar el verdadero significado de un problema, y evitar así plantear soluciones débiles ante este. La técnica requiere que el equipo pregunte por qué al menos cinco veces, o trabaje a través de cinco niveles de detalle. Una vez que sea difícil para el equipo responder por qué, la causa más probable habrá sido identificada.

Para identificar las causas por medio de esta herramienta primero se selecciona el tipo de pérdida, luego se desglosan los problemas ocasionados para cada pérdida, pueden ser varios problemas los que ocasionen una pérdida. Es importante realizar este análisis por cada fallo y pérdida que suceda en la planta de producción. El formato propuesto para el diagnóstico se muestra en la siguiente página.

Figura 107. Formato de análisis por qué-por qué

 ANÁLISIS - POR QUÉ POR QUÉ									
BLOQUE DE PÉRDIDA	PROBLEMAS	1 ¿POR QUÉ?	2 ¿POR QUÉ?	3 ¿POR QUÉ?	4 ¿POR QUÉ?	5 ¿POR QUÉ?	ACCIÓN	RESPONSABLE	ESTADO
<input type="checkbox"/> Fallos en equipos principales <input type="checkbox"/> Cambios no programados <input type="checkbox"/> Fallos en equipos auxiliares <input type="checkbox"/> Paradas no nombradas	1								
<input type="checkbox"/> Reducción de velocidad <input type="checkbox"/> Defectos <input type="checkbox"/> Arranques	2								
<input type="checkbox"/> Movimientos innesesarios <input type="checkbox"/> Generales	3								
<input type="checkbox"/> Recursos de producción <input type="checkbox"/> Paradas de producción	4								
<input type="checkbox"/> Recursos de producción <input type="checkbox"/> Paradas de producción	5								

Fuente: elaboración propia.

Existe otra herramienta de análisis para determinar la causa raíz de cada problema, esta se denomina análisis 5W y 2H. Esta herramienta le permite al usuario preguntarse qué ocurrió, cuándo ocurrió, quién, cuál y cómo, con el fin de obtener la causa raíz del problema y diagnosticarlo.

Figura 108. **Análisis 5W y 2H**

Ítem	Descripción	Problema
Qué (What)	¿Qué está sucediendo?	
Cuando (When)	¿Cuándo ocurrió el problema?	
Dónde (Where)	¿Dónde vio el problema? (Línea/máquina/ubicación)	
Quién (Who)	El problema está relacionado con la habilidad (depende o no de la habilidad).	
Cuál (Which)	¿Cuál tendencia o patrón tiene el problema? ¿La tendencia es arbitraria o existe un patrón?	
Cómo (How)	¿Cómo varía el estado de lo normal (óptimo)?	
Cuánto (How much/many)	¿Cuánto es el impacto el problema?	

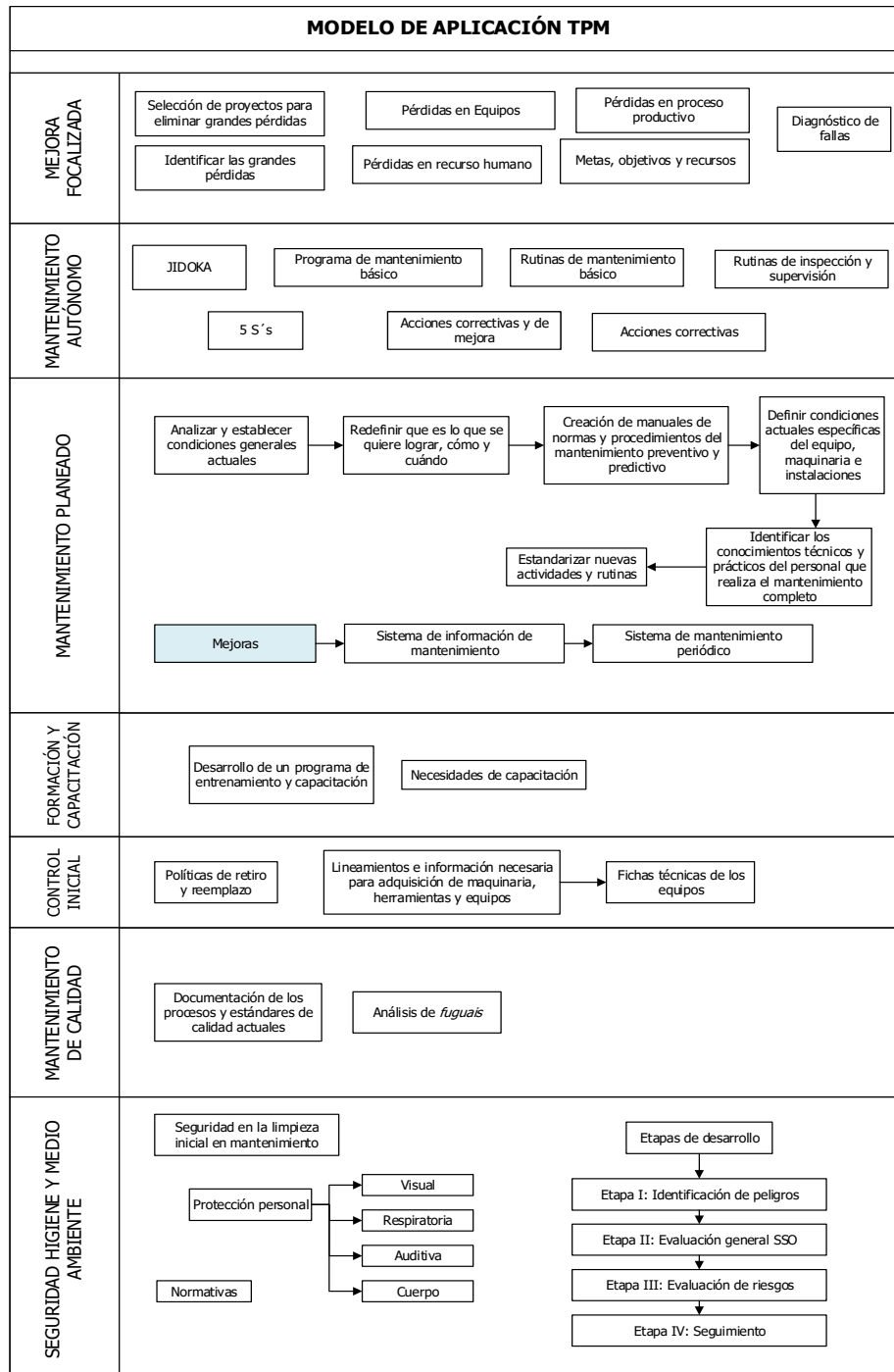
Fuente: elaboración propia.

Todas estas herramientas ayudarán a analizar la causa raíz de los problemas que ocurren por fallos o avería en las máquinas. Existen otros métodos para análisis y diagnóstico de causas que se pueden utilizar, tales como histogramas o diagramas de Pareto.

- Programa

En este paso, se indican las acciones, actividades y herramientas necesarias para la implementación del sistema TPM. Este programa se realiza con base en los pilares que sostienen la filosofía TPM. Cada pilar desglosará una serie de actividades correspondiente al mismo. En la figura 81 se indica específicamente las actividades y acciones que se pueden realizar para cada pilar del TPM.

Figura 109. Modelo de aplicación TPM



Fuente: elaboración propia.

- Implantación del programa y estandarización

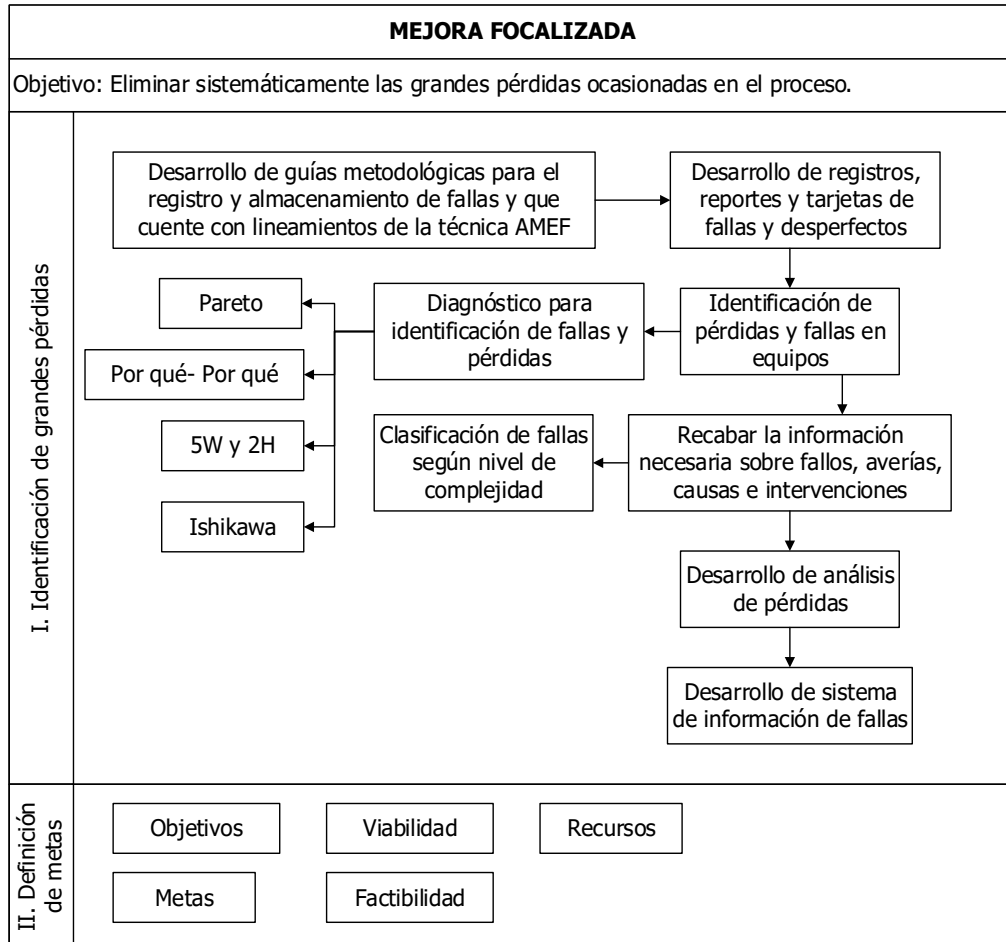
En esta fase se da luz verde para la implementación directamente del sistema, se elaboran las acciones propuestas en la figura 109, se realizan los procedimientos, diagnósticos, lecciones y matrices. Cada etapa/pilar se desarrollará y desglosará a continuación como parte de los pasos para la implementación TPM.

- Mejoras focalizadas (analizar y eliminar causas de fallas)

Esta etapa busca analizar las fallas y *fuguais* (defectos) que aparecen comúnmente en el proceso. Se realiza un cuadro en el cual se colocan diagramas para facilitar la comprensión y así implementar esta fase.

Asimismo, tiene como objetivo eliminar sistemáticamente las grandes pérdidas que ocurren durante todo el proceso productivo, para ello se elaboran las herramientas para identificarlas y posteriormente hallar las causas.

Figura 110. **Contenido para implementación del pilar de mejora focalizada**




Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la figura 109, se divide en dos incisos, el primero es identificación de grandes pérdidas y la segunda definición de metas. Para el diagnóstico de fallas, según el cuadro de herramientas, se recomienda utilizar las siguientes herramientas: Pareto, por qué-por qué, 5W 2H e Ishikawa.

Los diagnósticos desarrollados favorecerán a la elaboración de la guía metodológica para el registro y almacenamiento de las fallas. Esta guía le permitirá al operario y a los directivos identificar con mayor facilidad las fallas o *fugais* que se presentan durante el proceso. Es importante recordar que esta guía debe ser actualizada constantemente, puesto que nuevas fallas y defectos aparecen conforme al tiempo, uso y mantenimiento que se realice.

Para obtener esta información se propone completar el siguiente formato, con este registro se permitirá clasificar las fallas, creando un sistema de información de fallas. Se considera obligatorio realizar estos registros y detallar toda la información ocurrida durante la falla.

Figura 111. Formato de reporte de falla

 REPORTE DE FALLA	
Fecha:	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Máquina:	<input type="text"/>
Área:	<input type="text"/>
TIPO DE FALLA	SISTEMA QUE AFECTA
<input type="checkbox"/> Mecánica <input type="checkbox"/> Eléctrica <input type="checkbox"/> Hidráulica <input type="checkbox"/> Lubricación <input type="checkbox"/> Neumática <input type="checkbox"/> Operación <input type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Otros: <input type="text"/>	<input type="text"/>
	NIVEL DE COMPLEJIDAD DE LA FALLA <input type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Alta <small>*Se considera baja cuando no requiere de un cambio de herramienta.</small>
INFORMACIÓN DE LA FALLA	
Hora de inicio de falla:	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Tiempo total de falla:	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
DESCRIPCIÓN DE FALLA	
<input type="text"/>	
UBICACIÓN EXACTA DE LA FALLA	
<input type="text"/>	
REPORTADO POR	
<input type="text"/>	
ACCIÓN CORRECTIVA TOMADA	
<input type="text"/>	
FECHA DE CORRECCIÓN	CORREGIDA POR
<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/>
OBSERVACIONES	
<input type="text"/>	

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente de haber registrado la falla, se procede a identificarla, es decir se le asigna un código y si en dado caso vuelve a ocurrir se tiene un récord. Con esta información se podrá formar un registro de la constancia de fallas durante la producción en un determinado tiempo.

A continuación se presenta el modelo para una tarjeta de identificación, este modelo deberá ser llenado en formato digital, se considera obsoleto llenar manualmente dichas tarjetas. Esta tarjeta se considera como una tarjeta de información.

Figura 112. Tarjeta de identificación de *fuguais*

TARJETA DE IDENTIFICACIÓN DE *FUGUAIS*

CÓDIGO DE FALLA NO.

DESCRIPCIÓN DE LA FALLA:

CONSECUENCIA	<div style="background-color: red; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Grave</div> <div style="background-color: blue; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Importante</div> <div style="background-color: yellow; padding: 2px;">Leve</div>
--------------	---

ENCONTRADA POR: FECHA

REPORTADA POR: FECHA

CAUSADA POR

TIEMPO O PLAZO DE CORRECCIÓN DE FALLA

Inmediato
 1 semana máximo
 2 semanas máximo
 3 semanas máximo
 4 semanas máximo
 Más de 1 mes

Otros

Fuente: elaboración propia.

Luego es necesario realizar un cuadro resumen de las fallas reportadas en un tiempo determinado, puede ser semanal o mensual. El cuadro resumen se presenta a continuación.

Tabla CXIV. **Matriz resumen de fallas reportadas**

MATRIZ RESUMEN DE REPORTE DE FALLAS							
Código de falla	Localización	Descripción	Reportada por:	Reportada a:	Acción correctiva temporal	Fecha de ocurrencia	Estado actual

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, para concluir con el análisis de las fallas se le debe dar un seguimiento y para ello se utilizará una herramienta de los 5 porqués que permite evaluar a fondo cada falla y hallar la causa raíz. El formato que se utilizará se presentará a continuación.

Figura 113. Formato para análisis de fallas

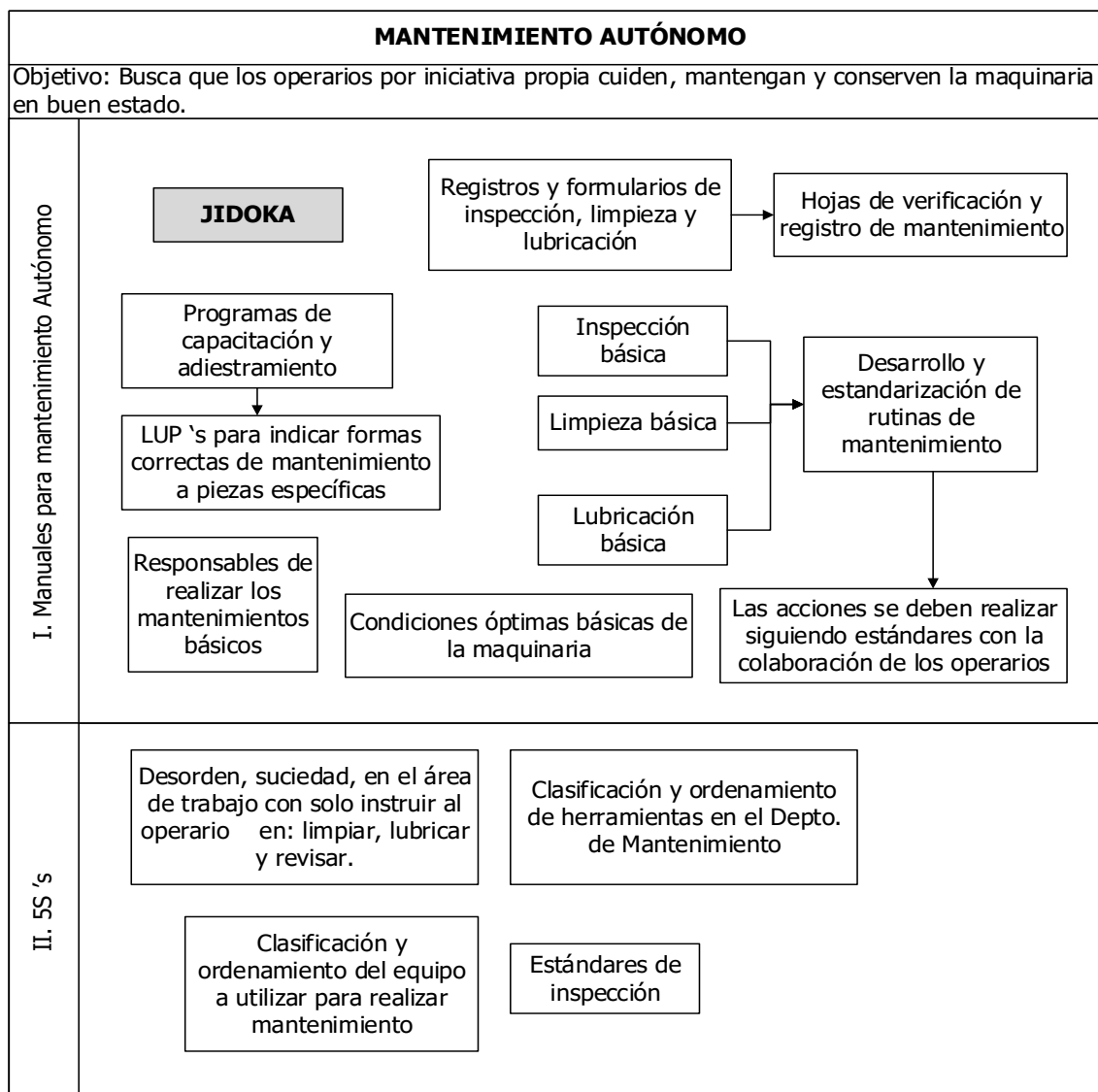
CÓDIGO DE FALLA <input style="width: 150px;" type="text"/>	Fecha <input style="width: 80px;" type="text"/>	
1 Defina claramente el por qué de la ocurrencia de la falla		
1.1	¿Por qué?	<input style="width: 95%;" type="text"/>
1.2	¿Por qué?	<input style="width: 95%;" type="text"/>
1.3	¿Por qué?	<input style="width: 95%;" type="text"/>
1.4	¿Por qué?	<input style="width: 95%;" type="text"/>
1.5	¿Por qué?	<input style="width: 95%;" type="text"/>
2 ¿Cuál fue la acción correctiva tomada? (que ajuste o cambio de herramientas se realizó)		
<input style="width: 100%; height: 40px;" type="text"/>		
3 ¿Cuál fue la causa raíz del problema? (inciso 1.5)		
<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>		
4 Si el problema no se corrigió desde la raíz, ¿Tiene alguna sugerencia? (conoce de alguna manera para eliminar completamente la recurrencia de la falla)		
<input style="width: 100%; height: 40px;" type="text"/>		
5 ¿Sugiere alguna actividad de mantenimiento para prevenir la ocurrencia de esta falla?		
<input style="width: 100%; height: 25px;" type="text"/>		
6 Personal involucrado en la realización de la reparación		
	Nombre	Firma
<input style="width: 95%;" type="text"/>		
<input style="width: 95%;" type="text"/>		
<input style="width: 95%;" type="text"/>		
<input style="width: 95%;" type="text"/>		
_____ Vo.Bo Del Jefe de mantenimiento		

Fuente: elaboración propia.

- Mantenimiento autónomo

Se presenta la información necesaria sobre el mantenimiento autónomo.

Figura 114. **Contenido para implementación del pilar de mantenimiento autónomo**



Fuente: elaboración propia.

Debe dejarse claro que las actividades de mantenimiento autónomo son obligatorias y necesarias, no son actividades voluntarias, deben ser controladas o regladas. Las tareas en las que el operario puede participar son numerosas, tales como: limpiar, lubricar, cuidar los aprietes, purgar las unidades neumáticas, verificar el estado físico de tensión, observar el buen estado de sensores, entre otros. Con esta contribución el personal de mantenimiento podrá dedicar un mayor tiempo a mejorar las rutinas del mantenimiento preventivo y realizar verdaderos estudios de ingeniería de mantenimiento para mejorar el funcionamiento del equipo.

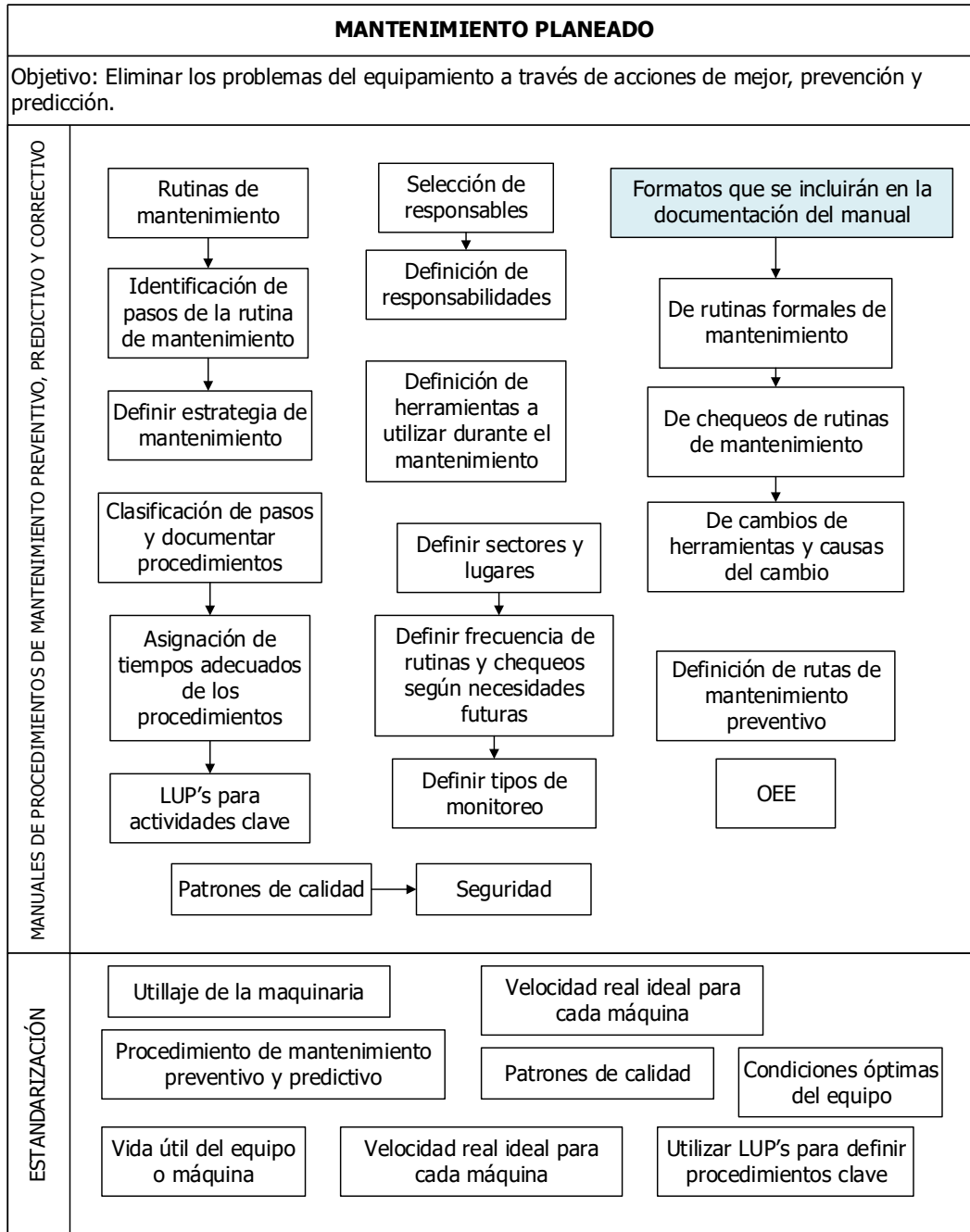
- 5S's

El mantenimiento autónomo lo que busca es que, por medio del mantenimiento básico, se evite o elimine el mantenimiento correctivo, dejando únicamente el mantenimiento predictivo y preventivo, y esto se logrará si se realizan las actividades de limpieza que involucra las 5S y mantenimiento. La herramienta 5S ya se desarrolló en el inciso 2.2.3 del presente informe, por lo tanto, para esta fase se añadirá únicamente un análisis de focos de suciedad para completar las 5S aplicadas al mantenimiento autónomo.

- Mantenimiento planeado

El mantenimiento planeado abarca el mantenimiento preventivo y predictivo, se trata de que el operario diagnostique la falla y la indique convenientemente para la detección de la avería. A continuación se muestran las herramientas y actividades que se deben realizar para mejorar el sistema de mantenimiento actual en Papelco, S.A..

Figura 115. **Contenido para implementación del pilar de mantenimiento planeado**




Fuente: elaboración propia.

- Solicitud inicial para mantenimiento de las máquinas

Para comenzar la etapa de mantenimiento planeado se comienza con la elaboración de un formato de orden para trabajo de mantenimiento, con el fin de solicitar disponibilidad de la máquina al área de producción. Se realiza este formato debido a que actualmente la empresa no cuenta con un sistema ordenado y planificado de mantenimiento. Por lo tanto, sí se necesita que esté documentado cada vez que se requiere de tiempo para realizar el mantenimiento. La utilización de este formato es temporal, puesto que conforme sea establecido un plan de mantenimiento, no será necesario más que cuando ocurren imprevistos.

Figura 116. **Solicitud de trabajo para mantenimiento**

		SOLICITUD PARA TRABAJO DE MANTENIMIENTO		
Solicitud de mantenimiento				
Código de mantenimiento				
Solicitado por:	_____	Tipo de mantenimiento	Correctivo	<input type="checkbox"/>
Área de trabajo:	_____		Preventivo	<input type="checkbox"/>
Fecha de solicitud:	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		Predictivo	<input type="checkbox"/>
Máquina:	_____ Código: _____		Instalación	<input type="checkbox"/>
Descripción general del trabajo a realizar:				
Tiempo aproximado necesario: _____				
Disponibilidad de la máquina/instalación				
Hora: De _____ a _____ Fecha <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>				

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la figura 88, se toma en cuenta el mantenimiento correctivo, este mantenimiento solo da lugar a la posibilidad de ocasionar fallos y desperfectos en la maquinaria y en la producción. Pero como se está iniciando a implementar TPM, siempre existirá la posibilidad que se presente un requerimiento de reparación por fallo o defecto, por lo tanto, es necesario incluirlo dentro del sistema. Sin embargo, conforme el sistema se va desarrollando y formándose como cultura, se deberá ir eliminando el mantenimiento correctivo, debido a que se vuelve obsoleto dando lugar únicamente al mantenimiento predictivo y preventivo.

- Rutinas de mantenimiento

Se realiza las rutinas de mantenimiento de forma detallada para cada maquinaria, comenzando con la limpieza, ajuste de piezas lubricación, entre otros. Se deben incluir estrategias para mantenimiento, documentación de pasos y la clasificación de estos, asimismo, asignar tiempos y LUP's para resaltar actividades clave durante el mantenimiento.

Los pasos de estas rutinas deben ir enumeradas con las herramientas o piezas utilizadas respectivamente. Para la recolección de la información se recomienda utilizar el formato de la figura 109.

Figura 117. Formato para recolección de información de mantenimiento

HOJA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO								
Máquina: _____								
Operador que realiza mantenimiento: _____						Puesto: _____		
Fecha: _____			Hora: _____					
Ayudante Nombre del ayudante: _____						Puesto: _____		
No.	Descripción	Herramienta utilizada	Duración	Inspeccionado por:	Nivel de complejidad	Observaciones	Con ayudante*	Necesita LUP
			Minutos	Nombre	Alto, medio, bajo		Si/No	Si/No

Fuente: elaboración propia.

- Responsables

Los responsables por máquina deberán ser definidos por el jefe de mantenimiento, estos responsables no serán puestos fijos, debido a que son puestos de operarios, sin embargo, sí se pueden indicar específicamente quiénes serán los responsables. Se propone el siguiente formato, para tener un control y de esta manera verificar si se está cumpliendo el mantenimiento. Este formato deberá ser completado por el jefe de mantenimiento.

Figura 119. Tarjeta de piezas o herramientas

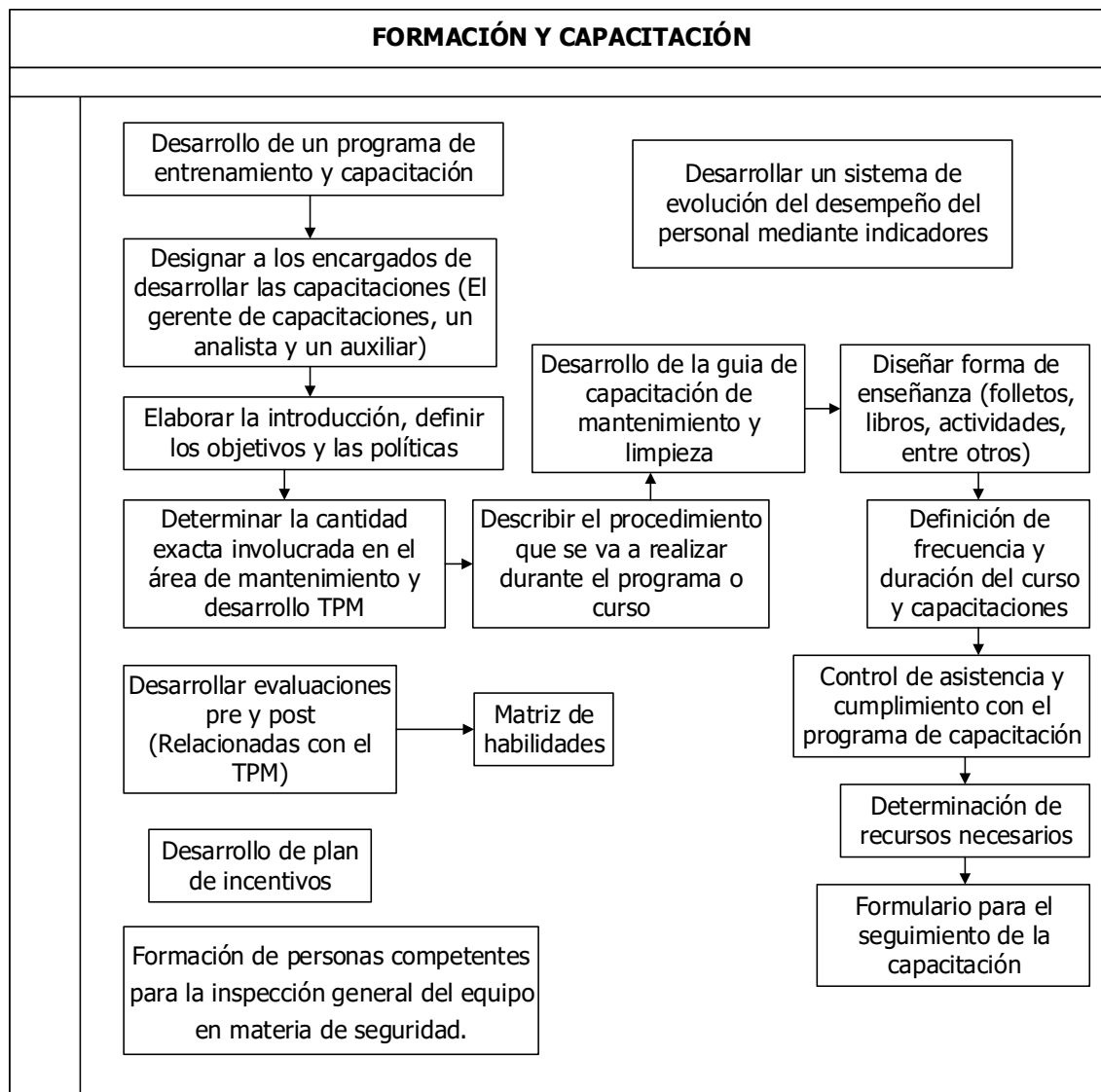
ESPECIFICACIONES DE PIEZAS O HERRAMIENTAS		
Características físicas		
Nombre: _____		
Máquina(s) que lo utilizan: _____		
Descripción de tipo: _____		
Modelo _____		Color: _____
COD inventario _____		Valor de compra: _____
Ítem x _____		Año _____
... _____		Ítem y _____
... _____		... _____
Otros	Manuales	Especificaciones
Datos del proveedor o fabricante		
Fabricante: _____		
Proveedor: _____		
Contacto: _____		Teléfono: _____
Página web: _____		País: _____
Historial de fechas de adquisición	1	Fecha de actualización:
	2	

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, se procede a buscar la información según las recomendaciones de los fabricantes de la maquinaria, con esta información se diseña un plan de mantenimiento basado en historial de mantenimiento y otros factores. Como se menciona en la figura 109 se deberán desarrollar los pasos de las rutinas de mantenimiento, clasificación de estos, definición de tiempos tomando en cuenta rutas y herramientas.

- Formación y capacitación

Figura 120. **Contenido para implementación del pilar de formación y capacitación**



Fuente: elaboración propia.

Para desarrollar correctamente esta etapa se debe utilizar una serie de herramientas descritas a continuación:

- Notas para comunicar la evaluación
- *Check list* de evaluación de personal
- Lista de acciones correctivas y preventivas
- Políticas para mejorar capacidades
- Cuadro de contribución
- Indicadores

Como soporte de la capacitación se elaboró un formato para registro de capacitaciones referentes al sistema TPM y que fomentan su correcta implementación. Para esta fase deberá elaborarse bastante material didáctico, trifoliales e información, con el objetivo de crear una cultura TPM. Esta fase estará presente en cada pilar, debido a que constantemente se estarán impartiendo capacitaciones conforme lo vaya requiriendo la implementación y cada etapa.

Tabla CXV. **Formato de control de capacitaciones TPM**

No.	Tema	Expositor	Cantidad de capacitados	Tiempo de duración	Fecha	Personal capacitado	Lugar	Se realizó encuesta diagnóstica	Se realizó encuesta de conocimiento posterior a la capacitación	Firma del especialista TPM
1						<input type="checkbox"/> Altos mandos y gerencias <input type="checkbox"/> Personal operativo		<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
2						<input checked="" type="checkbox"/> Altos mandos y gerencias <input type="checkbox"/> Personal operativo		<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
3						<input type="checkbox"/> Altos mandos y gerencias <input type="checkbox"/> Personal operativo		<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
4						<input type="checkbox"/> Altos mandos y gerencias <input type="checkbox"/> Personal operativo		<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
5						<input type="checkbox"/> Altos mandos y gerencias <input type="checkbox"/> Personal operativo		<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
6						<input type="checkbox"/> Altos mandos y gerencias <input type="checkbox"/> Personal operativo		<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
7						<input type="checkbox"/> Altos mandos y gerencias <input type="checkbox"/> Personal operativo		<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
8						<input type="checkbox"/> Altos mandos y gerencias <input type="checkbox"/> Personal operativo		<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
8						<input type="checkbox"/> Altos mandos y gerencias <input type="checkbox"/> Personal operativo		<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
8						<input type="checkbox"/> Altos mandos y gerencias <input type="checkbox"/> Personal operativo		<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
8						<input type="checkbox"/> Altos mandos y gerencias <input type="checkbox"/> Personal operativo		<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
8						<input type="checkbox"/> Altos mandos y gerencias <input type="checkbox"/> Personal operativo		<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	

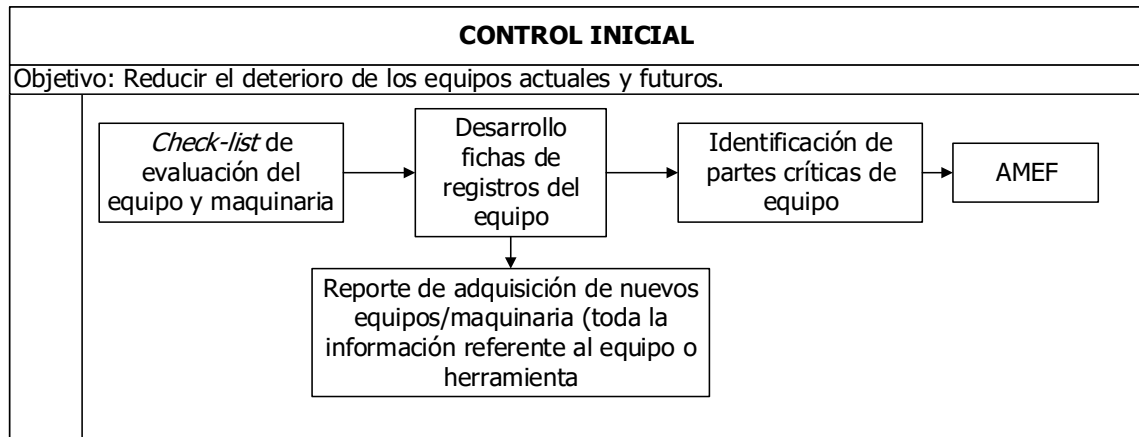
Control de capacitaciones TPM



Fuente: elaboración propia

- Control inicial

Figura 121. **Contenido para implementación del pilar de control inicial**



Fuente: elaboración propia.

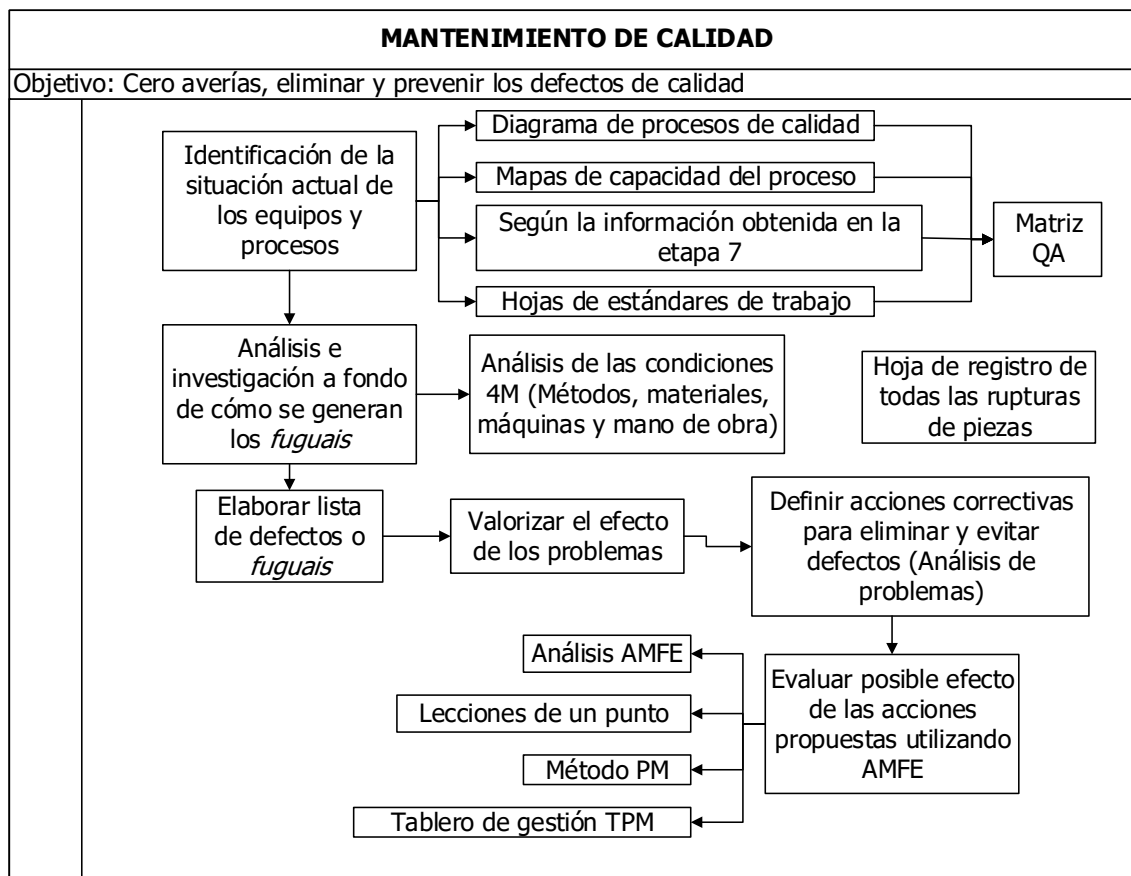
En esta etapa se trabaja para tener un registro, el cual debe definir los parámetros iniciales para toda la maquinaria que se ponga en marcha dentro de la planta. Como se detalla en el cuadro anterior, se sugiere la elaboración de fichas de registros, los cuales serán específicos para cada máquina, variando en detalles y datos.

Este control nace después de ya implantado el sistema, cuando se adquieren máquinas nuevas, realizando las actividades de mejora referentes a TPM durante la fase de diseño y construcción de la puesta a punto de los equipos.

- Mantenimiento de calidad

En esta etapa o pilar el operario deberá conocer las partes de su proceso que afectan directamente a la calidad del producto, no es aplicar técnicas de control de la calidad del mantenimiento sino realizar un análisis para identificar qué factores del equipo generan la falla. En la siguiente figura se muestran las actividades clave de esta etapa.

Figura 122. **Contenido para implementación del pilar de mantenimiento de calidad**



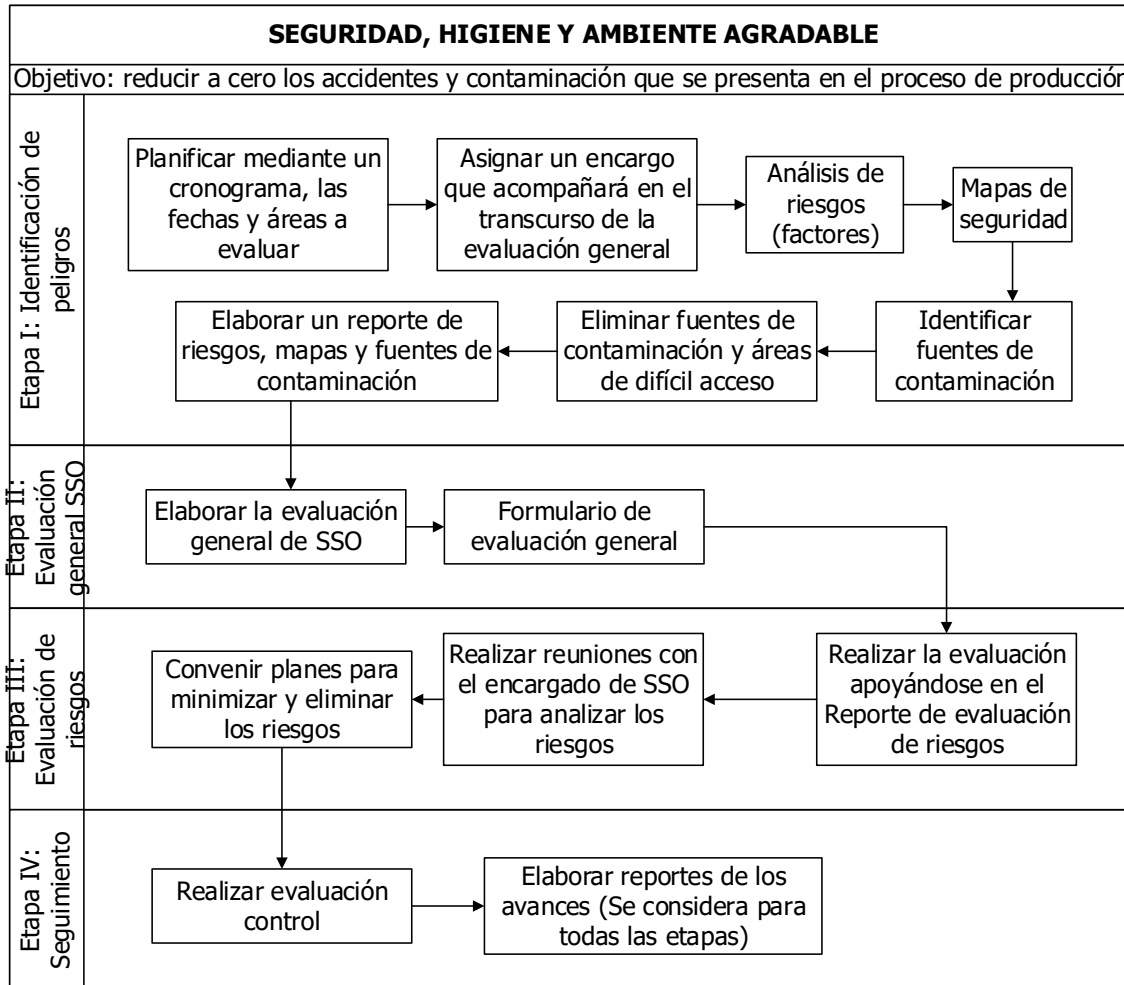
Fuente: elaboración propia.

Como parte del mantenimiento de calidad, se incluye observar las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones adelantándose a la situación, como tipo de mantenimiento predictivo. Para ello las actividades mostradas en la figura anterior ayudarán a identificar, controlar y atacar dichos puntos críticos.

- Seguridad, higiene y ambiente agradable

En la siguiente página se presentan los datos para estos tres aspectos.

Figura 123. **Contenido para implementación del pilar de seguridad, higiene y ambiente**



Fuente: elaboración propia.

Para el desarrollo de esta fase se proporciona un formato para evaluar el riesgo en el trabajo, este formato favorecerá a la medición del riesgo por área de trabajo.

Tabla CXVI. **Matriz de evaluación de riesgo en el lugar de trabajo**

Área de trabajo			
A. Probabilidad	A.1 Baja	1	Estimación del riesgo
	A.2 Media	2	Riesgo moderado
	A.3 Alta	3	Riesgo importante
B. Gravedad del daño	B.1 Poco	1	Riesgo intolerable
	B.2 Dañino	2	Observaciones
	B.3 Muy dañino	3	
C. Vulnerabilidad	C.1 Mediana gestión	1	
	C.2 Insipiente gestión	2	
	C.3 Ninguna gestión	3	

Factor de riesgo		A			B			C		
		A.1	A.2	A.3	B.1	B.2	B.3	C.1	C.2	C.3
Físicos	Temp baja									
	Temp elevada									
	Iluminación insuficiente									
	Vibración									
	Incendios									
Mecánicos	Desorden									
	Manejo de herramientas cortantes									
	Sistema electrónico defectuoso									
	Protección de líquidos o sólidos									
Ergonómicos	Levantamiento manual de obj.									
	Comfort térmico									
	Comfort lumínico									
Químicos	Manipulación de químicos									
	Polvo inorgánico									
	Vapores									

Fuente: elaboración propia.

Como se demuestra anteriormente, este pilar se fundamenta en analizar las condiciones del lugar de trabajo, para lo cual es necesario mencionar los factores que afectan la actividad y por otro lado garantizar que las condiciones

de operación se desarrollen en un ambiente en el cual no se produzca fatiga innecesaria.

- Iluminación: esta dependerá de su intensidad y calidad, considerando como factores la difusión, dirección, uniformidad de distribución, el calor, brillo y si causa deslumbramiento.
- Ventilación: es importante una correcta ventilación, un lugar debidamente controlado en la extracción de emanaciones de polvo. En Papelco, S.A. el polvillo obtenido por el corte de papel incrementa durante el día. Se recomienda implementar un sistema de extracción de polvo, este contribuirá a un mejor desempeño de labores.
- Identificación de partes críticas de la máquina.

Finalmente, luego de definir el proceso y documentos de apoyo para la implementación del sistema TPM se propone aplicar el concepto de OEE, el cual se desarrolla dentro de esta herramienta. El TPM podría ser entendido como una cultura con diferentes objetivos como: mejorar el sistema productivo de la máquina por una parte y los recursos humanos por otra.

A continuación se realizará la medición de los indicadores de eficiencia, los cuales estarán calculados con base en las mejoras que se propusieron durante este proyecto, tales como aplicar las 5S, elaborar el rediseño *Layout*, aplicar automatización *Jidoka* y TPM como mantenimiento preventivo, con el objetivo de tener una medición final y compararla con la eficiencia en el diagnóstico. El indicador OEE va ligado a la metodología TPM, siendo la herramienta que medirá directamente la maquinaria, determinando la eficiencia de la misma e identificando paros y fallas que puedan incurrir durante la producción, a modo de crear una mejora continua.

Se estará evaluando las máquinas piloto utilizadas en el inciso 2.1.10.1, cada máquina adjunta tendrá el formato de control de equipo y el de identificador de focos de suciedad, los cuales forman parte del sistema TPM.

2.2.8.1. *Autofio*

A continuación se presenta toda la información referente al indicador de eficiencia de la máquina *Autofio* conforme a la propuesta.

2.2.8.1.1. Formato de control de equipo para *Autofio*

Se recomienda el uso de este formato para mantener el control mediante la inspección de las actividades de mantenimiento y comprobar si se están realizando. En el apartado del ítem a evaluar se colocan las actividades de mantenimiento que debieron haberse ejecutado.

Figura 124. Formato para control de inspección para *Autofio*


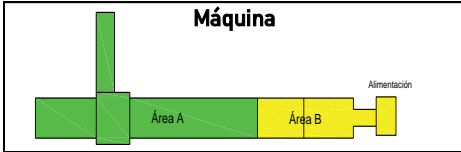
FORMATO DE INSPECCIÓN DE SISTEMAS				
CÓDIGO DE MÁQUINA		AUTOFIO	NO:	FIRMA:
HORA:			FECHA:	
Nombre del inspector:				
No.	Descripción del ítem a evaluar	Si cumple	NO cumple	NO procede
1				
2				
3				
...				
RECOMENDACIONES				
OBSERVACIONES				

Fuente: elaboración propia.

2.2.8.1.2. Identificador de focos de suciedad en *Autofio*

Posteriormente, debido a que el TPM va ligado o trabaja juntamente con las 5S's, se propone el siguiente formato para focos de suciedad, en el cual se deberá anotar cada foco de suciedad por área, según se indica en la imagen del formato. Y, con base en esta información, programar mantenimiento y limpieza del foco. Para cada máquina se realizará este formato.

Figura 125. Formato para identificación de focos de suciedad en *Autofio*

		FOCOS DE SUCIEDAD	
			
Máquina Autofio		Elaborado por: _____	
Área Cuaderno		Fecha de elaboración: _____	
No.	Área de ubicación	Foco de suciedad	Imagen o foto
1			
2			
3			
4			


Fuente: elaboración propia.

2.2.8.1.3. Indicador OEE de *Autofio*

Finalmente se obtendrá el indicador OEE de la propuesta. El procedimiento de cálculo será el mismo que se definió en el inciso 2.1.10. Se creó un documento en Microsoft Excel para que los tiempos de los paros fueran tabulados y calculados automáticamente los porcentajes de disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE.

Figura 126. Formato para indicador OEE de la máquina

Fecha (De - Hasta)		Área		Producto		Máquina	
------------------------------	--	-------------	--	-----------------	--	----------------	--

Tiempo programado	Observaciones																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Hora</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Tiempo total (horas)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Inicio</th> <th style="text-align: center;">Fin</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Tiempo Total Disponible</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> </tbody> </table>	Hora		Tiempo total (horas)	Inicio	Fin																															Tiempo Total Disponible		0	
Hora		Tiempo total (horas)																																					
Inicio	Fin																																						
Tiempo Total Disponible		0																																					

Tiempo de parada NO planeado	Tiempo de parada planeado																																																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Hora</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Tiempo total (horas)</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Código de parada</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Inicio</th> <th style="text-align: center;">Fin</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Tiempo Total (horas)</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Hora		Tiempo total (horas)	Código de parada	Inicio	Fin																																									Tiempo Total (horas)		0		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Hora</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Tiempo total (horas)</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Código de parada</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Inicio</th> <th style="text-align: center;">Fin</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Tiempo Total (horas)</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Hora		Tiempo total (horas)	Código de parada	Inicio	Fin																																									Tiempo Total (horas)		0	
Hora		Tiempo total (horas)			Código de parada																																																																																																
Inicio	Fin																																																																																																				
Tiempo Total (horas)		0																																																																																																			
Hora		Tiempo total (horas)	Código de parada																																																																																																		
Inicio	Fin																																																																																																				
Tiempo Total (horas)		0																																																																																																			

	Hora	Producción	Merma		Reproceso			
	Inicio	Fin	Real	Cod	Cant	Cod	Cant	
Total			0	0	0	0	0	

Tiempo programado	0
Tiempo perdido	0
Producción Real	0
Productos defectuosos	0

Fuente: elaboración propia.

Deberá utilizarse la misma ficha técnica definida en la fase de diagnóstico, la cual indica la frecuencia y la fuente de información que será la misma para el cálculo de los nuevos indicadores.

- Cuaderno espiral simple 100 hojas en *Autofio*

A continuación se presentan los datos para el cálculo del nuevo indicador OEE de la máquina *Autofio* para el producto de cuaderno espiral simple de 100 hojas. Se estima una reducción del 40 % del tiempo perdido debido a la reducción en tiempo por la redistribución, y la implementación de TPM y SMED. Asimismo, la reducción de aproximadamente el 50 % de defectos por la aplicación de Poka-yoke y *Jidoka*. De esta forma se calculan todos los indicadores siguientes.

Tabla CXVII. Datos para el cálculo del nuevo indicador OEE para el cuaderno espiral simple 100 hojas en *Autofio*

Producto	Descripción	Datos semanales		Sumatoria
		1	2	
Cuaderno espiral simple 100 hojas.	Tiempo programado (h).	47	22	69,00
	Tiempo perdido por paradas no programadas (h).	4,90	1,044	5,95
	Producción real (cuadernos).	53 347	26 279	79 625
	Tiempo operativo real (h).	42,10	20,956	63,05
	Velocidad teórica (cuad/h).	1 320	1 320	2 640
	Unidades buenas (cuadernos).	51 213	25 228	76 440

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información anteriormente proporcionada se determina el nuevo indicador OEE.

Tabla CXVIII. **Nuevo indicador OEE de *Autofio* para cuaderno espiral simple 100 hojas**

Indicador		OEE
% Disponibilidad	91,38 %	83,93 %
% Rendimiento	95,67 %	
% Calidad	96,00 %	

Fuente: elaboración propia.

Se concluye una clasificación “aceptable” para el indicador de eficiencia.

- Cuaderno espiral simple 70 hojas en *Autofio*

A continuación se presenta el cálculo del nuevo indicador OEE de la máquina *Autofio* para el producto de cuaderno espiral simple de 70 hojas.

Tabla CXIX. **Datos para el cálculo del nuevo indicador OEE para el cuaderno espiral simple 70 hojas en *Autofio***

Producto	Descripción	Datos semanales		Sumatoria
		1	2	
Cuaderno espiral simple 70 hojas en <i>Autofio</i>	Tiempo programado (h)	52	46	98
	Tiempo perdido (h)	5,04	4,104	9,144
	Producción real (cuadernos)	60 128	53 644	113 771
	Tiempo operativo real (h)	46,96	41,896	88,856
	Velocidad teórica (cuad/h)	1 320	1 320	2 640
	Unidades buenas (cuadernos)	56 520	49 889	106 409

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información anteriormente proporcionada se determina el indicador OEE.

Tabla CXX. **Nuevo indicador OEE de *Autofio* para cuaderno espiral simple 70 hojas**

Indicador		OEE
% Disponibilidad	90,67 %	82,26 %
% Rendimiento	97,00 %	
% Calidad	93,53 %	

Fuente: elaboración propia.

Se concluye una clasificación “aceptable” para el indicador de eficiencia.

- Cuaderno espiral doble 100 hojas en *Autofio*

A continuación se presenta el cálculo del nuevo indicador OEE de la máquina *Autofio* para el producto de cuaderno espiral doble de 100 hojas.

Tabla CXXI. **Datos para el cálculo del nuevo indicador OEE para el cuaderno espiral doble 100 hojas en *Autofio***

Producto	Descripción	Datos semanales		Sumatoria
		1	2	
Cuaderno espiral doble	Tiempo programado (h)	46	24	70
	Tiempo perdido (h)	3,95	1,485	5,435
	Producción real (cuadernos)	33 955	18 372	52 328
	Tiempo operativo real (h)	42,05	22,515	64,565
	Velocidad teórica (cuad/h)	850	850	1 700
	Unidades buenas (cuadernos)	32 597	17 454	50 051

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información anteriormente proporcionada se determina el indicador OEE.

Tabla CXXII. **Nuevo indicador OEE de *Autofio* para cuaderno espiral doble 100 hojas**

Indicador		OEE
% Disponibilidad	92,24 %	84,12 %
% Calidad	95,65 %	
% Rendimiento	95,35 %	

Fuente: elaboración propia.

Se concluye una clasificación “aceptable” para el indicador de eficiencia.

2.2.8.2. *Bielomatik*

A continuación se presenta toda la información referente al indicador de eficiencia de la máquina *Bielomatik* conforme a la propuesta.

2.2.8.2.1. Formato de control de equipo para *Bielomatik*

El formato que se muestra en la siguiente página deberá ser completado con toda la información específica de la máquina *Bielomatik*.

Figura 127. **Formato para control de inspección para *Bielomatik***


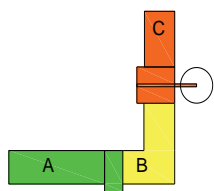
FORMATO DE INSPECCIÓN DE SISTEMAS				
CÓDIGO DE MÁQUINA		<input type="text" value="BIELOMATIK"/>	NO. <input type="text"/>	FIRMA:
HORA: <input type="text"/>		FECHA: <input type="text"/>		
Nombre del inspector: <input type="text"/>				
No.	Descripción del ítem a evaluar	SI cumple	NO cumple	NO procede
1				
2				
3				
...				
RECOMENDACIONES				
<input type="text"/>				
OBSERVACIONES				
<input type="text"/>				

Fuente: elaboración propia.

2.2.8.2.2. Identificar focos de suciedad en *Bielomatik*

En la siguiente figura se muestra el formato utilizado para *Bielomatik*.

Figura 128. Formato para identificación de focos de suciedad en *Bielomatik*

	<p>FOCOS DE SUCIEDAD</p>	<p>Máquina</p> 	
<p>Máquina Bielomatik</p>		<p>Elaborado por: _____</p>	
<p>Área Cuaderno</p>		<p>Fecha de elaboración _____</p>	
No.	Área de ubicación	Foco de suciedad	Imagen o foto
1			
2			
3			
4			

Fuente: elaboración propia.

2.2.8.2.3. Indicador OEE de *Bielomatik*

Para el cálculo del nuevo indicador OEE se utiliza la misma ficha técnica utilizada en la fase de diagnóstico.

- Cuaderno espiral simple 100 hojas en *Bielomatik*

A continuación se presenta el cálculo del nuevo indicador OEE de la máquina *Bielomatik* para el producto de cuaderno espiral simple de 100 hojas.

Tabla CXXIII. **Datos para el cálculo del nuevo indicador OEE para el cuaderno espiral simple 100 hojas en *Bielomatik***

Producto	Descripción	Datos semanales		Sumatoria
		1	2	
Cuaderno espiral simple 100 hojas en <i>Bielomatik</i>	Tiempo programado (h)	31	46	77
	Tiempo perdido (h)	3,40	3,65	7,05
	Producción real (cuadernos)	27 415	40 764	68 179
	Tiempo operativo real (h)	27,60	42,35	69,95
	Velocidad teórica (cuad/h)	1 024	1 024	2 048
	Unidades buenas (cuadernos)	25 770	37 503	63 273

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información anteriormente proporcionada se determina el indicador OEE.

Tabla CXXIV. **Nuevo indicador OEE de *Bielomatik* para cuaderno espiral simple 100 hojas**

Indicador		OEE
% Disponibilidad	90,84 %	80,25 %
% Calidad	92,80 %	
% Rendimiento	95,18 %	

Fuente: elaboración propia.

Se concluye una clasificación “aceptable” para el indicador de eficiencia.

- Cuaderno espiral simple 70 hojas en *Bielomatik*

A continuación se presenta el cálculo del nuevo indicador OEE de la máquina *Bielomatik* para el producto de cuaderno espiral simple de 70 hojas.

Tabla CXXV. **Datos para el cálculo del nuevo indicador OEE para el cuaderno espiral simple 70 hojas en *Bielomatik***

Producto	Descripción	Datos semanales		Sumatoria
		1	2	
Cuaderno espiral simple 70 hojas en <i>Bielomatik</i>	Tiempo programado (h)	48	46	94
	Tiempo perdido (h)	4,50	3,4	7,9
	Producción real (cuadernos)	42 985	41 005	83 990
	Tiempo operativo real (h)	43,50	42,6	86,1
	Velocidad teórica (cuad/h)	1 024	1 024	2 048
	Unidades buenas (cuadernos)	40 406	38 340	78 746

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información anteriormente proporcionada se determina el indicador OEE.

Tabla CXXVI. **Nuevo indicador OEE de *Bielomatik* para cuaderno espiral simple 70 hojas**

Indicador		OEE
% Disponibilidad	91,60 %	81,81 %
% Calidad	93,76 %	
% Rendimiento	95,26 %	

Fuente: elaboración propia.

Se concluye una clasificación “aceptable” para el indicador de eficiencia.

2.2.8.3. Guillotina Accura Easycut

A continuación se presenta toda la información referente al indicador de eficiencia de la máquina *Guillotina Accura Easycut* conforme a la propuesta.

2.2.8.3.1. Formato de control de equipo para guillotina

El formato para control de equipo y maquinaria se describe en la siguiente figura, la cual deberá estar completada según los ítems de la máquina específica y de esta forma será aplicado en los demás formatos.

Figura 129. **Formato para control de inspección para Guillotina**



FORMATO DE INSPECCIÓN DE SISTEMAS					
CÓDIGO DE MÁQUINA		GUILLOTINA	NO.	1	FIRMA:
HORA: _____		FECHA: _____			
Nombre del inspector: _____					
No.	Descripción del ítem a evaluar	SI cumple	NO cumple	NO procede	
1					
2					
3					
...					
RECOMENDACIONES					
OBSERVACIONES					

Fuente: elaboración propia.

2.2.8.3.2. Identificar focos de suciedad en guillotina

Posteriormente se procede a elaborar el formato para identificación de focos de suciedad, los cuales deberán ubicarse conforme al área definida de la máquina.

Figura 130. **Formato para identificación de focos de suciedad en Guillotina Accura Easycut**

		FOCOS DE SUCIEDAD	
		Máquina 	
Máquina Guillotina		Elaborado por: _____	
Área Guillotina		Fecha de elaboración _____	
No.	Área de ubicación	Foco de suciedad	Imagen o foto
1			
2			
3			
4			

Fuente: elaboración propia.

2.2.8.3.3. Indicador OEE de guillotina

Para el cálculo del nuevo indicador OEE se utiliza la misma ficha técnica utilizada en la fase de diagnóstico.

- Papel bond para resma tamaño carta 80 g en guillotina

A continuación se presenta el cálculo del nuevo indicador OEE de la máquina guillotina para el producto de resma tamaño carta 80 g.

Tabla CXXVII. **Datos para el cálculo del nuevo indicador OEE para la resma tamaño carta 80 g en Guillotina**

Producto	Descripción	Datos semanales		Sumatoria
		1	2	
Resma pequeña tamaño carta	Tiempo programado (h)	119	119	238
	Tiempo perdido (h)	4,16	7,72	11,875
	Producción real (resmas)	26 150	25 338	51 489
	Tiempo operativo real (h)	114,85	111,28	226,125
	Velocidad teórica (resmas/h)	230	230	460
	Unidades buenas (cuadernos)	26 019	25 288	51 307

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información anteriormente proporcionada se determina el indicador OEE.

Tabla CXXVIII. **Nuevo indicador OEE de guillotina para resma tamaño carta 80 g**

Indicador		OEE
% Disponibilidad	95,01 %	93,73 %
% Calidad	99,65 %	
% Rendimiento	99,00 %	

Fuente: elaboración propia.

Se concluye una clasificación “buena” para el indicador de eficiencia.

- Papel manila para sobre en guillotina

A continuación se presenta el cálculo del nuevo indicador OEE de la máquina guillotina para el producto de papel manila para sobre cortado.

Tabla CXXIX. **Datos para el cálculo del nuevo indicador OEE para el papel manila cortado en guillotina**

Producto	Descripción	Datos semanales		Sumatoria
		1	2	
Paquetes de 100 hojas manila cortadas	Tiempo programado (h)	119	46	165
	Tiempo perdido (h)	4,215	1,75	5,965
	Producción real (paquetes de hojas)	47 695	18 668	66 364
	Tiempo operativo real (h)	114,79	44,25	159,035
	Velocidad teórica (paquetes de hojas/h)	424	424	848
	Unidades buenas (cuadernos)	47 457	18 538	65 994

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información anteriormente proporcionada se determina el indicador OEE.

Tabla CXXX. **Nuevo indicador OEE de guillotina para papel manila**

Indicador		OEE
% Disponibilidad	96,38 %	94,33 %
% Calidad	99,44 %	
% Rendimiento	98,42 %	

Fuente: elaboración propia.

Se concluye una clasificación “buena” para el indicador de eficiencia.

2.2.8.4. Cortadora C1

A continuación se presenta toda la información referente al indicador de eficiencia de la máquina cortadora C1 conforme a la propuesta.

2.2.8.4.1. Formato de control de equipo para C1

Se muestra el formato para la máquina C1

Figura 131. Formato para de control de inspección para cortadora 1


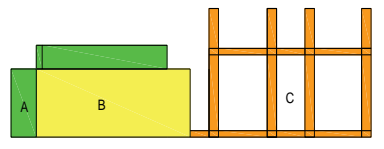
FORMATO DE INSPECCIÓN DE SISTEMAS				
CÓDIGO DE MÁQUINA	CORTADORA	NO.	1	FIRMA:
HORA:		FECHA:		
Nombre del inspector: _____				
No.	Descripción del ítem a evaluar	Si cumple	NO cumple	NO procede
1				
2				
3				
...				
RECOMENDACIONES				
<div style="border: 1px solid black; height: 20px;"></div>				
OBSERVACIONES				
<div style="border: 1px solid black; height: 20px;"></div>				

Fuente: elaboración propia.

2.2.8.4.2. Identificar focos de suciedad en C1

Posteriormente se procede a elaborar el formato para identificación de focos de suciedad, los cuales deberán ubicarse conforme al área definida de la máquina.

Figura 132. Formato para identificación de focos de suciedad en cortadora C1

	<p>FOCOS DE SUCIEDAD</p>	<p>Máquina</p> 	
Máquina	Cortadora 1	Elaborado por: _____	
Área	Cortadora	Fecha de elaboración: _____	
No.	Área de ubicación	Foco de suciedad	Imagen o foto
1			
2			
3			
4			

Fuente: elaboración propia.

2.2.8.4.3. Indicador OEE en C1

Para el cálculo del nuevo indicador OEE se utiliza la misma ficha técnica utilizada en la fase de diagnóstico.

- Papel bond en C1

A continuación se presenta el cálculo del nuevo indicador OEE de la máquina cortadora 1 para el producto de resma grande de papel bond.

Tabla CXXXI. **Datos para el cálculo del nuevo indicador OEE para la resma grande de papel bond en cortadora C1**

Producto	Descripción	Datos semanales		Sumatoria
		1	2	
Resma grande de papel bond	Tiempo programado (h)	64	36	100
	Tiempo perdido (h)	3,09	3,2	6,29
	Producción real (resma grande)	2 893	1 542	4 435
	Tiempo operativo real (h)	60,91	32,8	93,71
	Velocidad teórica (resma grande/h)	50	50	100
	Unidades buenas (cuadernos)	2 806	1 503	4 309

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información anteriormente proporcionada se determina el indicador OEE.

Tabla CXXXII. **Nuevo indicador OEE de cortadora C1 para resma grande de papel bond**

Indicador		OEE
% Disponibilidad	93,71 %	86,19 %
% Calidad	97,17 %	
% Rendimiento	94,65 %	

Fuente: elaboración propia.

Se concluye una clasificación “buena” para el indicador de eficiencia.

- Papel manila en C1

A continuación se presenta el cálculo del nuevo indicador OEE de la máquina cortadora 1 para el producto de resma grande de papel manila.

Tabla CXXXIII. **Datos para el cálculo del nuevo indicador OEE para la resma grande de papel manila en la cortadora C1**

Producto	Descripción	Datos semanales		Sumatoria
		1	2	
Resma grande de papel manila	Tiempo programado (h)	35	19	54
	Tiempo perdido (h)	2,185	0,7	2,885
	Producción real (resma grande)	1 117	630	1 747
	Tiempo operativo real (h)	32,82	18,3	51,115
	Velocidad teórica (resma grande/h)	37	37	74
	Unidades buenas (cuadernos)	1 106	620	1 726

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información anteriormente proporcionada se determina el indicador OEE.

Tabla CXXXIV. **Nuevo indicador OEE de cortadora C1 para resma grande de papel manila**

Indicador		OEE
% Disponibilidad	94.66 %	86.39 %
% Calidad	98.82 %	
% Rendimiento	92.36 %	

Fuente: elaboración propia.

Se concluye una clasificación “buena” para el indicador de eficiencia.

- Texcote en C1

A continuación se presenta el cálculo del nuevo indicador OEE de la máquina cortadora 1 para el producto de resma grande de Texcote.

Tabla CXXXV. **Datos para el cálculo del nuevo indicador OEE para la resma grande de papel Texcote en la cortadora C1**

Producto	Descripción	Datos semanales		Sumatoria
		1	2	
Resma grande de papel Texcote	Tiempo programado (h)	12	12	24
	Tiempo perdido (h)	0,45	0,675	1,125
	Producción real (resma grande)	340	337	677
	Tiempo operativo real (h)	11,55	11,325	22,875
	Velocidad teórica (resma grande/h)	32	32	64
	Productos buenos	332	330	662

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información anteriormente proporcionada se determina el indicador OEE.

Tabla CXXXVI. **Nuevo indicador OEE de cortadora 1 para resma grande de papel Texcote**

Indicador		OEE
% Disponibilidad	95,31 %	86,17 %
% Calidad	97,75 %	
% Rendimiento	92,50 %	

Fuente: elaboración propia.

Se concluye una clasificación “buena” para el indicador de eficiencia.

2.2.8.5. Cortadora C2

A continuación se presenta toda la información referente al indicador de eficiencia de la máquina cortadora C2 conforme a la propuesta.

2.2.8.5.1. Formato de control de equipo para C2

Se muestra el formato para la máquina C2.

Figura 133. Formato para control de inspección para C2


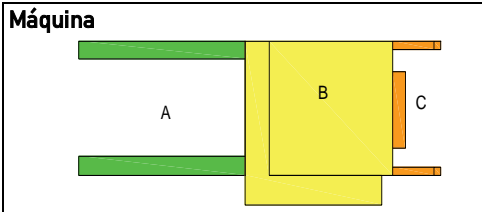
FORMATO DE INSPECCIÓN DE SISTEMAS				
CÓDIGO DE MÁQUINA	<input type="text" value="CORTADORA"/>	NO.	<input type="text" value="2"/>	FIRMA:
HORA:	<input type="text"/>	FECHA:	<input type="text"/>	
Nombre del inspector: <input type="text"/>				
No.	Descripción del ítem a evaluar	Si cumple	NO cumple	NO procede
1				
2				
3				
...				
RECOMENDACIONES				
<input type="text"/>				
OBSERVACIONES				
<input type="text"/>				

Fuente: elaboración propia.

2.2.8.5.2. Identificar focos de suciedad en cortadora C2

Posteriormente se procede a elaborar el formato para identificación de focos de suciedad, los cuales deberán ubicarse conforme al área definida de la máquina.

Figura 134. Formato para identificación de focos de suciedad en cortadora C2

		FOCOS DE SUCIEDAD		Máquina	
					
Máquina Cortadora 2		Elaborado por: _____			
Área Cortadora		Fecha de elaboración _____			
No.	Área de ubicación	Foco de suciedad	Imagen o foto		
1					
2					
3					
4					

Fuente: elaboración propia.

2.2.8.5.3. Indicador OEE en C2

Para el cálculo del nuevo indicador OEE se utiliza la misma ficha técnica utilizada en la fase de diagnóstico.

- Papel bond en C2

A continuación se presenta el cálculo del nuevo indicador OEE de la máquina cortadora 2 para el producto de resma grande de papel bond.

Tabla CXXXVII. **Datos para el cálculo del nuevo indicador OEE para la resma grande de papel bond en cortadora C2**

Producto	Descripción	Datos semanales		Sumatoria
		1	2	
Resma grande de papel bond	Tiempo programado (h)	44	40	84
	Tiempo perdido (h)	3,40	3,75	7,15
	Producción real (resma grande)	1 643	1 420	3 063
	Tiempo operativo real (h)	40,60	36,25	76,85
	Velocidad teórica (resma grande/h)	44	44	88
	Productos buenos	1 545	1 349	2 893

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información anteriormente proporcionada se determina el indicador OEE.

Tabla CXXXVIII. **Nuevo indicador OEE de cortadora C1 para resma grande de papel bond**

Indicador		OEE
% Disponibilidad	91,49 %	78,29 %
% Calidad	94,46 %	
% Rendimiento	90,58 %	

Fuente: elaboración propia.

Se concluye una clasificación “aceptable” para el indicador de eficiencia.

- Papel manila en C2

A continuación se presenta el cálculo del nuevo indicador OEE de la máquina cortadora 2 para el producto de resma grande de papel manila.

Tabla CXXXIX. **Datos para el cálculo del nuevo indicador OEE para la resma grande de papel manila en cortadora C2**

Producto	Descripción	Datos semanales		Sumatoria
		1	2	
Resma grande de papel manila	Tiempo programado (h)	44	28	72
	Tiempo perdido (h)	3,10	2,25	5,345
	Producción real (resma grande)	1 198	733	1 932
	Tiempo operativo real (h)	40,91	25,75	66,655
	Velocidad teórica (resma grande/h)	32	32	64,19
	Productos buenos	1 114	675	1789

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información anteriormente proporcionada se determina el indicador OEE.

Tabla CXL. **Nuevo indicador OEE de cortadora C2 para resma grande de papel manila**

Indicador		OEE
% Disponibilidad	92,58 %	77.37 %
% Calidad	92,62 %	
% Rendimiento	90,23 %	

Fuente: elaboración propia.

Se concluye una clasificación “aceptable” para el indicador de eficiencia.

- Papel Kraft en C2

A continuación se presenta el cálculo del nuevo indicador OEE de la máquina cortadora 2 para el producto de resma grande de papel Kraft.

Tabla CXLI. **Datos para el cálculo del nuevo indicador OEE para la resma grande de papel Kraft en cortadora C2**

Producto	Descripción	Datos semanales		Sumatoria
		1	2	
Resma grande de papel Kraft	Tiempo programado (h)	12	4	16
	Tiempo perdido (h)	0,65	0,435	1,083
	Producción real (resma grande)	496	151	646
	Tiempo operativo real (h)	11,35	3,565	14,917
	Velocidad teórica (resma grande/h)	48	48	96
	Productos buenos	436	137	573

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información anteriormente proporcionada se determina el indicador OEE.

Tabla CXLII. Nuevo indicador OEE de cortadora C2 para la resma grande de papel Kraft

Indicador		OEE
% Disponibilidad	93,23 %	74,66 %
% Calidad	88,70 %	
% Rendimiento	90,28 %	

Fuente: elaboración propia.

Se concluye una clasificación “regular” para el indicador de eficiencia.

Finalmente, se observa que la mayoría de los indicadores aumentan al menos un 10 %, con respecto a los indicadores iniciales, que se determinaron en la fase de diagnóstico, lo cual indica que la eficiencia en la máquina sí aumentará si se emplean varias de las técnicas descritas en este proyecto.

2.2.9. Evaluación de la propuesta

Esta propuesta lo que presenta es una nueva metodología, la cual en Guatemala se maneja únicamente en las empresas grandes debido al tiempo, compromiso y seguimiento que requiere. Como es una metodología que abarca varias herramientas, es primordial la disciplina, liderazgo y sobre todo trabajo en equipo. Lo que permite que esta propuesta sea efectiva principalmente es el compromiso que ejerce los puestos directivos de la empresa, asimismo, es que evalúa los 7 puntos principales de deficiencia en una planta, definiéndolos como los 7 desperdicios, para los cuales se definen soluciones que son las herramientas planteadas en toda la fase de servicio técnico-profesional.

Por lo tanto, sí es una propuesta factible debido a que no presenta mayor inversión a excepción de la redistribución que propone el proyecto, con

herramientas fáciles de comprender e implementar. La ventaja es que, al ser una implementación desde cero, en lo que se invierte es en el recurso humano para que adquiera conocimiento, y un mayor control de la producción facilitándole herramientas permitiendo que desarrolle conocimientos nuevos y de la misma manera innovar en ideas de solución de problemas. La mayoría de las herramientas se basan en estudiar a fondo cada procedimiento y proceso, estandarizar el proceso eficiente creando una cultura de eficiencia y disciplina.

El proyecto cuenta con todas las herramientas para implementarlo y obtener de esta manera un incremento en los indicadores, de los cuales se puede observar su mejoría en el indicador de eficiencia global del equipo, como se observa a continuación.

Tabla CXLIII. **Matriz de comparación de indicadores OEE**

Máquina y producto		Eficiencia inicial	Eficiencia final (propuesta)	Incremento de eficiencia
Autofio	Cuaderno espiral simple 100 hojas	67,20 %	83,93 %	16,73 %
	Cuaderno espiral simple 70 hojas	68,34 %	82,26 %	13,92 %
	Cuaderno espiral doble 100 hojas	70,26 %	84,12 %	13,86 %
Bielomatik	Cuaderno espiral simple 100 hojas	59,05 %	80,25 %	21,20 %
	Cuaderno espiral simple 70 hojas	62,68 %	81,81 %	19,13 %
Guillotina Accura Easycut	Papel bond resma tamaño carta 80 g	89,36 %	93,73 %	4,37 %
	Papel manila para sobre	88,11 %	94,33 %	6,22 %

Continuación de la tabla CXLIII.

Cortadora C1	Papel bond	73,62 %	86,19 %	12,57 %
	Papel manila	75,31 %	86,39 %	11,08 %
	Papel Texcote	75,66 %	86,17 %	10,51 %
Cortadora C2	Papel bond	62,03 %	78,29 %	16,26 %
	Papel manila	63,51 %	77,37 %	13,85 %
	Papel Kraft	60,11 %	74,66 %	14,55 %
Incremento promedio porcentual				13,40 %

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior, en promedio habría un incremento del 13,40 % en la eficiencia de las máquinas. Es notable el incremento en la efectividad de las máquinas debido a que la herramienta Lean ataca muchas aristas para la optimización de la producción.

En conclusión, se obtienen estos porcentajes debido a que, partiendo desde el diseño de redistribución, se reducirá notablemente el tiempo de transporte eliminando reprocesos. Por medio de la aplicación de las 5S, se estandarizará la limpieza y el orden y por ende se reduce el congestionamiento en la planta. Asimismo, la herramienta SMED reduce el tiempo de la máquina para preparación o cambio de producto, el cual junto con TPM evita los paros debido a fallos mecánicos, permitiendo nuevamente la reducción del tiempo perdido. Para atacar las fallas y el indicador de calidad se propusieron las herramientas *Jidoka*, Andon y Poka-yoke, las cuales facilitan la identificación y reducción de fallas. Por último, se habrá adquirido una filosofía Lean, que se convierte en un paradigma Lean que todo el personal deberá comprender y formarlo en su trabajo diario.

2.2.10. Costo de la propuesta

El costo para elaborar la propuesta se limita al recurso humano y tiempo empleado, el cual se desarrolla a continuación.

Tabla CXLIV. **Detalle de costo de la propuesta**

Descripción	Cantidad	Costo unitario	Sub-Total	Total
Recurso material				Q 3 038,00
Mobiliario				Q 0,00
Sillas	50	Q 0,00	Q 0,00	
Computadora	1	Q 0,00	Q 0,00	
Transporte	168	Q 12,00	Q 2 016,00	Q 2 016,00
Útiles y enseres				Q 1 022,00
Tabla de apoyo	1	Q 10,00	Q 10,00	
Bolígrafos	4	Q 3,00	Q 12,00	
Impresiones/tinta	1 300	Q 0,25	Q 325,00	
Resma de papel	3	Q 25,00	Q 75,00	
Cuaderno	4	Q 0,00	Q 0,00	
Internet			Q 600.00	
Recurso humano				Q 0,00
Epesista	1	Q 0,00	Q 0,00	
Asesor	1	Q 0,00	Q 0,00	
Revisor	1	Q 0,00	Q 0,00	
TOTAL				Q 3 038,00

Fuente: Elaboración propia.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN. DISEÑAR UN PLAN DE USO EFICIENTE Y AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LÁMPARAS DE LA PLANTA NO. 1 DE PAPELCO, S.A.

En la planta No. 1 se cuenta con aproximadamente 55 lámparas que proveen iluminación a toda la planta, sin embargo, la iluminación continúa siendo deficiente. Por lo tanto, se propone un plan de uso eficiente y ahorro de energía eléctrica, con el cual se propongan actividades que puedan favorecer al ahorro y de igual manera crear una conciencia y sensibilización por el ahorro energético.

3.1. Análisis del consumo de energía eléctrica de lámparas ubicadas en la planta de producción No. 1 de Papeles Comerciales, S.A.

La información de este punto es la siguiente:

3.1.1. Tipo de luminarias

En la planta se cuenta con dos tipos de luminarias, que son las encargadas de proporcionar iluminación. El primer tipo es el que se encuentra en mayores cantidades, es la luminaria tipo campana con bombillo. El mismo provee una iluminación más intensa, sin embargo, en la planta la iluminación se mantiene débil.

Figura 135. **Lámpara tipo campana**



Fuente: *Lámpara tipo campana de Pc de 400w 16 Mh.* www.mercadolibre.com.

Consulta: agosto de 2018.

El segundo tipo de luminaria, utilizado únicamente en las áreas que necesitan refuerzo en la intensidad de iluminación, son las lámparas de tubo fluorescente.

Figura 136. **Lámpara de tubo fluorescente**



Fuente: *Lámpara de tubo fluorescente.* <https://instalartodo.com/como-saber-instalar-un-tubo-fluorescente/>. Consulta: agosto de 2018.

Estas lámparas se ubican únicamente en las siguientes áreas:

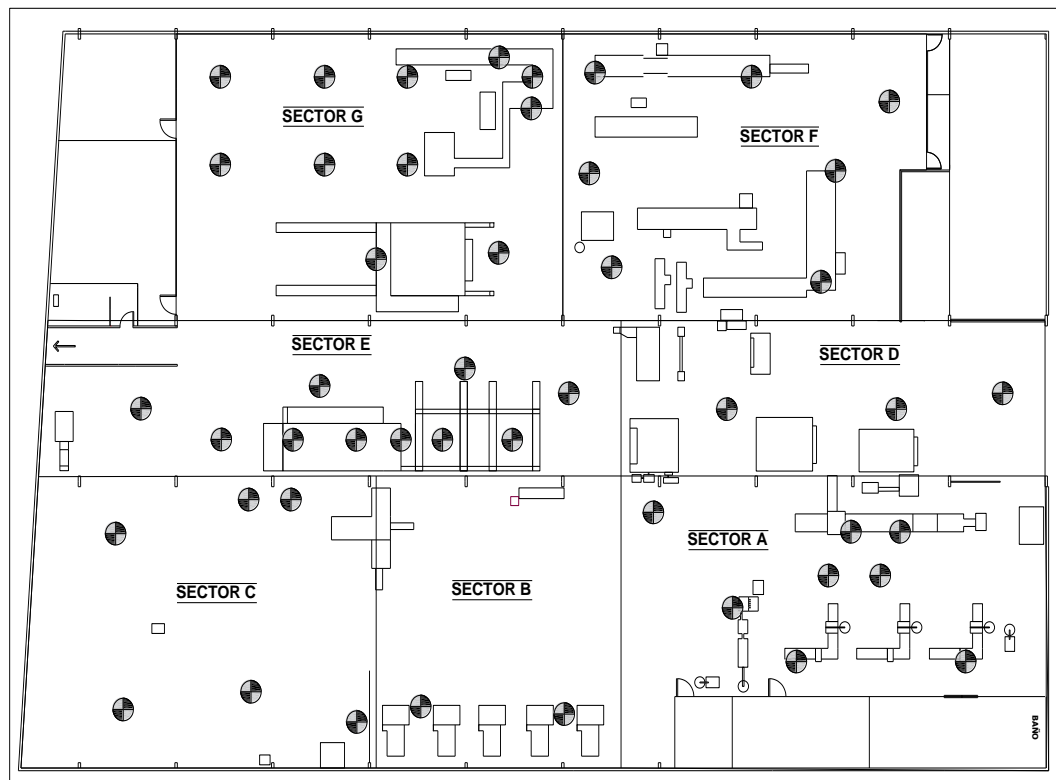
- Cortadora C1
- Cortadora C2

- Rebobinadora R1
- Rebobinadora R2
- Rebobinadora R3

3.1.2. Gráfica de consumo de utilización de la iluminación por sector

Para facilitar el cálculo de consumo energético se dividió la planta en varios sectores, a modo de mostrar de una manera más ordenada la distribución de luminarias. A continuación se muestra la distribución actual.

Figura 137. **Distribución actual de luminarias de la planta No. 1**



Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la figura 137, la distribución no es equitativa, habiendo exceso de luminarias en un sector y ausencia en otros, como lo es el sector B, lo cual permite concluir una distribución ineficiente de las luminarias en la planta.

Como siguiente punto se realiza la estimación del tiempo de uso para los 7 sectores definidos previamente, tomando el mes de noviembre como base de cálculo, el cual es una temporada de alta demanda y la planta se mantiene activa todo el día.

En la tabla CXLV se muestra el estimado de tiempo de utilización de las lámparas durante el día.

Tabla CXLV. **Matriz de cantidad y uso de energía eléctrica**

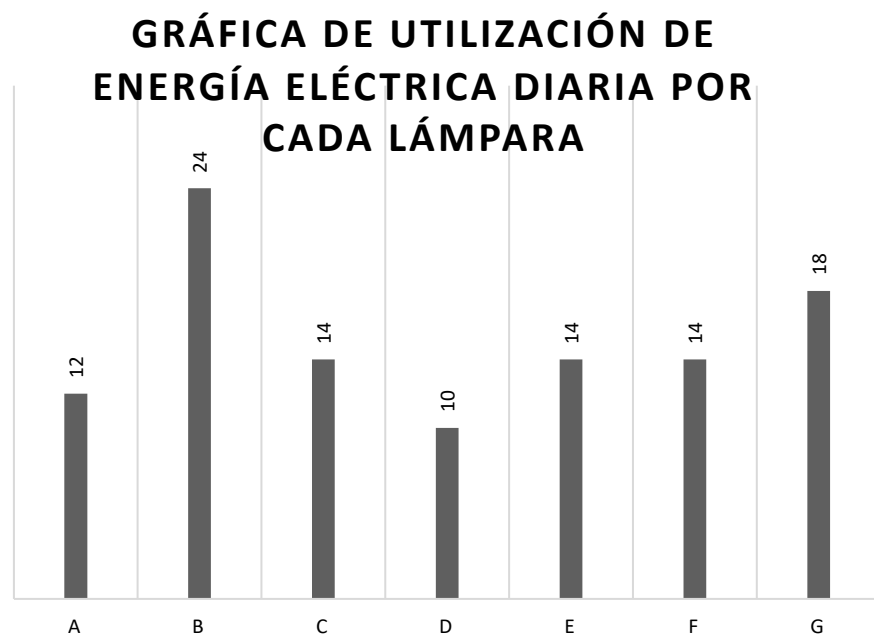
Sector	Luminarias tipo campana	Luminarias de tubo fluorescente	Horas diarias aprox. de uso por cada una	Horas aprox. por mes de cada una
A	8	0	12	360
B	2	0	24	720
C	6	0	14	420
D	3	4	10	300
E	10	4	14	420
F	8	0	14	420
G	12	1	18	540
Total				3180

Fuente: elaboración propia.

Se concluye que el sector B es el que demanda más tiempo de uso de iluminación por cada luminaria, sin embargo, es el que menos luminarias tiene. Es importante redistribuir las luminarias, pues el área de guillotinas requiere mayor iluminación para ajustes y mediciones del papel para el corte exacto.

Para concluir con el análisis del uso de energía eléctrica se realiza una gráfica con el fin de comprender mejor el consumo energético durante el mes de noviembre, tomando como referencia los datos indicados en la tabla CXLIII.

Figura 138. **Gráfica de utilización de energía eléctrica diaria por cada lámpara**

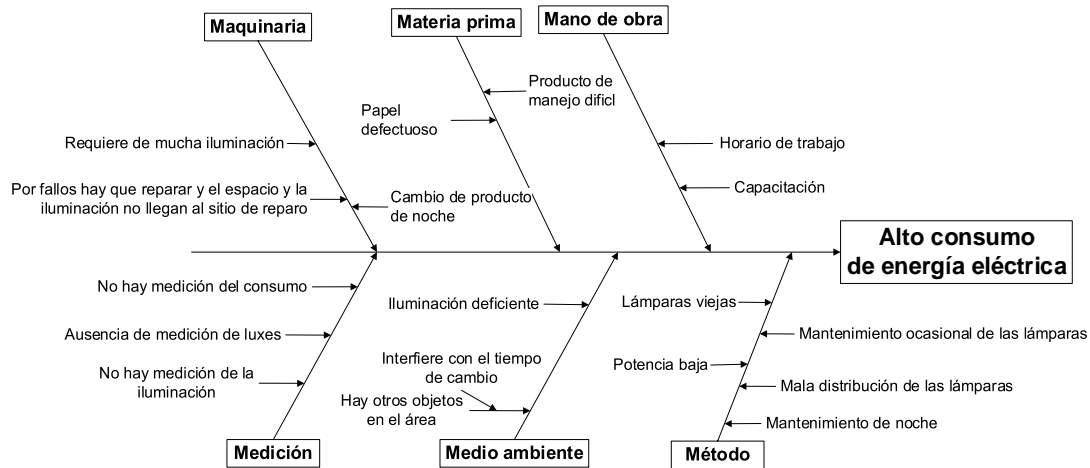


Fuente: elaboración propia.

3.1.3. Diagrama de Ishikawa

Como herramienta de diagnóstico se emplea un diagrama de Ishikawa, el cual permite identificar la causa raíz aplicando las 6M.

Figura 139. Diagrama Ishikawa para el ahorro de energía eléctrica



Fuente: elaboración propia.

3.2. Plan de ahorro de energía

Finalmente, como propuesta de esta fase de investigación, se elabora un plan de ahorro de energía eléctrica, el cual se desarrolla a continuación.

3.2.1. Objetivo

Fomentar una cultura de ahorro de energía eléctrica mediante la sensibilización y concientización de uso de la energía eléctrica en la planta de producción No. 1. Asimismo, favorecer al trabajador para que se desenvuelva en un ambiente de trabajo en buenas condiciones.

3.2.2. Alcance

Esta propuesta es aplicable a la planta de producción No. 1, siendo los mayores beneficiarios los trabajadores que permanecen en la planta de producción y todos los que utilizan la energía eléctrica.

3.2.3. Responsable

Para la ejecución del plan deberá designarse a los responsables, quienes serán los encargados de velar por el cumplimiento en tiempo y acción del plan de ahorro. A continuación, en la tabla CXLVI, se definen los puestos y sus funciones respectivas.

Tabla CXLVI. **Matriz de responsables del plan de ahorro de energía eléctrica**

Puesto responsable	Función
Gerente de producción	<ul style="list-style-type: none">• Encargado de dirigir la propuesta de ahorro y velar por el cumplimiento del plan de ahorro.• Dirige todas las actividades descritas en la tabla CXLV.
Auxiliar de producción	<ul style="list-style-type: none">• Auxiliar y apoyar al gerente de producción para el cumplimiento del plan de ahorro.• Apoyo al gerente de producción en la gestión de ahorro energético.• Coordina las actividades de los distintos equipos designados por el gerente de producción.

Fuente: elaboración propia.

3.2.4. Procedimientos para la utilización adecuada de energía

Como parte del plan de ahorro, es importante establecer el procedimiento para el uso adecuado de energía eléctrica. Este debe coordinarse y ejecutarse bajo el mando de los responsables primarios y que deberán acatar el procedimiento conforme a las etapas descritas a continuación:

Tabla CXLVII. **Procedimiento para la utilización adecuada de la energía - plan de ahorro-**

Etapa	Actividad	Descripción
1	Creación de equipos de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> • Asignar equipos para diferentes tareas en relación con el mantenimiento y control de la iluminación en la planta. • Equipo para el mantenimiento. • Equipo para mediciones de luxes.
2	Realizar mediciones de luxes.	<ul style="list-style-type: none"> • Definir frecuencia para la medición de luxes en la planta antes y después.
3	Definir un plan de mantenimiento de luminarias.	<ul style="list-style-type: none"> • Definir luminarias. • Definir periodicidad de limpieza. • Asignar responsables para el mantenimiento. • Elaborar formatos de control para el mantenimiento y limpieza de las luminarias.
4	Implementar plan de acción.	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecutar planes de mantenimiento, mediciones de luxes, gestión de los equipos. • Empleo de registros. • Elaboración de cronograma de actividades. • Realizar redistribución de luminarias y cambio de 10 luminarias tipo tubo fluorescente. • Instalar interruptores dotados de temporización, por encendido de máquinas. • Control automático de encendido y apagado.
5	Diagnósticos periódicos.	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar encuestas y entrevistas para conocer el ambiente respecto a la iluminación.

Continuación de la tabla CXLVII.

6	Campaña de sensibilización y concientización.	<ul style="list-style-type: none">• Fomentar la cultura de ahorro energético.• Crear campaña para sensibilización.
7	Búsqueda de oportunidades de mejora.	<ul style="list-style-type: none">• Mantenerse en búsqueda constante de la mejora continua.

Fuente: elaboración propia.

3.2.5. Registros del uso de energía

Como se define en la tabla CXLVII, en el plan de acción se deben elaborar formatos de registros para el uso de la energía, es decir, formatos de control para el tiempo de uso de la energía, el control de las encuestas o entrevistas al personal, el registro de los mantenimientos, registro de mediciones de luxes con sus respectivos responsables, entre otros registros que puedan ser requeridos para realizar la búsqueda de oportunidades de mejora.

Asimismo, como se mencionó anteriormente en la sección de responsables, el auxiliar de producción deberá supervisar que se maneje un ahorro energético funcional. Por lo tanto, sobre el auxiliar recae la responsabilidad de elaboración y control de estos registros.

3.2.6. Cronograma

El cronograma se presenta en la siguiente página.

Figura 140. **Cronograma de actividades propuestas para el ahorro de energía eléctrica**

No.	Actividad	Tiempo de duración	Semana															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Crear un equipo encargado de verificar el encendido y apagado de luces, mientras los colaboradores adquieren la disciplina.	1 semana	■															
2	Definir un plan para medición periódica de luxes en el área de trabajo.	1 semana		■														
3	Entrevistar al personal sobre el ambiente de trabajo, referente a la iluminación.	1 semana			■													
4	Identificar oportunidades de mejora	1 semana				■												
5	Analizar una opción factible para la iluminación. Y realizar el cambio de las luminarias.	2 semanas					■	■										
6	Implementar tragaluz u otros métodos para aprovechar la luz natural	3 semanas							■	■	■							
7	Definir plan de mantenimiento de tragaluz y luminarias con periodicidad frecuente.	1 semana										■						
8	Instalar interruptores dotados de temporización.	3 semanas											■	■	■			
9	Control automático de encendido y apagado.	3 semanas														■	■	

Fuente: elaboración propia.

3.2.7. Sensibilización y concientización

Esta actividad, que involucra a todo el personal de la empresa, se basa en implantar una cultura de ahorro energética en la empresa mediante la información y formación de los trabajadores. Como parte de la concientización se recomienda realizar actividades como:

- Día del ahorro verde, en el cual no solo se traten temas de ahorro energético, sino ahorro de papel, concientizar sobre los residuos y la contaminación. Para obtener un resultado más significativo pueden realizarse actividades de capacitaciones, charlas, videos y motivación para el ahorro energético.

Otra manera para crear la necesidad y fomentar la sensibilización del ahorro energético es la elaboración de campañas, en las cuales se coloque información interesante sobre los beneficios del ahorro y de esta manera crear una cultura de ahorro. La información por transmitir puede ser la siguiente:

Figura 141. **Sensibilización para el ahorro energético**



Fuente: *Sensibilización.*

[https://www.google.com/search?q=ahorro+energ%C3%A9tico+anuncio&safe=active&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj349-](https://www.google.com/search?q=ahorro+energ%C3%A9tico+anuncio&safe=active&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj349-3sOTiAhWjtlkKHZqLBAYQ_AUIECgB&biw=1366&bih=625#imgsrc=HWhayYNtGXrctM)

[3sOTiAhWjtlkKHZqLBAYQ_AUIECgB&biw=1366&bih=625#imgsrc=HWhayYNtGXrctM.](https://www.google.com/search?q=ahorro+energ%C3%A9tico+anuncio&safe=active&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj349-3sOTiAhWjtlkKHZqLBAYQ_AUIECgB&biw=1366&bih=625#imgsrc=HWhayYNtGXrctM)

Consulta: septiembre de 2018.

3.2.8. Evaluación de la propuesta

Esta propuesta será ejecutada por medio de un plan de ahorro energético, el cual define los objetivos, alcances, responsables y el procedimiento -plan de acción-, presentando varias propuestas.

Como primer punto se propuso redistribuir las luminarias y ejecutar un plan de mantenimiento de luminarias y tragaluz: con base a la cantidad de luminarias definidas en la figura 137, se debe programar una limpieza total por

medio de una empresa externa o realizada por los mismos operarios de la planta. Este mantenimiento es bastante accesible para la empresa en cuanto al costo. Si el mantenimiento es realizado por operarios de la planta, deberá realizarse con las medidas de seguridad establecidas por el reglamento de SSO debido al trabajo en alturas. Para este tipo de mantenimientos se recomienda la compra de arnés para los operadores de la empresa, por la frecuencia que se realizarán los mantenimientos.

Otra propuesta es realizar el cambio de las lámparas tipo tubo fluorescente, en total son 10 lámparas, la inversión total oscila los Q 24 640,00, el monto es algo elevado, la ventaja de esta inversión es la utilización de lámparas de tipo led, las cuales tienen un tiempo mucho mayor de vida y la calidad de la iluminación es mejor. Sin embargo, es factible si se realiza el cambio de únicamente 5 luminarias.

También se espera crear una campaña de ahorro energético, un método tradicional como es colocar rótulos informativos y, mediante el día de ahorro verde, se espera desarrollar actividades que permitan crear y normalizar una cultura de ahorro. Se considera bastante factible el desarrollo de estas actividades, y al mismo tiempo se fomenta el cambio hacia un pensamiento ahorrador.

Finalmente, mediante encuestas y entrevistas se pretende recabar información del pensamiento de cada colaborador referente al ahorro energético, y si las medidas anteriormente descritas han tenido impacto en la mentalidad de los trabajadores.

3.2.9. Costos de la propuesta

El costo representado a continuación se elabora con base en el procedimiento descrito en el inciso 3.2.4., tomando en consideración todos aquellos factores que puedan generar un costo monetario.

Tabla CXLVIII. Costo de la propuesta

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Tubo LED	10	Q 2 464,00	Q 24 640,00
Carteles de información	15	Q 5,00	Q 75,00
Luxómetro	1	Q 457,00	Q 457,00
Mantenimiento de lámparas	61	Q 150,00	Q 9 150,00
Mantenimiento de tragaluz	40	Q 100,00	Q 4 000,00
Total			Q 38 322,00

Fuente: elaboración propia.

4. FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN

Como fase final del proyecto se realiza un plan de capacitación referente a todas las herramientas aplicadas, lo cual tiene como objetivo principal transmitir conocimiento en los aspectos técnicos del proyecto, fomentando habilidades necesarias para desempeñar eficientemente su labor.

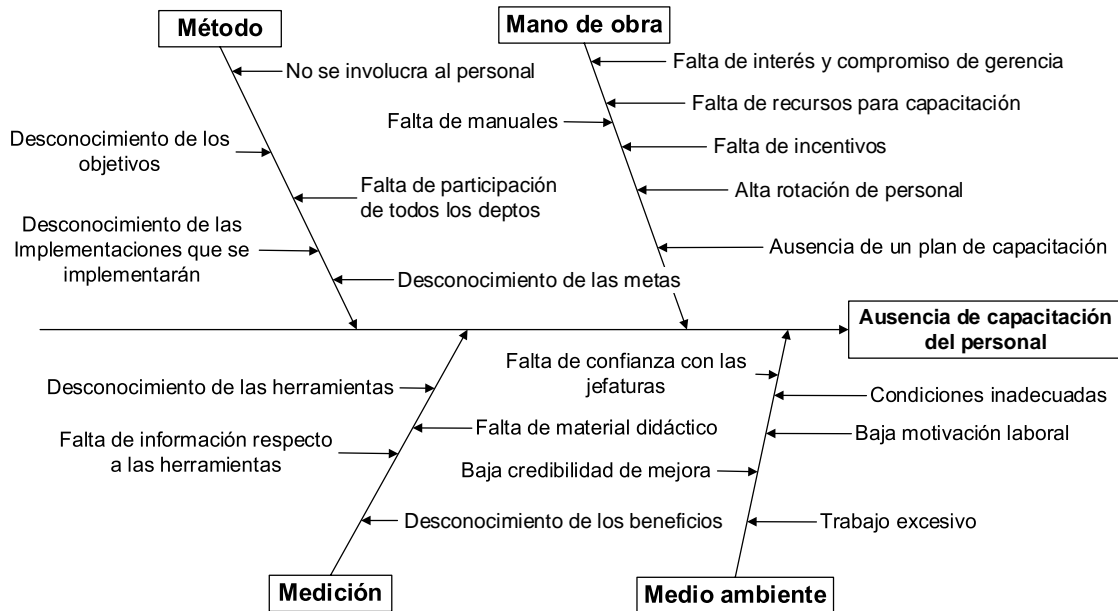
El plan de capacitación debe ser impartido tanto al personal operativo como directivo de la planta. Actualmente, en la planta se elabora una capacitación al mes, sin embargo, esta varía conforme a la disponibilidad de tiempo y temporada de alta de demanda. Por lo tanto, en la empresa Papelco, S.A. no se realiza un plan de capacitación, no se tienen asignados los temas con más necesidad de capacitación y no se le da la importancia requerida provocando desmotivación y bajo rendimiento.

A razón de lo expuesto anteriormente, se desarrolla un plan de capacitación para formar y desarrollar habilidades en los trabajadores, que a futuro demostrarán una habilidad mayor para el desempeño y eficiencia. Asimismo, se impartirá una capacitación como parte del proyecto de EPS.

4.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación

Como primer punto se desarrolla un diagnóstico de necesidades de capacitación referente a las herramientas que propone el proyecto, se observó que el tema es totalmente desconocido para toda la planta de producción. Sin embargo, se emplea la siguiente herramienta para identificar la necesidad de capacitación de los operarios.

Figura 142. Diagrama de Ishikawa, fase de docencia




Fuente: elaboración propia.

Luego se procede a impartir la primera capacitación, se tomó como referencia la primera herramienta llamada la metodología 5S. Para la capacitación, con el objetivo de indagar en el conocimiento de los participantes, se realizó una encuesta previa y posterior a la capacitación.

El formato utilizado se muestra en la figura 143, se evalúa si el participante aprendió o entendió el tema impartido. Los enunciados y la cantidad de este formato variarán conforme al tema que se esté impartiendo, asimismo, se deberán incluir actividades o preguntas con complejidad cada vez más alta para obtener una retroalimentación más completa.

Figura 143. Encuesta pre y post de capacitación

		CURSO:		5s			
NOMBRE				PLANTA:			
DEPTO.				FECHA			
CAPACITADOR				NOTA			
A cada pregunta responda, si es verdadero (V) o Falso (F)				ANTES		DESPUÉS	
1	¿5 s es una metodología que se enfoca en lograr Orden y limpieza en las distintas áreas de la empresa, creando disciplina que se convierte en cultura			V	F	V	F
2	¿Las 5s son, Separar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Sostener?			V	F	V	F
3	¿El Objetivo de la herramienta de 5 s es transformar el área de trabajo en un área más limpia y segura?			V	F	V	F
4	¿Antes de Ordenar se tiene que Limpiar en el proceso de las 5 s?			V	F	V	F
5	¿El área de cuarentena es donde se colocan los objetos innecesarios, los cuales no se sabe el destino?			V	F	V	F
6	¿La tercera S consisten en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, realizando las acciones necesarias para que no vuelvan aparecer?			V	F	V	F
7	¿Mantener las 5s en el área es responsabilidad del personal de limpieza?			V	F	V	F
8	¿Crear el hábito de mantener estrictamente los procedimientos es la definición de la quinta s.			V	F	V	F
9	¿Las 5s es una práctica que se utiliza únicamente en el lugar de trabajo?			V	F	V	F

Fuente: elaboración propia.

Las encuestas de conocimiento deben realizarse antes y después de la capacitación, y deben realizarse para todos los temas indicados en el plan a continuación.

4.2. Plan de capacitación

La metodología Lean exige que los involucrados conozcan sobre la cultura de mejora continua, para obtener ese conocimiento deberán estar formados constantemente mediante capacitaciones. A continuación se propone un plan, en el cual se indican los módulos y temas de capacitación básicos que la empresa deberá realizar. Sin embargo, conforme se ejecute el plan se deberá evaluar la capacidad de aprendizaje y retención de la información de los capacitados, a modo de formar correctamente conocimientos, habilidades y actitudes. En el plan se consideran todas las herramientas desarrolladas en este proyecto, y conforme el plan avance, el cual estará sujeto a modificaciones.

Tabla CXLIX. Plan de capacitación

Módulos a impartir	Periodicidad	Duración	Tema de capacitación	Objetivo	Lugar	Participantes	Planta No.
I, II	2 módulos por semana	1 semana	Grupos de trabajo Kaizen	Definición y elaboración de los grupos Kaizen	Salón de capacitación	Personal directivo de la planta	1
I, II, III	1 módulo por semana	3 semanas	Herramientas de diagnóstico: ishikawa, árbol de problemas y objetivos.	Aprender y conocer las metodologías de diagnóstico de problemas	Salón de capacitación	Personal directivo de la planta	1
I	1 módulo por semana	1 semana	Mapeo de cadena de valor (VSM)	Conocer la importancia de la elaboración de las cadenas de valor	Salón de capacitación	Personal directivo de la planta	1
I, II, III	1 módulo por semana	3 semanas	Metodología 5S's	Conocer e implementar las directrices de las 5S's	Planta de producción	Personal operativo y directivo	1
I, II, III	1 módulo por semana	3 Semanas	Sistema Jidoka	Conocer la herramienta Jidoka y su forma de funcionamiento	Planta de producción	Personal operativo y directivo	1
I, II, III	1 módulo por semana	3 semanas	Mecanismo Poka-Yoke	Conocer la herramienta Jidoka y su forma de funcionamiento	Planta de producción	Personal operativo y directivo	1
I	1 módulo por semana	1 semana	Re-diseño Layout	Informar sobre la propuesta de nuevo diseño Layout	Planta de producción	Personal operativo y directivo	1
I, II, III	1 módulo por semana	3 semanas	Técnicas SMED	Conocer la importancia y desarrollo de las técnicas SMED	Planta de producción	Personal operativo y directivo	1
I, II, III, IV	1 módulo por semana	1 mes	Sistema TPM	Conocer, desarrollar e implementar TPM	Planta de producción	Personal operativo y directivo	1

Fuente: elaboración propia.

Cabe resaltar que durante cada capacitación debe inculcarse una cultura de mejora continua, siendo esta la base de este proyecto y la base de todas las herramientas propuestas. Como parte del plan de capacitación se elabora un cronograma de actividades de capacitación, el cual deberá ser el cronograma estándar para cada capacitación que se imparta.

Tabla CL. **Cronograma de actividades**

Actividad	Duración mínima	Duración máxima	Responsable
Bienvenida y presentación del tema.	1 min	5 min	Gerente de producción.
Encuesta PRE.	10 min	15 min	Auxiliar de capacitación.
Introducción al tema.	2 min	3 min	Capacitador.
Video aprendizaje.	2 min	7 min	Capacitador.
Capacitación.	45 min	60 min	Capacitador.
Talleres o ejercicios de aprendizaje (si es requerido).	15 min	30 min	Capacitador y auxiliar de capacitación.
Encuesta POST.	10 min	15 min	Auxiliar de capacitación.
Foro dudas o sugerencias.	3 min	5 min	Capacitador y colaboradores.
Refrigerio.	10 min	10 min	Auxiliar de capacitación.
Duración total estimada	1 h, 38 min	2 h, 30 min	

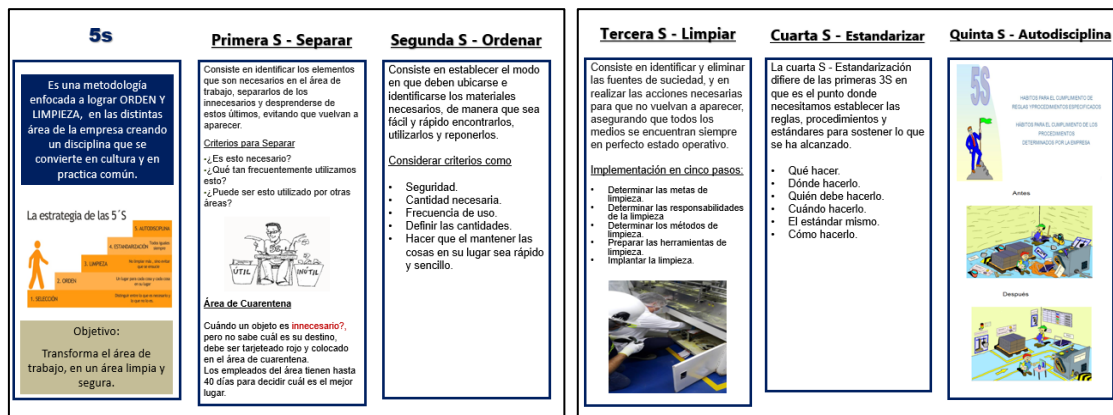
Fuente: elaboración propia.

Como se observa, se establece un tiempo mínimo y máximo para el desarrollo de la capacitación, definiendo un rango para que el tiempo de capacitación no sea excesivo y se obtenga un resultado contrario al esperado.

Como parte de una capacitación completa y eficiente, se recomienda la elaboración de material didáctico para facilitar el aprendizaje. Este punto es

muy importante, debido a que la base más importante de la implementación de la cultura Lean parte de la constancia y disciplina, las cuales son aprendidas por medio de la práctica y sobre todo de la capacitación y entrenamiento que se le imparta al colaborador. Por lo tanto, para la capacitación que se impartió se elaboró un trífoliar como material de apoyo, el cual fue entregado en la primer capacitación impartida.

Figura 144. **Material de apoyo: trífoliar**

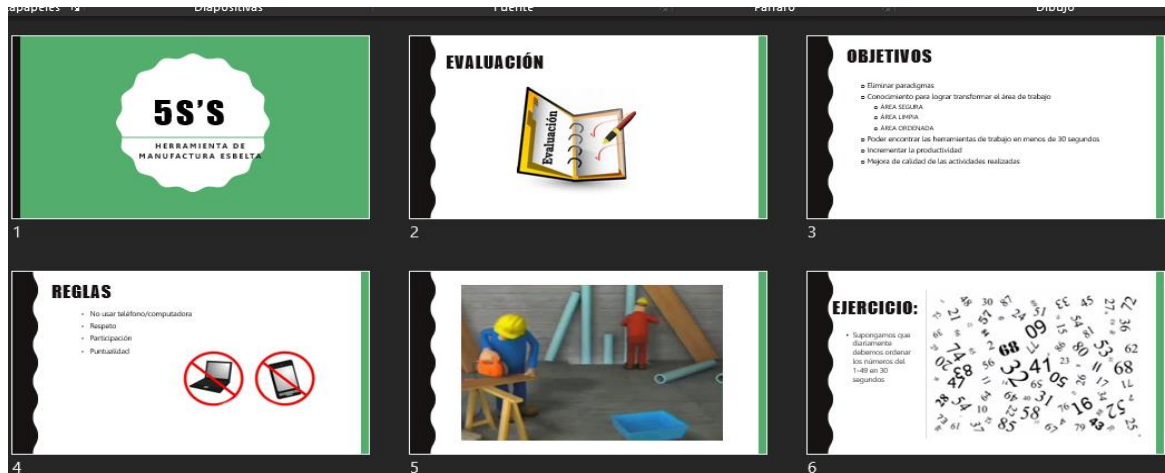


Fuente: elaboración propia.

Como parte de la capacitación, es importante el material visual con el que se apoya el capacitador, el cual debe ser corto, sencillo y comprensible.

En la capacitación impartida se proyectó una presentación en Power Point, que se elaboró con la siguiente estructura.

Figura 145. **Presentación de capacitación**



Fuente: elaboración propia.

De igual manera, durante la capacitación se recomienda realizar actividades donde el colaborador desarrolle la capacidad de análisis, a modo de facilitar la comprensión de la metodología y todas sus etapas.

Figura 146. **Desarrollo de capacitación sobre 5S's**



Fuente: salón de capacitación, planta No. 2, Papelco, S.A., S. A.

Como parte del desarrollo de la capacitación se transmitieron las encuestas de conocimiento pre y post que se indicaron en la figura 143.

Figura 147. **Desarrollo de encuesta de conocimiento previa de capacitación**

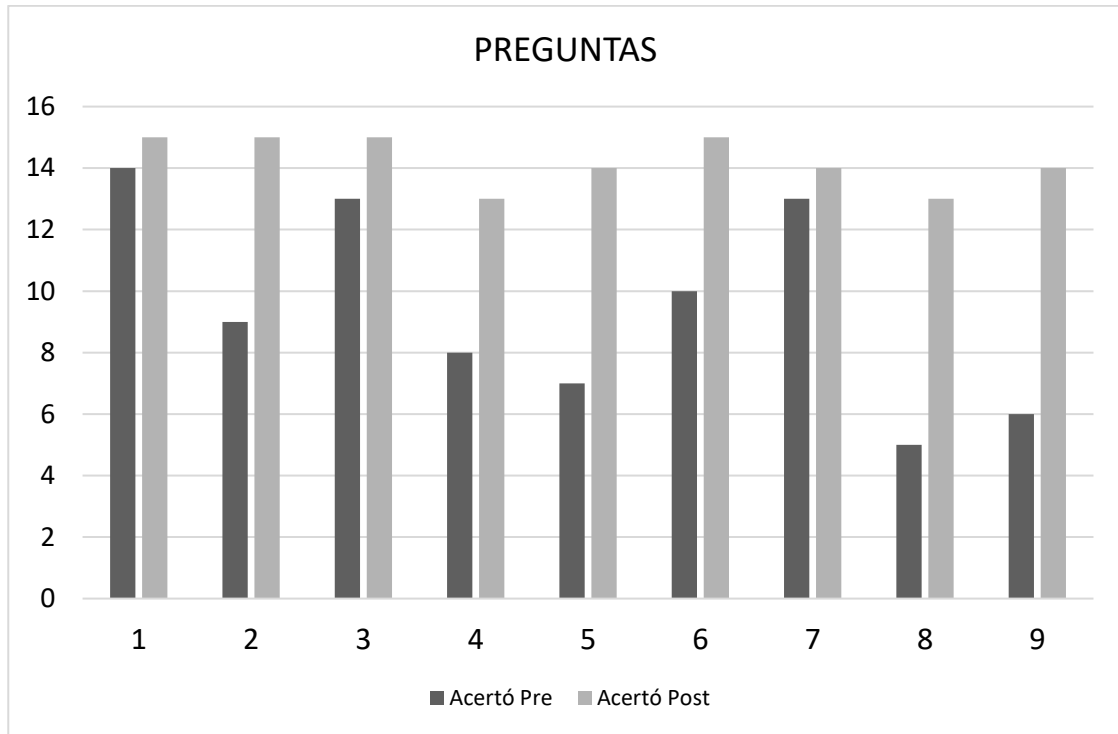


Fuente: salón de capacitación, planta No. 2, Papelco, S.A.

4.3. Resultados de capacitación

Toda capacitación impartida deberá presentar los resultados, mostrando el avance en cuanto a habilidades y conocimientos técnicos adquiridos. En el caso de la capacitación impartida sobre la metodología 5S, los resultados obtenidos para un total de 15 participantes en la capacitación se muestran en la figura 148.

Figura 148. Gráfica de resultados de la evaluación pre y post



Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la gráfica, todos los participantes comprendieron el tema, mostrando estos resultados en la evaluación posterior que se realizó. Estas evaluaciones se recomienda realizarlas cada cierto tiempo, con el fin de ir evaluando y retroalimentando el conocimiento que los colaboradores hayan requerido, y con base en esta información obtenida identificar si es necesario realizar más capacitaciones para incrementar el aprendizaje y la cultura.

4.4. Costos de la capacitación

A continuación se definen los costos para desarrollo de capacitaciones en la empresa. Estos costos se asocian a todo lo necesario para llevar a cabo una capacitación.

Tabla CLI. Costos de capacitación

Descripción	Cantidad	Valor
Recurso material		
Mobiliario		Q 450,00
Salón de capacitación	1	Q 0,00
Computadora	1	Q 0,00
Sillas	30	Q 0,00
Proyector	1	Q 0,00
Pantalla para presentación	1	Q 450,00
Mesas	5	Q 0,00
Útiles		Q 105,00
Lapiceros	30	Q 60,00
Marcador	3	Q 45,00
Impresión/tinta	60	Q 0,00
Pizarra	1	Q 0,00
Recurso personal		Q 0,00
Capitador	1	Q 0,00
Auxiliar de capacitación	1	Q 0,00
TOTAL, RECURSOS ESTIMADOS		Q 555,00

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Mediante las herramientas de diagnóstico, tales como Ishikawa, análisis de procesos, evaluaciones 5S y mapeo de cadena de valor actual, con el objeto de determinar la necesidad de implementación de la metodología de manufactura esbelta, se evidenció el nivel de desconocimiento alto respecto a esta metodología, por tal razón se comenzó con el levantamiento de todos los procesos para dejar las bases para una implementación de la filosofía Lean y todas su herramientas y técnicas.
2. Se identificaron 8 familias de productos, para las cuales se realizaron los diagramas de procesos, diagramas de flujo y diagramas de recorrido, adicionando dos procesos clave, obteniendo un total de 10 procesos analizados. Cada diagrama se elaboró con el estudio de tiempos respectivo, permitiendo determinar oportunidades de mejora como los reprocesos y actividades innecesarias debido a las largas distancias a recorrer.
3. El diseño de implementación de la metodología de manufactura esbelta abarcaba varias herramientas, tales como VSM futura, 5S's, *Jidoka*, Poka-Yoke, *Layout*, SMED, TPM (una de las más complejas), entre otras. Y mediante el diagnóstico se evidenció la existencia nula de algún indicio respecto a alguna de las herramientas mencionadas anteriormente. Por lo tanto, para el desarrollo de cada herramienta se partió de cero, dejando la base para la construcción en la planta. La implementación de la filosofía Lean requiere principalmente del apoyo y compromiso de la alta gerencia,

transmitiendo a todos los colaboradores la necesidad de disciplina, constancia y capacitación constante para volverlo una filosofía.

4. Para la implementación de las 5S's se dejó plasmadas todas las herramientas que se puedan utilizar, tales como el procedimiento a seguir para cada S, formatos de llenado para tarjetas rojas, rutina de limpieza, disciplina y capacitación referente al tema.
5. Derivado de eliminar el desperdicio de largas distancias a recorrer debido a deficiente distribución actual de la planta, provocando congestión, se propuso un diseño de redistribución *Layout*, para el cual se analizaron los factores de maquinaria, mano de obra, material, movimientos y seguridad.
6. Se visualiza una mejora en la eficiencia global del equipo del 13,40 % en promedio porcentual, siendo notable la mejora por medio de la herramienta *Lean Manufacturing*. Sin embargo, al ser una metodología de mejora continua el porcentaje de eficiencia irá aumentando notablemente.
7. Se desarrolló un plan de ahorro energético para la planta de producción, el cual propone el cambio de 10 luminarias fluorescentes a luces led, así como la redistribución y mantenimiento constante de las luminarias tipo campana que se tienen actualmente.
8. Se impartió una capacitación al personal operativo como introducción a la herramienta Lean, partiendo desde las 5S's, una herramienta clave para comenzar una cultura de este tipo.

RECOMENDACIONES

1. A la directiva general de Papelco, S.A., para que considere fomentar una cultura de mejora continua mediante la filosofía Lean, con el objetivo de agregar valor a los productos y adquirir ventaja competitiva en el mercado.
2. Al gerente de producción, para formar una filosofía de mejora continua en la planta y a todos los colaboradores, con el fin de desarrollar e implementar varias herramientas descritas en el presente proyecto para hacer más eficiente la producción y mejorar los tiempos de entrega.
3. A la empresa, para que defina objetivos, estrategias y metas claras respecto a una cultura de mejora continua y una producción esbelta. Asimismo, para que continúe con la investigación de las herramientas para darle un enfoque más completo mediante el análisis de los procesos.
4. Al departamento de recursos humanos, que fomente programas de capacitación basados en diagnósticos DNC, y de esta manera se motive al personal y participen todos en conjunto para trabajar en dirección de las mismas metas y objetivos.

BIBLIOGRAFÍA

1. ANDERSEN, Carlson. *Conferencia de educación en producción esbelta*. Carlson School Managements, Universidad de Minnesota, 2009. [en línea]. [www. Andersenwindows.com/](http://www.Andersenwindows.com/). [Consulta: julio de 2018].
2. CABRERA, Rafael. *Lean Six Sigma TOC: Lean Manufacturing*. España. Academia español, 2012. 416 p.
3. CLARÁ DÍAS, Oscar.; DOMÍNGUEZ DE LA PAZ, Ralph. & PÉREZ MEDRANO, Edwin. *Sistema de gestión de Mantenimiento Productivo Total para talleres automotrices del sector público*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial, Universidad de El Salvador, 2013.
4. CUATRECASAS, Luis. & TORRELL, Francesca. *TPM en un entorno Lean Management*. Barcelona. Profit editorial, 2010. 415 p.
5. FERNÁNDEZ GÓMEZ, Miguel. *Lean Manufacturing en español*. Estados Unidos. Editorial Imagen, 2014. 150 p.
6. GARCÍA VALIENTE, Mario. *Optimización de procesos de la línea no. 1 de producción de bebidas carbonatadas en envase retornable mediante la eficiencia global de equipos (OEE) en la fábrica de bebidas gaseosas salvavidas S. A.* Trabajo de graduación de Ing.

Mecánica Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala.
2013. 160 p.

7. HERNÁNDEZ, ANDRÉS. *Implementación de técnicas de manufactura esbelta (Lean Manufacturing), en una planta de empaque de producto terminado*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial Universidad de San Carlos de Guatemala. 2010. 114 p.
8. LÓPEZ CUEVAS, NOEMI. *Mapeo de la cadena de valor (VSM) como estrategia de reducción de costos*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial, Universidad Autónoma de Baja California. 2013. 70 p.
9. MULLER, JESSICA. *SMED aplicado a matrices de conformado en frío en una autopartista*. Trabajo de graduación de Ing. De Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, 2014. 234 p.
10. NIEBEL, Benjamín. & FREIVALDS, Andris. *Ingeniería, empresa productora, métodos, estándares y diseño del trabajo*. México, D.F: Mc Graw Hill, 2009. 614 p.
11. RAJADELL, Manuel. & SÁNCHEZ, José. *Lean Manufacturing: la evidencia de una necesidad*. Madrid: Díaz de Santos, 2010. 268 p.
12. SIERRA ÁLVAREZ, Gabriel. *Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica Industrias AVM S, A*. Trabajo de graduación de Ing. Físico-Mecánica, Universidad Industrial de Santander, 2004. 196 p.

13. WOMACK, James. & JONES, Daniel. *Free press. Lean thinking*. Nueva York, 1996. 42 p.
14. ZAPATA ROLDÁN, Laura. *Interpretación de la lección de un punto (LUP-OPL)*. Trabajo de graduación de Ing. En Electromecánica. Medellín: Instituto Tecnológico Metropolitano, 2015. 44 p.

