



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

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM), EN LAS
LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA AMÉRICA COMERCIAL,
DACSA S. A.**

Luis Carlos Ochoa Sandoval

Asesorado por la Inga. Sindy Massiel Godínez de Dávila

Guatemala, junio de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM), EN LAS
LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA AMÉRICA COMERCIAL,
DACSA S. A.**

TRABAJO DE EPS

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LUIS CARLOS OCHOA SANDOVAL

ASESORADO POR LA INGA SINDY MASSIEL GODÍNEZ DE DÁVILA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2021

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 Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADORA	Inga. Yocasta Ivanobla Ortiz del Cid
EXAMINADORA	Inga. Sindy Massiel Godínez de Dávila
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM), EN LAS
LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA AMÉRICA COMERCIAL,
DACSA S. A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 20 de junio de 2018.

Luis Carlos Ochoa Sandoval

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 17 de febrero de 2021.
REF.EPS.DOC.63.02.2021.

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) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **Luis Carlos Ochoa Sandoval, Registro Académico No. 201222588** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **PROPUESTA DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM), EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA AMÉRICA COMERCIAL, DACSA S.A..**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Sindy Massiel Godínez Bautista
Ingeniera Industrial
Colegiado No. 9221

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

SMGB/ra



Guatemala, 17 de febrero de 2021.
REF.EPS.D.35.02.2021

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 UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM), EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA AMÉRICA COMERCIAL, DACSA S.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Luis Carlos Ochoa Sandoval** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sindy Massiel Godinez 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



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.REV.EMI.028.021

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE DISTRIBUIDORA AMERICA COMERCIAL (DACSA)**, presentado por el estudiante universitario **Luis Carlos Ochoa Sandoval**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas
Motivo: Ingeniero Industrial
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería
Mecánica Industrial, USAC
Colegiado 4,272

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

Guatemala, marzo de 2021.

/mgp



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.DIR.EMI.050.021

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 UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE DISTRIBUIDORA AMÉRICA COMERCIAL (DACSA)**, presentado por el estudiante universitario **Luis Carlos Ochoa Sandoval**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas
Motivo: Ingeniero Industrial
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería
Mecánica Industrial, USAC
Colegiado 4,272

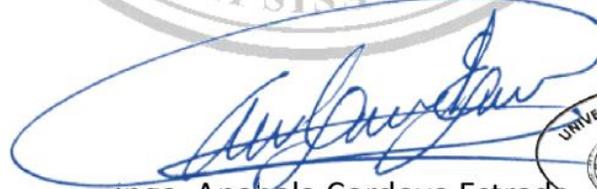
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, junio de 2021.
/mgp

DTG. 266.2021

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 UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM), EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA AMÉRICA COMERCIAL, DACSA S. A.**, presentado por el estudiante universitario: **Luis Carlos Ochoa Sandoval**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, junio de 2021.

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

Dios y la Virgen María

Por brindarme la oportunidad de vivir y amar.
Por ser el camino de mi vida y la fortaleza que necesito para seguir adelante y así poder alcanzar dicho triunfo

Mi padre

Donaldo Bladimiro Ochoa Díaz, por ser el hombre que me enseñó a ser lo que el día de hoy soy. Por todo su esfuerzo, respeto, amor y dedicación que día con día me demuestra y así seguir adelante y no darme por vencido.

Mi madre

Eva Patricia Sandoval Dávila, por ser el motor de mi vida que día con día lucha y hace todo lo posible para que pueda tenerlo todo y así no rendirme ante cualquier circunstancia. Por su amor incondicional que desde niño me ha dado.

Mis hermanos

Donaldo y José Eduardo Ochoa, por ser mis compañeros de vida en las buenas y en las malas, por siempre estar conmigo y no dejarme nunca.

Mis abuelos

Adrián Ochoa, Miriam Díaz, Gonzalo Sandoval y Francisca Dávila, por ser mis segundos padres y

brindarme todo el amor y apoyo que necesito y hacerme feliz en todo momento.

**Familia Ochoa y
familia Sandoval**

A mis primos, tíos, quienes han estado conmigo cada etapa de mi vida para brindarme su apoyo.

Mis amigos

William Herrera, Fernando Gonzales, Katherine Castañeda, Marco Gaitan por su apoyo y confianza que me brindan para alcanzar dicha meta.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por darme la oportunidad de poder estudiar en dicha universidad, abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de ser un profesional.

Facultad de Ingeniería

Por recibirme con las puertas abiertas, por todos los conocimientos y experiencias adquiridas durante dichos años y dejarme ser parte de su escuela.

**Distribuidora América
Comercial S. A. (DACSA)**

Por darme la oportunidad de poder realizar mi EPS en tan prestigiosa empresa, por recibirme para laborar también en dicha empresa.

Inga. Sindy Massiel

Por ser mi asesora de EPS, por sus conocimientos, paciencia y enseñanzas, y sobre todo, por el tiempo invertido para ayudarme a ser un profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XVII
GLOSARIO	XIX
RESUMEN.....	XXIII
OBJETIVOS.....	XXV
INTRODUCCIÓN.....	XXVII
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	1
1.1. Descripción de la empresa	1
1.2. Misión	2
1.3. Visión.....	3
1.4. Estructura organizacional	3
1.5. Departamento de producción	4
1.6. Departamento de mantenimiento	5
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL, PROPUESTA DE UN MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM).....	7
2.1. Diagnóstico de la situación actual del área de producción de la empresa DACSA.....	7
2.1.1. Árbol de problemas.....	7
2.1.1.1. Problema	8
2.1.2. Árbol de objetivos	9
2.1.2.1. Planteamiento de solución.....	10
2.1.2.2. Material de planificación	11
2.2. Situación actual de las líneas de producción.....	12

2.2.1.	Análisis-diagnóstico del proceso de producción.....	12
2.2.1.1.	Descripción del proceso de impresión (máquina Gallus).....	13
2.2.1.1.1.	Inicio de orden de producción.....	14
2.2.1.1.2.	Preparación de la orden de producción	14
2.2.1.1.3.	Pruebas de impresión (<i>set-up</i>).....	15
2.2.1.1.4.	Aprobación de la producción.....	15
2.2.1.1.5.	Operación de la producción.....	16
2.2.1.2.	Diagrama Ishikawa	16
2.2.1.3.	Toma de tiempos.....	17
2.2.1.3.1.	Proceso de impresión ...	18
2.2.1.3.2.	Paros programados.....	21
2.2.1.3.3.	Paros no programados	23
2.2.1.3.4.	Mantenimientos.....	25
2.2.1.4.	Maquinaria y equipo	26
2.2.1.4.1.	Instrumentos	26
2.2.1.4.2.	Equipo de seguridad industrial.....	30
2.2.1.4.3.	Botas de punta de acero	31
2.2.1.4.4.	Guantes de hule.....	32
2.2.1.5.	Paros programados.....	33

	2.2.1.5.1.	Provocaciones, frecuencias y acciones a tomar	33
2.2.1.6.		Paros no programados	34
	2.2.1.6.1.	Provocaciones, frecuencias y acciones a tomar	35
2.2.1.7.		Descripción del proceso de mantenimiento	36
	2.2.1.7.1.	Procedimientos.....	36
2.2.1.8.		Mantenimientos realizados	39
2.2.1.9.		Eficiencias.....	42
	2.2.1.9.1.	Rendimiento	43
	2.2.1.9.2.	Disponibilidad	45
	2.2.1.9.3.	Calidad	48
2.2.1.10.		Descripción del proceso de impresión (máquina Comco).....	50
	2.2.1.10.1.	Inicio de la orden de producción.....	51
	2.2.1.10.2.	Preparación de la orden de producción.....	51
	2.2.1.10.3.	Pruebas de impresión...	51
	2.2.1.10.4.	Aprobación de la producción.....	52
	2.2.1.10.5.	Operación de la producción.....	52
2.2.2.		Diagrama de Pareto.....	52
	2.2.2.1.1.	Proceso de impresión...	54
2.2.2.2.		Maquinaria y equipo	63

	2.2.2.2.1.	Instrumentos	63
	2.2.2.2.2.	Equipo de seguridad industrial.....	66
2.2.2.3.		Descripción del proceso de mantenimiento.....	68
	2.2.2.3.1.	Procedimientos	69
2.2.2.4.		Mantenimientos realizados.....	71
	2.2.2.4.1.	Eficiencias	73
	2.2.2.4.2.	Rendimiento	74
	2.2.2.4.3.	Disponibilidad.....	75
	2.2.2.4.4.	Calidad.....	76
2.2.2.5.		Descripción del proceso de impresión (máquina Nilpeter)	78
	2.2.2.5.1.	Inicio de la orden de producción.....	79
	2.2.2.5.2.	Preparación de la orden de producción	79
	2.2.2.5.3.	Pruebas de impresión ...	80
	2.2.2.5.4.	Aprobación de la producción.....	80
	2.2.2.5.5.	Operación de la producción.....	80
2.2.2.6.		Árbol de problemas	81
2.2.2.7.		Árbol de objetivos.....	82
	2.2.2.7.1.	Proceso de impresión ...	84
2.2.2.8.		Maquinaria y equipo	94
	2.2.2.8.1.	Equipo de seguridad industrial.....	97

2.2.2.9.	Descripción del proceso de mantenimiento	99
2.2.2.10.	Mantenimientos realizados	102
2.2.2.11.	Eficiencias.....	104
2.2.2.11.1.	Rendimiento	104
2.2.2.11.2.	Disponibilidad	106
2.2.2.11.3.	Calidad	107
2.3.	Propuesta de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM).....	109
2.3.1.	Proceso de impresión (máquina Gallus).....	109
2.3.2.	Proceso de mantenimiento	114
2.3.3.	Eficiencias.....	117
2.3.3.1.	Rendimiento.....	119
2.3.3.2.	Disponibilidad	122
2.3.3.3.	Calidad	123
2.3.4.	Proceso de impresión (máquina Comco).....	126
2.3.5.	Proceso de mantenimiento	129
2.3.6.	Eficiencias.....	131
2.3.6.1.	Rendimiento.....	134
2.3.6.2.	Disponibilidad	136
2.3.6.3.	Calidad	138
2.3.7.	Proceso de impresión (máquina Nilpeter).....	141
2.3.8.	Proceso de mantenimiento	144
2.3.9.	Eficiencias.....	147
2.3.9.1.	Rendimiento.....	149
2.3.9.2.	Disponibilidad	152
2.3.9.3.	Calidad	153
2.3.10.	Evaluación de la propuesta.....	155
2.3.11.	Costos de la propuesta.....	159

3.	FASE DE INVESTIGACIÓN. PROPUESTA DE UN MANUAL DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.....	161
3.1.	Diagnóstico de la situación actual del área de producción.....	161
3.1.1.	Líneas de producción	161
3.1.1.1.	Árbol de problemas	162
3.1.1.2.	Árbol de objetivos.....	163
3.1.2.	Área de mantenimiento	164
3.1.2.1.	Diagrama de Pareto	165
3.2.	Propuesta de un manual de mantenimiento industrial.....	166
3.2.1.	Objetivo	166
3.2.2.	Alcance.....	167
3.2.3.	Introducción.....	167
3.2.4.	Responsable	167
3.2.5.	Procedimientos.....	167
3.2.5.1.	Impresión de una orden de producción.....	168
3.2.5.2.	Limpieza de bandeja de tintas.....	171
3.2.5.2.1.	Descripción del proceso	172
3.2.5.3.	Limpieza de anilox.....	174
3.2.5.3.1.	Descripción del proceso	175
3.2.5.4.	Material de impresión	177
3.2.5.5.	Montaje de sellos	180
3.2.5.6.	Colocación de cilindro magnético y troquel	183
3.2.6.	Recursos humanos	186
3.2.7.	Recursos materiales.....	187
3.2.8.	Evaluación de la propuesta	188

3.2.9.	Costos de la propuesta	192
4.	FASE DE DOCENCIA	195
4.1.	Diagnóstico de la situación actual	195
4.2.	Plan de capacitación	197
4.3.	Resultados de la capacitación	198
4.4.	Costos propuestos.....	207
	CONCLUSIONES	209
	RECOMENDACIONES	211
	BIBLIOGRAFÍA	213
	APÉNDICE.....	215
	ANEXOS	217

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la empresa.....	4
2.	Árbol de problemas (área de producción)	8
3.	Árbol de objetivos (área de producción).....	9
4.	Máquina Gallus	13
5.	Diagrama Ishikawa.....	17
6.	Orden de producción.....	21
7.	Montadora de sellos	27
8.	Cilindros de metal y plástico.....	28
9.	Sellos	28
10.	Tintas Zeller	29
11.	Material de impresión	30
12.	Botas Industriales.....	31
13.	Guantes de hule	32
14.	Flujograma de mantenimiento a líneas de impresión	42
15.	Máquina Comco	50
16.	Diagrama de Pareto	54
17.	Cilindro de montaje	64
18.	Sellos de montaje.....	65
19.	Tinta Zeller	65
20.	Material Semigloss	66
21.	Botas de punta de acero	67
22.	Guantes de hule	68
23.	Máquina Nilpeter	79

24.	Árbol de problemas.....	82
25.	Árbol de objetivos	83
26.	Cilindro de plástico y cilindro de metal.....	95
27.	Sellos de impresión.....	96
28.	Tinta Fujifilm, zeller y natural Ink.....	96
29.	Material de impresión PVC	97
30.	Botas de punta de acero	98
31.	Guantes de hule.....	99
32.	Registro de mantenimientos	116
33.	Registro de mantenimientos	131
34.	Registro de mantenimientos	146
35.	Árbol de problemas.....	163
36.	Árbol de objetivos	164
37.	Diagrama de Pareto.....	166
38.	Flujograma de operaciones de órdenes de producción	170
39.	Registro de operaciones	171
40.	Limpieza adecuada de bandejas de tintas.....	173
41.	Registros de limpieza de bandejas	174
42.	Limpieza adecuada de anilox	176
43.	Registro de limpieza de anilox	177
44.	Selección y colocación de material de impresión	179
45.	Registro de materiales	180
46.	Selección, corte y montaje de sellos.....	182
47.	Registro de materiales	183
48.	Flujograma colocación de cilindro magnético y troquel.....	185
49.	Registro de utilización de cilindros y troquel	186
50.	Cronograma semanal	188
51.	Resultados de operadores.....	189
52.	Encuesta operadores de má quina	190

53.	Resultados de los operadores nuevos	191
54.	Diagrama de Pareto	197
55.	Encuesta producción.....	199
56.	Gráfica de resultados de encuesta.....	200
57.	Presentación del TPM.....	201
58.	Encuesta 2 sobre TPM.....	205
59.	Resultados encuesta 2 TPM	206

TABLAS

I.	Planificación del material para la implementación del mantenimiento productivo total (TPM)	11
II.	Medición de tiempos (proceso de impresión)	19
III.	Promedio de medición de tiempos	20
IV.	Velocidad de producción	20
V.	Toma de tiempos paros programados.....	22
VI.	Medición de tiempos	23
VII.	Toma de tiempos paros no programados.....	24
VIII.	Medición de tiempos	25
IX.	Mantenimientos realizados.....	25
X.	Tipos de cilindros	27
XI.	Tipos de material.....	30
XII.	Provocaciones, frecuencias y paros no programados.....	33
XIII.	Provocaciones, frecuencias y paros no programados.....	35
XIV.	Procedimiento aviso personal	36
XV.	Procedimientos paro programado máquina Gallus	37
XVI.	Procedimiento paro no programado máquina Gallus	37
XVII.	Procedimiento de espera de reparación máquina Gallus.....	38
XVIII.	Procedimiento de pruebas de impresión máquina Gallus	38

XIX.	Procedimiento de control de reparaciones máquina Gallus	39
XX.	Mantenimiento preventivo máquina Gallus	39
XXI.	Mantenimiento correctivo máquina Gallus	40
XXII.	Mantenimiento predictivo máquina Gallus	41
XXIII.	Eficiencia global de equipos.....	43
XXIV.	Rendimiento máquina Gallus	45
XXV.	Calidad de máquina Gallus	49
XXVI.	Datos diagrama de Pareto	53
XXVII.	Medición de tiempos (proceso de impresión).....	55
XXVIII.	Promedio de medición de tiempos	56
XXIX.	Velocidad de producción.....	56
XXX.	Toma de tiempos paros programados	57
XXXI.	Medición de tiempos	58
XXXII.	Toma de tiempos paros no programados	59
XXXIII.	Medición de tiempos	60
XXXIV.	Mantenimientos realizados a la máquina Comco.....	61
XXXV.	Provocaciones, frecuencias y paros programados	62
XXXVI.	Provocaciones, frecuencias y paros no programados.....	63
XXXVII.	Procedimiento aviso personal	69
XXXVIII.	Procedimiento paro programado máquina Comco.....	69
XXXIX.	Procedimiento paro no programado máquina Comco.....	70
XL.	Procedimiento de espera de reparación máquina Comco	70
XLI.	Procedimiento de pruebas de impresión máquina Comco.....	71
XLII.	Procedimiento de control de reparaciones máquina Comco.....	71
XLIII.	Mantenimiento preventivo máquina Comco	72
XLIV.	Mantenimiento correctivo máquina Comco	72
XLV.	Mantenimiento predictivo máquina Comco	73
XLVI.	Rendimiento máquina Comco.....	75
XLVII.	Calidad máquina Comco.....	77

XLVIII.	Planificación del material.....	84
XLIX.	Medición de tiempos (proceso de impresión).....	85
L.	Promedio de medición de tiempos	86
LI.	Velocidad de producción	87
LII.	Toma de tiempos paros programados.....	88
LIII.	Medición de tiempos	89
LIV.	Toma de tiempos paros no programados.....	90
LV.	Medición de tiempos	91
LVI.	Mantenimientos realizados a la máquina Nilpeter	91
LVII.	Provocaciones, frecuencias y acciones paros no programados.....	92
LVIII.	Provocaciones, frecuencias y paros no programados.....	94
LIX.	Procedimiento aviso personal	99
LX.	Procedimiento paro programado máquina Nilpeter	100
LXI.	Procedimiento paro no programado máquina Nilpeter	100
LXII.	Procedimiento de espera de reparación máquina Nilpeter.....	101
LXIII.	Procedimiento de pruebas de impresión máquina Nilpeter	101
LXIV.	Procedimiento de control de reparaciones máquina Nilpeter	102
LXV.	Mantenimiento preventivo máquina Nilpeter	102
LXVI.	Mantenimiento correctivo máquina Nilpeter	103
LXVII.	Mantenimiento predictivo máquina Nilpeter.....	104
LXVIII.	Rendimiento máquina Nilpeter	105
LXIX.	Calidad máquina Nilpeter	108
LXX.	Proceso de impresión (máquina Gallus).....	110
LXXI.	Proceso de mantenimiento máquina Gallus	115
LXXII.	Ficha técnica de la máquina Gallus.....	115
LXXIII.	Eficiencia máquina Gallus	117
LXXIV.	Rendimiento máquina Gallus utilizando TPM.....	120
LXXV.	Comparación de rendimientos máquina Gallus.....	121
LXXVI.	Comparación de disponibilidad máquina Gallus.....	123

LXXVII.	Calidad máquina Gallus utilizando TPM	124
LXXVIII.	Comparación calidad máquina Gallus.....	125
LXXIX.	Proceso de impresión (máquina Comco)	126
LXXX.	Proceso de mantenimiento máquina Comco	129
LXXXI.	Ficha técnica máquina Comco.....	130
LXXXII.	Eficiencia máquina Comco.....	132
LXXXIII.	Rendimiento máquina Comco utilizando TPM	135
LXXXIV.	Comparación de rendimientos	136
LXXXV.	Comparación de disponibilidad máquina Comco	138
LXXXVI.	Calidad de máquina Comco utilizando TPM	139
LXXXVII.	Comparación calidad máquina Comco	140
LXXXVIII.	Proceso de impresión (máquina Nilpeter)	141
LXXXIX.	Proceso de mantenimiento máquina Nilpeter	145
XC.	Ficha técnica máquina Nilpeter	145
XCI.	Eficiencia máquina Nilpeter utilizando TPM.....	147
XCII.	Rendimiento máquina Nilpeter utilizando TPM	150
XCIII.	Comparación de rendimientos máquina Nilpeter	151
XCIV.	Comparación disponibilidad máquina Nilpeter	153
XCV.	Calidad máquina Nilpeter utilizando TPM	154
XCVI.	Comparación calidad máquina Nilpeter	154
XCVII.	Comparación de rendimiento máquina Gallus	156
XCVIII.	Comparación de disponibilidad máquina Gallus	156
XCIX.	Comparación de calidad máquina Gallus.....	156
C.	Comparación de rendimiento máquina Comco	157
CI.	Comparación de disponibilidad máquina Comco	157
CII.	Comparación de calidad máquina Comco	157
CIII.	Comparación de rendimiento máquina Nilpeter	158
CIV.	Comparación de disponibilidad máquina Nilpeter	158
CV.	Comparación de calidad máquina Nilpeter	158

CVI.	Costos generales	160
CVII.	Costos de mantenimiento.....	160
CVIII.	Datos diagrama de Pareto.....	165
CIX.	Proceso de impresión de orden de producción	168
CX.	Proceso limpieza de bandejas.....	172
CXI.	Proceso limpieza anilox.....	175
CXII.	Proceso de colocación de material.....	178
CXIII.	Proceso de montaje de sellos	181
CXIV.	Proceso de colocación de cilindro y troquel	184
CXV.	Recurso humano	187
CXVI.	Recursos materiales.....	187
CXVII.	Resultados de operadores	189
CXVIII.	Resultados de operadores nuevos.....	191
CXIX.	Resultados de operadores nuevos.....	192
CXX.	Costos humanos	192
CXXI.	Costos materiales.....	193
CXXII.	Datos de diagrama de Pareto.....	196
CXXIII.	Resultados de encuesta	200
CXXIV.	Resultado de encuesta 2.....	206
CXXV.	Costos de capacitación	207

LISTA SE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Kg	Kilogramo
%	Porentaje

GLOSARIO

5´S	Actividades que buscan alcanzar el mantenimiento en buenas condiciones del entorno y un lugar digno y seguro de trabajo, orientado a la calidad.
Ajuste	Acomodar una pieza mecánica de acuerdo a su diseño para su funcionamiento correcto, realizado por un operador de la maquinaria o mecánico.
Anilox	Cilindro utilizado en máquinas de impresión que proporcionan la cantidad de tinta a utilizar.
Avería	Daño o rotura que evita el funcionamiento del equipo o sección dañada.
BCM	Se especifica en billones de micrones cúbicos por pulgada cuadrada, BCM.
Calidad	Grado de satisfacción de un producto y cumplir con ciertas condiciones de producción y equipos.
Chumacera	Pieza mecánica que realiza un movimiento giratorio a través de un eje, descansando en una carcasa.
Cronograma	Una serie de actividades en función de un tiempo planificado representado gráficamente.

Defecto	Características y condiciones que no cumplen para el funcionamiento deseado de un sistema o equipo.
DNC	Detección de necesidades de capacitación.
Eficiencia	Realizar una actividad adecuadamente utilizando de manera correcta los recursos.
Engranaje	Pieza metálica o plástica en forma de rueda dentada encargada de transmitir potencia.
Equipo	Maquinas encargadas de realizar en conjunto la fabricación del producto.
Falla	Deterioro de un equipo o instalación que impide realizar su función.
Filtro	Equipo con diferentes materiales internos que no permiten el paso de partículas y elementos que contiene el agua y pueda causar daño para el consumidor
Inspección	Análisis de un producto o equipo, validando si se encuentra en las especificaciones y condiciones deseadas.
Insumo	Un bien o recurso que se emplea para la fabricación del producto.

LPI	<i>Lines per inch</i> , término en inglés que significa líneas por pulgada.
Lubricación	Proceso de reducir el desgaste y fricción de dos piezas en contacto y movimiento.
OEE	<i>Overall equipment effectiveness</i> , por sus siglas en inglés, o eficiencia global de equipos.
PET	Polietileno tereftalato, envase de plástico utilizado para el envasado de agua purificada.
Piton	Válvulas que se introducen en las boquillas de las botellas y garrafones para ser llenados de agua purificada.
Presión	La fuerza ejercida de un gas, líquido o sólido sobre un área.
Temperatura	Magnitud física que mide el nivel de calor de un cuerpo, objeto o ambiente.
TPM	<i>Total productive maintenance</i> , por sus siglas en inglés, o mantenimiento productivo total.
UV	Lámparas de luz ultravioleta encargadas de eliminar todo tipo de microorganismos del agua que son dañinos para el ser humano.

RESUMEN

Un TPM es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos o, en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas.

Se desarrolla una propuesta de mantenimiento productivo total (TPM) para la empresa Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA), con la finalidad de mejorar la eficiencia de sus máquinas garantizando la disponibilidad y fiabilidad, como también la reducción de pérdidas en la operación. Se describe diferentes análisis, diseños y resultados que están conformados en varias fases, servicio técnico profesional, investigación y docencia.

En generalidades de la empresa, se describe la historia, misión, visión, valores, estructura organizacional, entre otros. Que posee la empresa, las cuales son utilizadas para la realización del proyecto.

En la fase de servicio técnico profesional, se realiza un análisis de la situación actual del área de producción y sus maquinarias, diagnóstico de las posibles pérdidas que existen, cálculo de la eficiencia global de equipos, planificación de recursos y procedimientos de TPM y al finalizar el costo de la propuesta.

En la fase de investigación, orientado en el TPM, la posible creación de un manual de mantenimiento industrial para el uso y cuidado de las máquinas de la

empresa, aumentando tiempo de vida y la posibilidad de cómo utilizarlas y cuidarlas.

En la fase de docencia, se presenta un diagnóstico de necesidades de capacitación de la empresa y se propone un plan de capacitación al personal de los diferentes departamentos de la empresa para el aprendizaje y el buen uso del TPM y del manual de mantenimiento industrial.

OBJETIVOS

General

Proponer un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) en la planta de producción de la empresa DACSA.

Específicos

1. Realizar un diagnóstico del estado actual de los métodos de mantenimiento y procedimientos en la unidad productiva.
2. Identificar las deficiencias que existen en las unidades productivas y pérdidas en la operación.
3. Diseñar un plan de mantenimiento a las líneas de producción.
4. Estandarizar el proceso adecuado de impresión a las líneas de producción.
5. Diseñar procedimientos de mantenimiento para mejorar el sistema de mantenimiento predictivo y preventivo.
6. Proponer la creación de un manual de mantenimiento industrial.
7. Crear un plan de capacitación para el personal de la empresa basado en la detección de necesidades de capacitación.

INTRODUCCIÓN

Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA) empresa que se dedica a la producción, venta y distribución de etiquetas y mangas termoencogibles además de otros productos, poseen varias máquinas de impresión las cuales trabajan diario en turnos de 24 horas, (día y noche). Cada una de las líneas debe de cumplir un programa de producción diario, sin interrupción, ya que cada orden posee tiempo de entrega y algunas son entregadas a países extranjeros.

Diariamente, cada máquina sufre de paros no programados por diferentes motivos (falta de mantenimientos, falta de interés por los operadores, entre otros). Los cuales no deben de existir (solamente que sea previsto), provocando que así el tiempo de producción de cada orden sea de un tiempo mayor, dando como resultado que el programa diario no sea cumplido e irrumpiendo con la calidad y entrega del producto final a los clientes y disminuyendo los ingresos a la empresa.

Por lo cual, se propone un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) a las diferentes líneas de producción para que este problema sea eliminado, dando como resultado que los programas diarios de cada máquina sean cumplidos y no exista algún problema al momento de la entrega del producto final a los clientes. Al igual que la creación de un manual de mantenimiento industrial para incrementar el tiempo de vida de las líneas de producción, un mejor control para el uso y el cuidado de las máquinas y mejor presentación de los productos y servicios que ofrece DACSA.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1. Descripción de la empresa

DACSA es una empresa polifacética que está dirigida para cubrir las necesidades del mercado en las áreas de artes gráficas, sistemas de empaques, sistemas pesaje, implementación de sistemas de código de barras y tecnología de punta para cualquier empresa.

DACSA fue fundada en 1962 con el propósito de abastecer a nuestros clientes con productos de calidad y a la vez brindarles herramientas que les permitieran crecer en sus mercados y estar a la vanguardia en tecnología y presentación de sus productos.

La empresa posee el mejor equipo de impresión de etiquetas y mangas termoencogibles, desde máquinas mecánicas hasta máquinas digitales para una mejor impresión y calidad al momento de producir.

El proceso de producción que se utiliza actualmente es el siguiente:

- Creación del arte: el cliente con su respectivo asesor de ventas llegan a un acuerdo sobre la creación del arte (ya sea nuevo o existente) y se define para que será utilizado, medidas, etiqueta o manga y colores.
- Diseño de arte: el asesor de ventas lleva la información al departamento de arte en donde se diseña la manga o etiqueta en digital y se prosigue a enseñárselo al cliente y así esperar su aprobación para la creación de los sellos.

- Pre-prensa: al tener el arte ya aprobado por el cliente (mediciones, colores estándares, diseños, entre otros). se fabrican los sellos con el arte adjunto para poder ser llevado al departamento de producción. (La creación de los sellos lleva una aproximación de 3 horas).
- Archivo *clishe*: al finalizar los sellos de impresión, se llevan al departamento de *clishe* en donde son recibidos y almacenados hasta el momento de producción.
- Programa de Producción: al tener la orden de producción junto con los sellos nuevos, el gerente de producción verifica el tipo de etiqueta o manga que se solicita y dependiendo de su diseño y funcionalidad, es asignada a la máquina más adaptada para dicha impresión.
- Producción: al tener asignada la máquina donde saldrá la orden de producción, se montan los sellos, se colocan tintas, material y se realiza el proceso de producción.
- Revisión y empaque: al finalizar el proceso de producción, el departamento de revisión y empaque se encarga de verificar la calidad y la magnitud de etiquetas o mangas termoencogidas y al finalizar, son empacadas y enviadas al departamento de bodega para su almacenamiento o en colocación de ruta para entrega.

1.2. Misión

“Crear etiquetas y empaques decorados, brindando soluciones innovadoras que comuniquen la excelencia del producto del cliente, haciéndolo único a nivel mundial”¹.

¹ DACSA. *Nuestra-empresa*. <http://dacsa.com.gt/nuestra-empresa/>.

1.3. Visión

“Somos la corporación líder en el mercado de Centro América y el Caribe en soluciones innovadoras para empaque. Revolucionamos la forma de hacer negocios, satisfaciendo necesidades, superando las expectativas de nuestros clientes y socios comerciales, mediante tecnologías de vanguardia y personal calificado que generan rentabilidad, elevan el nivel de vida de los colaboradores y contribuye al desarrollo de los países en los que operamos con responsabilidad social y empresarial”².

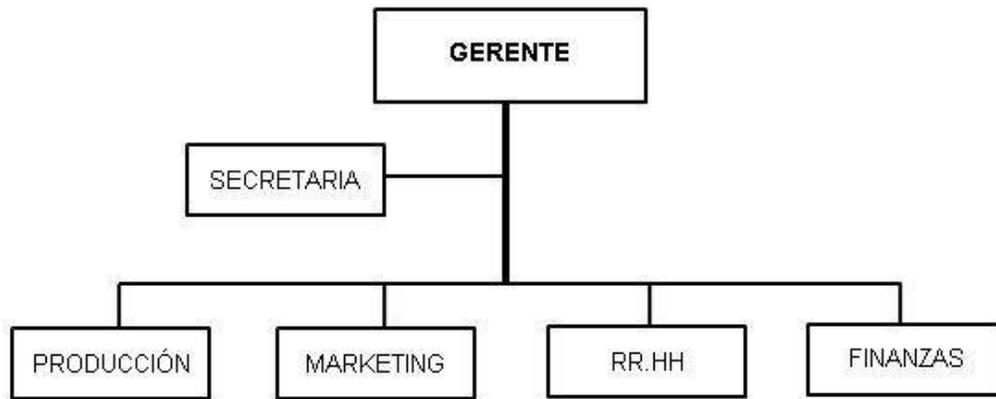
1.4. Estructura organizacional

La estructura organizacional es la división de todas las actividades de una empresa que se agrupan para formar áreas o departamentos, estableciendo autoridades, que a través de la organización y coordinación buscan alcanzar objetivos.

En la empresa DACSA utilizan el tipo de estructura organizacional funcional ya que la división del trabajo se agrupa por las principales actividades que deben realizarse y cada miembro de cada equipo trabaja para un departamento en específico.

² DACSA. *Nuestra-empresa*. <http://dacsa.com.gt/nuestra-empresa/>.

Figura 1. **Organigrama de la empresa**



Fuente: elaboración propia.

1.5. Departamento de producción

El departamento de producción tiene la función principal de la creación de las diferentes etiquetas y/o mangas termoencogibles que cumplan las necesidades de los productos de los clientes, siempre conservando su calidad y su excelente impresión. La función de los puestos de trabajo de producción de DACSA S. A. son:

- Gerente de producción: es el encargado de recibir las órdenes de producción, y verificar en cuál de todas las máquinas de impresión pueden cumplir las especificaciones establecidas para la producción de las mismas.
- Jefe de Producción: encargado de que las líneas de producción tengan su programada de producción y es quien autoriza que la impresión se realice después de revisar y afirmar que la producción (muestra) este en las condiciones solicitadas.

- Supervisor de producción: junto con el jefe de producción, ayuda autorizando las impresiones de las etiquetas o mangas, vela porque cada máquina tenga toda la materia prima que se necesita para trabajar.
- Operador de Línea: es el responsable de la línea de impresión, es quien imprime las producciones y debe de cumplir con todas las especificaciones que solicita la orden manteniendo siempre la calidad ofrecida.
- Auxiliares de producción: su principal función es dar apoyo al operador en la línea de producción, con actividades como la colocación de materia prima (material), limpieza y sobre todo verificar que la producción vaya en óptimas condiciones junto con el operador de línea.

1.6. Departamento de mantenimiento

El departamento de mantenimiento tiene como objetivo mantener en óptimas condiciones las líneas de producción, proporcionando así los mantenimientos solicitados (ya sean preventivos o correctivos), evitando o reduciendo así los paros no programados. Al igual que estar pendiente de las demás instalaciones de la empresa, la función de los puestos de trabajo de mantenimiento en DACSA S. A. son:

- Gerente de mantenimiento: es el encargado de toda el área de mantenimiento, desde velar que las líneas de impresión estén en buenas condiciones y en funcionamiento hasta solicitar y recibir los repuestos y/o accesorios para futuros mantenimientos, además tiene como tarea mantener en buen estado las instalaciones tanto mecánicas como eléctricas de la planta.
- Supervisor de mantenimiento: tiene como objetivo contribuir la ayuda necesaria al gerente de mantenimiento, realiza tareas de menor

magnitud y es el encargado de mantener las líneas de producción funcionando y cuando esto no sucede, junto con el gerente verifican el error, y solucionan el problema ocurrido.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL, PROPUESTA DE UN MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

2.1. Diagnóstico de la situación actual del área de producción de la empresa DACSA

La empresa debe tener un proceso de mejora continua día con día, por tal motivo debe de encontrar oportunidades para el aumento de la eficiencia en sus líneas de producción con el apoyo de su personal operativo evitando así paros no programados, disminuyendo el tiempo del proceso de producción y aumentando su efectividad y cumplimiento del programa diario de impresión.

2.1.1. Árbol de problemas

El árbol de problemas es una técnica participativa que ayuda a desarrollar ideas creativas para identificar el problema y organizar la información recolectada, generando un modelo de relaciones causales que lo explican, por lo cual fue utilizada para el diagnóstico de la situación actual.

¿Por qué se utilizó el árbol de problemas?

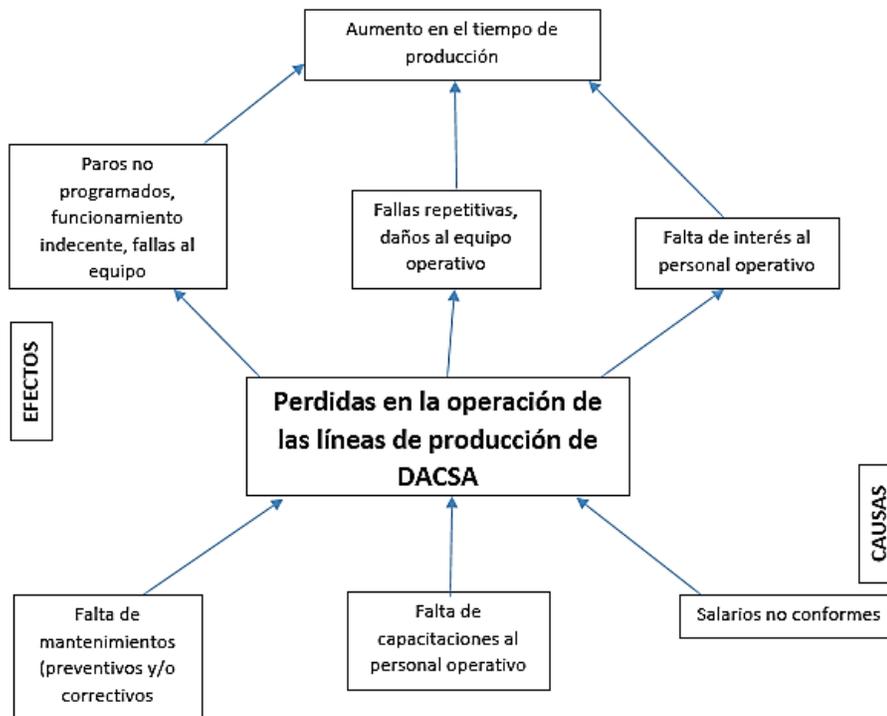
- Identifica y se relaciona con problemas reales.
- El problema se puede desglosar para hacerlo más manejable y definido de mejor manera.
- Mejor entendimiento del problema.

- Priorizar los problemas o temas según su importancia.
- Para definir el problema central.
- Ayuda a establecer que información, evidencias o recursos, se necesitan para fundamentar el problema o construir una propuesta de solución.
- Permite visualizar las relaciones causa-efecto.

2.1.1.1. Problema

Perdidas en la operación de las líneas de producción de distribuidora América Comercial S. A. (paros no programados, faltas de mantenimientos, entre otros).

Figura 2. **Árbol de problemas (área de producción)**



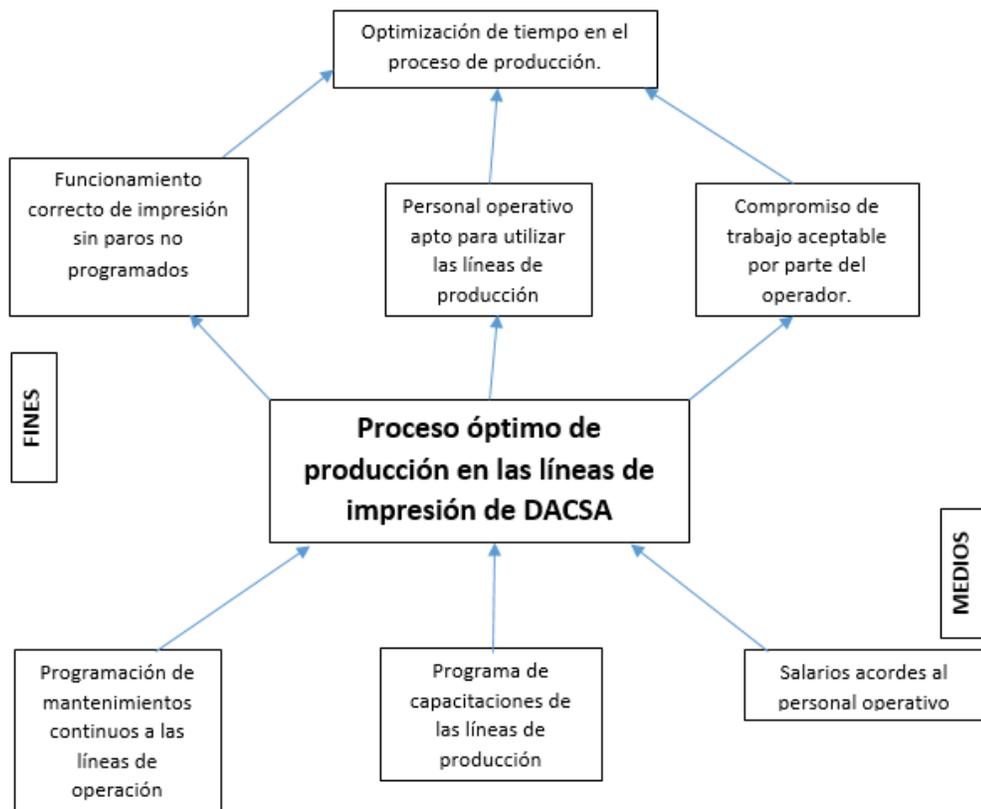
Fuente: elaboración propia.

2.1.2. Árbol de objetivos

El árbol de objetivos es la versión positiva del árbol de problemas. Permite determinar las áreas de intervención que plantea el proyecto.

Para elaborarlo se parte del árbol de problemas y el diagnóstico. Es necesario revisar cada problema (negativo) y convertirlo en un objetivo (positivo) realista y deseable. Así, las causas se convierten en medios y los efectos en fines.

Figura 3. **Árbol de objetivos (área de producción)**



Fuente: elaboración propia.

2.1.2.1. Planteamiento de solución

Como cualquier máquina mecánica, sufre de paros no programados, quiere decir, que este posee más de algún error, porque no trabaja consecuentemente, provocando que su tiempo de vida pueda disminuir por no prevenir este tipo de eventos, por lo cual se le realiza un mantenimiento correctivo (cuando ya no tiene solución).

Al momento de que existe un paro no programado, los mismos operadores por sus propias experiencias, verifican cual puede ser la razón dando como resultado que a veces se solucione el problema y otras veces que no. Por tal motivo cuando no pueden resolverlo, los auxiliares de producción deben de solicitar el apoyo del área de mantenimiento y cuando esto sucede, se debe de esperar a que el personal atienda el problema (tiempo muerto).

Se observa que las máquinas de impresión no reciben un mantenimiento preventivo por la carga de trabajo y hasta que la máquina llega a tener un problema serio, el personal de mantenimiento realiza un mantenimiento correctivo.

La implementación de un TPM (mantenimiento productivo total) en las líneas de producción de la empresa DACSA podrá ser de gran ayuda para optimización del proceso de impresión y aumento en el tiempo de vida en las mismas máquinas de impresión, ya que por la falta de interés de los mismos operadores y empleados del área de mantenimiento, las máquinas no reciben los mantenimientos solicitados y afectan tanto la productividad como la vida útil de cada una.

Sin embargo, al momento de poseer un TPM los resultados podrían ser los siguientes:

- Disminución de los daños en la línea de impresión
- Reducción de paros no programados
- Optimización en el proceso de impresión
- Mejor cuidado y utilización de la máquina de impresión
- Aumento de producción (aumento de ingresos)

2.1.2.2. Material de planificación

La planificación del material para la implementación del mantenimiento productivo total (TPM) será la siguiente:

Tabla I. **Planificación del material para la implementación del mantenimiento productivo total (TPM)**

Máquina	Inicio de turno	Hora de almuerzo (área de mantenimiento)	Tiempo estimado (minutos)
Nilpeter	Verificación de lámparas de impresión.	Calibración de estaciones	60
	Funcionamiento de tratadores corona.	Verificación de torres de aire.	20
	Nivel de agua refrigerante.	Mantenimiento a brazos prensadores.	30
		Limpiezas de anilox.	30
Gallus	Verificación de lámparas de impresión.	Calibración de estaciones	60
	Funcionamiento de tratadores corona.	Verificación de torres de aire.	20
	Nivel de agua refrigerante.	Mantenimiento a brazos prensadores.	30
		Limpiezas de anilox.	30

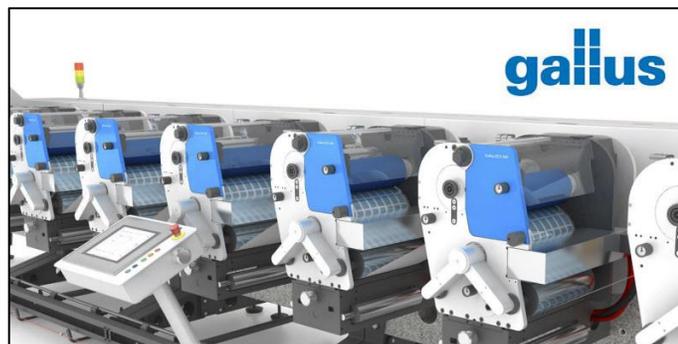
originarias. Por lo cual, en ciertos periodos de tiempos definidos, se realizaba dicho análisis en las máquinas de impresión.

Al completar el análisis en las líneas de producción, se procederá a realizar un diagnóstico ya para cada línea de producción, un diagnóstico es un procedimiento ordenado, sistemático, para conocer, para establecer de manera clara una circunstancia, a partir de observaciones y datos concretos para obtener mejores resultados de las máquinas de impresión.

2.2.1.1. Descripción del proceso de impresión (máquina Gallus)

La máquina Gallus es una máquina de impresión de marcha suave, fácil de usar y muy económica para las etiquetas. Con un equipamiento que se centra en lo básico, se puede ampliar esta máquina libremente con módulos de dos. Su núcleo de granito técnico la hace particularmente resistente y le proporciona una gran suavidad de marcha.

Figura 4. **Máquina Gallus**



Fuente: Gallus. *La nueva Gallus ECS 340 instalada en el Avery Dennison Knowledge Centre.*
<https://www.foodnewlatam.com/paises/4965-internacional/4816-la-nueva-gallus-ecs-340-instalada-en-el-avery-dennison-knowledge-centre.html>. Consulta: 11 de mayo de 2019.

El proceso de descripción de la máquina Gallus puede ser definido de la siguiente forma:

2.2.1.1.1. Inicio de orden de producción

El proceso inicia en el momento en que el gerente de producción recibe las órdenes de producción y así mismo asigna cada una para las diferentes máquinas. Luego de eso, entrega las órdenes al departamento de Clishe en donde son despachados los sellos de las órdenes y entregados a los montadores de sellos.

Los montadores reciben los sellos y firman de recibido, luego pasan las órdenes de producción al departamento de tintas, en donde el jefe del área despacha las tintas necesarias para cada orden, y al finalizar entrega la orden al departamento de materiales, donde el encargado asigna el material correspondiente a las órdenes entregadas. Y cuando todo el proceso es finalizado, la orden llega junto con la cartilla de color a la máquina asignada para la impresión de la misma.

2.2.1.1.2. Preparación de la orden de producción

Cuando la orden de producción y su respectiva cartilla de color están en la máquina asignada por el gerente de producción, los operadores y auxiliares deben de empezar a preparar la orden, en donde primero colocan las tintas que pide la cartilla de color junto con los anilox correspondientes. Luego, se coloca el material asignado por el encargado de materiales y se centra en la máquina. Al finalizar dicho proceso, dependiendo de si es una etiqueta se coloca el cilindro magnético con su troquel para así cortar la etiqueta. Ahora si en dado

caso fuera una manga, se omite dicho paso y se colocan las cuchillas para el corte de las orillas del material (sea etiqueta o manga). Y ya de último se introducen los sellos en la máquina de impresión.

2.2.1.1.3. Pruebas de impresión (set-up)

Al finalizar la preparación de la orden de producción, se inicial el set-up, el cual empieza pasando el material y registrar una presión adecuada entre los sellos y el material para una impresión aceptable, al terminar de sacar las presiones necesarias, se registran los sellos por medio de una cámara, la cual autoregistra todos los sellos para que coincidan entre si y la impresión salga con la mejor calidad.

Al terminar el autoregistro de todos los sellos, se acelera la máquina hasta la velocidad con la cual se trabajará la orden de producción y luego de eso se enseña la muestra de la impresión para su aprobación correspondiente.

2.2.1.1.4. Aprobación de la producción

Cuando se logra igualar la impresión a la cartilla de color que el departamento de tintas brinda, se solicita la aprobación del área de producción y calidad para continuar la impresión de la producción. Para ellos, primero se llama al supervisor o jefe de producción y ellos ya dan su aprobación o pueden solicitar cambios, mejorar registro, cambio de color, mayor o menor aporte entre otras observaciones. Cuando el departamento de producción aprueba la orden, se solicita al departamento de calidad quien realiza sus pruebas técnicas (curlyng, laminación, anclaje, saturaciones, colores, entre otros).

En el momento de tener las aprobaciones de ambos departamentos, se prosigue el trabajo de imprimir la orden de producción.

2.2.1.1.5. Operación de la producción

Al tener aprobadas las muestras proporcionadas, se prosigue a imprimir la orden de producción, donde los operadores y auxiliares deben de estar pendientes de que la impresión vaya en óptimas condiciones y que no suceda algo que perjudique la impresión.

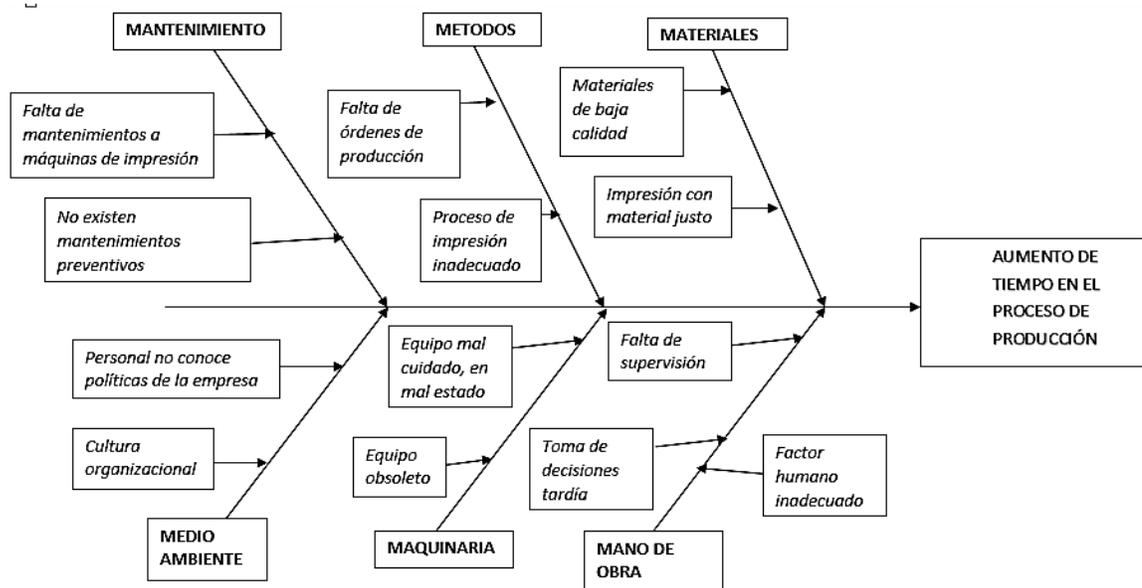
Al finalizar la impresión, se da por concluida la orden de producción.

2.2.1.2. Diagrama Ishikawa

Para la determinación del proceso de producción de la máquina Gallus se utilizó un diagrama de Ishikawa, ya que es una herramienta grafica que ofrece una visión global de las causas que han generado un problema y de los efectos que este ha provocado y ayuda a no omitir ciertas causas del problema y proporcionar los elementos necesarios para el estudio de las posibles soluciones del mismo.

- Problema:
 - Proceso de producción deficiente
- Efecto:
 - Aumento en el tiempo de producción
- Causa-raíz
 - Falta de mantenimientos preventivos a las líneas de impresión.

Figura 5. Diagrama Ishikawa



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

- **Conclusión**

El proceso de producción es deficiente por la falta de mantenimientos preventivos a las líneas de impresión, por lo cual siguiendo un programa de mantenimiento productivo total (TPM) se puede lograr llevar un mejor control de las máquinas y que estén en óptimas condiciones para trabajar.

2.2.1.3. Toma de tiempos

La Medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

La técnica más usada o empleada en el departamento de ingeniería o capacitación para medir el trabajo es el estudio de tiempos por cronometro.

Equipo necesario para efectuar el estudio de tiempos. El equipo requerido básicamente para el análisis de un estudio de tiempos es el siguiente.

- Cronometro
- Formato de estudio de tiempos, (hoja de observaciones)
- Tablero de observaciones
- Equipo auxiliar como, (tacómetro, vernier, flexo metro, entre otros)

2.2.1.3.1. Proceso de impresión

Como se describió previamente, el proceso de impresión se define de la siguiente manera:

- Inicio de orden de producción
- Preparación de orden de producción
- Pruebas de impresión (*set-up*)
- Aprobación de orden de producción
- Operación de orden de producción

Para la medición de tiempos en el proceso de impresión se empleó la técnica 'vuelta a cero o lectura repetitiva'. La cual consiste en accionar el cronometro desde el inicio de cada elemento y desactivarlo cuando termina el elemento y se regresa a cero, esto se hace sucesivamente hasta concluir el estudio, es recomendable para cronometrar procesos largos.

Los resultados obtenidos de la medición de tiempos en el proceso de impresión son los siguientes:

Tabla II. **Medición de tiempos (proceso de impresión)**

	Control de toma de tiempos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)			Realizado por Luis Ochoa
Semana	Día	Etapa de proceso	Tiempo (minutos)	Método empleado
1	Lunes	Inicio	40	Vuelta a cero
	Martes	Preparación	33	Vuelta a cero
	Miércoles	Set-up	60	Vuelta a cero
	Jueves	Aprobación	25	Vuelta a cero
	Viernes	Inicio	34	Vuelta a cero
2	Lunes	Preparación	20	Vuelta a cero
	Martes	Set-up	40	Vuelta a cero
	Miércoles	Aprobación	120	Vuelta a cero
	Jueves	Inicio	18	Vuelta a cero
	Viernes	Preparación	27	Vuelta a cero
3	Lunes	Set-up	60	Vuelta a cero
	Martes	Aprobación	50	Vuelta a cero
	Miércoles	Inicio	31	Vuelta a cero
	Jueves	Preparación	23	Vuelta a cero
	Viernes	Set-up	40	Vuelta a cero
4	Lunes	Aprobación	80	Vuelta a cero
	Martes	Inicio	22	Vuelta a cero
	Miércoles	Preparación	20	Vuelta a cero
	Jueves	Set-up	30	Vuelta a cero
	Viernes	Aprobación	70	Vuelta a cero

Fuente: elaboración propia.

Por medio del método vuelta a cero, se determinó el tiempo utilizado en el proceso de impresión durante un mes, y se determinó el promedio que se utiliza en cada etapa.

$$\text{Inicio} = (40+34+18+31+22)/5$$

$$\text{Inicio} = 29 \text{ minutos}$$

Se realizó el mismo procedimiento para las demás etapas del proceso de impresión se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla III. **Promedio de medición de tiempos**

Actividad	Tiempo promedio (minutos)
Inicio	29
Preparación	25
Set-up	46
Aprobación	69

Fuente: elaboración propia.

El proceso de operación depende de la cantidad de metros a imprimir, y de la velocidad constante que se utilice la máquina, ya que diferentes etiquetas y mangas llevan acabados distintos, la velocidad de producción puede llegar a ser rápida o lenta. Por lo cual, se elaboró un cuadro de tiempos de operación con diferentes cantidades de metros a imprimir y de velocidad de producción que se muestran a continuación:

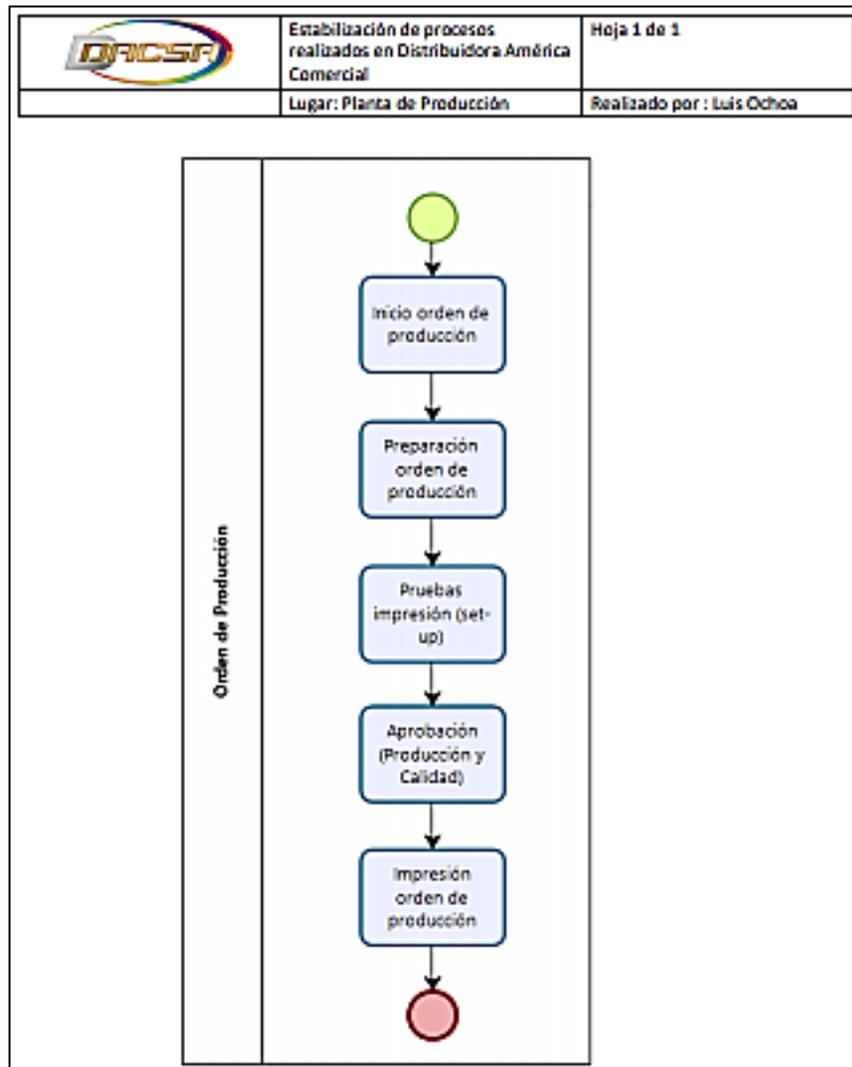
Tabla IV. **Velocidad de producción**

Cantidad de metros	Velocidad de producción	Tiempo estimado
10 000	50	200 min
550	60	10 min
2 500	35	72 min
5 700	40	142 min
300	20	15 min

Fuente: elaboración propia.

Con los tiempos promedios de cada etapa del proceso de impresión, puede ser ilustrada de la siguiente manera:

Figura 6. Orden de producción



Fuente: elaboración propia, utilizando Visio 2018.

2.2.1.3.2. Paros programados

En la máquina Gallus se detectaron bastantes paros programados, ya que el mismo operador los provoco, algunos de los que fueron encontrados fueron:

- Cambio de material
- Cambio de material estampado
- Rectificación de sellos
- Limpieza de sellos (polvo o piojos)
- Cambio de anilox
- Cambio de tintas

Cada una de las causas principales por paros programados descritos anteriormente fue considerado en un lapso de tiempo de 15 días. Para la toma de tiempos de cada una de las causas se empleó el método vuelta a cero, y se tuvieron los siguientes resultados:

Tabla V. **Toma de tiempos paros programados**

		Control de toma de tiempos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Día	Causa	Tiempo	
1	Lunes	Cambio material/Cambio anilox	10/5	
2	Martes	Rectificación de sellos/Cambio tintas	25/15	
3	Miércoles	Limpieza sellos/Cambio sellos	10/20	
4	Jueves	Cambio anilox	5	
5	Viernes	Cambio anilox	8	
6	Lunes	Cambio material	15	
7	Martes	Cambio material estampado	15	
8	Miércoles	Cambio de tintas	10	
9	Jueves	Rectificación de sellos	30	
10	Viernes	Cambio material	20	
11	Lunes	Limpieza de sellos	15	
12	Martes	Rectificación de sellos	23	
13	Miércoles	Cambio material	10	
14	Jueves	Cambio de tintas	20	
15	Viernes	Cambio anilox	10	

Fuente: elaboración propia.

Por medio del método vuelta a cero, se determinó el tiempo utilizado en el proceso de impresión durante un mes, y se determinó el promedio que se utiliza en cada etapa.

$$\text{Cambio material} = (10+15+20+10)/4$$

$$\text{Cambio material} = 13,75 = 14 \text{ minutos}$$

Se realizó el mismo procedimiento para las demás causas de los paros programados y se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla VI. **Medición de tiempos**

	Control de toma de tiempos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)	Realizado por Luis Ochoa
Causa		Tiempo (minutos)
Cambio material		14
Cambio de material estampado		15
Rectificación de sellos		26
Limpieza de sellos		13
Cambio anilox		7
Cambio de tintas		15

Fuente: elaboración propia.

2.2.1.3.3. Paros no programados

Los paros no programados que fueron detectados en cierta máquina fueron los siguientes:

- Falta de lubricación a la máquina
- Cambio de lámparas UV (tiempo de vida)
- Falta de agua desmineralizada a la cámara de refrigeración

- Calibración de estaciones
- Limpieza de tratadores corona
- Mantenimiento a los brazos prensadores

Cada uno de los siguientes paros no programados encontrados en dicha máquina fueron descubiertos durante un lapso de tiempo definido de 15 días. Para la toma de tiempos de cada una de las causas se empleó el método vuelta a cero, y se tuvieron los siguientes resultados:

Tabla VII. **Toma de tiempos paros no programados**

	Control de toma de tiempos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
	Núm.	Día	Causa
1	Lunes	Lubricación máquina	35
2	Martes	Tiempo de vida lámparas UV	20
3	Miércoles	Agua desmineralizada	25
4	Jueves	Calibración estaciones	120
5	Viernes	Limpieza tratadores corona	30
6	Lunes	Brazos prensadores	25
7	Martes	Agua desmineralizada	20
8	Miércoles	Tiempo vida lámparas UV	15
9	Jueves	Brazos prensadores	25
10	Viernes	Limpieza tratadores corona	15
11	Lunes	Lubricación máquina	40
12	Martes	Calibración de estaciones	120
13	Miércoles	Brazos prensadores	16
14	Jueves	Calibración de estaciones	150
15	Viernes	Tiempo de vida lámparas UV	25

Fuente: elaboración propia.

Por medio del método vuelta a cero, se determinó el tiempo utilizado en el proceso de impresión durante un mes, y se determinó el promedio que se utiliza en cada etapa.

Lubricación máquina = $(35+40)/2$
 Lubricación máquina = 37,5 = 38 minutos

Se realizó el mismo procedimiento para las demás causas de los paros no programados y se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla VIII. **Medición de tiempos**

	Control de toma de tiempos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Causa		Tiempo (minutos)	
Lubricación máquina		38	
Tiempo de vida lámparas UV		20	
Agua desmineralizada		23	
Calibración de estaciones		130	
Limpieza tratadores corona		23	
Brazos prensadores		22	

Fuente: elaboración propia.

2.2.1.3.4. **Mantenimientos**

Los mantenimientos realizados a la máquina Gallus fueron los siguientes:

Tabla IX. **Mantenimientos realizados**

	Control de toma de tiempos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Tipo de mantenimiento	Proceso	Descripción	Tiempo (minutos)
Correctivo	Lubricación a máquina	Lubricación a cilindros de paso.	38 minutos
Correctivo	Calibración de estaciones	Calibración de estaciones (rodillo de cama, sello y anilox).	130 minutos

Continuación de la tabla IX.

Correctivo	Fuentes de poder	Cambio de fuentes de poder a estaciones de la máquina.	40 minutos
------------	------------------	--	------------

Fuente: elaboración propia.

Se observa que los mantenimientos realizados a la máquina Gallus fueron correctivos, ya que al momento de que ya no se pudo utilizar la máquina es cuando se solicitó el apoyo de mantenimiento. Ya que un mantenimiento se define como todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida.

2.2.1.4. Maquinaria y equipo

La maquinaria y equipo utilizado será la línea de producción Gallus ECS 340, una máquina de impresión de marcha suave, fácil de usar, y muy económica para las etiquetas *commodity*. Equipada con las últimas tecnologías. Por la combinación de servomotores con funciones de automatización como el preajuste, la regulación de registro y el ajuste de impresión dinámico es algo único.

2.2.1.4.1. Instrumentos

La maquinaria y equipo implementado son:

- Montadora de sellos: actualmente, DACSA posee 3 de estas montadoras, ya que por los diferentes modelos de las líneas de impresión, solo una de ellas no puede entregar los montajes con la mejor exactitud y calidad que requieren dichas máquinas, por lo cual poseen 3

de ellas para dicho trabajo. Cada una de ellas posee tecnología digital para la colocación de cilindros y *stickybackstickyback* (beige, amarillo o morado) y así darle la mejor exactitud al momento de montar el sello.

Figura 7. **Montadora de sellos**



Fuente: B2Brasil. *Carton acessórios*. <https://es.b2brazil.com/hotsite/cartonacessorios/montaje-manual-cliches>. Consulta: 11 de mayo de 2019.

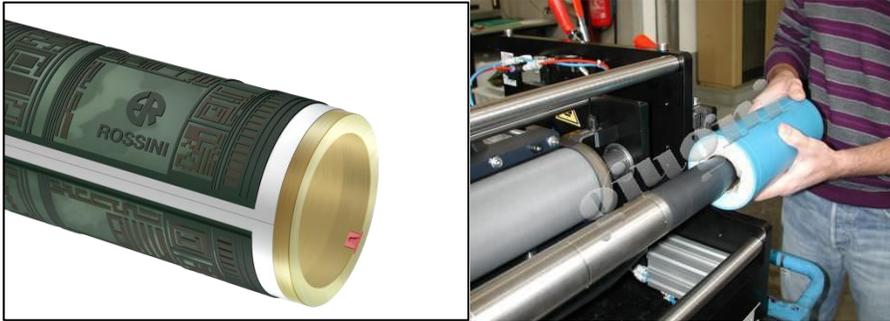
- Cilindros: DACSA posee 2 tipos de diferentes cilindros para los montajes, dependiendo del número de dientes que sean los sellos. Sí los sellos son de 90 dientes para abajo, son montados en cilindros de metal, y si fuera lo contrario son montados en sellos de plástico. Puede ser mejor definido de la siguiente manera:

Tabla X. **Tipos de cilindros**

# de dientes < 90	Cilindro de metal
# de dientes > 90	Cilindro de plástico

Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Cilindros de metal y plástico**



Fuente: Flexi-vel. *Marcas que respetamos*. <https://www.flexi-vel.com.mx/marcas/>. Consulta: 11 de mayo de 2019.

- Sellos: utilizados en el área de impresión son de Kodak, por su firmeza y calidad dan la seguridad de dar la mejor impresión al momento de ser montados en las líneas de producción. Cada sello viene identificado con el color o pantone por utilizar. Por su delicadeza, dichos sellos pueden llegar a durar una vida útil de 1-2 años.

Figura 9. **Sellos**



Fuente: DENNINSON, Avery. *Cintas de montaje de placas Fas-Flex*. [https://it-facebook.com/Flexografia/videos/fas-flex-de-avery-dennison/1545058162182078/](https://it.facebook.com/Flexografia/videos/fas-flex-de-avery-dennison/1545058162182078/). Consulta: 19 de mayo de 2019.

- Tintas: también reconocidas como pantones al momento y que no son colores directos (quiere decir formulados). La mayoría de tintas son UV ya que la mayoría de las máquinas son con secado UV. Aunque también existen tintas a base de agua. Las principales tintas que se utilizan son la cuatricromía (cyan, magenta, amarillo y negro).

Figura 10. **Tintas Zeller**



Fuente: DB distribuidora Argentina, S.A. *Tinta UV Zeller+Gmelin*.

<https://dbdistribuidora.com/es/productos/tintas/offset/uv/zeller/7895-tinta-uv-zellergmelin.html>.

Consulta: 19 de mayo de 2019.

- Material de impresión: el material depende de que será lo que se producirá en la línea de impresión, ya que principalmente si son etiquetas, se utiliza material Semigloss, WhiteBopp, ClearBopp, entre otros. Y si en dado caso se imprimirá mangas termoencogibles, solo se puede utilizar PVC (Klockner) o PETG (Garware). Los materiales se pueden observar mejor definidos en la siguiente tabla:

Tabla XI. **Tipos de material**

Impresión	Tipos	Descripción
Etiqueta	Semiglos	Material blanco con adhesivo
	WhiteBopp	Material blanco brillante con adhesivo
	ClearBopp	Material transparente con adhesivo
	Metalizado	Material gris (metalizado) con adhesivo
Manga	PVC (klocker)	Material gris transparente termoencogible
	PETG (Garware)	Material transparente termoencogible

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Material de impresión**



Fuente: Zhejiang Wanbaolong Adhesive Products Co., Ltd. *Semi-Gloss Papel estucado/camisa Glassine blanca*. https://es.made-in-china.com/co_adhesive-paper/product_Semi-Gloss-Coated-Paper-White-Glassine-Liner_eynegryog.html. Consulta: 19 de mayo de 2019.

2.2.1.4.2. Equipo de seguridad industrial

El equipo de seguridad industrial es importante para todas las empresas, principalmente para los trabajadores que laboran ahí. Estos instrumentos son

de gran importancia ya que garantizan la seguridad y prevención de accidentes tanto dentro como fuera de las instalaciones laborales. El equipo industrial actualmente utilizado en la planta de producción de la empresa DACSA son:

2.2.1.4.3. Botas de punta de acero

Las botas industriales son de gran importancia en la planta de producción, ya que por el masivo movimiento de bobinas de más de 20 kg cada una, pueden llegar a provocar un accidente al caer en los pies de los trabajadores. Por lo cual la empresa, brinda botas industriales o da la potestad de poder utilizar botas del exterior, lo cual no es recomendable porque algunos trabajadores utilizan botas de mala calidad solo para salir del paso. Algunas de las botas utilizadas por los trabajadores son:

Figura 12. Botas Industriales



Fuente: Mercado libre.com. *Botas punta de acero CAT.*

<https://shops.cheaper2021.ru/category?name=botas%20punta%20de%20acero%20cat>.

Consulta: 19 de mayo de 2019.

Las cuales son de punta de acero y otras no, por lo cual, tienen la posibilidad de sufrir algún accidente no deseado y podría perjudicar tanto al trabajador como a la empresa por no imponer unas botas de seguridad

industrial adecuadas. La cantidad de botas industriales a tener por trabajador es de 1 par por un lapso de 1 año.

2.2.1.4.4. Guantes de hule

Los guantes para la limpieza de tintas, bandejas, anilox, entre otros. Son de material de hule, los cuales son de buena calidad y uso. Los guantes utilizados son:

Figura 13. **Guantes de hule**



Fuente: TF. *Guantes de latex*. <https://www.facebook.com/ANDAMIOS77/posts/ingreso-de-guantes-de-latex-nitrilo-neopreno-y-cuero-precio-desde-q-1500ven-a-vi/2282315181852395/>.

Consulta: 19 de mayo de 2019.

Los guantes utilizados son aceptables y funcionales, pero no son los recomendados para la limpieza de bandejas y anilox, ya que las bandejas de tinta poseen cuchillas de gran filo, y por un pequeño golpe, el guante sufre de corte y puede dañar las manos de los operadores o auxiliares de máquina. Actualmente cada operador posee un par de guantes para su turno, y debe de guardarlos ya que a menos que sufran de alguna ruptura, corte o ya no puedan ser usados, pueden ser cambiados por otros nuevos. La cantidad de guantes

para cada operador es de 1 par hasta que se desgasten y puedan solicitar otros a bodega.

2.2.1.5. Paros programados

Los paros programados en las líneas de impresión, son todos aquellos que como su nombre lo indica, la persona encargada (operador) ha decidido hacer por algún problema o circunstancia que lo amerita. Por lo cual no hay problema que esto suceda, ya que como se mencionó anteriormente, fue programado.

2.2.1.5.1. Provocaciones, frecuencias y acciones a tomar

Del listado de paros programados que fueron detectados en la máquina Gallus las provocaciones, frecuencias y acciones a tomar fueron:

Tabla XII. **Provocaciones, frecuencias y paros no programados**

		Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Paro programado	Provocaciones	Frecuencias	Acciones a tomar	
Cambio material	Impresión no tenía una definida calidad, se cambió material para ver diferentes resultados	3	Notificar a gerencia y utilizar otro tipo de material.	
Cambio material estampado	Estampado quedaba mal impreso, se probó nuevo material para verificar.	3	Notificar a gerencia y utilizar otro tipo de material	
Rectificación de sellos	Sellos no coincidían bien, se bajaron sellos para su rectificación	5	Montaje de sellos en diferente montadora (más moderna)	
Limpieza de sellos	Sellos desgastados y saturación de los mismos en la impresión	6	Cambio de sellos y espera de los mismos	

Continuación de la tabla XII.

Cambio anilox	Anilox rayados o manchados, se cambiaron a otros.	8	Lavado y limpieza de anilox
Cambio tintas	Tintas de diferente proveedor no se iguala a cartilla original. Se cambiaron tintas.	4	Utilización de tintas del proveedor actual

Nota: el siguiente diagnóstico fue realizado en un lapso de 2 semanas.

Fuente: elaboración propia.

2.2.1.6. Paros no programados

Tal y como lo menciona en su nombre, los paros no programados son aquellos que ocurren sin que la persona responsable sepa de su causa o motivo, por lo cual es más difícil resolver el problema ya que no se sabe por qué ocurrió, y por tal motivo, dichos paros demoran más tiempo que un paro programado.

Los paros no programados que fueron detectados en cierta máquina fueron los siguientes:

- Falta de lubricación a la máquina
- Cambio de lámparas UV (tiempo de vida)
- Falta de agua desmineralizada a la cámara de refrigeración
- Calibración de estaciones
- Limpieza de tratadores corona
- Mantenimiento a los brazos prensadores

Tabla XIII. **Provocaciones, frecuencias y paros no programados**

	Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Paro programado	Provocaciones	Frecuencias	Acciones a tomar
Lubricación a máquina	Máquina no funcionaba bien, necesitaba lubricación	2	Mantenimiento correctivo a máquina de impresión
Cambio de lámparas UV	Lámparas no encendían porque su tiempo de vida había caducado.	5	Cambio de lámparas por personal de mantenimiento
Falta de agua desmineralizada	Máquina no arrancaba porque su temperatura no estaba nivelada con un refrigerante	4	Solicitud de agua desmineralizada y colocación en cámara de refrigeración
Calibración de estaciones	Impresiones finalizaban en malas condiciones, presiones diferentes en ambos lados	3	Mantenimiento correctivo a máquina de impresión
Limpieza de tratadores corona	Tinta no anclaba bien en material de impresión aún funcionando los tratadores	4	Limpieza profunda a tratadores corona
Mantenimiento a los prensadores	Desperdicio de etiquetas no podía ser colocado en brazo ya que no poseía tensión suficiente	1	Mantenimiento correctivo a máquina de impresión.

Nota: el siguiente diagnóstico fue realizado en un lapso de 2 semanas.

Fuente: elaboración propia.

2.2.1.6.1. Provocaciones, frecuencias y acciones a tomar

Del listado de paros no programados que fueron detectados en la máquina Gallus las provocaciones, frecuencias y acciones a tomar fueron:

2.2.1.7. Descripción del proceso de mantenimiento

La descripción del proceso de mantenimiento en la máquina Gallus puede ser definida de la siguiente manera:

2.2.1.7.1. Procedimientos

Los procedimientos a realizar para la descripción de mantenimiento son:

- Aviso al personal de mantenimiento

Tabla XIV. Procedimiento aviso personal

 Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa	
Núm.	Acción	Encargado	Descripción
1	Máquina falla	Operadores	Operadores se percatan que la máquina no funciona.
2.	Verificación del paro	Operadores	Operadores verifican el paro
3.	Reparación de la máquina	Operadores	Operadores verifican si pueden reparar la máquina
4.	Aviso al personal de mantenimiento	Auxiliar producción	Auxiliar avisa al personal de mantenimiento que la máquina fallo.

Fuente: elaboración propia.

- Paro programado

Tabla XV. **Procedimientos paro programado máquina Gallus**

	Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado	Descripción
1.	Verificación del paro	Operador	Operador verifica la falla del paro
2.	Reparación de la máquina	Operador	Operador repara el fallo de la causa del paro programado
3.	Operación de la máquina	Operador	Operador continua con el proceso de impresión

Fuente: elaboración propia.

- Paro no programado

Tabla XVI. **Procedimiento paro no programado máquina Gallus**

	Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A.. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado	Descripción
1.	Verificación del paro	Operador	Operador verifica la falla del paro.
2.	Aviso al personal de mantenimiento	Auxiliar de producción	Auxiliar avisa al personal de mantenimiento sobre el fallo.
3.	Verificación del paro	Encargado de mantenimiento	Encargado verifica la causa del paro no programado.
4.	Reparación del fallo	Encargado de mantenimiento	Encargado repara el fallo en la máquina.

Fuente: elaboración propia.

- Espera de la reparación

Tabla XVII. **Procedimiento de espera de reparación máquina Gallus**

	Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado	Descripción
1.	Reparación de máquina	Encargado de mantenimiento	Encargado de mantenimiento repara la máquina.

Fuente: elaboración propia.

- Pruebas de impresión

Tabla XVIII. **Procedimiento de pruebas de impresión máquina Gallus**

	Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado	Descripción
1.	Pruebas de impresión	Operadores	Operadores realizan pruebas al finalizar reparación de la máquina.
2.	Espera de resultados	Operadores/encargado de mantenimiento	Se realizan pruebas para verificar que el error haya desaparecido.

Fuente: elaboración propia.

- Anotación de lo sucedido en bitácora

Tabla XIX. **Procedimiento de control de reparaciones máquina Gallus**

		Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado		Descripción
1.	Espera de resultados	Operadores/Encargado de mantenimiento		Se realizan pruebas para verificar que el error haya desaparecido.
2.	Control de reparaciones	Encargado de mantenimiento		Encargado anota lo sucedido en bitácora de mantenimiento.

Fuente: elaboración propia.

2.2.1.8. Mantenimientos realizados

Los diferentes tipos de mantenimientos realizados a la máquina Gallus son los siguientes:

- Mantenimiento preventivo

Tabla XX. **Mantenimiento preventivo máquina Gallus**

		Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado		Descripción
1.	Mantenimiento Preventivo	Encargado de mantenimiento/supervisor de mantenimiento		Se realiza un mantenimiento preventivo antes de iniciar labores en la empresa.
2.	Lámparas UV	Encargado de mantenimiento/supervisor de mantenimiento		Se observa la cantidad de horas de uso de las lámparas UV. Si llevan más de 1000 se recomienda cambiarlas.

Continuación de la tabla XX.

3.	Tratadores Corona	Encargado de mantenimiento/supervisor de mantenimiento	Limpieza a los electrodos de los tratadores corona.
----	-------------------	--	---

Fuente: elaboración propia.

- Mantenimiento correctivo

Tabla XXI. **Mantenimiento correctivo máquina Gallus**

	Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado	Descripción
1.	Mantenimiento Correctivo	Encargado de mantenimiento/supervisor de mantenimiento	Se realiza un mantenimiento correctivo cuando la máquina ya no funciona
2.	Cambio lámparas UV	Encargado de mantenimiento/supervisor de mantenimiento	Lámparas ya no arrancan hasta que se cambia lámpara y reinicia contador de horas.
3.	Limpieza de tratadores corona	Encargado de mantenimiento/supervisor de mantenimiento	Se extraen tratadores corona y se limpian los electrodos y las bases de los tratadores.

Fuente: elaboración propia.

- Mantenimiento predictivo

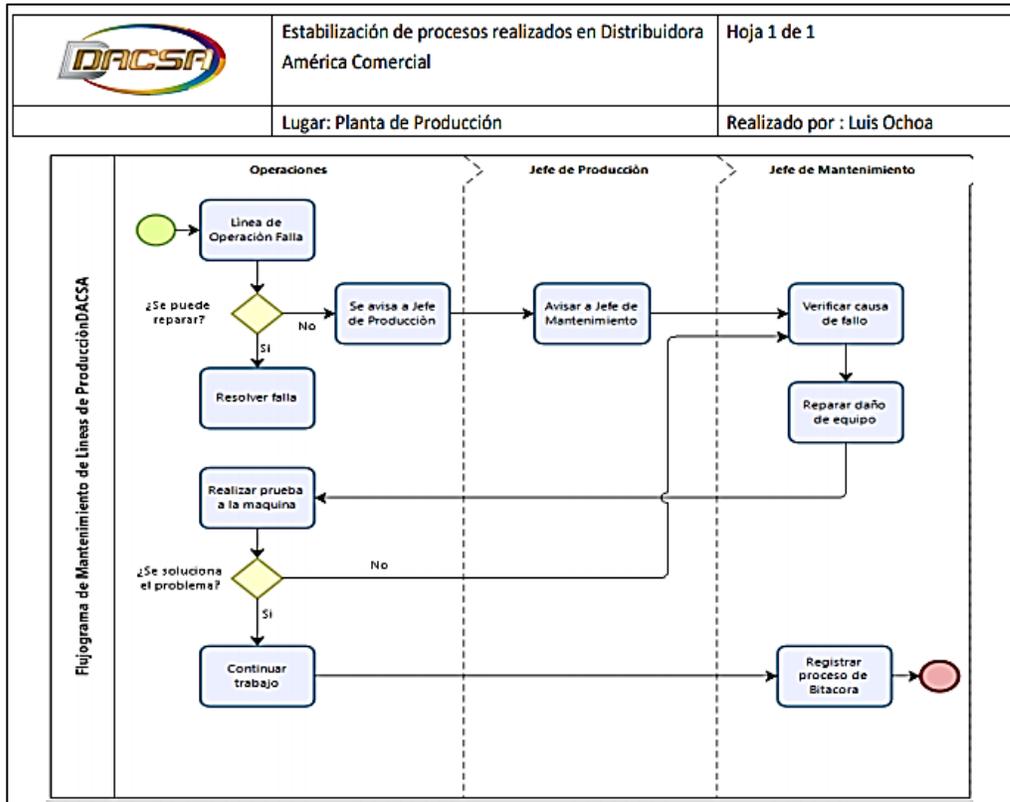
Tabla XXII. **Mantenimiento predictivo máquina Gallus**

		Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado	Descripción	
1.	Mantenimiento predictivo	Encargado de mantenimiento/Supervisor de mantenimiento	Al momento de que se observa que la máquina puede tener un fallo, departamento de mantenimiento llega a solucionar el problema.	
2.	Lámparas UV	Encargado de mantenimiento/Supervisor de mantenimiento	Cuando en la impresión la tinta no llega a anclar bien, se verifican las horas de vida de las lámparas y si ya van a caducar, se procede a cambiarlas.	
3.	Tratadores corona	Encargado de mantenimiento/Supervisor de mantenimiento	Cuando en la impresión la tinta no llega a anclar bien, se verifican los tratadores corona (electrodos) y si están sucios, se procede a limpiarlos.	

Fuente: elaboración propia.

El procedimiento del mantenimiento de las líneas de producción de la empresa DACSA puede ser definido de la siguiente manera:

Figura 14. **Flujograma de mantenimiento a líneas de impresión**



Fuente: elaboración propia, utilizando Visio 2018.

2.2.1.9. Eficiencias

Es importante conocer elementos que permitan medir la eficiencia, identificar con claridad deficiencias que presenta el equipo productivo, los valores los darán los siguientes coeficientes:

Tabla XXIII. **Eficiencia global de equipos**

Eficiencia	Descripción
Rendimiento	Representa la velocidad a la que realiza un trabajo y entrega de unidades producidas de acuerdo a su tiempo real de producción del equipo. Tomando en cuentas paros programados y no programados
Disponibilidad	Capacidad del equipo de producción para estar en funcionamiento en cualquier momento requerido en condiciones optimas
Calidad	Nivel de unidades que entrega el equipo en la producción, cumpliendo con los estándares de calidad

Fuente: elaboración propia.

Los coeficientes mencionados anteriormente identifican los tiempos requeridos para la producción, el tiempo real de operación, calidad del producto terminado, el tiempo que el equipo que a pesar de estar operando puede no estar produciendo eficientemente y velocidad de operación inferior a la esperada.

2.2.1.9.1. Rendimiento

Representa la velocidad a la que realiza un trabajo y entrega de unidades producidas de acuerdo a su tiempo real de producción del equipo. Tomando en cuentas paros programados y no programados.

La meta diaria de impresión de la máquina Gallus es de 10 000 metros impresos. Y actualmente la velocidad máxima de producción es de 30 metros por minutos. Por lo cual para que la meta de producción sea cumplida, se necesita de un tiempo de aproximadamente 333 minutos (5,5 horas) incluyendo el tiempo de los paros programados y/o no programados, preparación, set-up y aprobaciones.

El rendimiento puede ser definido de la siguiente manera:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{NPA}}{\text{NTP}}$$

Donde:

- NPA = nivel de producción actual, es la capacidad real que entrega el equipo en la producción, se mide en unidades producidas por un tiempo en que se realizó.
- NTP = nivel teórico de producción, es la capacidad diseñada que debe entregar el equipo en condiciones óptimas y eficientes, también se mide en unidades a producir en un tiempo determinado.

El rendimiento actual de la línea de producción Gallus, puede ser definida de la siguiente manera:

- Lunes
- Metros impresos = 1 050
- Meta metros impresos ideal = 10 000

$$\text{Rendimiento} = 1\,050/10\,000$$

$$\text{Rendimiento} = 0,105$$

$$\text{Rendimiento} = 10,5 \%$$

Se realiza el mismo procedimiento para cada día de la semana y se determinar su rendimiento promedio y da como resultado la siguiente tabla:

Tabla XXIV. Rendimiento máquina Gallus

		Resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)				Realizado por Luis Ochoa
Semana	Días	Meta ideal metros impresos	Metros impresos	Velocidad de impresión	Rendimiento	Rendimiento promedio por semana
Semana 1	Lunes	10 000	1 050	30	10,5 %	29,87 %
	Martes	10 000	2 000	30	20 %	
	Miércoles	10 000	4 567	30	45,67 %	
	Jueves	10 000	6 321	30	63,21 %	
	Viernes	10 000	1 000	30	10 %	
Semana 2	Lunes	10 000	2 323	30	23,23 %	25,89 %
	Martes	10 000	1 400	30	14 %	
	Miércoles	10 000	3 000	30	30 %	
	Jueves	10 000	1 222	30	12,22 %	
	Viernes	10 000	5 000	30	50 %	
Semana 3	Lunes	10 000	2 098	30	20,98 %	50,81 %
	Martes	10 000	3 300	30	33 %	
	Miércoles	10 000	8 097	30	80,97 %	
	Jueves	10 000	4 912	30	49,12 %	
	Viernes	10 000	7 000	30	70 %	
Semana 4	Lunes	10 000	2 999	30	29,99 %	27,74 %
	Martes	10 000	4 772	30	47,72 %	
	Miércoles	10 000	1 000	30	10 %	
	Jueves	10 000	1 100	30	11 %	
	Viernes	10 000	3 999	30	39,99 %	
					Promedio	33,57 %

Fuente: elaboración propia.

Se observa en la tabla anterior que el rendimiento actual de la máquina Gallus es de 33,57 %, quiere decir que la velocidad de realizar el trabajo no cumple ni el 50 % de lo estipulado por la empresa.

2.2.1.9.2. Disponibilidad

Capacidad del equipo de producción para estar en funcionamiento en cualquier momento requerido en condiciones óptimas.

La disponibilidad puede ser definida de la siguiente forma:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{TD} - \text{TPNP}}{\text{TD}}$$

Donde:

- TD = tiempo disponible, se considera la disponibilidad del tiempo directamente para la producción, apartando tiempos de paradas programadas a diario, como tiempos de comida, idas al baño, cambios de materia prima, limpieza al área de trabajo y equipos.
- TPNP = tiempo de paros no programados, paradas imprevistas durante el proceso de producción que restan el tiempo planificado para producir pueden ser ocasionadas por fallas en los equipos, accidentes, ajustes por inestabilidad en la maquinaria.

Los operadores y auxiliares laboran 9 horas diarias en la empresa, exceptuando los días viernes que se trabajan 8 horas, por lo cual poseen aproximadamente 540 minutos de impresión. Restando el tiempo de preparación y de Set-up promedio que se toma por orden de producción sería de aproximadamente 2 horas (120 minutos) dando como resultado un tiempo de 420 minutos.

Eliminando los tiempos de aprobación, idas al baño, desmontaje y algún tiempo muerto que exista, se resta un tiempo de 1 hora (60 minutos) dando como resultado que el tiempo disponible total que se posee para imprimir es de 360 minutos (6 horas).

Como conclusión el tiempo disponible total es de 6 horas (360 minutos).

El tiempo de paros no programados, paradas imprevistas durante el proceso de producción que restan el tiempo planificado para producir pueden ser ocasionadas por fallas en los equipos, accidentes, ajustes por inestabilidad en la maquinaria.

Suponiendo de que, al día, se registren 3 paros no programados de 15 minutos cada uno (45 minutos). Una falla en la línea de producción de 1 hora (60 minutos) y rectificación de sellos y/o cambio de tintas que tarden 45 minutos. Da como resultado que la línea tenga un tiempo de paros no programados de 150 minutos

Tiempo de paros no programados es de 2,5 horas (150 minutos).

Sustituyendo los tiempos en la ecuación de disponibilidad se tiene el siguiente resultado

TD = 360 minutos

TPNP = 150 minutos

$$\text{Disponibilidad} = (360 - 150) / 360$$

$$\text{Disponibilidad} = 0,5833$$

$$\text{Disponibilidad} = 58,33 \%$$

Da como resultado una disponibilidad del 58,33 %, lo cual es un poco más de la mitad solicitada, pero al disminuir el tiempo de paros no programados se podría aumentar la disponibilidad en la línea de producción Gallus.

2.2.1.9.3. Calidad

Nivel de unidades que entrega el equipo en la producción, cumpliendo con los estándares de calidad.

El coeficiente de calidad puede ser definida de la siguiente manera:

$$\text{Coeficiente de Calidad} = \frac{VP - UD}{VP}$$

Donde:

- VP = volumen de producción, son las unidades producidas en las líneas de producción.
- UD = unidades dañadas, son las unidades dañadas durante la producción por defectos de los equipos o defectos de calidad que se presenten en el proceso.

Utilizando como referencia los datos de la tabla XXI. Rendimiento de la máquina Gallus, para definir la calidad de la línea de impresión se determina de la siguiente manera:

$$VP = 1\ 050$$

$$UD = 200$$

$$\text{Calidad} = (1\ 050 - 200) / 1\ 050$$

$$\text{Calidad} = 0,8095$$

$$\text{Calidad} = 80,95 \%$$

Se realiza el mismo procedimiento para los demás días y se determina la calidad promedio por semana y da como resultado la siguiente tabla:

Tabla XXV. **Calidad de máquina Gallus**

		Resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)			Realizado por Luis Ochoa
Semana	Días	Metros impresos	Metros no conformes	Calidad	Calidad promedio por semana
Semana 1	Lunes	1 050	200	80,95 %	88,68 %
	Martes	2 000	90	95,5 %	
	Miércoles	4 567	500	89,05 %	
	Jueves	6 321	890	85,91 %	
	Viernes	1 000	80	92 %	
Semana 2	Lunes	2 323	100	95,69 %	95,99 %
	Martes	1 400	60	95,71 %	
	Miércoles	3 000	99	96,7 %	
	Jueves	1 222	75	93,86 %	
	Viernes	5 000	100	98 %	
Semana 3	Lunes	2 098	45	97,85 %	97,37 %
	Martes	3 300	90	97,27 %	
	Miércoles	8 097	111	98,62 %	
	Jueves	4 912	56	98,85 %	
	Viernes	7 000	400	94,28 %	
Semana 4	Lunes	2 999	99	96,69 %	95,59 %
	Martes	4 772	140	97,06 %	
	Miércoles	1 000	50	95 %	
	Jueves	1 100	66	94 %	
	Viernes	3 999	190	95,24 %	
				Promedio	94,40 %

Fuente: elaboración propia.

Se observa que la calidad en la máquina Gallus es de aproximadamente 94,40 %.

2.2.1.10. Descripción del proceso de impresión (máquina Comco)

La máquina industrial Comco de impresión, es una de las maquinas más antiguas que posee la empresa DACSA, ya que está por su antigüedad solo posee 5 estaciones de impresión y solo puede producir etiquetas. Actualmente la mayoría de etiquetas utilizan más de 5 colores para sus diseños y formas. Por ello dicha maquina industrial es utilizada solamente para sacar pequeñas etiquetas de 2 o 3 colores.

Figura 15. **Máquina Comco**



Fuente: Exapro. *Máquina Comco*. <https://www.exapro.es/comco-cadet-p81221070/>. Consulta:
25 de mayo de 2019.

2.2.1.10.1. Inicio de la orden de producción

El inicio de la orden de producción para la máquina Comco, es diferente a las demás, ya que, por ser una máquina antigua, tiene el problema que a veces tiene trabajo y a veces no. Por lo cual la mayoría de tiempo, la línea está parada. Pero al momento de tener trabajo, los sellos son entregados a los montadores para el inicio de la orden de producción.

2.2.1.10.2. Preparación de la orden de producción

La preparación de la orden de producción, es bastante accesible ya que la máquina no posee mayor complicación, más que introducir sellos, colocación de anilox y tintas. Dicha máquina no posee acabados (laminación, barniz, *cold stamping*, entre otros). Por lo cual la preparación no dura más de 30 minutos.

2.2.1.10.3. Pruebas de impresión

El *set-up* utilizado en la máquina Comco es mínimo ya que por su poca velocidad de producción, no existe problema al momento de presentar una muestra para aprobación. Por ser mecánica, el operador debe de estar pendiente de sus presiones, registro, etc. Ya que las demás máquinas poseen cámaras de vista para velocidades mayores. El tiempo estándar para realizar pruebas en la máquina Comco es de aproximadamente 30 minutos.

2.2.1.10.4. Aprobación de la producción

Uno de los grandes problemas que posee la máquina Comco es la aprobación de producción y calidad de las muestras presentadas, ya que el operador rápidamente tiene las muestras, pero el personal para aprobación tiene pendientes demás aprobaciones en las demás máquinas en las cuales tardan un poco más de tiempo ya que lleva diferentes acabos, registros. Por lo cual el tiempo promedio en aprobación es de aproximadamente 60 minutos.

2.2.1.10.5. Operación de la producción

Las pocas órdenes de producción que posee la máquina Comco son la mayoría de tiempo de poca magnitud de impresión, ya que los pocos trabajos que le asigna, son de máximo 1 millar (1 000 metros), los cuales al momento de estar en operación, por su velocidad de producción de 55 metros/minuto. Le lleva al operador imprimir la orden de producción en solo 19 minutos.

2.2.2. Diagrama de Pareto

Un diagrama de Pareto es un tipo especial de gráfica de barras donde los valores graficados están organizados de mayor a menor. Dicho diagrama muestra la ley de 80 20, dicho de otra manera, el 80 % de las consecuencias se derivan del 20 % de las causas.

Para determinar el problema por lo cual el proceso de producción en la máquina Comco no es conforme primero se verificaron las posibles causas que afectaban en su proceso de impresión, los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes:

- Falta de programas de impresión
- Falta de organización
- Experiencia de operadores
- Poco personal para aprobaciones de órdenes
- Falta de interés de operadores

De las causas mencionadas anteriormente, se verifico durante un lapso de 3 semanas la magnitud por lo cual se repetían y dio como resultado la siguiente tabla:

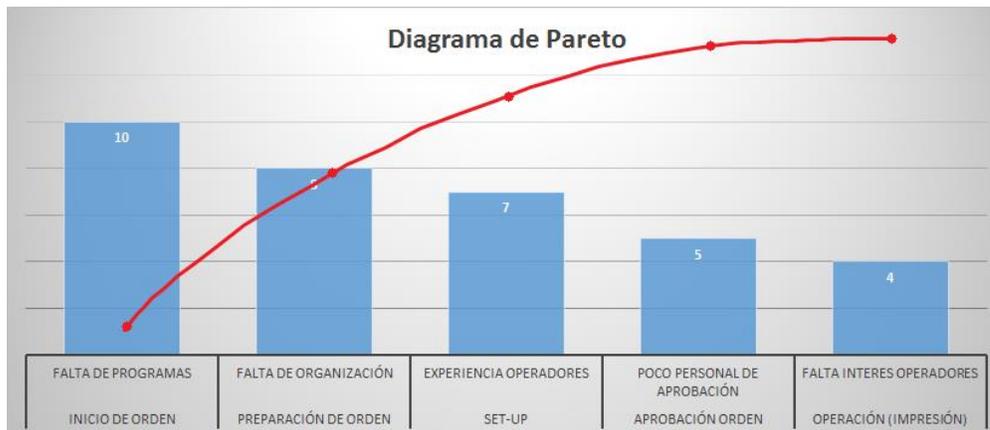
Tabla XXVI. **Datos diagrama de Pareto**

Problema: Proceso de impresión deficiente			
Posibles causas del problema	Frecuencia con la que ocurre	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Falta de programas de impresión	10	29,41 %	29,41 %
Falta de organización	8	23,53 %	52,94 %
Experiencia de operadores	7	20,59 %	73,53 %
Poco personal para aprobación de órdenes	5	14,71 %	88,24 %
Falta de interés de operadores	4	11,76 %	100 %
Total	34	100 %	

Fuente: elaboración propia.

Se observa que el problema principal por lo cual la máquina Comco tiene una producción deficiente es que, por ser una máquina no tan moderna, la mayoría de órdenes de producción son asignadas a las demás líneas de impresión, y solo unas pocas son asignadas a la Comco, ya que solo puede producir etiquetas de 4 colores. Con la información obtenida se realiza un diagrama de Pareto y da como resultado la siguiente figura:

Figura 16. **Diagrama de Pareto**



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

2.2.2.1.1. **Proceso de impresión**

Como se describió previamente, el proceso de impresión se define de la siguiente manera:

- Inicio de orden de producción
- Preparación de orden de producción
- Pruebas de impresión (*set-up*)
- Aprobación de orden de producción
- Operación de orden de producción

Para la medición de tiempos en el proceso de impresión se empleó la técnica 'vuelta a cero o lectura repetitiva'. La cual consiste en accionar el cronometro desde el inicio de cada elemento y desactivarlo cuando termina el elemento y se regresa a cero, esto se hace sucesivamente hasta concluir el estudio, es recomendable para cronometrar procesos largos.

Los resultados obtenidos de la medición de tiempos en el proceso de impresión son los siguientes:

Tabla XXVII. **Medición de tiempos (proceso de impresión)**

	Control de toma de tiempos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)			Realizado por Luis Ochoa
Semana	Día	Etapas de proceso	Tiempo (minutos)	Método empleado
1	Lunes	Inicio	20	Vuelta a cero
	Martes	Preparación	30	Vuelta a cero
	Miércoles	Set-up	40	Vuelta a cero
	Jueves	Aprobación	65	Vuelta a cero
	Viernes	Inicio	30	Vuelta a cero
2	Lunes	Preparación	15	Vuelta a cero
	Martes	Set-up	20	Vuelta a cero
	Miércoles	Aprobación	50	Vuelta a cero
	Jueves	Inicio	18	Vuelta a cero
	Viernes	Preparación	29	Vuelta a cero
3	Lunes	Set-up	30	Vuelta a cero
	Martes	Aprobación	40	Vuelta a cero
	Miércoles	Inicio	11	Vuelta a cero
	Jueves	Preparación	20	Vuelta a cero
	Viernes	Set-up	10	Vuelta a cero
4	Lunes	Aprobación	30	Vuelta a cero
	Martes	Inicio	12	Vuelta a cero
	Miércoles	Preparación	30	Vuelta a cero
	Jueves	Set-up	40	Vuelta a cero
	Viernes	Aprobación	30	Vuelta a cero

Fuente: elaboración propia.

Por medio del método vuelta a cero, se determinó el tiempo utilizado en el proceso de impresión durante un mes, y se determinó el promedio que se utiliza en cada etapa.

$$\text{Inicio} = (20+30+18+11+12)/5$$

$$\text{Inicio} = 18,2 = 18 \text{ minutos}$$

Se realizó el mismo procedimiento para las demás etapas del proceso de impresión se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla XXVIII. **Promedio de medición de tiempos**

	Control de toma de tiempos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)	Realizado por Luis Ochoa
Actividad	Tiempo promedio (minutos)	
Inicio	18	
Preparación	25	
Set-up	28	
Aprobación	43	

Fuente: elaboración propia.

El proceso de operación depende de la cantidad de metros a imprimir, y de la velocidad constante que se utilice la máquina, ya que diferentes etiquetas y mangas llevan acabados distintos, la velocidad de producción puede llegar a ser rápida o lenta. Por lo cual, se elaboró un cuadro de tiempos de operación con diferentes cantidades de metros a imprimir y de velocidad de producción que se muestran a continuación:

Tabla XXIX. **Velocidad de producción**

	Control de toma de tiempos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)	Realizado por Luis Ochoa
Cantidad de metros	Velocidad de producción	Tiempo estimado
3 000	45	66 min
556	50	12 min
7 890	35	225 min
3 055	40	76 min
5 000	55	91 min

Fuente: elaboración propia.

Con los tiempos promedios de cada etapa del proceso de impresión, puede ser ilustrada de la siguiente manera:

- Paros programados

En la máquina Comco se detectaron bastantes paros programados, ya que el mismo operador los provoco, algunos de los que fueron encontrados fueron:

- Cambio de material
- Rectificación de sellos
- Cambio de anilox
- Cambio de tintas

Cada uno de las causas principales por paros programados descritos anteriormente fue considerado en un lapso de tiempo de 15 días. Para la toma de tiempos de cada una de las causas se empleó el método vuelta a cero, y se tuvieron los siguientes resultados:

Tabla XXX. **Toma de tiempos paros programados**

		Control de toma de tiempos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Día	Causa	Tiempo	
1	Lunes	Cambio material	5	
2	Martes	Rectificación de sellos	20	
3	Miércoles	Cambio tinta	15	
4	Jueves	Cambio anilox	5	
5	Viernes	Cambio anilox	5	
6	Lunes	Cambio material	15	
7	Martes	Rectificación de sellos	25	
8	Miércoles	Cambio de tintas	15	
9	Jueves	Rectificación de sellos	30	

Continuación de la tabla XXX.

10	Viernes	Cambio material	10
11	Lunes	Cambio tintas	15
12	Martes	Rectificación de sellos	25
13	Miércoles	Cambio material	10
14	Jueves	Cambio de tintas	5
15	Viernes	Cambio anilox	5

Fuente: elaboración propia.

Por medio del método vuelta a cero, se determinó el tiempo utilizado en el proceso de impresión durante un mes, y se determinó el promedio que se utiliza en cada etapa.

$$\text{Cambio material} = (5+15+10+10)/4$$

$$\text{Cambio material} = 10 \text{ minutos}$$

Se realizó el mismo procedimiento para las demás causas de los paros programados y se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla XXXI. **Medición de tiempos**

	Control de toma de tiempos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)	Realizado por Luis Ochoa
Causa	Tiempo (minutos)	
Cambio material	10	
Rectificación de sellos	25	
Cambio anilox	5	
Cambio de tintas	15	

Fuente: elaboración propia.

- Paros no programados

Los paros no programados que fueron detectados en cierta máquina fueron los siguientes:

- Falta de lubricación a la máquina
- Cambio de lámparas UV (Tiempo de vida)
- Mantenimiento a los brazos prensadores

Cada uno de los siguientes paros no programados encontrados en dicha máquina fueron descubiertos durante un lapso de tiempo definido de 15 días. Para la toma de tiempos de cada una de las causas se empleó el método vuelta a cero, y se tuvieron los siguientes resultados:

Tabla XXXII. **Toma de tiempos paros no programados**

 Control de toma de tiempos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)			Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Día	Causa	Tiempo
1	Lunes	Lubricación máquina	35
2	Martes	Tiempo de vida lámparas UV	25
3	Miércoles	Brazos prensadores	20
4	Jueves	Tiempo de vida lámparas UV	30
5	Viernes	Brazos prensadores	30
6	Lunes	Brazos prensadores	35
7	Martes	Tiempo de vida lámparas UV	20
8	Miércoles	Tiempo vida lámparas UV	19
9	Jueves	Brazos prensadores	23
10	Viernes	Tiempo vida lámparas UV	10
11	Lunes	Lubricación máquina	30
12	Martes	Brazos prensadores	40
13	Miércoles	Brazos prensadores	36
14	Jueves	Lubricación máquina	50
15	Viernes	Tiempo de vida lámparas UV	20

Fuente: elaboración propia.

Por medio del método vuelta a cero, se determinó el tiempo utilizado en el proceso de impresión durante un mes, y se determinó el promedio que se utiliza en cada etapa.

$$\text{Lubricación máquina} = (35+30+50)/3$$

$$\text{Lubricación máquina} = 38,33 = 39 \text{ minutos}$$

Se realizó el mismo procedimiento para las demás causas de los paros no programados y se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla XXXIII. **Medición de tiempos**

	Control de toma de tiempos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)	Realizado por Luis Ochoa
Causa		Tiempo (minutos)
Lubricación máquina		39
Tiempo de vida lámparas UV		21
Brazos prensadores		31

Fuente: elaboración propia.

- **Mantenimientos**

Los mantenimientos realizados a la máquina Comco fueron los siguientes:

Tabla XXXIV. **Mantenimientos realizados a la máquina Comco**

	Control de toma de tiempos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Tipo de mantenimiento	Proceso	Descripción	Tiempo (minutos)
Correctivo	Lubricación a máquina	Lubricación a cilindros de paso.	45 minutos
Correctivo	Calibración de estaciones	Calibración de estaciones (rodillo de cama, sello y anilox)	60 minutos

Fuente: elaboración propia.

- Paros programados

La máquina Comco por ser una máquina mecánica no tiene posee las mismas provocaciones al momento de realizar un paro programado, ya que está la mayoría de las veces se procede a parar siempre por una razón. No es como las demás máquinas digitales que si poseen más paros no programados que programados.

- Provocaciones, frecuencias y acciones a tomar

Del listado de paros programados que fueron detectados en la máquina Comco las provocaciones, frecuencias y acciones a tomar fueron:

Tabla XXXV. **Provocaciones, frecuencias y paros programados**

 Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa	
Paro programado	Provocaciones	Frecuencias	Acciones a tomar
Cambio material	Impresión no tenía una definida calidad, se cambió material para ver diferentes resultados.	5	Notificar a gerencia y utilizar otro tipo de material.
Rectificación de sellos	Sellos no coincidían bien, se bajaron sellos para su rectificación.	2	Montaje de sellos en diferente montadora (más moderna).
Cambio tintas	Tintas de diferente proveedor no se iguala a cartilla original. Se cambiaron tintas.	3	Utilización de tintas del proveedor actual.

Nota: el siguiente diagnóstico fue realizado en un lapso de 2 semanas.

Fuente: elaboración propia.

- **Paros no programados**

De los paros no programados observados en la máquina Comco, se observó que el mayor fue el mantenimiento a los brazos prensadores para poder colocar la laminación en las etiquetas que se imprimían, dichos prensadores son muy antiguos y por eso, su mantenimiento era el más necesario al momento de poder trabajar.

- **Provocaciones, frecuencias y acciones a tomar**

Del listado de paros no programados que fueron detectados en la máquina Comco las provocaciones, frecuencias y acciones a tomar fueron:

Tabla XXXVI. **Provocaciones, frecuencias y paros no programados**

 Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa	
Paro programado	Provocaciones	Frecuencias	Acciones a tomar
Lubricación a máquina	Máquina no funcionaba bien, necesitaba lubricación.	4	Mantenimiento correctivo a máquina de impresión.
Mantenimiento brazos prensadores	La laminación en las etiquetas salía en mal estado, no pasaba prueba de anclaje.	6	Cambio de prensador y lubricación del mismo.
Tiempo de vida en las lámparas UV	Lámparas no arrancaban y no se podía empezar a trabajar hasta momento de su cambio.	5	Cambio de lámparas UV y reinicio de contadores de horas para tiempo de vida.

Nota: el siguiente diagnóstico fue realizado en un lapso de 2 semanas.

Fuente: elaboración propia.

2.2.2.2. Maquinaria y equipo

La máquina y equipo a utilizar será la línea de impresión Comco, máquina mecánica que posee 5 estaciones para la impresión de etiquetas. Por su marcha suave, da una buena impresión y acabos al momento de utilizarla.

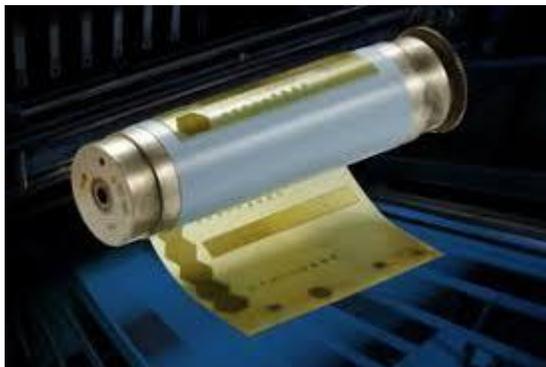
2.2.2.2.1. Instrumentos

Los instrumentos utilizados en la máquina Comco son los mismos utilizados en las demás líneas de impresión. Pero son más antiguos y menos utilizados ya que dicha máquina es la única que queda mecánica, los instrumentos a utilizar son:

- Cilindros

Los cilindros donde van montados los sellos de la máquina Comco son más pequeños que los demás, ya que antes los cilindros más grandes que se poseían eran de 94 dientes (en metal). Ahora en las demás máquinas, los cilindros pueden llegar a ser de más de 140 dientes (cilindros plásticos) pero en la máquina Comco, no se pueden utilizar de plásticos, solo de metal.

Figura 17. **Cilindro de montaje**



Fuente: ISSUU. *Flexografía*. https://issuu.com/hernandez-cesar/docs/meta_3.5_proyecto_final_-_libro_digital/s/11507868. Consulta: 25 de mayo de 2019.

- Sellos

Los sellos utilizados en la máquina Comco, son del mismo material de Kodak, ya que, aunque sea mecánica, siempre se utilizan los mismos. Solo que de igual forma, no puede ser un sello que sea mayor a 94 dientes, ya que, si lo fuera, la máquina Comco no puede imprimirlos, porque el sello sería de un tamaño mayor al permitido.

Figura 18. **Sellos de montaje**



Fuente: Dreamstime. *Placa de la impresión de prueba con las diversos tramas, letras y números.* <https://es.dreamstime.com/clich%C3%A9-para-la-impresi%C3%B3n-flexogr%C3%A1fica-placa-de-prueba-con-las-diversos-tramas-letras-y-n%C3%BAmeros-image126561479>. Consulta: 25 de mayo de 2019.

- **Tintas**

Las tintas utilizadas en la máquina Comco son las mismas utilizadas en las demás máquinas ya que no existe alguna diferencia. Las más utilizadas ahorita son Zeller.

Figura 19. **Tinta Zeller**



Fuente: Mercado libre.com. *Tintas Uv marca Zeller.* https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-576107539-tintas-uv-marca-zeller-_JM. Consulta: 25 de mayo de 2019.

- Material de impresión

El material utilizado en la impresión de la máquina Comco es el mismo también para las demás máquinas, solo que dicha máquina no puede sacar mangas termoencogibles, por lo cual solo puede utilizar el material de etiqueta (Semigloss, White Bopp, Clear, entre otros).

Figura 20. **Material Semigloss**



Fuente: Hengyuan. *Etiqueta autoadhesiva Transferencia térmica.*

<https://www.hengyuanlabel.com/Customized-Flexo-Color-Printing-Self-Adhesive-Sticker-Thermal-Transfer-Top-Coated-Art-Paper-Semi-Glossy-Paper-Jumbo-Label-Roll-pd46272325.html>. Consulta: 25 de mayo de 2019.

2.2.2.2.2. Equipo de seguridad industrial

El equipo de seguridad industrial utilizada en la máquina Comco es el mismo por los demás trabajadores en la planta, que consta de la siguiente manera:

- Botas de punta de acero

Las botas de punta de acero utilizadas en la planta de producción, son las más simples que se pueden utilizar, ya que las proporciona la empresa, pero al momento de que estas ya no las quieran utilizar los operadores, pueden conseguir otras, siempre y cuando cumpla que sea de punta de acero, lo cual no es correcto ya que muchos trabajadores por la incomodidad, les quitan la punta de acero dejando solo un poco para que se verifique que si posee acero.

La cantidad de botas recomendadas para los operadores es de un par de botas por un lapso de 6 meses.

Figura 21. **Botas de punta de acero**



Fuente: Lehigh. *Calzado de trabajo resistente*. <https://es.lehighsafetyshoes.com/steel-toe-safety-shoes/>. Consulta: 2 de junio de 2019.

- Guantes de hule

Los guantes de hule utilizados en la planta de producción, son importantes al momento del uso para cambiar tintas o anilox, los utilizados son buenos pero

son de talla grande por lo cual al momento de ser utilizados, queda espacio entre el guante y el brazo del operador que al momento de colocar anilox pueden llegar a provocar algún accidente por jalar la parte que sobra entre el material y el brazo del operador, al igual que su material de hule es muy suave y en el más mínimo movimiento puede llegar a cortarse y así ya no pueden ser utilizados porque ya no cumplirían su tarea de proteger el paso de tinta, alcohol, acetato, entre otros.

La cantidad de guantes recomendados es un par por operadores hasta el momento en que ya no puedan ser utilizados o sufran algún daño, pueden ser cambiados en el área de bodega al entregar los dañados.

Figura 22. **Guantes de hule**



Fuente: Amazon. *Guantes de hule natural*. <https://www.amazon.com/-/es/chms-07-Chem-guantes-Neopreno-peque%C3%B1as-144-unidades/dp/B00TPSOC2K>. Consulta: 2 de junio de 2019.

2.2.2.3. Descripción del proceso de mantenimiento

La descripción del proceso de mantenimiento en la máquina Comco puede ser definida de la siguiente manera:

2.2.2.3.1. Procedimientos

Los procedimientos a realizar para la descripción de mantenimiento son:

- Aviso al personal de mantenimiento

Tabla XXXVII. Procedimiento aviso personal

 Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)			Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado	Descripción
1	Máquina falla	Operador	Operador se percata que la máquina no funciona.
2.	Verificación del paro	Operador	Operador verifica el paro.
3.	Reparación de la máquina	Operador	Operador verifica si puede reparar la máquina.
4.	Aviso al personal de mantenimiento	Operador	Operador avisa al personal de mantenimiento que la máquina fallo.

Fuente: elaboración propia.

- Paro programado

Tabla XXXVIII. Procedimiento paro programado máquina Comco

 Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)			Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado	Descripción
1.	Verificación del paro	Operador	Operador verifica la falla del paro.
2.	Reparación de la máquina	Operador	Operador repara el fallo de la causa del paro programado.
3.	Operación de la máquina	Operador	Operador continua con el proceso de impresión.

Fuente: elaboración propia.

- Paro no programado

Tabla XXXIX. **Procedimiento paro no programado máquina Comco**

 Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)				Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado	Descripción	
1.	Verificación del paro	Operador	Operador verifica la falla del paro.	
2.	Aviso al personal de mantenimiento	Operador	Operador avisa al personal de mantenimiento sobre el fallo.	
3.	Verificación del paro	Encargado de mantenimiento	Encargado verifica la causa del paro no programado.	
4.	Reparación del fallo	Encargado de mantenimiento	Encargado repara el fallo en la máquina.	

Fuente: elaboración propia.

- Espera de la reparación

Tabla XL. **Procedimiento de espera de reparación máquina Comco**

 Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)				Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado	Descripción	
1.	Reparación de máquina	Encargado de mantenimiento	Encargado de mantenimiento repara la máquina.	
2.	Espera de la reparación	Operador	Operador proporciona ayuda al encargado y al momento de hacer pruebas las realiza.	

Fuente: elaboración propia.

- Pruebas de impresión

Tabla XLI. **Procedimiento de pruebas de impresión máquina Comco**

 Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa	
Núm.	Acción	Encargado	Descripción
1.	Pruebas de impresión	Operador	Operador realiza pruebas al finalizar reparación de la máquina.
2.	Espera de resultados	Operador/encargado de mantenimiento	Se realizan pruebas para verificar que el error haya desaparecido.

Fuente: elaboración propia.

- Anotación de lo sucedido en bitácora

Tabla XLII. **Procedimiento de control de reparaciones máquina Comco**

 Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa	
Núm.	Acción	Encargado	Descripción
1.	Espera de resultados	Operador/Encargado o de mantenimiento	Se realizan pruebas para verificar que el error haya desaparecido.
2.	Control de reparaciones	Encargado de mantenimiento	Encargado anota lo sucedido en bitácora de mantenimiento.

Fuente: elaboración propia.

2.2.2.4. **Mantenimientos realizados**

Los diferentes tipos de mantenimientos realizados a la máquina Comco son los siguientes:

- Mantenimiento preventivo

Tabla XLIII. **Mantenimiento preventivo máquina Comco**

		Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado		Descripción
1.	Mantenimiento Preventivo	Encargado de mantenimiento/supervisor de mantenimiento	de	Se realiza un mantenimiento preventivo antes de iniciar labores en la empresa.
2.	Lámparas UV	Encargado de mantenimiento/supervisor de mantenimiento	de	Se observa la cantidad de horas de uso de las lámparas UV. Si llevan más de 1000 se recomienda cambiarlas.

Fuente: elaboración propia.

- Mantenimiento correctivo

Tabla XLIV. **Mantenimiento correctivo máquina Comco**

		Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado		Descripción
1.	Mantenimiento Correctivo	Encargado de mantenimiento/supervisor de mantenimiento	de	Se realiza un mantenimiento correctivo cuando la máquina ya no funciona.
2.	Cambio lámparas UV	Encargado de mantenimiento/supervisor de mantenimiento	de	Lámparas ya no arrancan hasta que se cambia lámpara y reinicia contador de horas.
3.	Reparación brazos prensadores	Encargado de mantenimiento/supervisor de mantenimiento	de	Se cambian los brazos de los cilindros prensadores y son calibrados.

Continuación de la tabla XLIV.

4.	Lubricación de la máquina	Encargado de mantenimiento/Supervisor de mantenimiento	Se lubrica los cilindros de paso, y demás piezas mecánicas para mayor tiempo de vida.
----	---------------------------	--	---

Fuente: elaboración propia.

- Mantenimiento predictivo

Tabla XLV. **Mantenimiento predictivo máquina Comco**

		Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado	Descripción	
1.	Mantenimiento predictivo	Encargado de mantenimiento/Supervisor de mantenimiento	Al momento de que se observa que la máquina puede tener un fallo, departamento de mantenimiento llega a solucionar el problema.	
2.	Lámparas UV	Encargado de mantenimiento/Supervisor de mantenimiento	Cuando en la impresión la tinta no llega a anclar bien, se verifican las horas de vida de las lámparas y si ya van a caducar, se procede a cambiarlas.	
3.	Lubricación máquina	Encargado de mantenimiento/Supervisor de mantenimiento	Al momento de arrancar la máquina y empieza a realizar ruidos de desgaste, se procede a lubricarla.	

Fuente: elaboración propia.

2.2.2.4.1. Eficiencias

La eficiencia es la capacidad para realizar o cumplir adecuadamente una función o tarea.

2.2.2.4.2. Rendimiento

La meta diaria de impresión de la máquina Comco es de 5 000 metros impresos. Y actualmente la velocidad máxima de producción es de 40 metros por minuto. Por lo cual para que la meta de producción sea cumplida, se necesita de un tiempo de aproximadamente 125 minutos (2,05 horas) incluyendo el tiempo de los paros programados y no programados, preparación, *set-up* y aprobaciones.

El rendimiento actual de la línea de producción Comco, puede ser definida de la siguiente manera:

- Lunes
- Metros impresos = 2 500
- Meta metros impresos ideal = 5 000

$$\text{Rendimiento} = 2\,500/5\,000$$

$$\text{Rendimiento} = 0,5$$

$$\text{Rendimiento} = 50 \%$$

Se realiza el mismo procedimiento para cada día de la semana y se determinar su rendimiento promedio y da como resultado la siguiente tabla:

Tabla XLVI. Rendimiento máquina Comco

		Resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)				Realizado por Luis Ochoa
Semana	Días	Meta ideal metros impresos	Metros impresos	Velocidad de impresión	Rendimiento	Rendimiento promedio por semana
Semana 1	Lunes	5 000	2 500	40	50 %	38 %
	Martes	5 000	1 000	40	20 %	
	Miércoles	5 000	1 200	40	24 %	
	Jueves	5 000	1 800	40	36 %	
	Viernes	5 000	3 000	40	60 %	
Semana 2	Lunes	5 000	3 000	40	60 %	58,8 %
	Martes	5 000	2 200	40	44 %	
	Miércoles	5 000	4 000	40	80 %	
	Jueves	5 000	4 500	40	90 %	
	Viernes	5 000	1 000	40	20 %	
Semana 3	Lunes	5 000	900	40	18 %	32,6 %
	Martes	5 000	1 200	40	24 %	
	Miércoles	5 000	4 000	40	80 %	
	Jueves	5 000	3 300	40	66 %	
	Viernes	5 000	2 750	40	55 %	
Semana 4	Lunes	5 000	850	40	17 %	43,4 %
	Martes	5 000	1 200	40	24 %	
	Miércoles	5 000	1 300	40	26 %	
	Jueves	5 000	3 500	40	70 %	
	Viernes	5 000	4 000	40	80 %	
Promedio						43,20 %

Fuente: elaboración propia.

El rendimiento actual de la máquina Comco, es de aproximadamente 42,3, que no es ni la mitad de lo que exige la máquina de impresión.

2.2.2.4.3. Disponibilidad

Anteriormente se dedujo que el tiempo disponible total que tienen los operadores es de 360 minutos.

En la máquina Comco se registran aproximadamente 2 paros no programados de 15 minutos cada uno (30 minutos). Una falla en la línea de producción de 30 minutos y rectificación de sellos o cambio de tintas de 35 minutos. Da como resultado que la línea tenga un tiempo de paros no programados de 85 minutos.

Tiempo de paros no programados es de 1,4 horas (85 minutos).

Sustituyendo los tiempos en la ecuación de disponibilidad se tiene el siguiente resultado:

TD = 360 minutos

TPNP = 85 minutos

$$\text{Disponibilidad} = (360 - 85) / 360$$

$$\text{Disponibilidad} = 0,7638$$

$$\text{Disponibilidad} = 76,38 \%$$

Da como resultado una disponibilidad del 76,38 %, lo cual es una cantidad aceptada, pero esto se debe a que por las pocas órdenes de producción que posee la máquina Comco, su rendimiento es mayor al 50 % pero al momento de empezar a producir órdenes seguidas y surgen los sucesos imprevistos, llega a aumentar el tiempo de paros no programados afectando su disponibilidad.

2.2.2.4.4. Calidad

Utilizando como referencia los datos de la tabla XXXIV. Rendimiento de la máquina Comco, para definir la calidad de la línea de impresión se puede determinar la calidad de la máquina Comco de la siguiente manera:

Lunes

Volumen de producción = 2 500 metros

Unidades dañadas = 500

$$\text{Calidad} = (\text{VP}-\text{UD})/\text{VP}$$

$$\text{Calidad} = (2\,500-500)/2\,500$$

$$\text{Calidad} = 80 \%$$

Se realiza el mismo procedimiento para los demás días de la semana y se determina la calidad promedio por semana. Da como resultado la siguiente tabla:

Tabla XLVII. **Calidad máquina Comco**

		Resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)			Realizado por Luis Ochoa
Semana	Días	Metros impresos	Metros no conformes	Calidad	Calidad promedio por semana
Semana 1	Lunes	2 500	500	80 %	90,13 %
	Martes	1 000	110	89 %	
	Miércoles	1 200	80	93,33 %	
	Jueves	1 800	120	93,33 %	
	Viernes	3 000	150	95 %	
Semana 2	Lunes	3 000	100	96,66 %	95,26 %
	Martes	2 200	120	94,54 %	
	Miércoles	4 000	70	98,25 %	
	Jueves	4 500	200	95,55 %	
	Viernes	1 000	87	91,30 %	
Semana 3	Lunes	900	90	90 %	89,39 %
	Martes	1 200	90	92,5 %	
	Miércoles	4 000	100	97,5 %	
	Jueves	3 300	250	92,42 %	
	Viernes	2 750	700	74,54 %	

Continuación de la tabla XLVII.

Semana 4	Lunes	850	100	88,23 %	94,75 %
	Martes	1 200	55	95,41 %	
	Miércoles	1 300	50	96,15 %	
	Jueves	3 500	96	97,25 %	
	Viernes	4 000	130	96,75 %	
				Promedio	92,38 %

Fuente: elaboración propia.

Se observa que la calidad en la máquina Comco es de aproximadamente 92,38 %.

2.2.2.5. Descripción del proceso de impresión (máquina Nilpeter)

La impresora MO-5 de Nilpeter destaca, entre otras cosas, por su torre de tinta, que cuenta con rodillos distribuidores refrigerados para el control preciso de la temperatura, lo que aumenta el uso de tintas de baja migración y optimiza el rendimiento a gran velocidad.

Una serie de rodillos oscilantes independientes entre sí aseguran una distribución óptima de la tinta y la prevención del 'ghosting'. Asimismo, la torre de tinta incluye limpieza automática por aspersor.

Figura 23. **Máquina Nilpeter**



Fuente: Esagraf. *Impresora de etiquetas FA-4 marca Nilpeter*. <https://www.esagraf.com/producto/impresora-flexografia-fa4-nilpeter/>. Consulta: 2 de junio de 2019.

2.2.2.5.1. Inicio de la orden de producción

La máquina Nilpeter es la máquina más moderna que posee la empresa DACSA, es digital y tiene una fina impresión y una buena calidad. El inicio de la orden es igual a las demás máquinas. Por el momento esta máquina es la que recibe más carga de trabajo, ya que por su gran velocidad e impresión produce más que las demás líneas de impresión.

2.2.2.5.2. Preparación de la orden de producción

Su preparación es de colocar tintas, anilox, material de impresión y también la colocación de acabados (*cold stamping*, laminación, barnices, entre otros) al igual que si son etiquetas, se coloca el cilindro magnético con su

respectivo troquel de corte. Dicha máquina posee también la función de secado de aire cuando se utiliza adhesivo de agua (solo para mangas termoencogibles) por lo cual su tiempo de preparación es de aproximadamente 30-45 minutos.

2.2.2.5.3. Pruebas de impresión

Para las pruebas de impresión (*set-up*) utiliza mucho material, ya que, al momento de sacar presiones, registros, colocación de acabados, troquelados, se debe de correr la máquina a la velocidad que se sacara la producción. La cual puede llegar hasta 80 metros/minuto. Quiere decir que al momento de que pase 3 minutos la máquina en velocidad, se gastara 240 metros. Lo cual afecta en el material. Pero cuando es aprobada y lista, la producción no tarda tanto como las demás máquinas.

2.2.2.5.4. Aprobación de la producción

La aprobación en la máquina Nilpeter es algo estricta, ya que al momento de que producción o calidad encuentren un error mínimo (fuera de registro, falta de presión, sobretroquelado, entre otros). No llegan a autorizar ya que por ser muy moderna y la mejor máquina que posee la empresa, no puede ser posible que la producción salga con un defecto muy notorio. Por lo cual al momento de imprimir la muestra se debe de hacer lo mejor posible para que la aprobación sea rápida y se pueda trabajar de una mejor manera y a una mejor velocidad.

2.2.2.5.5. Operación de la producción

Al momento de tener aprobada las muestras, ya solo se enciende la máquina a la velocidad solicitada y se determina que la impresión vaya en óptimas condiciones, por medio del sistema AVT que tiene la máquina, la cual

consiste en una cámara de verificación de impresión, al momento que la impresión lleve algún defecto, lo detectara e informara por medio de una pantalla de computadora y ahí el operador ya puede verificar que fue lo que paso, corregirlo y seguir imprimiendo hasta finalizar la orden de producción.

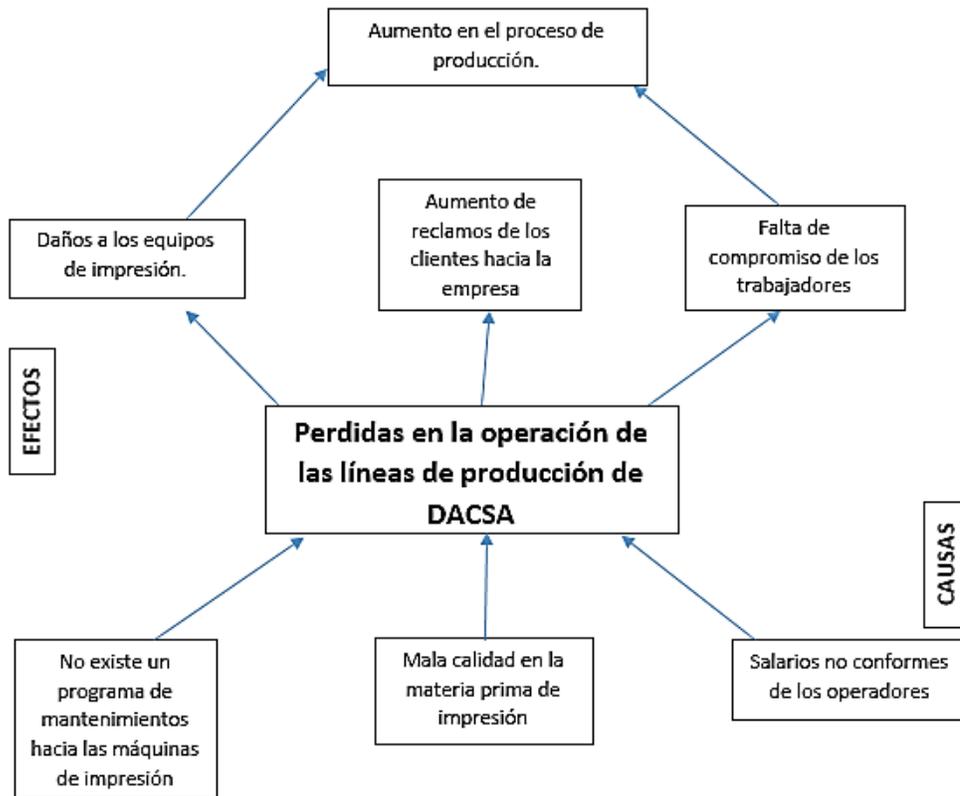
2.2.2.6. Árbol de problemas

Está técnica facilita la identificación y organización de las causas y consecuencias de un problema. Por tanto, es complementaria, y no sustituye, a la información de base. Por lo cual ha sido utilizada para definir el problema central del proceso de producción de la máquina Nilpeter.

- Problema

Perdidas en la operación de las líneas de producción de distribuidora América Comercial S. A. (paros no programados, faltas de mantenimientos, entre otros).

Figura 24. **Árbol de problemas**



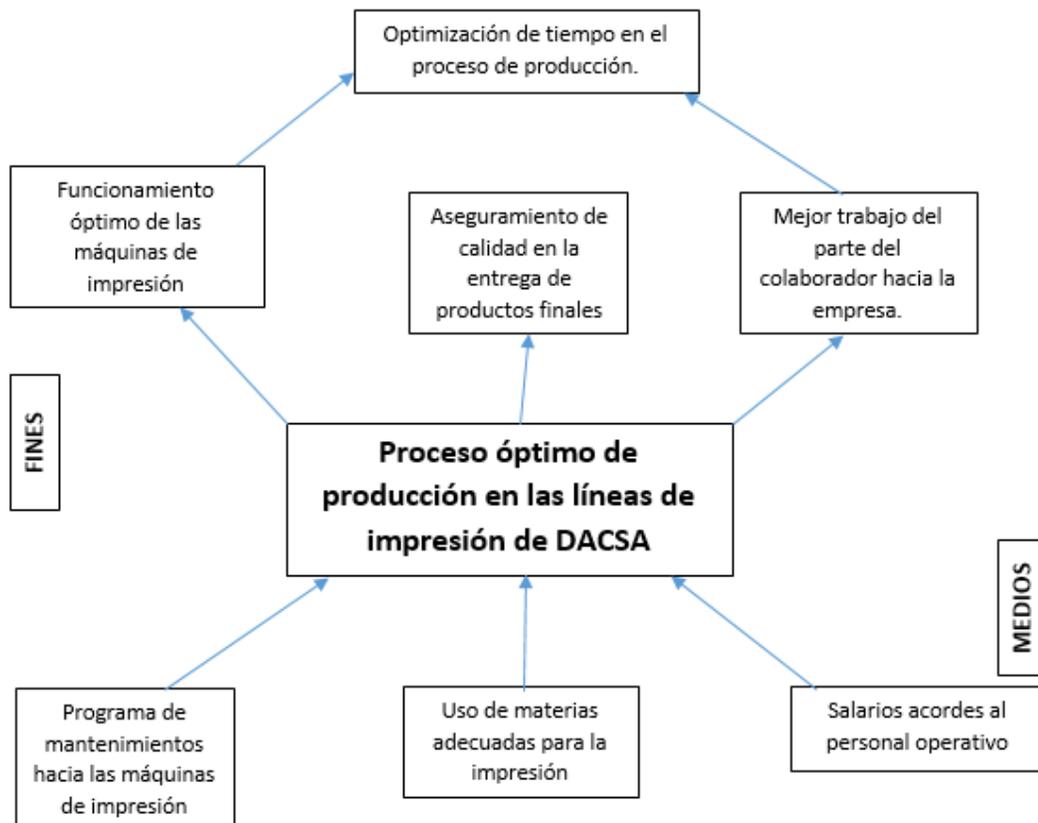
Fuente: elaboración propia.

2.2.2.7. **Árbol de objetivos**

El árbol de objetivos es la versión positiva del árbol de problemas. Permite determinar las áreas de intervención que plantea el proyecto.

Para elaborarlo se parte del árbol de problemas y el diagnóstico. Es necesario revisar cada problema (negativo) y convertirlo en un objetivo (positivo) realista y deseable. Así, las causas se convierten en medios y los efectos en fines.

Figura 25. **Árbol de objetivos**



Fuente: elaboración propia.

- Planteamiento de solución

En la situación actual de las líneas de impresión Nilpeter se sabe que el principal motivo de paros no programados es por la falta de mantenimientos preventivos. Solo al momento de que ocurre algún paro que no puede resolverse, solicitan el apoyo del área de mantenimiento por lo cual, la solución recomendada sería un mantenimiento productivo total (TPM). En el cual será ejecutado diariamente para la reducción o eliminación de paros no programados.

- Material de planificación

La planificación del material para la implementación del mantenimiento productivo total (TPM) será la siguiente:

Tabla XLVIII. **Planificación del material**

Máquina	Inicio de turno	Hora de almuerzo (área de mantenimiento)	Tiempo estimado (minutos)
Nilpeter	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación de lámparas de impresión • Funcionamiento de tratadores corona. • Nivel de agua refrigerante. 	• Calibración de estaciones.	60
		• Verificación de torres de aire.	20
		• Mantenimiento a brazos prensadores.	30
		• Limpiezas de anilox.	30
Gallus	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación de lámparas de impresión. • Funcionamiento de tratadores corona. • Nivel de agua refrigerante. 	• Calibración de estaciones.	60
		• Verificación de torres de aire.	20
		• Mantenimiento a brazos prensadores.	30
		• Limpiezas de anilox.	30
Comco	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación de lámparas de impresión. • Funcionamiento de tratadores corona. 	• Calibración de estaciones.	60
		• Mantenimiento a brazos prensadores.	20
		• Limpiezas de anilox.	30

Fuente: elaboración propia.

2.2.2.7.1. Proceso de impresión

Como se describió previamente, el proceso de impresión se define de la siguiente manera:

- Inicio de orden de producción

- Preparación de orden de producción
- Pruebas de impresión (*set-up*)
- Aprobación de orden de producción
- Operación de orden de producción

Para la medición de tiempos en el proceso de impresión se empleó la técnica 'vuelta a cero o lectura repetitiva'. La cual consiste en accionar el cronometro desde el inicio de cada elemento y desactivarlo cuando termina el elemento y se regresa a cero, esto se hace sucesivamente hasta concluir el estudio, es recomendable para cronometrar procesos largos.

Los resultados obtenidos de la medición de tiempos en el proceso de impresión son los siguientes:

Tabla XLIX. **Medición de tiempos (proceso de impresión)**

		Control de toma de tiempos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)			Realizado por Luis Ochoa
Semana	Día	Etapa de proceso	Tiempo (minutos)	Método empleado	
1	Lunes	Inicio	25	Vuelta a cero	
	Martes	Preparación	30	Vuelta a cero	
	Miércoles	<i>Set-up</i>	30	Vuelta a cero	
	Jueves	Aprobación	60	Vuelta a cero	
	Viernes	Inicio	40	Vuelta a cero	
2	Lunes	Preparación	20	Vuelta a cero	
	Martes	<i>Set-up</i>	25	Vuelta a cero	
	Miércoles	Aprobación	50	Vuelta a cero	
	Jueves	Inicio	20	Vuelta a cero	
	Viernes	Preparación	25	Vuelta a cero	
3	Lunes	<i>Set-up</i>	34	Vuelta a cero	
	Martes	Aprobación	60	Vuelta a cero	
	Miércoles	Inicio	19	Vuelta a cero	
	Jueves	Preparación	29	Vuelta a cero	
	Viernes	<i>Set-up</i>	40	Vuelta a cero	

Continuación de la tabla XLIX.

4	Lunes	Aprobación	35	Vuelta a cero
	Martes	Inicio	20	Vuelta a cero
	Miércoles	Preparación	30	Vuelta a cero
	Jueves	<i>Set-up</i>	20	Vuelta a cero
	Viernes	Aprobación	40	Vuelta a cero

Fuente: elaboración propia.

Por medio del método vuelta a cero, se determinó el tiempo utilizado en el proceso de impresión durante un mes, y se determinó el promedio que se utiliza en cada etapa.

$$\text{Inicio} = (25+40+20+19+20)/5$$

$$\text{Inicio} = 24,8 = 25 \text{ minutos}$$

Se realizó el mismo procedimiento para las demás etapas del proceso de impresión se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla L. **Promedio de medición de tiempos**

	Control de toma de tiempos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
	Actividad	Tiempo promedio (minutos)	
	Inicio	25	
	Preparación	27	
	<i>Set-up</i>	30	
	Aprobación	49	

Fuente: elaboración propia.

El proceso de operación depende de la cantidad de metros a imprimir, y de la velocidad constante que se utilice la máquina, ya que diferentes etiquetas

y mangas llevan acabados distintos, la velocidad de producción puede llegar a ser rápida o lenta. Por lo cual, se elaboró un cuadro de tiempos de operación con diferentes cantidades de metros a imprimir y de velocidad de producción que se muestran a continuación:

Tabla LI. **Velocidad de producción**

Cantidad de metros	Velocidad de producción	Tiempo estimado
15 000	35	428 min
10 000	50	200 min
7 000	40	175 min
1 250	60	21 min
4 500	85	53 min

Fuente: elaboración propia.

Con los tiempos promedios de cada etapa del proceso de impresión, puede ser ilustrada de la siguiente manera:

- Paros programados

En la máquina Nilpeter se detectaron bastantes paros programados, ya que el mismo operador los provoco, algunos de los que fueron encontrados fueron:

- Cambio de material
- Cambio material estampado
- Rectificación de sellos
- Limpieza de sellos (polvo o piojos)
- Cambio de anilox
- Cambio de tintas

Cada una de las causas principales por paros programados descritos anteriormente fue considerado en un lapso de tiempo de 15 días. Para la toma de tiempos de cada una de las causas se empleó el método vuelta a cero, y se tuvieron los siguientes resultados:

Tabla LII. **Toma de tiempos paros programados**

 Control de toma de tiempos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)			Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Día	Causa	Tiempo
1	Lunes	Limpieza de sellos	10
2	Martes	Rectificación de sellos	20
3	Miércoles	Cambio anilox	5
4	Jueves	Cambio material	10
5	Viernes	Cambio material estampado	10
6	Lunes	Rectificación de sellos	25
7	Martes	Rectificación de sellos	30
8	Miércoles	Cambio de tintas	10
9	Jueves	Cambio anilox	5
10	Viernes	Cambio anilox	9
11	Lunes	Limpieza de sellos	15
12	Martes	Cambio material	15
13	Miércoles	Cambio material	20
14	Jueves	Cambio material estampado	20
15	Viernes	Cambio anilox	5

Fuente: elaboración propia.

Por medio del método vuelta a cero, se determinó el tiempo utilizado en el proceso de impresión durante un mes, y se determinó el promedio que se utiliza en cada etapa.

$$\text{Limpieza de sellos} = (10+15)/2$$

$$\text{Limpieza de sellos} = 12,5 = 13 \text{ minutos}$$

Se realizó el mismo procedimiento para las demás causas de los paros programados y se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla LIII. **Medición de tiempos**

	Control de toma de tiempos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)	Realizado por Luis Ochoa
Causa		Tiempo (minutos)
Cambio material		15
Cambio de material estampado		15
Rectificación de sellos		25
Limpieza de sellos		13
Cambio de anilox		6
Cambio de tintas		10

Fuente: elaboración propia.

- **Paros no programados**

Los paros no programados que fueron detectados en la máquina Nilpeter fueron los siguientes:

- Falta de lubricación a la máquina
- Cambio de lámparas UV (Tiempo de vida)
- Falta de agua desmineralizada
- Calibración de estaciones
- Limpieza de tratadores corona
- Mantenimiento a los brazos prensadores

Cada uno de los siguientes paros no programados encontrados en dicha máquina fueron descubiertos durante un lapso de tiempo definido de 15 días. Para la toma de tiempos de cada una de las causas se empleó el método vuelta a cero, y se tuvieron los siguientes resultados:

Tabla LIV. Toma de tiempos paros no programados

	Control de toma de tiempos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Día	Causa	Tiempo
1	Lunes	Falta de lubricación	30
2	Martes	Cambio lámparas UV	20
3	Miércoles	Agua desmineralizada	15
4	Jueves	Calibración de estaciones	90
5	Viernes	Limpieza tratadores Corona	20
6	Lunes	Brazos prensadores	30
7	Martes	Limpieza tratadores corona	20
8	Miércoles	Calibración de estaciones	90
9	Jueves	Agua desmineralizada	25
10	Viernes	Cambio lámparas UV	15
11	Lunes	Falta lubricación máquina	40
12	Martes	Agua desmineralizada	24
13	Miércoles	Calibración de estaciones	90
14	Jueves	Brazos prensadores	40
15	Viernes	Cambio lámparas UV	20

Fuente: elaboración propia.

Por medio del método vuelta a cero, se determinó el tiempo utilizado en el proceso de impresión durante un mes, y se determinó el promedio que se utiliza en cada etapa.

$$\text{Lubricación máquina} = (30+40)/2$$

$$\text{Lubricación máquina} = 35 \text{ minutos}$$

Se realizó el mismo procedimiento para las demás causas de los paros no programados y se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla LV. **Medición de tiempos**

	Control de toma de tiempos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Causa		Tiempo (minutos)	
Lubricación máquina		35	
Tiempo de vida lámparas UV		19	
Agua desmineralizada		22	
Calibración de estaciones		90	
Limpieza de tratadores corona		20	
Brazos prensadores		35	

Fuente: elaboración propia.

- **Mantenimientos**

Los mantenimientos realizados a la máquina Nilpeter fueron los siguientes:

Tabla LVI. **Mantenimientos realizados a la máquina Nilpeter**

	Control de toma de tiempos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Tipo de mantenimiento	Proceso	Descripción	Tiempo (minutos)
Correctivo	Lubricación a máquina.	Lubricación a cilindros de paso.	60 minutos
Correctivo	Calibración de estaciones.	Calibración de estaciones (rodillo de cama, sello y anilox).	90 minutos
Correctivo	Fuentes de poder.	Cambio de fuentes de poder a estaciones de la máquina.	40 minutos

Fuente: elaboración propia.

- Paros programados

En la máquina Nilpeter, el paro programado que más frecuencia tuvo fue el de cambio de anilox, ya que dicha máquina posee más de 50, por lo cual al momento de que la impresión no se parezca a la muestra, se debe de cambiar y por cada cambio el color sube o baja (dependiendo del anilox) hasta el punto que se llega el color de la cartilla, pero por cada cambio que se realiza, se debe de parar la máquina lo cual provoca que sea el paro programado con más magnitud.

- Provocaciones, frecuencias y acciones a tomar

Del listado de paros programados que fueron detectados en la máquina Nilpeter las provocaciones, frecuencias y acciones a tomar fueron:

Tabla LVII. **Provocaciones, frecuencias y acciones paros no programados**

	Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por: Luis Ochoa
Paro programado	Provocaciones	Frecuencias	Acciones a tomar
Cambio material	Impresión no tenía una definida calidad, se cambió material para ver diferentes resultados.	5	Notificar a gerencia y utilizar otro tipo de material.
Cambio material estampado	Estampado quedaba mal impreso, se probó nuevo material para verificar.	3	Notificar a gerencia y utilizar otro tipo de material.
Rectificación de sellos	Sellos no coincidían bien, se bajaron sellos para su rectificación.	8	Montaje de sellos en diferente montadora (más moderna).
Limpieza de sellos	Sellos desgastados y saturación de los mismos en la impresión.	4	Cambio de sellos y espera de los mismos.

Continuación de la tabla LVII.

Cambio anilox	Anilox rayados o manchados, se cambiaron a otros.	10	Lavado y limpieza de anilox.
Cambio tintas	Tintas de diferente proveedor no se igualo a cartilla original. Se cambiaron tintas.	5	Utilización de tintas del proveedor actual.

Nota: el siguiente diagnóstico fue realizado en un lapso de 2 semanas.

Fuente: elaboración propia.

- Paros no programados

En la máquina Nilpeter, el paro no programado que más registro tuvo fue el de calibración de estación, este sucede que por el uso diario de la máquina, cada estación (10 estaciones) llega a desequilibrarse ya que el sello cuando imprime sobre el material, dicho sello pinta más o menos y no es parejo por lo cual, afecta en la impresión y al darle más presión puede llegar a forzar la máquina y por su gran sistema de sensibilidad, manda error y hace que la máquina ya no funcione hasta que la estación este calibrada.

- Provocaciones, frecuencias y acciones a tomar

Del listado de paros no programados que fueron detectados en la máquina Nilpeter las provocaciones, frecuencias y acciones a tomar fueron:

Tabla LVIII. **Provocaciones, frecuencias y paros no programados**

	Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Paro programado	Provocaciones	Frecuencias	Acciones a tomar
Lubricación a máquina	Máquina no funcionaba bien, necesitaba lubricación.	5	Mantenimiento correctivo a máquina de impresión.
Cambio de lámparas UV	Lámparas no encendían porque su tiempo de vida había caducado.	4	Cambio de lámparas por personal de mantenimiento.
Falta de agua desmineralizada	Máquina no arrancaba porque su temperatura no estaba nivelada con un refrigerante.	5	Solicitud de agua desmineralizada y colocación en cámara de refrigeración.
Calibración de estaciones	Impresiones finalizaban en malas condiciones, presiones diferentes en ambos lados.	7	Mantenimiento correctivo a máquina de impresión.
Limpieza de tratadores corona	Tinta no anclaba bien en material de impresión aún funcionando los tratadores.	2	Limpieza profunda a tratadores corona.
Mantenimiento a brazos prensadores.	Desperdicio de etiquetas no podía ser colocado en brazo ya que no poseía tensión suficiente.	5	Mantenimiento correctivo a máquina de impresión.

Nota: el siguiente diagnóstico fue realizado en un lapso de 2 semanas.

Fuente: elaboración propia.

2.2.2.8. Maquinaria y equipo

La máquina Nilpeter es la máquina más moderna que posee la planta de producción de DACSA, del año 2015 y gracias a su gran velocidad y excelente impresión puede llegar a imprimir hasta una velocidad de 100 metros por minuto.

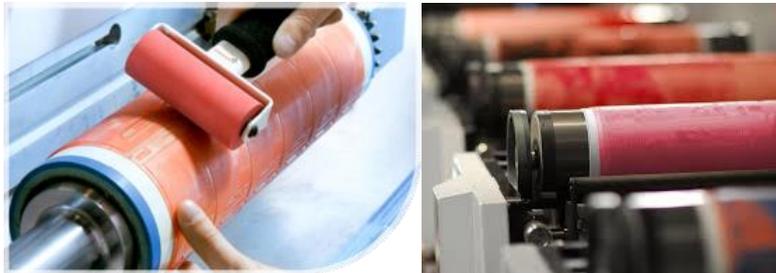
- Instrumentos

Los instrumentos utilizados en la máquina Nilpeter son los mismos instrumentos utilizados en la máquina Gallus con la diferencia del tamaño, número de dientes, entre otros. Pueden ser definidos de la siguiente manera:

- Cilindros

Los cilindros utilizados en la máquina Nilpeter pueden ser de dos tipos, metal y plásticos, los cilindros de metal se usan cuando los sellos son menores de 94 dientes, y los plásticos cuando son mayores a 94 dientes.

Figura 26. **Cilindro de plástico y cilindro de metal**



Fuente: Printconsulting. *Curso de impresión en flexografía: principios básicos*.
<https://www.printconsulting.es/curso-flexografia-principios-basicos/>. Consulta: 2 de junio de 2019.

- Sellos

Los sellos utilizados en la máquina Nilpeter son de Kodak y se diferencian por el número de dientes. Entre más grande el número de sus dientes, se necesita de un mayor tamaño de material y de cilindro.

Figura 27. **Sellos de impresión**



Fuente: Flexografía.com. *Planchas digitales vs camisas grabadas*. <https://www.flexografia.com/post/planchas-digitales-vs-camisas-grabadas>. Consulta: 22 de junio de 2019.

- Tintas

Las tintas a utilizar en la máquina Nilpeter, son las mismas utilizadas en las demás máquinas, usualmente se utilizan tintas Zeller, aunque en dicha máquina se están probando nuevas tintas como Natural Ink y Fujifilm.

Figura 28. **Tinta Fujifilm, zeller y natural Ink**



Fuente: Elempaque.com. *Fujifilm ofrece amplio portafolio de tintas para varios procesos de impresión*. <https://www.elempaque.com/temas/Fujifilm-ofrece-amplio-portafolio-de-tintas-para-varios-procesos-de-impresion+114273>. Consulta: 22 de junio de 2019.

- Material de impresión

El material de impresión utilizado en la máquina Nilpeter es el mismo utilizado en las demás líneas de impresión con la única diferencia que este puede imprimir también mangas termoencogibles, lo cual la máquina Comco no puede hacer. Por esto, puede utilizar material como PVC y PETG.

Figura 29. **Material de impresión PVC**



Fuente: Materials world. *Lona de pancarta de PVC*. <https://www.mwmaterialsworld.com/es/lona-de-pancarta-de-pvc.html>. Consulta: 22 de junio de 2019.

2.2.2.8.1. Equipo de seguridad industrial

El equipo de seguridad industrial utilizado en la máquina Nilpeter, es el mismo equipo utilizado en las demás líneas de producción, pueden ser definidos de la siguiente manera:

- Botas de punta de acero

Las botas de punta de acero utilizada por los operadores de la máquina Nilpeter, son los mismos que utilizan los demás trabajadores de la empresa. La

cantidad de botas recomendadas para los operadores es de un par de botas por un lapso de 6 meses.

Figura 30. **Botas de punta de acero**



Fuente: Mercado libre.com. *Botas punta de acero CAT.*

[https://shops.cheaper2021.ru/category?name=botas%20punta%20de%20acero%20cat.](https://shops.cheaper2021.ru/category?name=botas%20punta%20de%20acero%20cat)

Consulta: 19 de mayo de 2019.

- **Guantes de hule**

Los guantes de hule utilizados en la máquina Nilpeter son los mismos utilizados por los demás operadores, de talla grande e inseguros al momento de utilizarlos. La cantidad de guantes recomendados es un par por operadores hasta el momento en que ya no puedan ser utilizados o sufran algún daño, pueden ser cambiados en el área de bodega al entregar los dañados.

Figura 31. **Guantes de hule**



Fuente: TF. *Guantes de latex*. <https://www.facebook.com/ANDAMIOS77/posts/ingreso-de-guantes-de-latex-nitrilo-neopreno-y-cuero-precio-desde-q-1500ven-a-vi/2282315181852395/>.
Consulta: 19 de mayo de 2019.

2.2.2.9. Descripción del proceso de mantenimiento

Los procedimientos a realizar para la descripción de mantenimiento son:

- Aviso al personal de mantenimiento

Tabla LIX. **Procedimiento aviso personal**

 Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa	
Núm.	Acción	Encargado	Descripción
1	Máquina falla	Operadores	Operadores se percatan que la máquina no funciona.
2.	Verificación del paro	Operadores	Operadores verifican el paro.
3.	Reparación de la máquina	Operadores	Operadores verifican si puede reparar la máquina.
4.	Aviso al personal de mantenimiento	Auxiliar de producción	Auxiliar avisa al personal de mantenimiento que la máquina fallo.

Fuente: elaboración propia.

- Paro programado

Tabla LX. **Procedimiento paro programado máquina Nilpeter**

		Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado	Descripción	
1.	Verificación del paro	Operadores	Operadores verifican la falla del paro.	
2.	Reparación de la máquina	Operadores	Operadores reparan el fallo de la causa del paro programado.	
3.	Operación de la máquina	Operadores	Operadores continúan con el proceso de impresión.	

Fuente: elaboración propia.

- Paro no programado

Tabla LXI. **Procedimiento paro no programado máquina Nilpeter**

		Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
No.	Acción	Encargado	Descripción	
1.	Verificación del paro	Operadores	Operadores verifican la falla del paro.	
2.	Aviso al personal de mantenimiento	Auxiliar de producción	Auxiliar avisa al personal de mantenimiento sobre el fallo.	
3.	Verificación del paro	Encargado de mantenimiento	Encargado verifica la causa del paro no programado.	
4.	Reparación del fallo	Encargado de mantenimiento	Encargado repara el fallo en la máquina.	

Fuente: elaboración propia.

- Espera de la reparación

Tabla LXII. **Procedimiento de espera de reparación máquina Nilpeter**

		Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado	Descripción	
1.	Reparación de máquina	Encargado de mantenimiento	Encargado de mantenimiento repara la máquina.	
2.	Espera de la reparación	Operadores	Operadores proporcionan ayuda al encargado y al momento de hacer pruebas las realiza.	

Fuente: elaboración propia.

- Pruebas de impresión

Tabla LXIII. **Procedimiento de pruebas de impresión máquina Nilpeter**

		Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado	Descripción	
1.	Pruebas de impresión	Operadores	Operadores realizan pruebas al finalizar reparación de la máquina.	
2.	Espera de resultados	Operador/encargado de mantenimiento	Se realizan pruebas para verificar que el error haya desaparecido.	

Fuente: elaboración propia.

- Anotación de lo sucedido en bitácora

Tabla LXIV. **Procedimiento de control de reparaciones máquina Nilpeter**

		Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado	Descripción	
1.	Espera de resultados	Operador/Encargado de mantenimiento	Se realizan pruebas para verificar que el error haya desaparecido.	
2.	Control de reparaciones	Encargado de mantenimiento	Encargado anota lo sucedido en bitácora de mantenimiento.	

Fuente: elaboración propia.

2.2.2.10. Mantenimientos realizados

Los diferentes tipos de mantenimientos realizados a la máquina Nilpeter son los siguientes:

- Mantenimiento preventivo

Tabla LXV. **Mantenimiento preventivo máquina Nilpeter**

		Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado	Descripción	
1.	Mantenimiento Preventivo	Encargado de mantenimiento/supervisor de mantenimiento	Se realiza un mantenimiento preventivo antes de iniciar labores en la empresa.	

Continuación de la tabla LXV.

2.	Lámparas UV	Encargado de mantenimiento/supervisor de mantenimiento	Se observa la cantidad de horas de uso de las lámparas UV. Si llevan más de 1000 se recomienda cambiarlas.
3.	Tratadores Corona	Operadores	Operadores realizan limpieza antes de empezar turno, se limpian los electrodos y se secan.
4.	Agua desmineralizada	Operadores	Se revisa la cámara de refrigeración antes de empezar turno para verificar nivel de agua desmineralizada.

Fuente: elaboración propia.

- Mantenimiento correctivo

Tabla LXVI. **Mantenimiento correctivo máquina Nilpeter**

		Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado	Descripción	
1.	Mantenimiento Correctivo	Encargado de mantenimiento/supervisor de mantenimiento	Se realiza un mantenimiento correctivo cuando la máquina ya no funciona.	
2.	Cambio prensadores	Encargado de mantenimiento/supervisor de mantenimiento	Laminación no quedaba en condiciones aceptables, se solicitó cambio de prensador para continuar con impresión.	
3.	Calibración de estaciones	Encargado de mantenimiento/supervisor de mantenimiento	Impresión no quedaba de forma pareja, por lo cual se solicitó calibración de estación para que impresión quedara en óptimas condiciones.	
4.	Lubricación de la máquina	Encargado de mantenimiento/supervisor de mantenimiento	Se lubrica los cilindros de paso, y demás piezas mecánicas para mayor tiempo de vida.	

Fuente: elaboración propia.

- Mantenimiento predictivo

Tabla LXVII. **Mantenimiento predictivo máquina Nilpeter**

		Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado	Descripción	
1.	Mantenimiento predictivo	Encargado de mantenimiento/supervisor de mantenimiento.	Al momento de que se observa que la máquina puede tener un fallo, departamento de mantenimiento llega a solucionar el problema.	
2.	Lámparas UV	Encargado de mantenimiento/supervisor de mantenimiento.	Cuando en la impresión la tinta no llega a anclar bien, se verifican las horas de vida de las lámparas y si ya van a caducar, se procede a cambiarlas.	
3.	Lubricación máquina	Encargado de mantenimiento/supervisor de mantenimiento.	Al momento de arrancar la máquina y empieza a realizar ruidos de desgaste, se procede a lubricarla.	

Fuente: elaboración propia.

2.2.2.11. Eficiencias

La eficiencia es la capacidad para realizar o cumplir adecuadamente una función o tarea.

2.2.2.11.1. Rendimiento

La meta diaria de impresión de la máquina Nilpeter es de 15 000 metros impresos. Y actualmente la velocidad máxima de producción es de 50 metros por minuto. Por lo cual para que la meta de producción sea cumplida, se necesita de un tiempo de aproximadamente 300 minutos (5 horas) incluyendo el

tiempo de los paros programados y no programados, preparación, *set-up* y aprobaciones.

El rendimiento actual de la línea de producción Nilpeter, puede ser definida de la siguiente manera:

- Lunes
- Metros impresos = 6 500
- Meta metros impresos ideal = 15 000

$$\text{Rendimiento} = 6\,500/15\,000$$

$$\text{Rendimiento} = 0,4333$$

$$\text{Rendimiento} = 43,33 \%$$

Se realiza el mismo procedimiento para cada día de la semana y se determinar su rendimiento promedio y da como resultado la siguiente tabla:

Tabla LXVIII. **Rendimiento máquina Nilpeter**

		Resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)				Realizado por Luis Ochoa
Semana	Días	Meta ideal metros impresos	Metros impresos	Velocidad de impresión	Rendimiento	Rendimiento promedio por semana
Semana 1	Lunes	15 000	6 500	50	43,33 %	30 %
	Martes	15 000	3 000	50	20 %	
	Miércoles	15 000	2 200	50	14,66 %	
	Jueves	15 000	6 800	50	45,33 %	
	Viernes	15 000	4 000	50	26,66 %	
Semana 2	Lunes	15 000	2 000	50	13,33 %	43,59 %
	Martes	15 000	2 200	50	14,66 %	
	Miércoles	15 000	8 000	50	53,33 %	
	Jueves	15 000	9 500	50	63,33 %	
	Viernes	15 000	11 000	50	73,33 %	

Continuación de la tabla LXVIII.

Semana 3	Lunes	15 000	9 800	50	65,33 %	26,71 %
	Martes	15 000	3 200	50	21,33 %	
	Miércoles	15 000	3 000	50	20 %	
	Jueves	15 000	2 300	50	15,33 %	
	Viernes	15 000	1 750	50	11,6 %	
Semana 4	Lunes	15 000	2 850	50	19 %	29,52 %
	Martes	15 000	1 900	50	12,66 %	
	Miércoles	15 000	4 900	50	32,66 %	
	Jueves	15 000	5 500	50	36,66 %	
	Viernes	15 000	7 000	50	46,66 %	
					Promedio	32,45 %

Fuente: elaboración propia.

El rendimiento actual de la máquina Nilpeter, es de aproximadamente 32,45 % lo cual es un mal resultado ya que no cumple ni con la mitad del rendimiento, esto sucede por varias circunstancias que son tiempo de aprobación, órdenes de impresión son muy cortas, entre otros problemas por lo cual se debe de aumentar el rendimiento en la máquina Nilpeter.

2.2.2.11.2. Disponibilidad

Anteriormente se dedujo que el tiempo disponible total que tienen los operadores es de 360 minutos.

En la máquina Comco se registran aproximadamente 3 paros no programados de 20 minutos cada uno (60 minutos). Una falla en la línea de producción de 45 minutos y rectificación de sellos o cambio de tintas de 40 minutos. Da como resultado que la línea tenga un tiempo de paros no programados de 145 minutos

Tiempo de paros no programados es de 2.4 horas (145 minutos).

Sustituyendo los tiempos en la ecuación de disponibilidad se tiene el siguiente resultado:

TD = 360 minutos

TPNP = 145 minutos

$$\text{Disponibilidad} = (360 - 145) / 360$$

$$\text{Disponibilidad} = 0,5972$$

$$\text{Disponibilidad} = 59,72 \%$$

Da como resultado una disponibilidad del 59,72 %, lo cual es un dato mayor a la mitad de la solicitada pero no la correcta, ya que por ser la máquina más moderna debe de tener una mejor disponibilidad, pero por la falta de mantenimientos y de interés de los operadores se tiene dicho resultado.

2.2.2.11.3. Calidad

Utilizando como referencia los datos de la tabla LIV. Rendimiento de la máquina Nilpeter, se utiliza para definir la calidad de la línea de impresión Nilpeter de la siguiente manera:

Lunes

Volumen de producción = 6 500 metros

Unidades dañadas = 600

$$\text{Calidad} = (VP-UD)/VP$$

$$\text{Calidad} = (6\ 500-600)/6\ 500$$

$$\text{Calidad} = 0,9076$$

$$\text{Calidad} = 90,76 \%$$

Se realiza el mismo procedimiento para los demás días de la semana y se determina la calidad promedio por semana. Da como resultado la siguiente tabla:

Tabla LXIX. **Calidad máquina Nilpeter**

		Resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)			Realizado por Luis Ochoa
Semana	Días	Metros impresos	Metros no conformes	Calidad	Calidad promedio por semana
Semana 1	Lunes	6 500	600	90,76 %	93,38 %
	Martes	3 000	310	89,66 %	
	Miércoles	2 200	180	91,81 %	
	Jueves	6 800	190	97,20 %	
	Viernes	4 000	100	97,5 %	
Semana 2	Lunes	2 000	100	95 %	95,66 %
	Martes	2 200	190	91,36 %	
	Miércoles	8 000	170	97,87 %	
	Jueves	9 500	400	95,78 %	
	Viernes	11 000	187	98,3 %	
Semana 3	Lunes	9 800	80	99,18 %	94,39 %
	Martes	3 200	310	90,31 %	
	Miércoles	3 000	110	96,33 %	
	Jueves	2 300	200	91,30 %	
	Viernes	1 750	90	94,85 %	
Semana 4	Lunes	2 850	100	96,49 %	95,29 %
	Martes	1 900	155	91,84 %	
	Miércoles	4 900	190	96,12 %	
	Jueves	5 500	296	94,61 %	
	Viernes	7 000	180	97,42 %	
				Promedio	94,68 %

Fuente: elaboración propia.

Se observa que la calidad en la máquina Nilpeter es de aproximadamente 94,68 %.

2.3. Propuesta de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM)

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una metodología de mejora que permite asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones, de los equipos, y del sistema, mediante la aplicación de los conceptos de: prevención, cero defectos, cero accidentes, y participación total de las personas.

Cuando se hace referencia a la participación total, esto quiere decir que las actividades de mantenimiento preventivo tradicional, pueden efectuarse no solo por parte del personal de mantenimiento, sino también por el personal de producción, un personal capacitado y polivalente.

El Mantenimiento Productivo Total, también conocido como TPM, por sus siglas en inglés (*Total Productive Maintenance*), nació en Estados Unidos, y tiene sus principales antecedentes en los conceptos de mantenimiento preventivo desarrollados en los años cincuenta. El mantenimiento preventivo consiste en actividades de revisión parcial de forma planificada, en las cuales se ejecutan cambios, sustituciones, lubricaciones, entre otras actividades; antes de que se materialicen las fallas.

2.3.1. Proceso de impresión (máquina Gallus)

El proceso de impresión proponiendo el sistema TPM en la línea de impresión Gallus, puede ser definido de la siguiente manera:

Tabla LXX. **Proceso de impresión (máquina Gallus)**

		Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)	Realizado por Luis Ochoa
Proceso de impresión (máquina Gallus)			
Núm.	Proceso	Acción	Descripción
1	Inicio de orden de producción	Arranque de máquina	Se enciende la línea de producción.
		Inicio de línea de producción	Jefe de producción entrega programas diarios de impresión.
		Lámparas UV	Se encienden las lámparas UV de la línea de producción.
		Tratadores Corona	Se encienden los tratadores corona y se verifica que todos sus electrodos funcionen.
		Compresor de aire	Supervisor de mantenimiento encienden los compresores de aire y regula su presión.
		Agua desmineralizada	Se verifica el nivel del agua desmineralizada para la refrigeración de la máquina.
2	Arranque de orden de producción	Programa de producción	Operadores y auxiliares verifican que tengan su programa de producción.
		Orden y cartilla	Se verifica que en la máquina esté la orden de producción y su respectiva cartilla.
		Sellos montados	Se verifica que los sellos estén montados en sus respectivos cilindros.
		Tintas y pantones	Conforme la cartilla, se verifica que los colores ya estén listos para utilizar en la máquina.
		Material de impresión	Se verifica que el material de impresión ya esté listo para utilizar y que este la cantidad a imprimir.

Continuación de la tabla LXX.

3	Equipo Industrial		Antes de iniciar la preparación de las órdenes, los operadores y auxiliares se colocan su equipo industrial.
		Botas industriales	Las botas recomendadas son las medias botas, marca Rhino, de cuero y con punta de acero 100 %, suela antideslizante, resistente a la gasolina y aceites, cumpliendo con la norma ASTM F2412-11. ya que por su resistencia y uso de material estático.
		Guantes de Látex	Los guantes recomendados para el uso y protección de los trabajadores son los de Nylon Nitrilo Reforzados, Talla 8. Nara ideal para trabajos de operación de maquinaria y manejo de superficies aceitosas.
		Tapones industriales	Las líneas de producción que se poseen actualmente poseen silenciadores para que no se escuche tanto ruido, pero es recomendable utilizar tapones industriales por seguridad industrial.
		Mascarillas industriales	Por el tipo de sustancias que se utilizan en la planta (acetato etílico, alcohol, <i>thinner</i> , entre otros) es recomendable utilizar mascarillas industriales para evitar el contacto con la nariz y boca con estas sustancias.
		Lentes industriales	Se utilizarán lentes industriales para evitar el contacto de cualquier tinta, pantone, líquido a los ojos, ya que son peligrosos y pueden provocar accidentes.

Continuación de la tabla LXX.

4	Preparación orden de producción	Arranque de orden de producción	Luego de tener el equipo de protección puesto, los operadores y auxiliares empiezan a realizar la preparación para la impresión.
		Colocación de tintas	Se colocan las tintas necesarias en la máquina para la impresión que se observan en las cartillas de color.
		Introducción de anilox	En la cartilla de color, se tiene el registro de los anilox que se utilizaron para que así las órdenes puedan salir iguales a la primera.
		Colocación del material	Se coloca el material adecuado para la impresión al inicio de la máquina.
		Introducción de sellos	Lo último para colocar en la máquina para finalizar la preparación es la introducción de sellos, verificando el embobinado que vaya correcto.
		Colocación de cilindros magnético y troquel	Se verifica el número de dientes y se coloca el cilindro magnético adecuado y luego de eso se coloca el troquel para el corte (aplica solo para etiquetas).
5	Pruebas (Set-up)	Presiones de sellos	Al finalizar la preparación, se empieza a pasar el material y se empiezan a sacar presiones adecuadas para la impresión.
		Registro de sellos	Al finalizar las presiones, por medio de las cámaras autoregistradoras, se registran los sellos.
		Colocación de acabos	Si la etiqueta necesita acabados, se colocan, estos pueden llegar a ser <i>cold stamping</i> , laminación, barnices, entre otros.
		Muestra de producción	Cuando se posee el registro, presiones y acabados listos, se corre la máquina a la velocidad que se sacara la producción para que puedan sacar la muestra.

Continuación de la tabla LXX.

		Cambio de anilox (si necesita)	Si la muestra no sale igual a la cartilla, lo primero que se hace es verificar si necesita cambio de anilox (mayor o menor aporte) y se repite el proceso anterior.
		Cambio de tintas (si necesita)	Al momento que el color no se parezca (pantone) se cambia la tinta o se manda a rectificar al laboratorio de tintas.
6	Aprobación		Al tener la muestra igual o muy cercana a la cartilla se procede a llamar al personal de aprobación.
		Aprobación ventas y/o cliente	Si la orden de producción es nueva la primera firma de aprobación debe de ser del vendedor o del cliente ya que ellos aprueban los colores. (aplica solo para órdenes nuevas o correcciones).
		Aprobación operador	El operador debe de firmar su trabajo ya que, con su firma, garantiza que su producción ira en óptimas condiciones.
		Aprobación producción	Al tener la firma del operador y/o vendedor (si la orden es nueva) debe de firmar producción, que le realiza todas las pruebas principales y si hay algún error, lo corrigen antes que llegue calidad.
		Aprobación calidad	Con la firma del operador, producción y vendedor (si fuese nueva) llega calidad a firmar y ellos ya garantizan que, si las muestras están bien, ya pueden arrancar con la producción.

Continuación de la tabla LXX.

7	Operación		Con las firmas de autorización, se procede a cambiar bobina, resetear el contador de metros, verificar niveles de tinta para iniciar el proceso de producción.
		Impresión vaya en buenas condiciones	Al arrancar, tanto el operador como el auxiliar deben de verificar que la producción vaya en óptimas condiciones y si algo va malo, arreglarlo de inmediato.
		Cambio de material	Al finalizar una bobina, se debe de cambiar lo más rápido posible para seguir con la producción, optimizando así el proceso de producción.
		Verificación de tinta	Si la producción llega a ser de un gran tiraje, se debe de estar verificando el nivel de tinta en las bandejas, al igual que de acabados para que no vaya en malas condiciones.
		Material no sufra rupturas	Al momento de imprimir mangas termoencogibles, por ser un material muy frágil puede llegar a sufrir rupturas y se debe de tener cuidado ya que puede dañar la máquina si llegase a romperse.

Fuente: elaboración propia.

2.3.2. Proceso de mantenimiento

El proceso de mantenimiento preventivo en la máquina Gallus puede ser definido de la siguiente manera:

Tabla LXXI. **Proceso de mantenimiento máquina Gallus**

		Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Proceso de mantenimiento (máquina Gallus)				
Núm.	Proceso	Acción	Descripción	
1	Mantenimiento preventivo	Cambio de lámparas UV	Cada estación que posee la máquina, posee lámparas UV y estas deben de ser cambiadas antes de cumplir 1 000 horas de vida. Se verifica en su registro cuanto tiempo llevan y se pueden cambiar si ya necesitan el cambio.	
		Limpieza de tratadores corona	Cada día se deben de limpiar los electrodos de los tratadores corona, ya que, si están sucios, ya no pueden brindar un 100 % de trabajo y el material ya no tendrá su tratamiento para el anclaje de tinta.	
		Calibración de estaciones	Cada calibración de estación tarda alrededor de 2 horas, por lo cual es recomendable por lo menos una vez a la semana calibrar una estación para la óptima impresión de etiquetas o mangas termoencogibles.	
		Colocación de grasa a los cilindros de paso	Una vez por semana, se debe de lubricar los cilindros de paso, ya que al momento que no estén lubricados pueden llegar a dañar la superficie de la máquina por su movimiento giratorio.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXII. **Ficha técnica de la máquina Gallus**

Velocidad mecánica máxima de la máquina	165 metros/minuto
Ancho de banda máxima	340 mm
Ancho de impresión máxima	340 mm
Longitud de formato máximo	508 mm
Longitud de formato mínimo	254 mm
Número de operaciones de impresión máximo	12
Secado	UV/ secar por aire caliente
Número de operaciones de transformación máximo	4
Materiales compuestos adhesivos	50-200 micras
Papel	50- 250 micras

Fuente: elaboración propia.

2.3.3. Eficiencias

Eficiencia productiva (también conocida como eficiencia técnica) se produce cuando la economía está utilizando todos sus recursos de manera eficiente, produciendo el máximo de producción con el mínimo de recursos.

La eficiencia en la línea producción Gallus puede ser observada al momento de cumplir el programado diario de producción entregada día a día, ya que si la máquina llega a imprimir todo el programa quiere decir que su eficiencia fue excelente ya que no tuvo interrupciones, retrasos o inconvenientes. Por tal motivo utilizando el TPM la máquina Gallus tuvo un aumento de producción que se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla LXXIII. **Eficiencia máquina Gallus**

	Resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Número de órdenes impresas al día			
Día	Sin TPM	Con TPM	
Lunes	2	3	
Martes	3	3	
Miércoles	2	4	
Jueves	1	4	
Viernes	3	5	

Fuente: elaboración propia.

Se observar que al momento de utilizar el TPM que son directamente los mantenimientos preventivos, la línea de impresión Gallus tuvo un aumento de impresiones al día. Lo cual es aceptable, ya que por los atrasos de mantenimientos o diferentes problemas que se poseían. La línea pudo imprimir una o dos órdenes más de producción. Aumentando así la producción, ganancias y productividad en el área de producción.

Para alcanzar dicho resultado para la implementación del TPM en la línea de producción Gallus se realizó lo siguiente:

- Se estableció un acuerdo con el gerente de producción de entregar el programa de producción antes de iniciar labores para que los operadores ya supieran que era lo que tenían que trabajar.
- Por el programa entregado antes, tanto el área de montaje, tintas, material y bodega entregaban la materia prima, tintas y sellos rápido para no dejar la línea de producción parada.
- Operadores se comprometieron a trabajar más rápido siempre y cuando tuvieran sus materias primas listas.
- Tanto el departamento de producción como calidad establecerán un acuerdo de aprobar rápidas las órdenes de producción, y o en dado caso realizar cambios, mencionarlos lo más antes posibles para que operadores lo hagan y presentar la nueva muestra.

Para el área de producción fueron los cambios realizados, enfocados en el departamento de producción se llegó al siguiente acuerdo:

- Todos los lunes antes de las 8 am, tanto el gerente de mantenimiento como el supervisor, realizar un chequeo general de la máquina en la cual lleva los siguientes pasos:
 - Encender la línea de producción
 - Verificar horas de uso de las lámparas de secado UV
 - Verificar lubricación en los cilindros de pasos
 - Chequeo del agua desmineralizada en cámara de refrigeración
- Al surgir una emergencia de que la línea de producción no pueda arrancar, verificar el problema y en dicho momento reparar la máquina y no solo deshabilitar la estación o el modulo a utilizar y dejarlo para

tiempo después. Se comentó con el gerente de producción y se llegó a tal acuerdo.

- Cada 2 meses, un día a la semana, utilizar el día completo para la calibración de las 8 estaciones que posee la máquina.
- Verificación de los prensadores y compresores de aire.

Al realizar los pasos descritos anteriormente, la máquina Gallus puede trabajar con mayor velocidad y tranquilidad, ya que se sabe que, por los mantenimientos preventivos realizados, podrá aumentar su tiempo de vida, imprimir con mejor calidad las etiquetas autoadhesivas, mejorar su productividad y su ingreso económico.

2.3.3.1. Rendimiento

Anteriormente se pudo observar que la máquina Gallus por el problema de sus paros no programados, no era conveniente que pudiera subir la velocidad de producción más de 30 metros/minutos, ya que, por cada paro, por lo menos 50 metros de la producción llevaban error de presiones y pérdidas de registro. Por lo cual era mejor evitar ese tipo de problemas. Utilizando un TPM se observó que la máquina por disminuir sus paros no programados. Se pudo incrementar la velocidad de producción hasta 60 metros/minuto (el doble de velocidad) ya que la línea estaba en buenas condiciones y era aceptable el poder aumentar su velocidad.

El rendimiento actual de la línea de producción Gallus, puede ser definida de la siguiente manera:

Lunes

Nivel de producción actual (NPA) = 9 000

Nivel teórico de producción (NTP) = 10 000

Rendimiento = NPA / NTP

Rendimiento = 9 000 / 10 000

Rendimiento = 0,9

Rendimiento = 90 %

Se realiza el mismo procedimiento para los demás días y se determina el rendimiento total de la línea Gallus.

Tabla LXXIV. Rendimiento máquina Gallus utilizando TPM

		Resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)				Realizado por Luis Ochoa
Semana	Días	Meta ideal metros impresos	Metros impresos	Velocidad de impresión	Rendimiento	Rendimiento promedio por semana
Semana 1	Lunes	10 000	9 000	60	90 %	82 %
	Martes	10 000	8 000	60	80 %	
	Miércoles	10 000	8 400	60	84 %	
	Jueves	10 000	9 600	60	96 %	
	Viernes	10 000	6 000	60	60 %	
Semana 2	Lunes	10 000	6 000	60	60 %	70,8 %
	Martes	10 000	6 400	60	64 %	
	Miércoles	10 000	8 000	60	80 %	
	Jueves	10 000	9 000	60	90 %	
	Viernes	10 000	6 000	60	60 %	
Semana 3	Lunes	10 000	3 800	60	38 %	64,6 %
	Martes	10 000	6 400	60	64 %	
	Miércoles	10 000	8 000	60	80 %	
	Jueves	10 000	6 600	60	66 %	
	Viernes	10 000	7 500	60	75 %	
Semana 4	Lunes	10 000	7 700	60	77 %	67,4 %
	Martes	10 000	4 400	60	44 %	
	Miércoles	10 000	4 600	60	46 %	
	Jueves	10 000	9 000	60	90 %	
	Viernes	10 000	8 000	60	80 %	
					Promedio	71,20 %

Fuente: elaboración propia.

Se observa que el rendimiento utilizando un TPM en la línea de impresión Gallus, aumento hasta un 71,20 %, esto se debe a que, por los mantenimientos preventivos, el tiempo de impresión fue mayor y su velocidad también incremento, dando como resultado que el rendimiento aumentara.

En el siguiente cuadro se puede comparar los rendimientos de la línea Gallus:

Tabla LXXV. **Comparación de rendimientos máquina Gallus**

		Resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
SIN TPM		CON TPM		
Rendimiento	Promedio de rendimiento	Rendimiento	Promedio de rendimiento	Diferencia
10,5 % 20 % 45,67 % 63,21 % 10 %	29,87 %	90 % 80 % 84 % 96 % 60 %	82 %	52,13 %
23,23 % 14 % 30 % 12,22 % 50 %	25,89 %	60 % 64 % 80 % 90 % 60 %	70,8 %	44,91 %
20,98 % 33 % 80,97 % 49,12 % 70 %	50,81 %	38 % 64 % 80 % 66 % 75 %	64,6 %	13,79 %
29,99 % 47,72 % 10 % 11 % 39,99 %	27,74 %	77 % 44 % 46 % 90 % 80 %	67,4 %	39,66 %
			Ganancia	37,62 %

Fuente: elaboración propia.

Se observa que implementando el sistema TPM la máquina Gallus tuvo un incremento en su rendimiento del 37,62 %, lo cual significa que posee una mejor producción tanto de productividad como monetaria.

2.3.3.2. Disponibilidad

Implementando el sistema TPM, los paros no programados disminuyeron dando como resultado que el paro de tiempos no programados también disminuyera. Se conocía que el tiempo disponible total es de 360 minutos y el tiempo de paros no programados era de 150 minutos.

Ahora en el día, se registraron 1 paro no programado de 15 minutos cada uno. Una falla en la línea de producción de 1/2 hora (30 minutos) y rectificación de sellos y/o cambio de tintas que tarden 35 minutos. Da como resultado que la línea tenga un tiempo de paros no programados de 80 minutos.

Tiempo de paros no programados es de 1,3 horas (80 minutos).

Sustituyendo los tiempos en la ecuación de disponibilidad se tiene el siguiente resultado:

TD = 360 minutos

TPNP = 80 minutos

$$\text{Rendimiento} = (TD - \text{TPNP})/TD$$

$$\text{Rendimiento} = (360-80)/360$$

$$\text{Rendimiento} = 0,7777$$

$$\text{Rendimiento} = 77,77 \%$$

Da como resultado una disponibilidad del 77,77 %, en la máquina Gallus. Comparando los resultados de la disponibilidad con el sistema TPM tenemos la siguiente tabla:

Tabla LXXVI. **Comparación de disponibilidad máquina Gallus**

	Resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
	Disponibilidad (Sin TPM)	Disponibilidad (Con TPM)	Diferencia
	58,33 %	77,77 %	19,44 %

Fuente: elaboración propia.

Se observa que implementando el sistema TPM en la línea Gallus, tiene una ganancia de disponibilidad del 19,44 % dando como resultado que la magnitud y el tiempo de paros no programados sea menor.

2.3.3.3. Calidad

Utilizando como referencia los datos de la tabla LX. para definir la calidad de la máquina Gallus utilizando el TPM, se determina de la siguiente manera:

Lunes

Volumen de Producción = 4 500 metros

Unidades Dañadas = 100 metros

$$\text{Calidad} = (\text{VP}-\text{UD})/\text{VP}$$

$$\text{Calidad} = (4\ 500-100)/4\ 500$$

$$\text{Calidad} = 0,9777$$

$$\text{Calidad} = 97,77 \%$$

Se realiza el mismo procedimiento para los demás días y se determina la calidad total promedio utilizando el TPM, da como resultado la siguiente tabla:

Tabla LXXVII. **Calidad máquina Gallus utilizando TPM**

	Resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)				Realizado por Luis Ochoa
Semana	Días	Metros impresos	Metros no conformes	Calidad	Calidad promedio por semana
Semana 1	Lunes	4 500	100	97,77 %	93,90 %
	Martes	4 000	111	97,22 %	
	Miércoles	4 200	300	92,85 %	
	Jueves	4 800	590	87,70 %	
	Viernes	3 000	180	94 %	
Semana 2	Lunes	3 000	100	96,66 %	92,33 %
	Martes	3 200	50	98,43 %	
	Miércoles	4 000	79	98,02 %	
	Jueves	4 500	65	98,55 %	
	Viernes	3 000	900	70% %	
Semana 3	Lunes	1 900	40	97,89 %	97,11 %
	Martes	3 200	80	97,5 %	
	Miércoles	4 000	11	99,72 %	
	Jueves	3 300	50	98,48 %	
	Viernes	3 750	300	92 %	
Semana 4	Lunes	3 850	90	97,66 %	97,18 %
	Martes	2 200	90	95,90 %	
	Miércoles	2 300	30	98,69 %	
	Jueves	4 500	60	98,66 %	
	Viernes	3 000	150	95 %	
				Promedio	95,13 %

Fuente: elaboración propia.

Al implementar el sistema TPM en la línea Gallus se observa que la calidad es de aproximadamente 95,13 %. Comparando los resultados se tiene el siguiente resultado:

Tabla LXXVIII. **Comparación calidad máquina Gallus**

	Resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
	Si TPM	Con TPM	Diferencia
	94,40 %	95,13 %	0,73 %

Fuente: elaboración propia.

El incremento de la calidad en la máquina Gallus es de 0,73 %, lo cual es bueno ya que a pesar que su calidad sin el TPM era buena, muestra que, aunque el volumen de producción aumente, la calidad mejorara. Esto se debe a que:

- Por la disminución de los paros programados, al momento de que la máquina no pare, las etiquetas irán en buenas condiciones y antes cuando paraba, hacía que por un lapso de 30 a 40 metros se perdiera el registro y la presión de los sellos lo cual al momento de estar en el área de revisión era tomado como etiquetas en mal estado afectado así la calidad. Pero por la disminución de paros, dichos metros ya no tienden a tener defectos.
- Por la calibración de estaciones, al momento de imprimir, la presión es igual en todos los lados (derecho e izquierdo) dando como resultado que no existan partes de la etiqueta con mucha presión (manchas) o poca presión (des pintones).
- Por el mantenimiento a los prensadores, al momento de utilizar acabados (laminación, *cold stamping*), salen en excelentes condiciones evitando así que cuando iban malas, se quitaran en el área de revisión y aumentara el número de etiquetas malas aumentado así la calidad en las etiquetas.

2.3.4. Proceso de impresión (máquina Comco)

El proceso de impresión proponiendo el sistema TPM en la línea de impresión Comco, puede ser definido de la siguiente manera:

Tabla LXXIX. Proceso de impresión (máquina Comco)

		Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
PROCESO DE IMPRESIÓN (Máquina Comco)				
Núm.	Proceso	Acción	Descripción	
1	Inicio de orden de producción	Arranque de máquina	Se enciende la línea de producción.	
		Inicio de línea de producción	Jefe de producción entrega programas diarios de impresión.	
		Lámparas UV	Se encienden las lámparas UV de la línea de producción.	
		Tratadores Corona	Se encienden los tratadores corona y se verifica que todos sus electrodos funcionen.	
		Compresor de aire	Supervisor de mantenimiento encienden los compresores de aire y regula su presión.	
		Agua desmineralizada	Se verifica el nivel del agua desmineralizada para la refrigeración de la máquina.	
2	Arranque de orden de producción	Programa de producción	Operadores y auxiliares verifican que tengan su programa de producción.	
		Orden y cartilla	Se verifica que en la máquina esté la orden de producción y su respectiva cartilla.	
		Sellos Montados	Se verifica que los sellos estén montados en sus respectivos cilindros.	
		Tintas y/o pantones	Conforme la cartilla, se verifica que los colores ya estén listos para utilizar en la máquina.	
		Material de impresión	Se verifica que el material de impresión ya esté listo para utilizar y que este la cantidad a imprimir.	
3	Equipo Industrial		Antes de iniciar la preparación de las órdenes, los operadores y auxiliares se colocan su equipo industrial.	
		Botas industriales	Las botas recomendadas son las Medias botas, marcha Rhino, de cuero y punta de acero 100 %, suela antideslizante, resistente a la gasolina y aceites, cumpliendo con la norma ASTM F2412-11. ya que por su resistencia y uso de material estático.	

Continuación de la tabla LXXIX.

		Guantes de Látex	Los guantes recomendados para el uso y protección de los trabajadores son los de Nylon Nitrilo Reforzados, talla 8. Nara ideal para trabajos de operación de maquinaria y manejo de superficies aceitosas.
		Tapones industriales	Las líneas de producción que se poseen actualmente poseen silenciadores para que no se escuche tanto ruido, pero es recomendable utilizar tapones industriales por seguridad industrial.
		Mascarillas industriales	Por el tipo de sustancias que se utilizan en la planta (acetato etílico, alcohol, <i>thinner</i>) es recomendable utilizar mascarillas industriales para evitar el contacto con la nariz y boca con estas sustancias.
		Lentes industriales	Se utilizarán lentes industriales para evitar el contacto de cualquier tinta, pantone, líquido a los ojos, ya que son peligrosos y pueden provocar accidentes.
4	Preparación orden de producción	Arranque de orden de producción	Luego de tener el equipo de protección puesto, los operadores y auxiliares empiezan a realizar la preparación para la impresión.
		Colocación de tintas	Se colocan las tintas necesarias en la máquina para la impresión que se observan en las cartillas de color.
		Introducción de anilox	En la cartilla de color, se tiene el registro de los anilox que se utilizaron para que así las órdenes puedan salir iguales a la primera.
		Colocación del material	Se coloca el material adecuado para la impresión al inicio de la máquina.
		Introducción de sellos	Lo último para colocar en la máquina para finalizar la preparación es la introducción de sellos, verificando el embobinado que vaya correcto.
		Colocación de cilindros magnético y troquel	Se verifica el número de dientes y se coloca el cilindro magnético adecuado y luego de eso se coloca el troquel para el corte (aplica solo para etiquetas).
5	Pruebas (<i>set-up</i>)	Presiones de sellos	Al finalizar la preparación, se empieza a pasar el material y se empiezan a sacar presiones adecuadas para la impresión.
		Registro de sellos	Al finalizar las presiones, por medio de las cámaras autoregistradoras, se registran los sellos.
		Colocación de acabos	Si la etiqueta necesita acabados, se colocan, estos pueden llegar a ser <i>cold stamping</i> , laminación, barnices, entre otros.

Continuación de la tabla LXXIX.

		Muestra de producción	Cuando se posee el registro, presiones y acabados listos, se corre la máquina a la velocidad que se sacara la producción para que puedan sacar la muestra.
		Cambio de anilox (si necesita)	Si la muestra no sale igual a la cartilla, lo primero que se hace es verificar si necesita cambio de anilox (mayor o menor aporte) y se repite el proceso anterior.
		Cambio de tintas (si necesita)	Al momento que el color no se parezca (pantone) se cambia la tinta o se manda a rectificar al laboratorio de tintas.
6	Aprobación		Al tener la muestra igual o muy cercana a la cartilla se procede a llamar al personal de aprobación.
		Aprobación ventas y/o cliente	Si la orden de producción es nueva la primera firma de aprobación debe de ser del vendedor o del cliente ya que ellos aprueban los colores. (aplica solo para órdenes nuevas o correcciones).
		Aprobación Operador	El operador debe de firmar su trabajo ya que, con su firma, garantiza que su producción ira en óptimas condiciones.
		Aprobación producción	Al tener la firma del operador y vendedor (si la orden es nueva) debe de firmar producción, que le realiza todas las pruebas principales y si hay algún error, lo corrigen antes que llegue calidad.
		Aprobación calidad	Con la firma del operador, producción y vendedor (si fuese nueva) llega calidad a firmar y ellos ya garantizan que, si las muestras están bien, ya pueden arrancar con la producción.
7	Operación		Con las firmas de autorización, se procede a cambiar bobina, resetear el contador de metros, verificar niveles de tinta para iniciar el proceso de producción.
		Impresión vaya en buenas condiciones	Al arrancar, tanto el operador como el auxiliar deben de verificar que la producción vaya en óptimas condiciones y si algo va malo, arreglarlo de inmediato.
		Cambio de material	Al finalizar una bobina, se debe de cambiar lo más rápido posible para seguir con la producción, optimizando así el proceso de producción.

Continuación de la tabla LXXIX.

		Verificación de tinta	Si la producción llega a ser de un gran tiraje, se debe de estar verificando el nivel de tinta en las bandejas, al igual que de acabados para que no vaya en malas condiciones.
		Material no sufra rupturas	Al momento de imprimir mangas termoencogibles, por ser un material muy frágil puede llegar a sufrir rupturas y se debe de tener cuidado ya que puede dañar la máquina si llegase a romperse.

Fuente: elaboración propia.

2.3.5. Proceso de mantenimiento

El proceso de mantenimiento preventivo en la máquina Comco puede ser definido de la siguiente manera:

Tabla LXXX. Proceso de mantenimiento máquina Comco

	Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Proceso de mantenimiento (máquina Comco)			
Núm.	Proceso	Acción	Descripción
1	Mantenimiento preventivo	Cambio de lámparas UV	Cada estación que posee la máquina, posee lámparas UV y estas deben de ser cambiadas antes de cumplir 1 000 horas de vida. Se verifica en su registro cuanto tiempo llevan y se pueden cambiar si ya necesitan el cambio.
		Limpieza de tratadores corona	Cada día se deben de limpiar los electrodos de los tratadores corona, ya que, si están sucios, ya no pueden brindar un 100 % de trabajo y el material ya no tendrá su tratamiento para el anclaje de tinta.

Continuación de la tabla LXXX.

		Calibración de estaciones	Cada calibración de estación tarda alrededor de 2 horas, por lo cual es recomendable por lo menos una vez a la semana calibrar una estación para la óptima impresión de etiquetas o mangas termoencogibles.
		Colocación de grasa a los cilindros de paso	Una vez por semana, se debe de lubricar los cilindros de paso, ya que al momento que no estén lubricados pueden llegar a dañar la superficie de la máquina por su movimiento giratorio.

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXI. **Ficha técnica máquina Comco**

Núm. de referencia de Printics	U31300817
Formato	200 mm
Tipo	Línea completa para la fabricación de etiquetas
Fabricante	Comco
Modelo	Cadet 7
Año	1999
País	Guatemala

Fuente: elaboración propia.

La máquina Comco posee 5 estaciones de secado de lámparas UV, formato máximo de 200 mm.

- Registro de mantenimientos

Al momento de poder realizar los mantenimientos preventivos necesarios para que las líneas de producción puedan funcionar de una mejor manera y aumentar su tiempo de vida. Se decidió ya no utilizar una bitácora de

inconvenientes. Por tal motivo utilizando el TPM la máquina Comco tuvo un aumento de producción que se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla LXXXII. **Eficiencia máquina Comco**

	Resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)	Realizado por Luis Ochoa
Número de órdenes impresas al día		
Día	Sin TPM	Con TPM
Lunes	3	5
Martes	4	5
Miércoles	4	7
Jueves	5	8
Viernes	3	5

Fuente: elaboración propia.

Se observó que al momento de utilizar el TPM que son directamente los mantenimientos preventivos, la línea de impresión Comco tuvo un aumento de impresiones al día. Lo cual es aceptable, ya que por los atrasos de mantenimientos o diferentes problemas que se poseían. La línea pudo imprimir de dos a tres órdenes más de producción. Aumentando así la producción, ganancias y productividad en el área de producción.

Para alcanzar dicho resultado para la implementación del TPM en la línea de producción Comco se realizó lo siguiente:

- Se estableció un acuerdo con el gerente de producción de entregar el programa de producción antes de iniciar labores para que los operadores ya supieran que era lo que tenían que trabajar.
- Por el programa entregado antes, tanto el área de montaje, tintas, material y bodega entregaban la materia prima, tintas y sellos rápido para no dejar la línea de producción parada.

- Operadores se comprometieron a trabajar más rápido siempre y cuando tuvieran sus materias primas listas.
- Tanto el departamento de producción como calidad establecerán un acuerdo de aprobar rápidas las órdenes de producción, y o en dado caso realizar cambios, mencionarlos lo más antes posibles para que operadores lo hagan y presentar la nueva muestra.

Para el área de producción fueron los cambios realizados, enfocados en el departamento de producción se llegó al siguiente acuerdo:

- Todos los lunes antes de las 8 a.m., tanto el gerente de mantenimiento como el supervisor, realizar un chequeo general de la máquina en la cual lleva los siguientes pasos:
 - Encender la línea de producción
 - Verificar horas de uso de las lámparas de secado UV
 - Verificar lubricación en los cilindros de pasos
 - Chequeo del agua desmineralizada en cámara de refrigeración
- Al surgir una emergencia de que la línea de producción no pueda arrancar, verificar el problema y en dicho momento reparar la máquina y no solo deshabilitar la estación o el modulo a utilizar y dejarlo para tiempo después. Se comentó con el gerente de producción y se llegó a tal acuerdo.
- Cada 2 meses, un día a la semana, utilizar el día completo para la calibración de las 8 estaciones que posee la máquina.
- Verificación de los prensadores y compresores de aire.

Al realizar los pasos descritos anteriormente, la máquina Comco puede trabajar con mayor velocidad y tranquilidad, ya que se sabe que, por los mantenimientos preventivos realizados, podrá aumentar su tiempo de vida,

imprimir con mejor calidad las etiquetas autoadhesivas, mejorar su productividad y su ingreso económico.

2.3.6.1. Rendimiento

Anteriormente se pudo observar que la máquina Comco por el problema de sus paros no programados, no era conveniente que pudiera subir la velocidad de producción más de 40 metros/minutos, ya que, por cada paro, por lo menos 50 metros de la producción llevaban error de presiones y pérdidas de registro. Por lo cual era mejor evitar ese tipo de problemas. Utilizando un TPM se observó que la máquina por disminuir sus paros no programados. Se pudo incrementar la velocidad de producción hasta 55 metros/minuto, ya que la línea estaba en buenas condiciones y era aceptable el poder aumentar su velocidad.

El rendimiento actual de la línea de producción Comco, puede ser definida de la siguiente manera:

Lunes

Nivel de producción actual (NPA) = 4 600 metros

Nivel teórico de producción (NTP) = 5 000 metros

$$\text{Rendimiento} = \text{NPA} / \text{NTP}$$

$$\text{Rendimiento} = 4\,600 / 5\,000$$

$$\text{Rendimiento} = 0,92$$

$$\text{Rendimiento} = 92 \%$$

Se realiza el mismo procedimiento para determinar los rendimientos de los demás días y determinar un rendimiento promedio, da como resultado la siguiente tabla:

Tabla LXXXIII. Rendimiento máquina Comco utilizando TPM

		Resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)				Realizado por Luis Ochoa
Semana	Días	Meta ideal metros impresos	Metros impresos	Velocidad de impresión	Rendimiento	Rendimiento promedio por semana
Semana 1	Lunes	5 000	4 600	55	92 %	86,4 %
	Martes	5 000	4 000	55	80 %	
	Miércoles	5 000	4 200	55	84 %	
	Jueves	5 000	4 800	55	96 %	
	Viernes	5 000	4 000	55	80 %	
Semana 2	Lunes	5 000	4 000	55	80 %	82,8 %
	Martes	5 000	4 200	55	84 %	
	Miércoles	5 000	4 000	55	80 %	
	Jueves	5 000	4 500	55	90 %	
	Viernes	5 000	4 000	55	80 %	
Semana 3	Lunes	5 000	3 900	55	78 %	84,6 %
	Martes	5 000	4 200	55	84 %	
	Miércoles	5 000	4 000	55	80 %	
	Jueves	5 000	4 300	55	86 %	
	Viernes	5 000	4 750	55	95 %	
Semana 4	Lunes	5 000	4 850	55	97 %	79,4 %
	Martes	5 000	3 200	55	64 %	
	Miércoles	5 000	3 300	55	66 %	
	Jueves	5 000	4 500	55	90 %	
	Viernes	5 000	4 000	55	80 %	
					Promedio	83,3 %

Fuente: elaboración propia.

Se observa que el rendimiento utilizando un TPM en la línea de impresión Comco, aumento hasta un 83,3 %, esto se debe a que, por los mantenimientos preventivos, el tiempo de impresión fue mayor y su velocidad también incremento, dando como resultado que el rendimiento aumentara.

En el siguiente cuadro se puede comparar los rendimientos de la línea Comco:

Tabla LXXXIV. **Comparación de rendimientos**

		Resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
SIN TPM		CON TPM		
Rendimiento	Promedio de rendimiento	Rendimiento	Promedio de rendimiento	Diferencia
50%	38 %	92 %	86,4 %	48,4 %
20%		80 %		
24%		84 %		
36%		96 %		
60%		80 %		
60%	58,8 %	80 %	82,8 %	24 %
44%		84 %		
80%		80 %		
90%		90 %		
20%		80 %		
18%	32,6 %	78 %	84,6 %	52 %
24%		84 %		
80%		80 %		
66%		86 %		
55%		95 %		
17%	43,4 %	97 %	79,4 %	36 %
24%		64 %		
26%		66 %		
70%		90 %		
80%		80 %		
			Promedio	40,1 %

Fuente: elaboración propia.

Se observa que implementando el sistema TPM la máquina Comco tuvo un incremento en su rendimiento de 40,1 %, lo cual significa que posee una mejor producción tanto de productividad como monetaria.

2.3.6.2. Disponibilidad

Implementando el sistema TPM, los paros no programados disminuyeron dando como resultado que el paro de tiempos no programados también

disminuyera. Se conocía que el tiempo disponible total es de 360 minutos y el tiempo de paros no programados era de 85 minutos.

Ahora en el día, se registraron 1 paro no programado de 15 minutos cada uno. Una falla en la línea de producción de 1/4 hora (15 minutos) y rectificación de sellos y/o cambio de tintas que tarden 40 minutos. Da como resultado que la línea tenga un tiempo de paros no programados de 70 minutos

Tiempo de paros no programados es de 1,16 horas (70 minutos).

Sustituyendo los tiempos en la ecuación de disponibilidad se tiene el siguiente resultado:

TD = 360 minutos

TPNP = 70 minutos

$$\text{Rendimiento} = (TD - \text{TPNP})/TD$$

$$\text{Rendimiento} = (360-70)/360$$

$$\text{Rendimiento} = 0,8055$$

$$\text{Rendimiento} = 80,55 \%$$

Da como resultado una disponibilidad del 80,55 %, en la máquina Comco. Comparando los resultados de la disponibilidad con el sistema TPM tenemos la siguiente tabla:

Tabla LXXXV. **Comparación de disponibilidad máquina Comco**

	Resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)	Realizado por Luis Ochoa
Disponibilidad (Sin TPM)	Disponibilidad (Con TPM)	Diferencia
76,38 %	80,55 %	4,17 %

Fuente: elaboración propia.

Se observa que implementando el sistema TPM en la línea Comco, tiene una ganancia de disponibilidad del 4,17 % dando como resultado que la magnitud y el tiempo de paros no programados sea menor.

2.3.6.3. Calidad

Utilizando como referencia los datos de la tabla LXXXIII *Rendimiento de la máquina Comco, usando TPM* para definir la calidad de la máquina Comco utilizando el TPM, se determina de la siguiente manera:

Lunes

Volumen de producción = 4 600 metros

Unidades dañadas = 100 metros

$$\text{Calidad} = (\text{VP} - \text{UD}) / \text{VP}$$

$$\text{Calidad} = (4\ 600 - 100) / 4\ 600$$

$$\text{Calidad} = 0,9782$$

$$\text{Calidad} = 97,82 \%$$

Se realiza el mismo procedimiento para los demás días y se determina la calidad total promedio utilizando el TPM, da como resultado la siguiente tabla:

Tabla LXXXVI. **Calidad de máquina Comco utilizando TPM**

		Resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)			Realizado por Luis Ochoa
Semana	Días	Metros impresos	Metros no conformes	Calidad	Calidad promedio por semana
Semana 1	Lunes	4 600	100	97,82 %	95,92 %
	Martes	4 000	101	97,47 %	
	Miércoles	4 200	300	92,85 %	
	Jueves	4 800	290	93,95 %	
	Viernes	4 000	100	97,5 %	
Semana 2	Lunes	4 000	80	98 %	97,31 %
	Martes	4 200	40	99,04 %	
	Miércoles	4 000	79	98,02 %	
	Jueves	4 500	45	99 %	
	Viernes	4 000	300	92,5 %	
Semana 3	Lunes	3 900	40	97,89 %	98,29 %
	Martes	4 200	80	97,5 %	
	Miércoles	4 000	11	99,72 %	
	Jueves	4 300	50	98,48 %	
	Viernes	4 750	100	97,89 %	
Semana 4	Lunes	4 850	70	98,55 %	98,49 %
	Martes	3 200	90	97,18 %	
	Miércoles	3 300	30	99,09 %	
	Jueves	4 500	50	98,88 %	
	Viernes	4 000	50	95 %	
				Promedio	97,50 %

Fuente: elaboración propia.

Al implementar el sistema TPM en la línea Comco se observa que la calidad es de aproximadamente 97,50 %. Comparando los resultados se tiene el siguiente resultado:

Tabla LXXXVII. **Comparación calidad máquina Comco**

	Resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
	Si TPM	Con TPM	Diferencia
	92,38 %	97,50 %	5,12 %

Fuente: elaboración propia.

El incremento de la calidad en la máquina Comco es de 5,12 %, lo cual es bueno ya que a pesar que su calidad sin el TPM era buena, muestra que, aunque el volumen de producción aumente, la calidad mejorara. Esto se debe a que:

- Por la disminución de los paros programados, al momento de que la máquina no pare, las etiquetas irán en buenas condiciones y antes cuando paraba, hacía que por un lapso de 30 a 40 metros se perdiera el registro y la presión de los sellos lo cual al momento de estar en el área de revisión era tomado como etiquetas en mal estado afectado así la calidad. Pero por la disminución de paros, dichos metros ya no tienden a tener defectos.
- Por la calibración de estaciones, al momento de imprimir, la presión es igual en todos los lados (derecho e izquierdo) dando como resultado que no existan partes de la etiqueta con mucha presión (manchas) o poca presión (des pintones).
- Por el mantenimiento a los prensadores, al momento de utilizar acabados (laminación), salen en excelentes condiciones evitando así que cuando iban malas, se quitaran en el área de revisión y aumentara el número de etiquetas malas, lo cual ha aumentado la calidad en las etiquetas.

2.3.7. Proceso de impresión (máquina Nilpeter)

El proceso de impresión de las líneas de producción de DACSA deben de tener un mejor orden al momento de arrancar con el programa diario de producción por lo cual utilizando un método TPM y una mejor organización desde el momento de iniciar el día, se podrá mejorar la productividad con una mejor calidad y orden.

El proceso de impresión proponiendo el sistema TPM en la línea de impresión Nilpeter, puede ser definido de la siguiente manera:

Tabla LXXXVIII. Proceso de impresión (máquina Nilpeter)

		Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Proceso de impresión (máquina Nilpeter)				
Núm.	Proceso	Acción	Descripción	
1	Inicio de orden de producción	Arranque de máquina	Se enciende la línea de producción	
		Inicio de línea de producción	Jefe de producción entrega programas diarios de impresión.	
		Lámparas UV	Se encienden las lámparas UV de la línea de producción.	
		Tratadores Corona	Se encienden los tratadores corona y se verifica que todos sus electrodos funcionen.	
		Compresor de aire	Supervisor de mantenimiento encienden los compresores de aire y regula su presión.	
		Agua desmineralizada	Se verifica el nivel del agua desmineralizada para la refrigeración de la máquina.	
2	Arranque de orden de producción	Programa de producción	Operadores y auxiliares verifican que tengan su programa de producción.	
		Orden y cartilla	Se verifica que en la máquina esté la orden de producción y su respectiva cartilla.	
		Sellos Montados	Se verifica que los sellos estén montados en sus respectivos cilindros.	
		Tintas y pantones	Conforme la cartilla, se verifica que los colores ya estén listos para utilizar en la máquina.	
		Material de impresión	Se verifica que el material de impresión ya esté listo para utilizar y que este la cantidad a imprimir.	

Continuación de la tabla LXXXVIII.

3	Equipo Industrial		Antes de iniciar la preparación de las órdenes, los operadores y auxiliares se colocan su equipo industrial.
		Botas industriales	Las botas recomendadas son las Medias botas, marcha Rhino, de cuero y punta de acero 100 %, suela antideslizante, resistente a la gasolina y aceites, cumpliendo con la norma ASTM F2412-11. Ya que por su resistencia y uso de material estático.
		Guantes de Látex	Los guantes recomendados para el uso y protección de los trabajadores son los de Nylon Nitrilo Reforzados, talla 8. Nara ideal para trabajos de operación de maquinaria y manejo de superficies aceitosas.
		Tapones industriales	Las líneas de producción que se poseen actualmente poseen silenciadores para que no se escuche tanto ruido, pero es recomendable utilizar tapones industriales por seguridad industrial.
		Mascarillas industriales	Por el tipo de sustancias que se utilizan en la planta (acetato etílico, alcohol, <i>thinner</i> , entre otros) es recomendable utilizar mascarillas industriales para evitar el contacto con la nariz y boca con estas sustancias.
		Lentes industriales	Se utilizarán lentes industriales para evitar el contacto de cualquier tinta, pantone, líquido a los ojos, ya que son peligrosos y pueden provocar accidentes.
4	Preparación orden de producción	Arranque de orden de producción	Luego de tener el equipo de protección puesto, los operadores y auxiliares empiezan a realizar la preparación para la impresión.
		Colocación de tintas	Se colocan las tintas necesarias en la máquina para la impresión que se observan en las cartillas de color.
		Introducción de anilox	En la cartilla de color, se tiene el registro de los anilox que se utilizaron para que así las órdenes puedan salir iguales a la primera.
		Colocación del material	Se coloca el material adecuado para la impresión al inicio de la máquina.
		Introducción de sellos	Lo último para colocar en la máquina para finalizar la preparación es la introducción de sellos, verificando el embobinado que vaya correcto.
		Colocación de cilindros magnético y troquel	Se verifica el número de dientes y se coloca el cilindro magnético adecuado y luego de eso se coloca el troquel para el corte (aplica solo para etiquetas).

Continuación de la tabla LXXXVIII.

5	Pruebas (Set-up)	Presiones de sellos	Al finalizar la preparación, se empieza a pasar el material y se empiezan a sacar presiones adecuadas para la impresión.
		Registro de sellos	Al finalizar las presiones, por medio de las cámaras autoregistradoras, se registran los sellos.
		Colocación de acabos	Si la etiqueta necesita acabados, se colocan, estos pueden llegar a ser <i>cold stamping</i> , laminación, barnices, entre otros.
		Muestra de producción	Cuando se posee el registro, presiones y acabados listos, se corre la máquina a la velocidad que se sacara la producción para que puedan sacar la muestra.
		Cambio de anilox (si necesita)	Si la muestra no sale igual a la cartilla, lo primero que se hace es verificar si necesita cambio de anilox (mayor o menor aporte) y se repite el proceso anterior.
		Cambio de tintas (si necesita)	Al momento que el color no se parezca (pantone) se cambia la tinta o se manda a rectificar al laboratorio de tintas.
6	Aprobación		Al tener la muestra igual o muy cercana a la cartilla se procede a llamar al personal de aprobación.
		Aprobación ventas y/o cliente	Si la orden de producción es nueva la primera firma de aprobación debe de ser del vendedor o del cliente ya que ellos aprueban los colores. (aplica solo para órdenes nuevas o correcciones).
		Aprobación Operador	El operador debe de firmar su trabajo ya que, con su firma, garantiza que su producción ira en óptimas condiciones.
		Aprobación producción	Al tener la firma del operador y/o vendedor (si la orden es nueva) debe de firmar producción, que le realiza todas las pruebas principales y si hay algún error, lo corrigen antes que llegue calidad.
		Aprobación calidad	Con la firma del operador, producción y vendedor (si fuese nueva) llega calidad a firmar y ellos ya garantizan que, si las muestras están bien, ya pueden arrancar con la producción.

Continuación de la tabla LXXXVIII.

7	Operación		Con las firmas de autorización, se procede a cambiar bobina, resetear el contador de metros, verificar niveles de tinta para iniciar el proceso de producción.
		Impresión vaya en buenas condiciones	Al arrancar, tanto el operador como el auxiliar deben de verificar que la producción vaya en óptimas condiciones y si algo va malo, arreglarlo de inmediato.
		Cambio de material	Al finalizar una bobina, se debe de cambiar lo más rápido posible para seguir con la producción, optimizando así el proceso de producción.
		Verificación de tinta	Si la producción llega a ser de un gran tiraje, se debe de estar verificando el nivel de tinta en las bandejas, al igual que de acabados para que no vaya en malas condiciones.
		Material no sufra rupturas	Al momento de imprimir mangas termoencogibles, por ser un material muy frágil puede llegar a sufrir rupturas y se debe de tener cuidado ya que puede dañar la máquina si llegase a romperse.

Fuente: elaboración propia.

2.3.8. Proceso de mantenimiento

El proceso de mantenimiento preventivo en la máquina Nilpeter puede ser definido de la siguiente manera:

Tabla LXXXIX. **Proceso de mantenimiento máquina Nilpeter**

		Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Proceso de mantenimiento (máquina Nilpeter)				
Núm.	Proceso	Acción	Descripción	
1	Mantenimiento preventivo	Cambio de lámparas UV	Cada estación que posee la máquina, posee lámparas UV y estas deben de ser cambiadas antes de cumplir 1 000 horas de vida. Se verifica en su registro cuanto tiempo llevan y se pueden cambiar si ya necesitan el cambio.	
		Limpieza de tratadores corona	Cada día se deben de limpiar los electrodos de los tratadores corona, ya que, si están sucios, ya no pueden brindar un 100 % de trabajo y el material ya no tendrá su tratamiento para el anclaje de tinta.	
		Calibración de estaciones	Cada calibración de estación tarda alrededor de 2 horas, por lo cual es recomendable por lo menos una vez a la semana calibrar una estación para la óptima impresión de etiquetas o mangas termoencogibles.	
		Colocación de grasa a los cilindros de paso	Una vez por semana, se debe de lubricar los cilindros de paso, ya que al momento que no estén lubricados pueden llegar a dañar la superficie de la máquina por su movimiento giratorio.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XC. **Ficha técnica máquina Nilpeter**

Velocidad mecánica máxima de la máquina	228 metros/minutos
Diámetro de desbobinado	1,016 mm (40 grados) máx. 350 km
Diámetro de rebobinado	1,016 mm (40 grados) máx. 350 km
Diámetro de rebobinado de matriz	1,016 mm (40 grados) máx. 40 km
Ancho máximo de material	350 mm
Ancho máximo de troquel	350 mm
Ancho máximo del material	350 mm
Flexo, longitud de repetición	190,5 – 635 mm
Pantalla, longitud de repetición	304,8 – 457,2 mm
Corte de matriz, longitud de repetición (giro)	196,9 – 635 mm
Corte de matriz, longitud de repetición (convencional)	203,2 – 609,6 mm
Longitud de repetición de estampación en caliente	254 – 457,2 mm

Fuente: elaboración propia.

2.3.9. Eficiencias

Eficiencia productiva (también conocida como eficiencia técnica) se produce cuando la economía está utilizando todos sus recursos de manera eficiente, produciendo el máximo de producción con el mínimo de recursos.

La eficiencia en la línea producción Nilpeter puede ver observaba al momento de cumplir el programado diario de producción entregada día a día, ya que si la máquina llega a imprimir todo el programa quiere decir que su eficiencia fue excelente ya que no tuvo interrupciones, retrasos o inconvenientes. Por tal motivo utilizando el TPM la máquina Nilpeter tuvo un aumento de producción que se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla XCI. **Eficiencia máquina Nilpeter utilizando TPM**

	Resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)	Realizado por: Luis Ochoa
Número de órdenes impresas al día		
Día	Sin TPM	Con TPM
Lunes	2	5
Martes	3	5
Miércoles	5	6
Jueves	4	6
Viernes	3	5

Fuente: elaboración propia.

Se observar que al momento de utilizar el TPM que son directamente los mantenimientos preventivos, la línea de impresión Nilpeter tuvo un aumento de impresiones al día. Lo cual es aceptable, ya que por los atrasos de mantenimientos o diferentes problemas que se poseían. La línea pudo imprimir de dos a tres órdenes más de producción. Aumentando así la producción, ganancias y productividad en el área de producción.

Para alcanzar dicho resultado para la implementación del TPM en la línea de producción Nilpeter se realizó lo siguiente:

- Se estableció un acuerdo con el gerente de producción de entregar el programa de producción antes de iniciar labores para que los operadores ya supieran que era lo que tenían que trabajar.
- Por el programa entregado antes, tanto el área de montaje, tintas, material y bodega entregaban la materia prima, tintas y sellos rápido para no dejar la línea de producción parada.
- Operadores se comprometieron a trabajar más rápido siempre y cuando tuvieran sus materias primas listas.
- Tanto el departamento de producción como calidad establecerán un acuerdo de aprobar rápidas las órdenes de producción, y o en dado caso realizar cambios, mencionarlos lo más antes posibles para que operadores lo hagan y presentar la nueva muestra.

Para el área de producción fueron los cambios realizados, enfocados en el departamento de producción se llegó al siguiente acuerdo:

- Todos los lunes antes de las 8 am, tanto el gerente de mantenimiento como el supervisor, realizar un chequeo general de la máquina en la cual lleva los siguientes pasos:
 - Encender la línea de producción
 - Verificar horas de uso de las lámparas de secado UV
 - Verificar lubricación en los cilindros de pasos
 - Chequeo del agua desmineralizada en cámara de refrigeración
- Al surgir una emergencia de que la línea de producción no pueda arrancar, verificar el problema y en dicho momento reparar la máquina y no solo deshabilitar la estación o el modulo a utilizar y dejarlo para

tiempo después. Se comentó con el gerente de producción y se llegó a tal acuerdo.

- Cada 2 meses, un día a la semana, utilizar el día completo para la calibración de las 8 estaciones que posee la máquina.
- Verificación de los prensadores y compresores de aire.

Al realizar los pasos descritos anteriormente, la máquina Nilpeter puede trabajar con mayor velocidad y tranquilidad, ya que se sabe que, por los mantenimientos preventivos realizados, podrá aumentar su tiempo de vida, imprimir con mejor calidad las etiquetas autoadhesivas, mejorar su productividad y su ingreso económico.

2.3.9.1. Rendimiento

Anteriormente se pudo observar que la máquina Nilpeter por el problema de sus paros no programados, no era conveniente que pudiera subir la velocidad de producción más de 50 metros/minutos, ya que, por cada paro, por lo menos 50 metros de la producción llevaban error de presiones y pérdidas de registro. Por lo cual era mejor evitar ese tipo de problemas. Utilizando un TPM se observó que la máquina por disminuir sus paros no programados. Se pudo incrementar la velocidad de producción hasta 65 metros/minuto, ya que la línea estaba en buenas condiciones y era aceptable el poder aumentar su velocidad.

El rendimiento actual de la línea de producción Nilpeter, puede ser definida de la siguiente manera:

Lunes

Nivel de producción (NPA) = 8 600 metros

Nivel teórico de producción (NTP) = 15 000 metros

$$\text{Rendimiento} = \text{NPA/NTP}$$

$$\text{Rendimiento} = 8\ 600/15\ 000$$

$$\text{Rendimiento} = 0,5733$$

$$\text{Rendimiento} = 57,33 \%$$

Tabla XCII. Rendimiento máquina Nilpeter utilizando TPM

		Resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)				Realizado por Luis Ochoa
Semana	Días	Meta ideal metros impresos	Metros impresos	Velocidad de impresión	Rendimiento	Rendimiento promedio por semana
Semana 1	Lunes	15 000	8 600	65	57,33 %	56,79 %
	Martes	15 000	9 000	65	60 %	
	Miércoles	15 000	7 200	65	48 %	
	Jueves	15 000	9 800	65	65,33 %	
	Viernes	15 000	8 000	65	53,33 %	
Semana 2	Lunes	15 000	7 000	65	46,66 %	68,93 %
	Martes	15 000	10 200	65	68 %	
	Miércoles	15 000	14 000	65	93,33 %	
	Jueves	15 000	11 500	65	76,66 %	
	Viernes	15 000	9 000	65	60 %	
Semana 3	Lunes	15 000	13 900	65	92,66 %	74,86 %
	Martes	15 000	9 200	65	61,33 %	
	Miércoles	15 000	9 000	65	60 %	
	Jueves	15 000	10 300	65	68,66 %	
	Viernes	15 000	13 750	65	91,66 %	
Semana 4	Lunes	15 000	14 850	65	99 %	74,46 %
	Martes	15 000	13 200	65	88 %	
	Miércoles	15 000	8 300	65	55,33 %	
	Jueves	15 000	9 500	65	63,33 %	
	Viernes	15 000	10 000	65	66,66 %	
					Promedio	68,76 %

Fuente: elaboración propia.

Se observa que el rendimiento utilizando un TPM en la línea de impresión Nilpeter, aumento hasta un 68,76 %, esto se debe a que, por los mantenimientos preventivos, el tiempo de impresión fue mayor y su velocidad también incremento, dando como resultado que el rendimiento aumentara.

En el siguiente cuadro se puede comparar los rendimientos de la línea Nilpeter:

Tabla XCIII. **Comparación de rendimientos máquina Nilpeter**

		Resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
SIN TPM		CON TPM		
Rendimiento	Promedio de rendimiento	Rendimiento	Promedio de rendimiento	Diferencia
43,33 % 20 % 14,66 % 45,33 % 26,66 %	30 %	57,33 % 60 % 48 % 65,33 % 53,33 %	56,79 %	26,79 %
13,33 % 14,66 % 53,33 % 63,33 % 73,33 %	43,59 %	46,66 % 68 % 93,33 % 76,66 % 60 %	68,93 %	25,34 %
65,33 % 21,33 % 20 % 15,33 % 11,6 %	26,71 %	92,66 % 61,33 % 60 % 68,66 % 91,66 %	74,86 %	48,15 %
19 % 12,66 % 32,66 % 36,66 % 46,66 %	29,52 %	99 % 88 % 55,33 % 63,33 % 66,66 %	74,46 %	44,94 %
			Promedio	36,30 %

Fuente: elaboración propia.

Se observa que implementando el sistema TPM la máquina Nilpeter tuvo un incremento de rendimiento del 36,30 %, lo cual significa que posee una mejor producción tanto de productividad como monetaria.

2.3.9.2. Disponibilidad

Implementando el sistema TPM, los paros no programados disminuyeron dando como resultado que el paro de tiempos no programados también disminuyera. Se conocía que el tiempo disponible total es de 360 minutos y el tiempo de paros no programados era de 145 minutos.

Ahora en el día, se registraron 1 paro no programado de 15 minutos cada uno. Una falla en la línea de producción de 1/4 hora (15 minutos) y rectificación de sellos o cambio de tintas que tarden 50 minutos. Da como resultado que la línea tenga un tiempo de paros no programados de 80 minutos.

Tiempo de paros no programados es de 1,33 horas (80 minutos).

Sustituyendo los tiempos en la ecuación de disponibilidad se tiene el siguiente resultado:

TD = 360 minutos

TPNP = 80 minutos

$$\text{Rendimiento} = (TD - \text{TPNP})/TD$$

$$\text{Rendimiento} = (360-80)/360$$

$$\text{Rendimiento} = 0,7777$$

$$\text{Rendimiento} = 77,77 \%$$

Da como resultado una disponibilidad del 77,77 %, en la máquina Nilpeter. Comparando los resultados de la disponibilidad con el sistema TPM se obtiene la siguiente tabla:

Tabla XCIV. **Comparación disponibilidad máquina Nilpeter**

	Resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Disponibilidad (Sin TPM)	Disponibilidad (Con TPM)	Diferencia	
59,72 %	77,77 %	18,05 %	

Fuente: elaboración propia.

Se observa que implementando el sistema TPM en la línea Nilpeter, tiene una ganancia de disponibilidad del 18,05 % dando como resultado que la magnitud y el tiempo de paros no programados sea menor.

2.3.9.3. Calidad

Utilizando como referencia los datos de la tabla CXII *Rendimiento de la máquina Nilpeter utilizando TPM*, para definir la calidad de la línea de impresión se define de la siguiente manera:

Lunes

Volumen de producción = 8 600 metros

Unidades dañadas = 150 metros

$$\text{Calidad} = (\text{VP}-\text{UD})/\text{VP}$$

$$\text{Calidad} = (8\ 600-150)/8\ 600$$

$$\text{Calidad} = 0,9825$$

$$\text{Calidad} = 98,25 \%$$

Se realiza el mismo procedimiento para los demás días y se determina la calidad total promedio utilizando el TPM, da como resultado la siguiente tabla:

Tabla XCV. **Calidad máquina Nilpeter utilizando TPM**

		Resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)			Realizado por Luis Ochoa
Semana	Días	Metros impresos	Metros no conformes	Calidad	Calidad promedio por semana
Semana 1	Lunes	8 600	150	98,25 %	97,42 %
	Martes	9 000	100	98,88 %	
	Miércoles	7 200	400	94,44 %	
	Jueves	9 800	250	97,44 %	
	Viernes	8 000	150	98,12 %	
Semana 2	Lunes	7 000	180	97,42 %	98,43 %
	Martes	10 200	140	98,62 %	
	Miércoles	14 000	50	99,64 %	
	Jueves	11 500	145	98,73 %	
	Viernes	9 000	200	97,77 %	
Semana 3	Lunes	13 900	140	98,99 %	99,15 %
	Martes	9 200	40	99,56 %	
	Miércoles	9 000	110	98,77 %	
	Jueves	10 300	67	99,34 %	
	Viernes	13 750	120	99,12 %	
Semana 4	Lunes	14 850	78	99,47 %	99,08 %
	Martes	13 200	190	98,56 %	
	Miércoles	8 300	130	98,43 %	
	Jueves	9 500	50	99,47 %	
	Viernes	10 000	50	99,5 %	
				Promedio	98,52 %

Fuente: elaboración propia.

Al implementar el sistema TPM en la línea Nilpeter se observa que la calidad es de aproximadamente 98,52 %. Comparando los resultados se tiene el siguiente resultado:

Tabla XCVI. **Comparación calidad máquina Nilpeter**

		Resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Sin TPM		Con TPM		Diferencia
94,68 %		98,52 %		3,84 %

Fuente: elaboración propia.

El incremento de la calidad en la máquina Nilpeter es de 3,84 %, lo cual es bueno ya que a pesar de que su calidad sin el TPM era buena, muestra que, aunque el volumen de producción aumente, la calidad mejorara. Esto se debe a que:

- Por la disminución de los paros programados, al momento de que la máquina no pare, las etiquetas irán en buenas condiciones y antes cuando paraba, hacía que por un lapso de 30 a 40 metros se perdiera el registro y la presión de los sellos lo cual al momento de estar en el área de revisión era tomado como etiquetas en mal estado afectado así la calidad. Pero por la disminución de paros, dichos metros ya no tienden a tener defectos.
- Por la calibración de estaciones, al momento de imprimir, la presión es igual en todos los lados (derecho e izquierdo) dando como resultado que no existan partes de la etiqueta con mucha presión (manchas) o poca presión (des pintones).
- Por el mantenimiento a los prensadores, al momento de utilizar acabados (laminación), salen en excelentes condiciones evitando así que cuando iban malas, se quitaran en el área de revisión y aumentara el número de etiquetas malas, lo cual ha aumentado la calidad en las etiquetas.

2.3.10. Evaluación de la propuesta

Para la evaluación de la propuesta implementando el TPM en las líneas de producción de DACSA, se presenta la tabla comparativa de la máquina Gallus de la siguiente manera:

Tabla XCVII. **Comparación de rendimiento máquina Gallus**

	Comparación de resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Rendimiento sin TPM	Rendimiento con TPM		Diferencia
33,57 %	71,20 %		37,63 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCVIII. **Comparación de disponibilidad máquina Gallus**

	Comparación de resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Disponibilidad sin TPM	Disponibilidad con TPM		Diferencia
58,33 %	77,77 %		19,44 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCIX. **Comparación de calidad máquina Gallus**

	Comparación de resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Calidad sin TPM	Calidad con TPM		Diferencia
94,40 %	95,13 %		0,73 %

Fuente: elaboración propia.

Se observa que al comparar las eficiencias de la línea Gallus, utilizando el TPM tiene un aumento significativo para la máquina ya que se producen más órdenes de producción, se tiene un mayor tiempo de funcionamiento y el producto impreso va en mejores condiciones de calidad y de magnitud.

Ahora se determina la comparación de eficiencia de la línea de impresión Comco, el cual da como resultado las siguientes tablas:

Tabla C. **Comparación de rendimiento máquina Comco**

	Comparación de resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Rendimiento sin TPM	Rendimiento con TPM	Diferencia	
43,20 %	83,3 %	40,1 %	

Fuente: elaboración propia.

Tabla CI. **Comparación de disponibilidad máquina Comco**

	Comparación de resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Disponibilidad sin TPM	Disponibilidad con TPM	Diferencia	
76,38 %	80,55 %	4,17 %	

Fuente: elaboración propia.

Tabla CII. **Comparación de calidad máquina Comco**

	Comparación de resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Calidad sin TPM	Calidad con TPM	Diferencia	
92,38 %	97,5 %	5,12 %	

Fuente: elaboración propia.

Se observa que los indicadores de la línea Comco mejoraron también un pequeño porcentaje ya que, por lo mencionado anteriormente, la línea ya es muy antigua entonces posee poco trabajo al imprimir órdenes, pero las que se

produjeron utilizando el TPM, mejoro la cantidad de órdenes impresas, el tiempo de uso de la línea y disminuyeron los defectos de las etiquetas.

Para finalizar, se comparan los indicadores de línea de producción Nilpeter y da como resultado las siguientes tablas:

Tabla CIII. **Comparación de rendimiento máquina Nilpeter**

	Comparación de resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Rendimiento sin TPM	Rendimiento con TPM	Diferencia	
32,45 %	68,76 %	36,31 %	

Fuente: elaboración propia.

Tabla CIV. **Comparación de disponibilidad máquina Nilpeter**

	Comparación de resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Rendimiento sin TPM	Rendimiento con TPM	Diferencia	
59,72 %	77,77 %	18,05 %	

Fuente: elaboración propia.

Tabla CV. **Comparación de calidad máquina Nilpeter**

	Comparación de resultados del proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Calidad sin TPM	Calidad con TPM	Diferencia	
94,68 %	98,52 %	3,84 %	

Fuente: elaboración propia.

Los resultados implementados el TPM en la línea de producción Nilpeter, hizo aumentara la magnitud de órdenes impresas al día, al igual que aumento el tiempo de uso de la máquina y disminuyo el tiempo muerto cuando la línea estaba parada (ya sean paros programados o no programados) y disminuyo la cantidad de etiquetas y mangas termoencogibles con defectos o en mal estado.

En conclusión, por la implementación del TPM se tuvo los siguientes resultados:

- Aumento de órdenes de producción impresas al día
- Disminución de paros no programados en las líneas de impresión
- Incremento de las ganancias en la empresa
- Disminución de mantenimientos correctivos a las líneas de impresión
- Mayor porcentaje de rendimiento, disponibilidad y calidad

2.3.11. Costos de la propuesta

El detalle del costo de la propuesta de un mantenimiento productivo total para la planta de producción comprende recursos tecnológicos, materiales para los distintos análisis, herramientas que ayudaran a mejorar actividades de conservación de los equipos, recursos de mantenimiento y capacitación.

Tabla CVI. **Costos generales**

Cantidad	Recurso	Costo unitario	Costo Total
	Humano		
1	Analista del proyecto	Q 10 000,00	Q 10 000,00
1	Capacitador	Q 4 500,00	Q 4 500,00
	Tecnológico		
2	Teléfono (cámara y cronometro)	Q 1 000,00	Q2 000,00
1	Programas de software: Word, Excel, Power Point, Visio, Project	Q 1 000,00	Q 1 000,00
1	Computadora	Q 1 000,00	Q 1 000,00
1	Impresora	Q 250,00	Q 250,00
1	Cañonera	Q 250,00	Q 250,00
2	Bocinas	Q 100,00	Q 200,00
1	Cuota mensual de Internet	Q 300,00	Q 300,00
	Insumos		
100	Hojas de papel	Q 1,00	Q 100,00
20	Lapiceros	Q 1,50	Q 30,00
	Impresiones	-----	-----
	Energía Eléctrica	-----	-----
	Total		Q 19 630,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla CVII. **Costos de mantenimiento**

Cantidad	Recurso	Costo unitario	Costo total
	Materiales		
5	Limpiador de maxClear	Q 100,00	Q 500,00
5	Grasa grado alimenticio	Q 200,00	Q 1 000,00
3	Escobas	Q 30,00	Q 90,00
5	Retazo	Q 10,00	Q 50,00
	Herramientas		
2	Mangueras	Q 100,00	Q 200,00
3	Caja de herramienta para cada línea de producción	Q, 1 000,00	Q 3 000,00
6	Cuchillas	Q 10,00	Q 60,00
4	Rociadores	Q 15,00	Q 60,00
3	Reloj temporizador	Q 150,00	Q 450,00
	Total		Q 5 410,00

Fuente: elaboración propia.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN. PROPUESTA DE UN MANUAL DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

3.1. Diagnóstico de la situación actual del área de producción

En el área de producción de la empresa DACSA, se tiene establecido la producción diaria de etiquetas o mangas termoencogibles con el propósito de satisfacer las necesidades y requerimientos de sus clientes. Por lo cual poseen la mejor tecnología de impresión en su área de producción. Cada línea posee su programa diario y debe de ser cumplido. Cada línea posee a su operador y a su respectivo auxiliar que ya saben del uso, cuidado y manejo de la máquina.

3.1.1. Líneas de producción

Las líneas de producción de la empresa Distribuidora América Comercial S. A., se dividen en 3 líneas diferentes, las cuales son:

- | | |
|---------------------------------|------------------|
| • Máquina de impresión Gallus | Máquina digital |
| • Máquina de impresión Comco | Máquina mecánica |
| • Máquina de impresión Nilpeter | Máquina digital |

Entre ellas tienen muchas similitudes, pero no todas funcionan de la misma manera, ya que son de diferentes años y diferentes modelos.

Cada una de dichas máquinas posee un operador de línea y su respectivo auxiliar de producción.

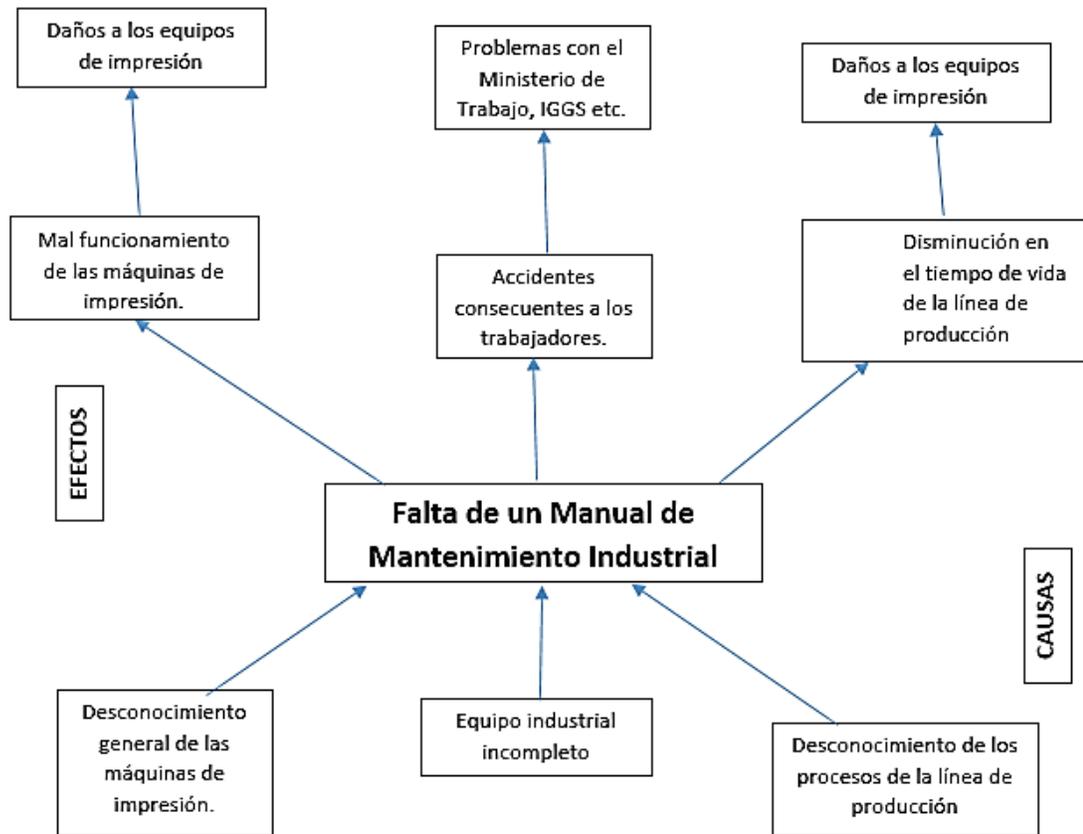
3.1.1.1. Árbol de problemas

Una de las causas principales por las cuales las máquinas no reciben un mantenimiento adecuado es porque la mayoría de los operadores (incluyendo jefes) no conocen mucho sobre la máquina, quiere decir que saben cómo operarla y manejarla, pero no se tiene un documento en el cual describa el proceso de cómo cuidarla, limpiarla y darle su mantenimiento adecuado. Por lo cual si los operadores pudieran tener un documento de apoyo sobre cómo realizar los procesos para tener la máquina en buenas condiciones.

Se observó que los operadores realizaban los procesos sobre limpieza, uso, cuidado de la máquina de la forma que ellos creían correcto, pero no era lo correcto, ya que al momento de que la línea fallara, el gerente de mantenimiento realizaba procesos distintos a los de realizaban los operadores. Al igual que el equipo industrial que se utiliza actualmente no es el recomendado ya que solo usan tapones y guantes de hule, faltando más instrumentos que no son mencionados u observados en la planta de producción.

Por lo cual se determinó que la causa principal por la que los procesos de cuidado, uso de la máquina no fueran correctos, falta de equipo de seguridad industrial, era la ausencia de un *manual de mantenimiento industrial*. Y para ello se utilizó un árbol de problemas para determinarlo.

Figura 35. **Árbol de problemas**



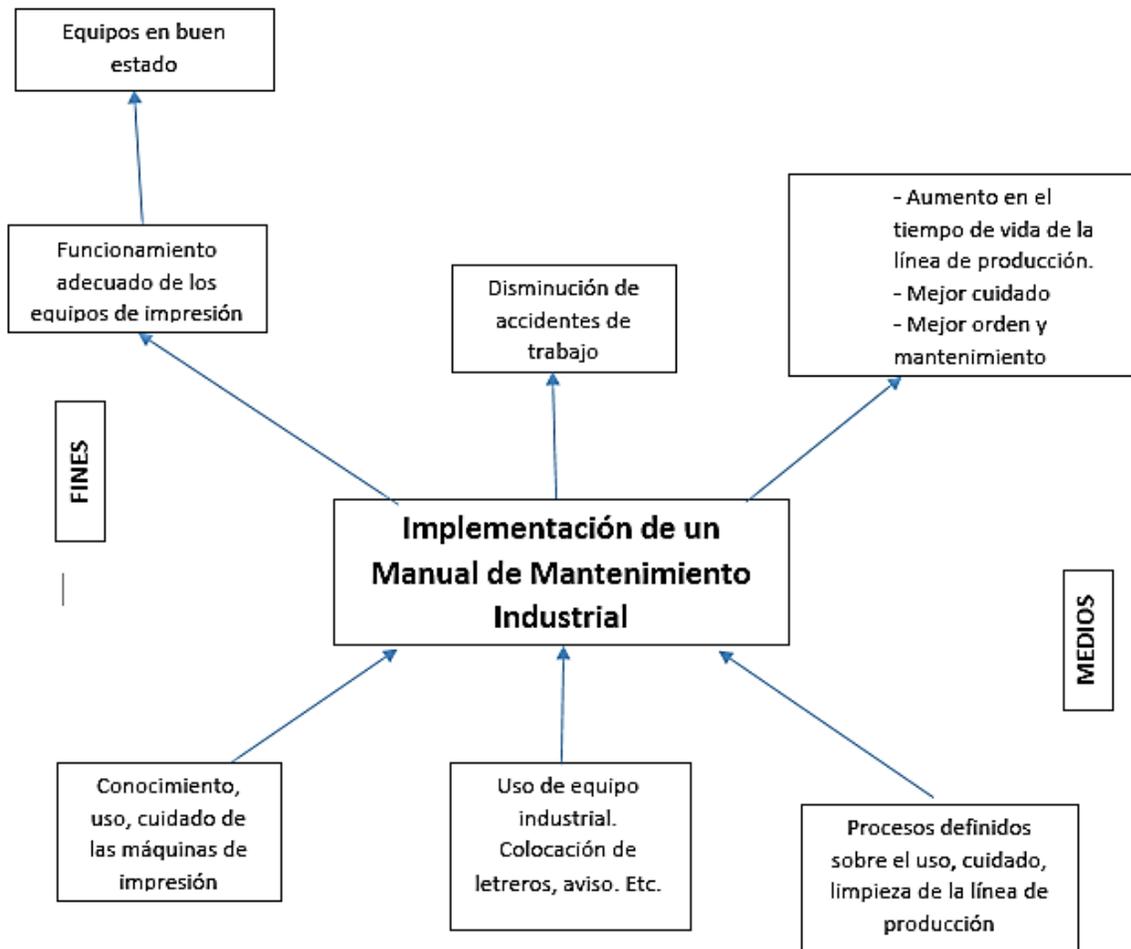
Fuente: elaboración propia.

3.1.1.2. **Árbol de objetivos**

El árbol de objetivos es la versión positiva del árbol de problemas. Permite determinar las áreas de intervención que plantea el proyecto.

Para elaborarlo se parte del árbol de problemas y el diagnóstico. Es necesario revisar cada problema (negativo) y convertirlo en un objetivo (positivo) realista y deseable. Así, las causas se convierten en 'medios' y los efectos en 'fines'.

Figura 36. **Árbol de objetivos**



Fuente: elaboración propia.

3.1.2. **Área de mantenimiento**

El área de mantenimiento de la empresa DACSA está conformado por 2 personas, jefe de mantenimiento y supervisor de mantenimiento, por lo cual al momento de que exista alguna emergencia o un problema en alguna línea de producción, ellos son las principales personas que pueden llegar a dar apoyo, dando como resultado de que el tiempo sea aún más largo y a veces solo

lleguen a resetear la máquina para que pueda arrancar. No existe una capacitación a los operadores y auxiliares de mantenimientos para evitar que la máquina se mantenga parada.

3.1.2.1. Diagrama de Pareto

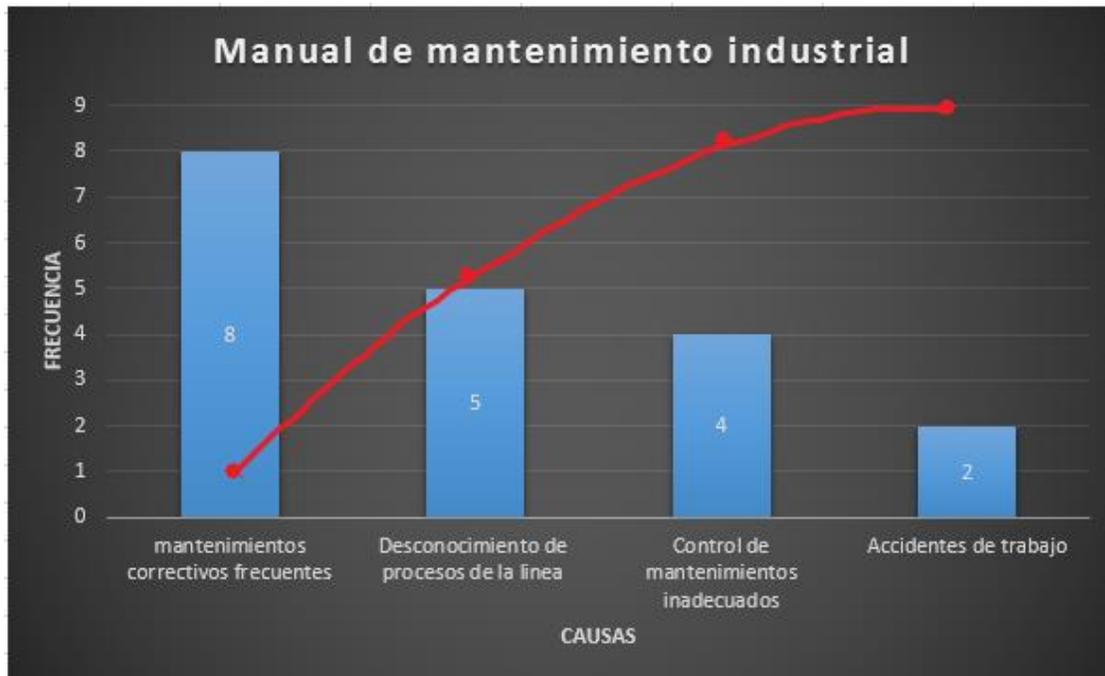
El diagrama de Pareto utiliza el principio de que el 80 % de los problemas que pueden surgir en las líneas de producción son provocados por el 20 % de las posibles causas. Para ello se determinaron las posibles causas por las cuales es necesario la implementación de un manual de mantenimiento industrial.

Tabla CVIII. Datos diagrama de Pareto

Problema: Falta de un manual de mantenimiento industrial			
Posibles causas del problema	Frecuencia con la que ocurre	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Mantenimientos correctivos frecuentes	8	42,11 %	42,11 %
Desconocimiento de los procesos de la máquina	5	26,32 %	68,43 %
Control de mantenimientos inadecuados (Falta de registros)	4	21,05 %	89,48 %
Accidentes de trabajo	2	10,52 %	100 %
Total	19		

Fuente: elaboración propia.

Figura 37. **Diagrama de Pareto**



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

3.2. **Propuesta de un manual de mantenimiento industrial**

El Manual de Mantenimiento es un documento indispensable para cualquier tipo y tamaño de industria. Refleja la filosofía, política, organización, procedimientos de trabajo y de control de esta área de la empresa.

3.2.1. **Objetivo**

Implementar un manual de mantenimiento industrial para el uso, cuidado y un mejor funcionamiento de las líneas de producción en la empresa Distribuidora América Comercial S. A.

3.2.2. Alcance

Área de producción en la empresa Distribuidora América Comercial S. A.

3.2.3. Introducción

Las líneas de producción que posee la empresa Distribuidora América Comercial S. A. Poseen la mejor tecnología de impresión digital y mecánica. Cada línea de producción posee sus similitudes y diferencias a la vez. Cada operador debe de saber bien los procedimientos de cada máquina de cómo funciona, de cómo se usa, su cuidado, sus mantenimientos, pero no se posee un documento en el cual se pueda archivar todos los procedimientos necesarios para el funcionamiento de la máquina. Por lo cual se propondrá la creación de un manual de mantenimiento industrial el cual posea los procesos desde cómo preparar una orden de producción, la operación y su misma limpieza al finalizar la operación.

3.2.4. Responsable

El responsables es el Gerente de mantenimiento.

3.2.5. Procedimientos

Los procedimientos a realizar para la implementación del manual de mantenimiento industrial son descritos de la siguiente manera:

3.2.5.1. Impresión de una orden de producción

Para todas las líneas de producción de la empresa DACSA, se lleva el mismo proceso para la impresión de una orden de producción, que puede ser descrita de la siguiente manera:

- Descripción del proceso

Tabla CIX. Proceso de impresión de orden de producción

		Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado	Descripción	
1	Preparación orden de producción	Operadores	Operadores preparan los instrumentos para la orden de producción.	
2.	Arranque de orden de producción	Operadores	Se enciende la máquina y lámparas UV.	
3.	Colocación de tintas	Operadores	Se colocan las tintas necesarias a utilizar.	
4.	Introducción de anilox	Auxiliar producción	Se colocan los anilox correspondientes a la orden de producción.	
5.	Colocación de material	Auxiliar producción	Se coloca el material seleccionado.	
6.	Colocación de sellos	Operadores	Se introducen los sellos en las estaciones correspondientes.	
	Colocación de cilindro y troquel	Auxiliar producción	Se coloca el cilindro indicado y su respectivo troquel (solo para etiquetas).	
	Presiones de sellos	Operador	Operador determina la presión adecuada para la impresión.	
	Registro de sellos	Operador	Se registran los sellos y luego se coloca en cámara automática para que no se muevan.	
	Colocación de acabados	Operador	Se colocan los acabados correspondientes (solo para etiquetas).	
	Impresión de muestra	Operador	Operador imprime la muestra solicitada.	

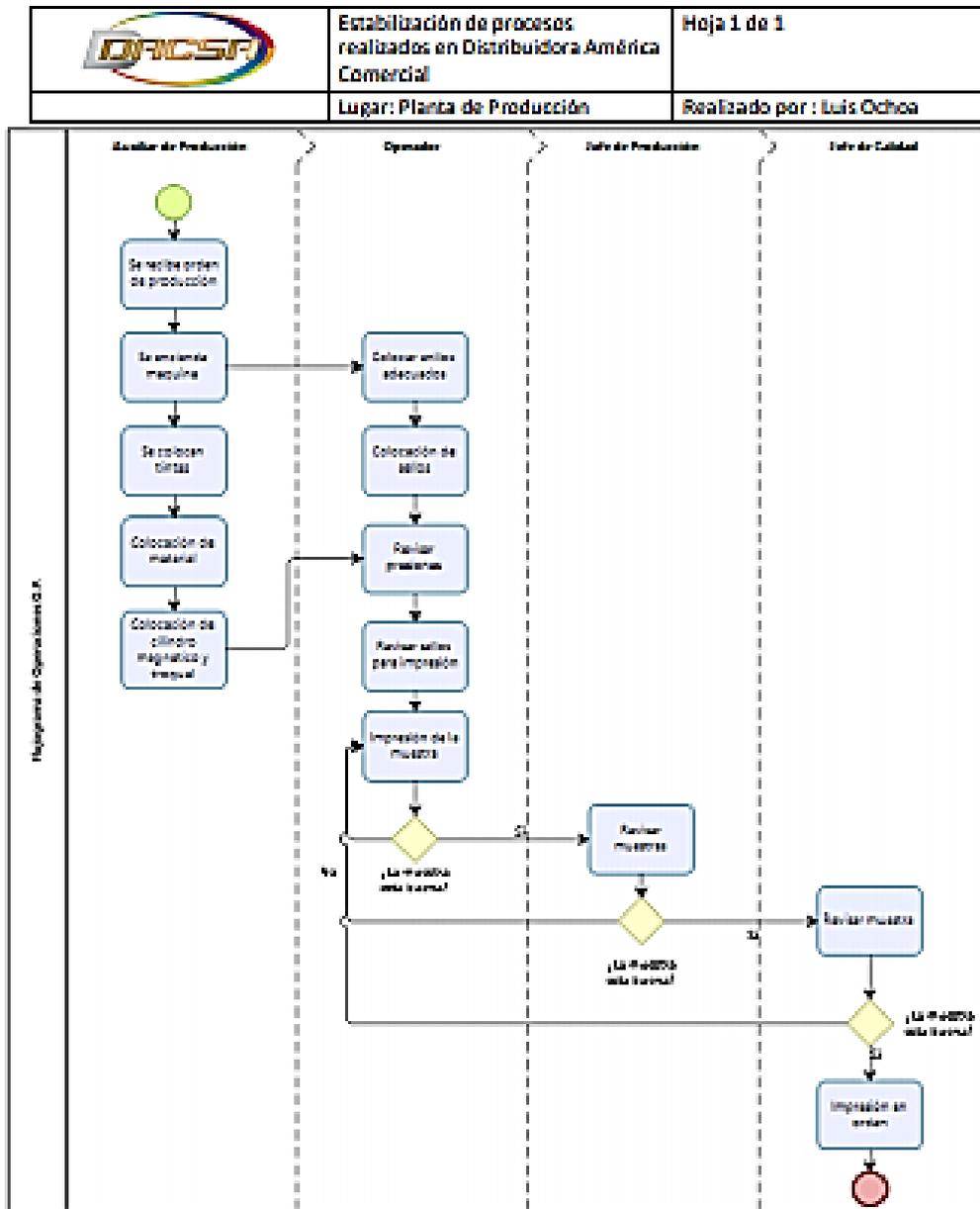
Continuación de la tabla CIX.

	Verificación de muestra	Operadores	Se verifica si la muestra coincide con la cartilla.
	Cambio de tinta o anilox	Auxiliar producción	Se cambia tinta o anilox dependiendo si la muestra lo necesita.
	Aprobación producción	Jefe producción/Supervisor producción	Jefe producción verifica muestra y aprueba la orden si le parece bien.
	Aprobación calidad	Jefa de calidad/auxiliar calidad	Jefa o auxiliar aprueban la orden de producción si les parece bien.
	Impresión orden de producción	Operadores	Después de las aprobaciones, operadores imprimen la orden de producción.

Fuente: elaboración propia.

- Flujograma

Figura 38. Flujograma de operaciones de órdenes de producción



Fuente: elaboración propia, utilizando Visio 2018.

3.2.5.2.1. Descripción del proceso

El proceso de limpieza de bandeja de tintas se puede definir en el siguiente proceso:

Tabla CX. Proceso limpieza de bandejas

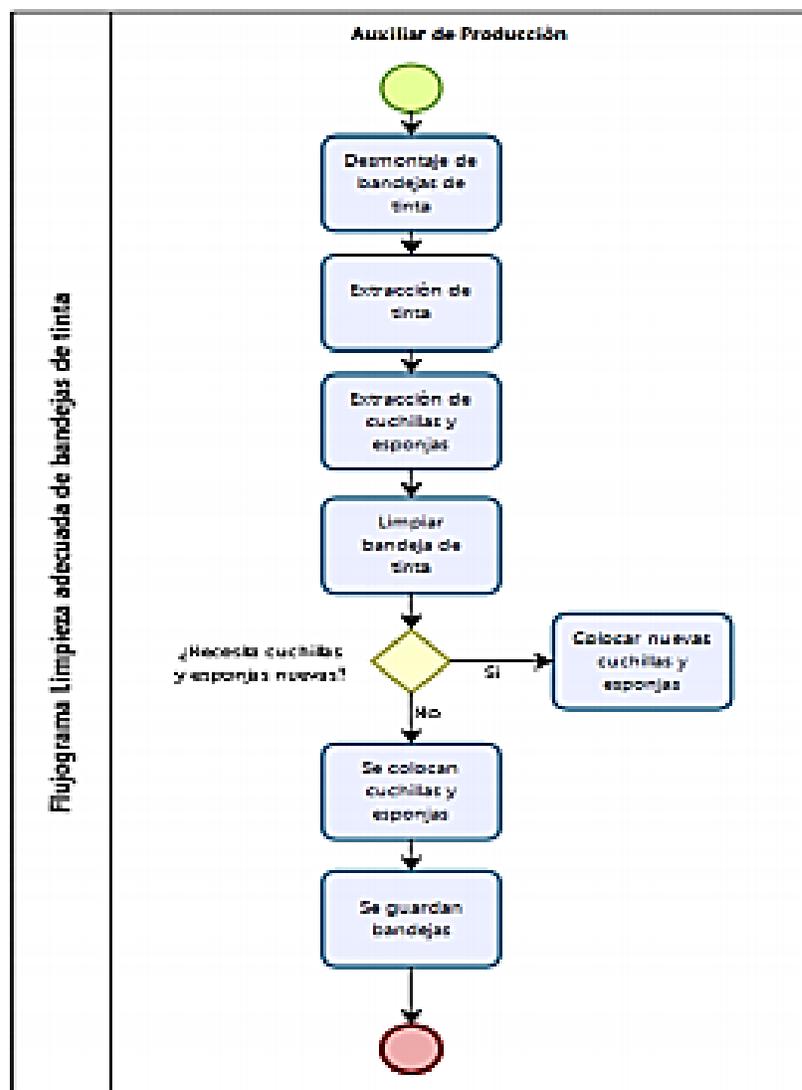
		Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado	Descripción	
1	Desmontaje de bandejas	Auxiliar de producción	Se extraen las bandejas de la máquina de impresión y se procede a retirar la tinta de la bandeja.	
2.	Extracción de cuchillas y esponjas	Auxiliar de producción	Por medio de la llave de la bandeja se quitan los seguros y se extraen cuchillas y esponjas.	
3.	Limpieza de la bandeja	Auxiliar de producción	Por medio de retazos con agua y jabón se procede a limpiar la bandeja.	
4.	Colocación de cuchillas y esponjas	Auxiliar producción	Al finalizar la limpieza se colocan las cuchillas y esponjas de nuevo y se aseguran con la llave de la bandeja.	
5.	Cambio de cuchillas y esponjas	Auxiliar producción	Sí las cuchillas o esponjas están gastadas se colocan nuevas al finalizar la limpieza de la bandeja.	

Fuente: elaboración propia.

- Flujograma

Figura 40. Limpieza adecuada de bandejas de tintas

	Estabilización de procesos realizados en Distribuidora América Comercial	Hoja 1 de 1
Lugar: Planta de Producción		Realizado por: Luis Ochoa



Fuente: elaboración propia, utilizando Visio 2018.

3.2.5.3.1. Descripción del proceso

El proceso de limpieza de anilox se puede definir en el siguiente proceso:

Tabla CXI. Proceso limpieza anilox

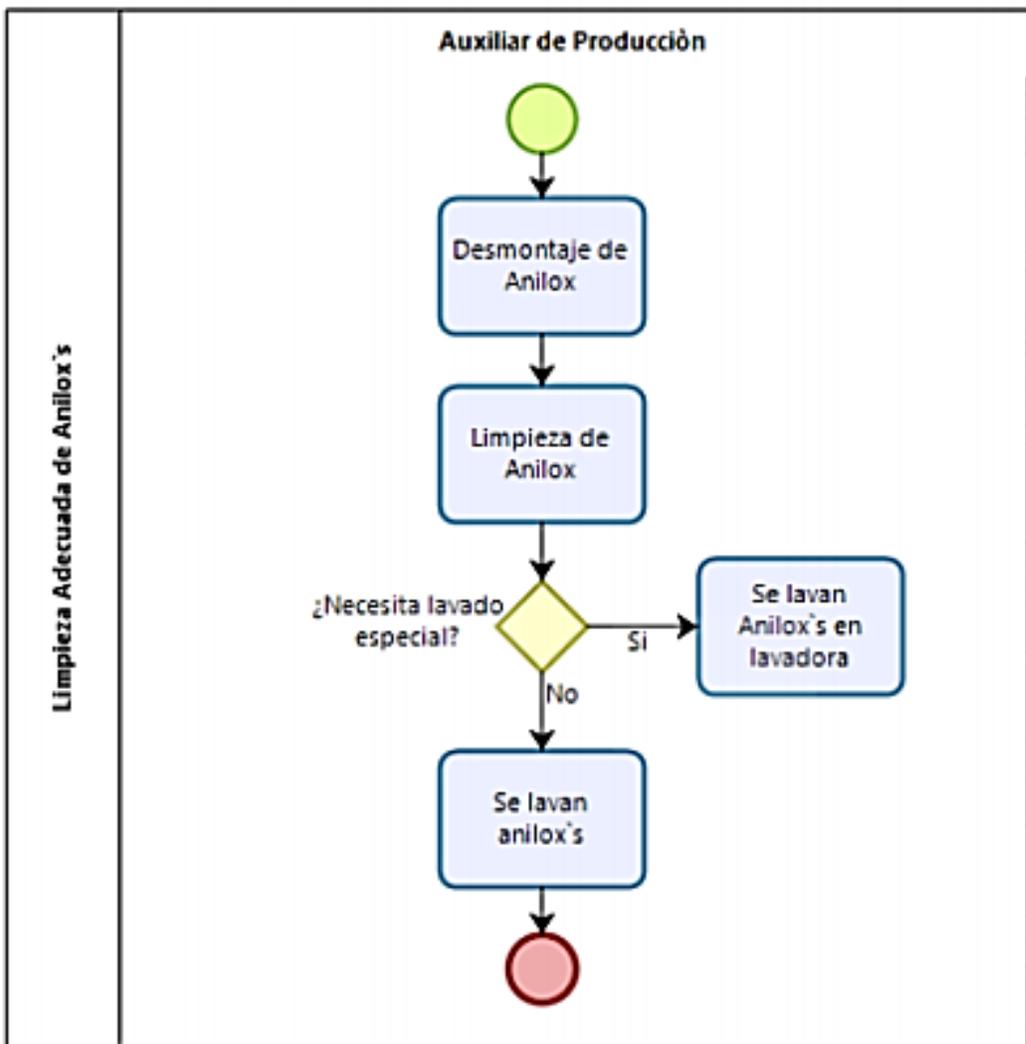
		Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado	Descripción	
1	Desmontaje de anilox	Auxiliar de producción	Se extraen los anilox utilizados y se colocan en la repisa.	
2.	Limpieza de anilox	Auxiliar de producción	Por medio de retazos con acetato etílico se limpian los anilox.	
3.	Almacenaje de los anilox	Auxiliar de producción	Se guardan los anilox en su respectivo lugar de almacenamiento.	

Fuente: elaboración propia.

- Flujograma

Figura 42. Limpieza adecuada de anilox

	Estabilización de procesos realizados en Distribuidora América Comercial	Hoja 1 de 1
	Lugar: Planta de Producción	Realizado por : Luis Ochoa



Fuente: elaboración propia, utilizando Visio 2018.

- Descripción del proceso

Tabla CXII. **Proceso de colocación de material**

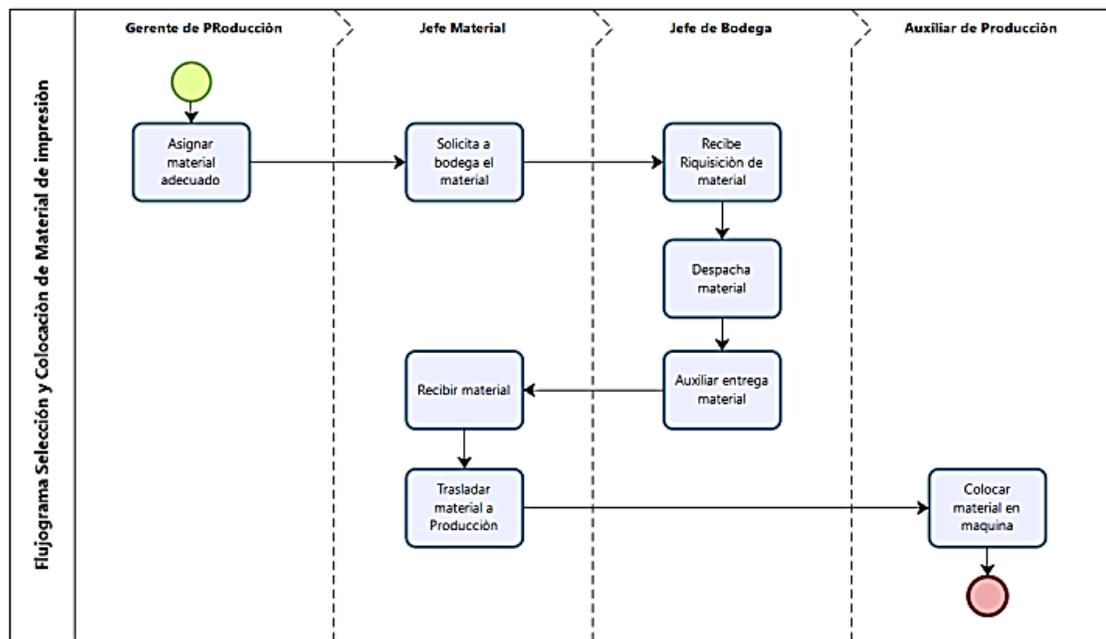
		Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado	Descripción	
1	Asignación de material	Gerente de producción	Gerente asigna el material correspondiente a la orden de producción.	
2.	Entrega de orden al área de material	Jefe de material	Verifica el material seleccionado y lo solicita a bodega.	
3.	Recepción en bodega	Jefe de bodega	Verifica el pedido del material pedido y lo entrega al jefe de material.	
4.	Entrega de material	Auxiliar de bodega	Auxiliar de bodega entrega a jefe de bodega la materia prima solicitada.	
5.	Entrega de material	Jefe de material	Jefe de material entrega el material a la máquina correspondida.	
6.	Colocación de material	Auxiliar de producción	Recibe el material correspondido y es colocado en la máquina.	

Fuente: elaboración propia.

- Flujograma

Figura 44. Selección y colocación de material de impresión

	Estabilización de procesos realizados en Distribuidora América Comercial	Hoja 1 de 1
Lugar: Planta de Producción		Realizado por : Luis Ochoa



Fuente: elaboración propia, utilizando Visio2018.

- Descripción del proceso

Tabla CXIII. **Proceso de montaje de sellos**

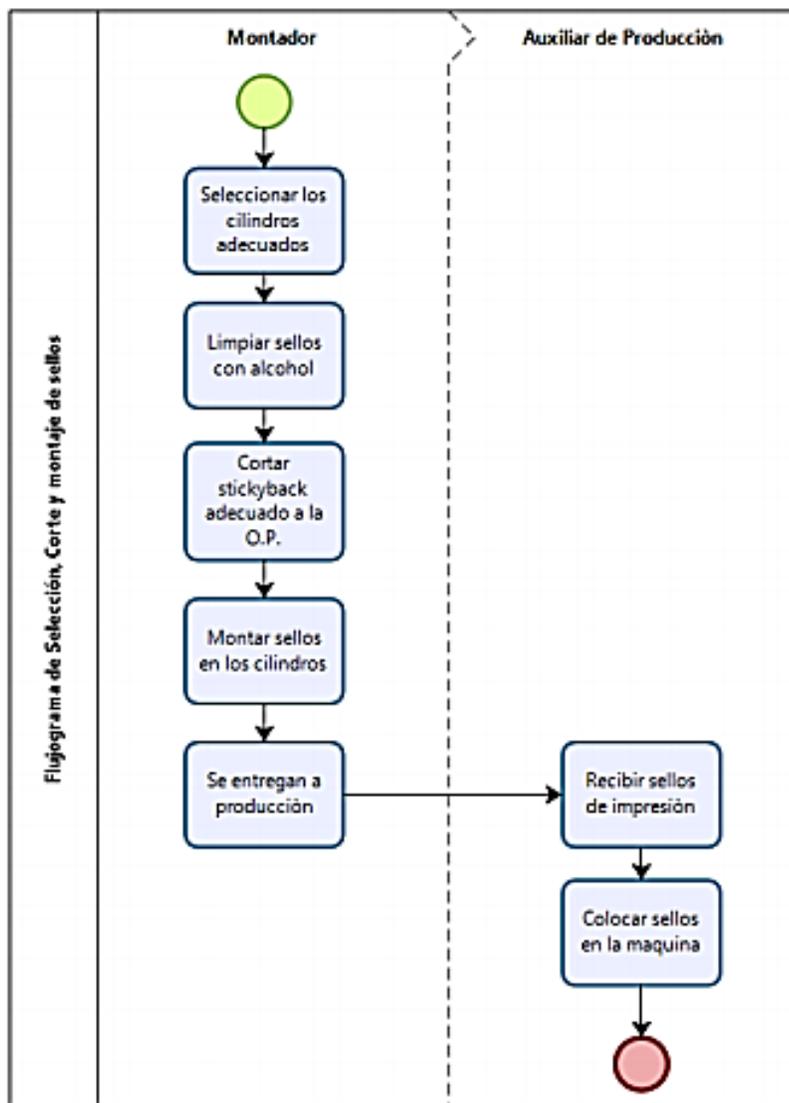
		Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado	Descripción	
1	Selección de cilindros	Montador	Montador verifica el número de dientes y cantidad de sellos para seleccionar los cilindros a utilizar.	
2.	Limpieza de sellos	Montador	Montador limpia los sellos con alcohol y los seca bien.	
3.	Corte <i>stickyback</i>	Montador	Montador corta el <i>stickyback</i> para la colocación en los cilindros.	
4.	Montaje de sellos	Montador	Se montan los sellos en los respectivos cilindros.	
5.	Entrega de sellos	Montador	Montador entrega los sellos a la máquina solicitada.	
6.	Colocación de sellos	Operador	Introduce los cilindros a la máquina y baja los sellos para empezar a imprimir.	

Fuente: elaboración propia.

- Flujograma

Figura 46. Selección, corte y montaje de sellos

	Estabilización de procesos realizados en Distribuidora América Comercial	Hoja 1 de 1
	Lugar: Planta de Producción	Realizado por : Luis Ochoa



Fuente: elaboración propia, utilizando Visio 2018.

Al momento de que no haya cilindro del mismo número de dientes que los sellos, la orden sale sin troquelar y se va a otra línea de impresión a ser troquelada.

- Descripción del proceso

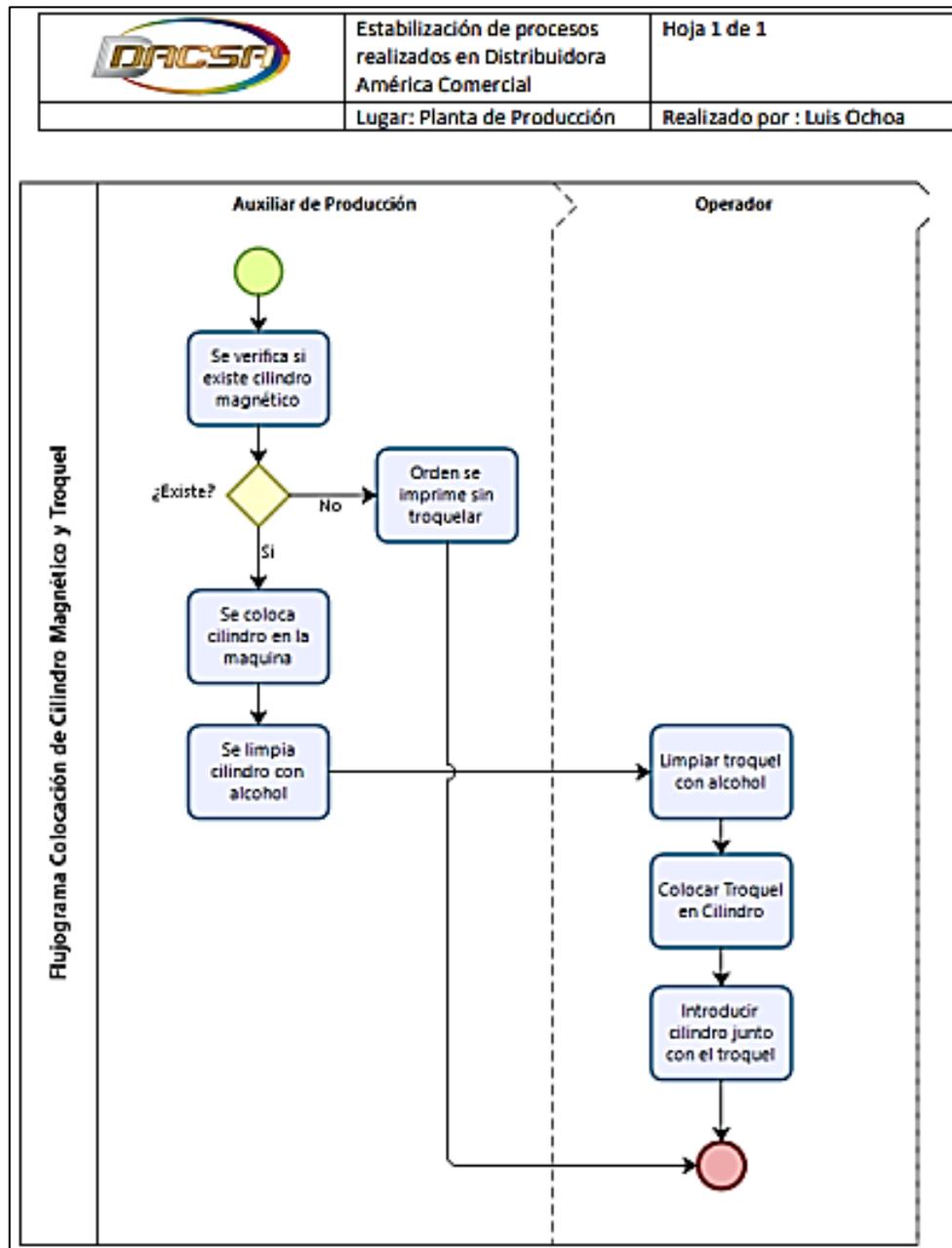
Tabla CXIV. **Proceso de colocación de cilindro y troquel**

		Estandarización de procedimientos en el proceso de impresión de Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA)		Realizado por Luis Ochoa
Núm.	Acción	Encargado	Descripción	
1	Verificación del cilindro magnético	Operador	Operador verifica si existe cilindro magnético.	
2.	Colocación cilindro	Auxiliar de producción	Se coloca el cilindro magnético indicado.	
3.	Limpieza del cilindro magnético	Auxiliar de producción	Auxiliar limpia el cilindro con agua y jabón y un poco de alcohol.	
4.	Limpieza de troquel	Auxiliar de producción	Auxiliar limpia el troquel con acetato ético.	
5.	Colocación del troquel	Auxiliar de producción	Se coloca el troquel correspondiente al cilindro elegido.	
6.	Introducción de cilindro	Auxiliar de producción	Auxiliar introduce el cilindro con el troquel a la máquina.	

Fuente: elaboración propia.

- Flujograma

Figura 48. Flujograma colocación de cilindro magnético y troquel



Fuente: elaboración propia, utilizando Visio 2018.

Tabla CXV. **Recurso humano**

Cantidad	Recurso humano	Costo unitario	Costo total
1	Gerente de producción	-----	-----
1	Gerente de mantenimiento	-----	-----
1	Supervisor de mantenimiento	-----	-----
2	Operadores de línea	-----	-----
2	Auxiliar de línea	-----	-----
1	Montadores	-----	-----
1	Jefe de tintas	-----	-----
2	Cortador	-----	-----
1	Encargado de <i>clishe</i>	-----	-----

Fuente: elaboración propia.

3.2.7. Recursos materiales

Los recursos materiales para la propuesta de un manual de mantenimiento industrial serán los siguientes:

Tabla CXVI. **Recursos materiales**

Cantidad	Recurso humano	Costo unitario	Costo total
5	Sellos de Kodack	-----	-----
5	Tintas UV y/o pantones	-----	-----
3	Material de impresión	-----	-----
1	Cilindro magnético	-----	-----
3	Troqueles	-----	-----
3	Cilindros de montaje	-----	-----
1	Adhesivo de laminación	-----	-----
1	Barniz Uv	-----	-----
1	Adhesivo de agua	-----	-----
1	Martillo		
2	Desarmadores		
2	Llaves		

Fuente: elaboración propia.

- Cronograma

Figura 50. **Cronograma semanal**

CALENDARIO SEMANAL			
	Mañana	Tarde	Noche
Lunes			
Martes			
Miércoles			
Jueves			
Viernes			

Fuente: Smartsheet. *Cree en minutos un calendario en Excel.* <https://es.smartsheet.com/best-excel-schedule-templates>. Consulta: 22 de junio de 2019.

3.2.8. Evaluación de la propuesta

Actualmente en la planta de producción solo los operadores saben del uso de las líneas de producción. Con la implementación del manual cualquier persona puede aprender sobre el uso y cuidado de las máquinas de impresión y con los procesos definidos sobre cómo utilizar y manejar la máquina. Las líneas de producción tendrán mayor tiempo de vida al igual que por los mantenimientos realizados.

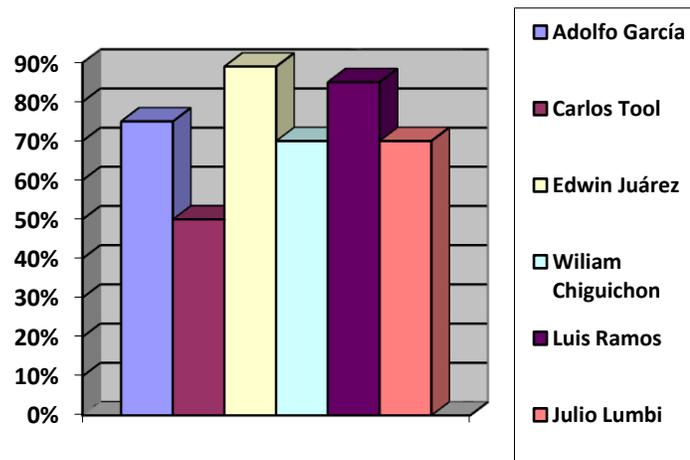
Previamente antes de implementar el manual, se hizo una investigación hacia los operadores y auxiliares de línea sobre el proceso de como imprimir, limpiar, y hacer mantenimientos a la máquina y se tuvieron los siguientes resultados:

Tabla CXVII. **Resultados de operadores**

Máquina	Operadores	Resultado
Gallus	Adolfo García	75 %
	Carlos Tool	50 %
Comco	Edwin Juárez	89 %
	William Chiguichon	70 %
Nilpeter	Luis Ramos	85 %
	Julio Lumbi	70 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 51. **Resultados de operadores**



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

La investigación realizada a los operadores se basó en la siguiente encuesta:

Figura 52. Encuesta operadores de maquina

Nombre: _____ Máquina: _____

Puesto: _____

A continuación se presenta una serie de preguntas acerca del funcionamiento, cuidado y limpieza de la línea de producción. Responda lo más sincero posible.

1. ¿Al iniciar usted a trabajar en la empresa, le dieron alguna inducción o capacitación sobre la máquina que está operando actualmente?

Sí No

2. ¿Si usted es operador, podría realizar las tareas impartidas al auxiliar de producción. Supóngase, podría usted limpiar bandejas, limpiar anilox, colocar materiales de impresión?

Sí No

3. ¿Cree usted que hace bien el proceso de limpieza de bandejas y anilox?

Sí No ¿Por qué?

4. En la escala de 1 a 10 ¿Qué tanto considera usted que conoce y puede operar la máquina de producción?

20% 40% 60% 80% 100%

5. Al momento de suceder un paro no programado, ¿Usted puede reconocer el problema del paro o solicita inmediatamente ayuda del gerente de mantenimiento?

Sí puedo hacerlo Avisar al personal de mantenimiento

Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

Los resultados reflejan como los operadores y auxiliares manejan las líneas de producción, quiere decir que no recibieron una inducción o capacitación a la máquina, simplemente aprendieron con el tiempo, lo cual no es correcto ya que al inicio en el trabajo se debe de conocer y aprender sobre el uso de la maquinaria.

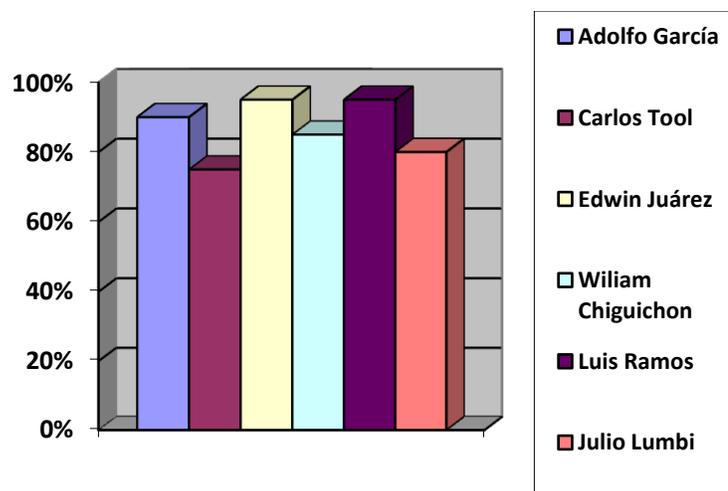
Con la implementación del manual de mantenimiento, los operadores y auxiliares aprenderán mejor sobre el uso, cuidado y mantenimiento de las máquinas. Ya que definirá el proceso de cómo realizar cada pasó. Los resultados obtenidos al establecer el manual de mantenimiento serán los siguientes:

Tabla CXVIII. **Resultados de operadores nuevos**

Máquina	Operadores	Resultado
Gallus	Adolfo García	90 %
	Carlos Tool	75 %
Comco	Edwin Juárez	95 %
	Wiliam Chiguichon	85 %
Nilpeter	Luis Ramos	95 %
	Julio Lumbi	80 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 53. **Resultados de los operadores nuevos**



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

La comparación de resultados de los operadores puede ser verificado en el siguiente cuadro:

Tabla CXIX. **Resultados de operadores nuevos**

Máquina	Operadores	Resultado	Resultado con manual	Diferencia
Gallus	Adolfo García	75 %	90 %	15 %
	Carlos Tool	50 %	75 %	25 %
Comco	Edwin Juárez	89 %	95 %	6 %
	Wiliam Chiguichon	70 %	85 %	15 %
Nilpeter	Luis Ramos	85 %	95 %	10 %
	Julio Lumbi	70 %	80 %	10 %

Fuente: elaboración propia.

Se observa que al momento de que los operadores y auxiliares de producción reciben capacitación sobre el uso y cuidado de la máquina, un documento de apoyo sobre la máquina, aumentará el interés y se tendrá un mejor control al momento de operar las líneas de producción.

3.2.9. **Costos de la propuesta**

Los costos de la propuesta del manual de mantenimiento industrial pueden ser vistos en la siguiente tabla tomando en cuenta, pruebas, capacitaciones, aprendizajes, entre otros. Que se enseñó mientras se realizaba la propuesta.

Tabla CXX. **Costos humanos**

Cantidad	Recurso Humano	Costo unitario	Costo total
1	Analista del proyecto	Q 8 000,00	Q 8 000,00
1	Capacitador	Q 5 000,00	Q 5 000,00
	Total	Q 13 000,00	Q 13 000,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla CXXI. **Costos materiales**

Cantidad	Recurso material	Costo unitario	Costo Total
5	Cilindros nuevos	Q 300,00	Q 1 500,00
3	Rollos <i>Stickyback</i> (café, amarillo, morado)	Q 400,00	Q 1 200,00
10	Lápices, lapiceros	Q 5,00	Q 50,00
1	Calculadora	Q 150,00	Q 150,00
5	Copias de manual	Q 300,00	Q 1 500,00
	Energía Eléctrica	---	---
5	Limpiadores anilox especiales	Q 500,00	Q 2 500,00
		Total	Q 6 900,00

Fuente: elaboración propia.

El costo total de la implementación de manual de seguridad industrial, será de Q 19 900,00.

4. FASE DE DOCENCIA

4.1. Diagnóstico de la situación actual

En la planta de producción de la empresa Distribuidora América Comercial S. A. (DACSA). Cada trabajador tiene diferentes puestos de trabajo. Los puestos de trabajo que posee la empresa en el área de producción son los siguientes:

- Operadores de línea
- Auxiliares de línea
- Montadores
- Auxiliares de tinta
- Cortadores

Cada uno de ellos, realiza diferentes trabajos para poder llegar a imprimir una orden de producción. Pero cada trabajador solo está enfocado en su área de trabajo, quiere decir que al momento de que pasé algún suceso imprevisto. Ellos no pueden verificar cual es el problema. Los sucesos que ocurren son:

- Sellos no registran bien y deben de llamar al montador para que verifique cual es el problema.
- Tinta no coincide con el color y debe de llegar jefe de tinta a verificar el problema.
- El material no es el correcto y debe de llegar el jefe de materia prima para verificar el problema.

Se sabe que los problemas siempre sucederán, pero los operadores deben de conocer mejor el proceso de cada área. Por lo menos tener una idea de que está sucediendo, ya que a veces por cuestiones no importantes, el proceso de producción llega a interrumpirse (máquina parada). Por medio de un diagrama Pareto se han detectado las causas por las cuales los operadores no conocen mucho sobre los problemas de las demás áreas que pueden provocar que se interrumpa el proceso de producción y los resultados fueron los siguientes:

Tabla CXXII. **Datos de diagrama de Pareto**

Problema: desconocimiento de áreas de producción			
Posibles causas del problema	Frecuencia con la que ocurre	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Falta de capacitación sobre diferentes áreas	10	40 %	40 %
Falta de interés de operadores	6	24 %	64 %
Impedimento de aprendizaje	5	20 %	84 %
Falta de rotación de personal	4	16 %	100 %
Total	25		

Fuente: elaboración propia.

Figura 54. **Diagrama de Pareto**



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

Se observa que las causas por las cuales no se conoce bien el proceso de las demás áreas de producción tienen un factor común el cual sería la falta de capacitación sobre las demás áreas. Esto se debe a que, si los operadores recibieran capacitaciones sobre el área de montaje, tinta, material, y sobre la introducción de las líneas de producción, ellos podrían tener mejor pensamiento. Por lo cual se ha determinado el problema principal es la falta de capacitaciones al personal de producción.

4.2. Plan de capacitación

El plan de capacitación es un proceso que va desde la detección de necesidades de capacitación hasta la evaluación de los resultados.

- **Objetivo**

Implementar un plan de capacitación al personal de área de producción para mejorar sus conocimientos sobre el proceso de producción, diferentes áreas, uso, cuidado y funcionamiento de las líneas de impresión.

- **Alcance**

Área de producción en la empresa Distribuidora América Comercial S. A.

- **Introducción**

En cualquier empresa de producción, se debe tener en cuenta que el personal debe recibir capacitaciones sobre su trabajo, ya sea para reforzar sus conocimientos o para enseñarles nuevas experiencias, al igual que tener una rotación de personal para que cada trabajador sea multisciplinario y que conozca el proceso de las demás áreas de la empresa.

- **Responsable**

Gerente de producción.

4.3. Resultados de la capacitación

Los resultados de la capacitación a los trabajadores de la empresa Distribuidora América Comercial S. A. fueron los siguientes:

Se comenzó con encuestas realizadas a los trabajadores del área de producción para determinar la situación actual en la empresa.

Figura 55. Encuesta producción

Guatemala, Agosto 2018

Nombre: _____ Máquina: _____
Departamento: _____ Puesto: _____

A continuación se le pasaran una serie de preguntas de opción múltiple, en algunos casos debe de especificar su respuesta.

1. ¿Cree usted como trabajador del área de producción que conoce el funcionamiento de la máquina donde labora en óptimas condiciones?
Sí No
2. ¿Piensa usted que las máquinas reciben un mantenimiento adecuado?
Sí No ¿Por qué?
3. ¿Cree usted que se deben de realizar mantenimientos preventivos en las líneas de producción?
Sí No
4. ¿Le gustaría a usted como trabajador aprender el trabajo de las demás áreas de producción? (tintas, montaje, material).
Sí No ¿Por qué?
5. ¿Conoce o ha escuchado que significa un TPM (Mantenimiento productivo total)?
Sí No

Si su respuesta fue Sí, por favor justifique su respuesta

Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

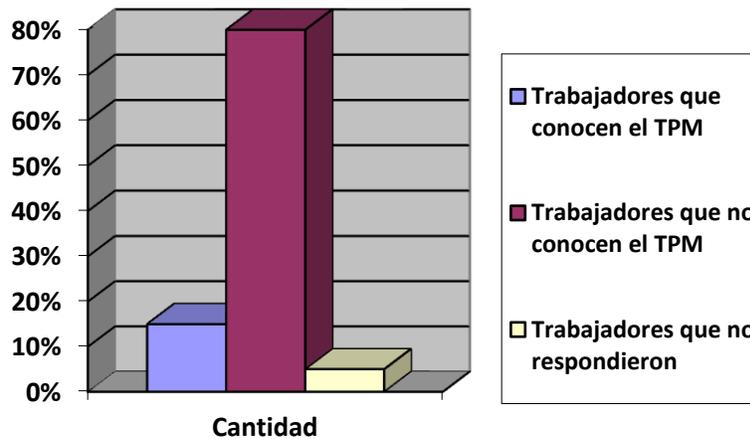
Respecto a los resultados, se obtuvo una mayoría en donde los trabajadores del área de producción no conocían sobre el TPM ni de mantenimientos en las líneas de producción, con una gráfica se determinó el siguiente resultado:

Tabla CXXIII. **Resultados de encuesta**

Descripción	Cantidad
Trabajadores que conocen el TPM	15 %
Trabajadores que no conocen el TPM	80 %
Trabajadores que no respondieron	5 %
Total	100 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 56. **Gráfica de resultados de encuesta**

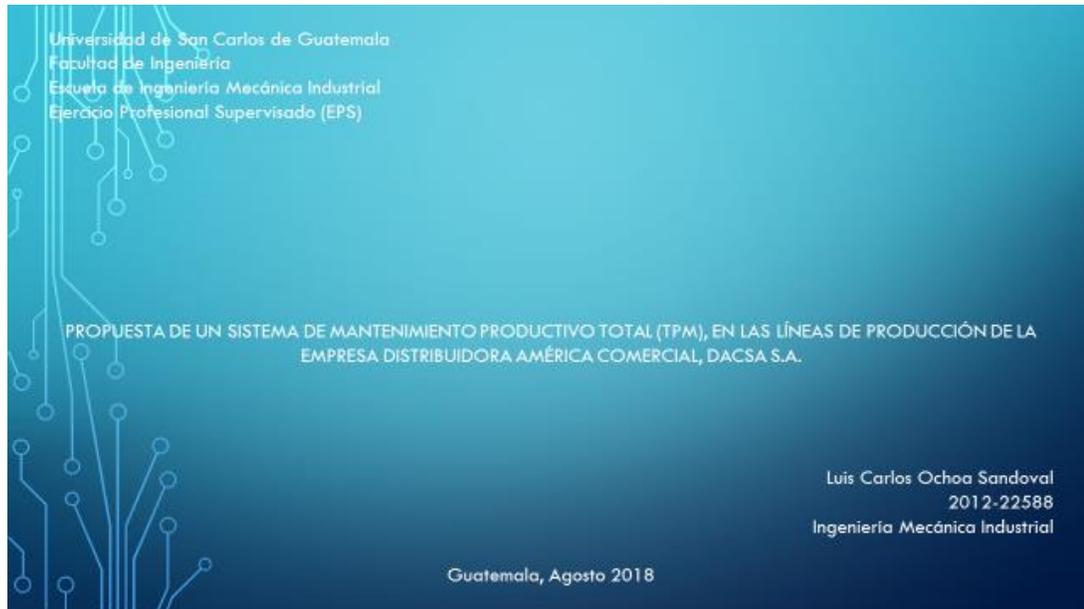


Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

Se observó que la mayoría de los trabajadores no conocía nada acerca del TPM y las personas que respondieron que sí estaban incluidos el gerente de mantenimiento así como también su supervisor.

Se determinó a realizar capacitaciones sobre el TPM a los diferentes trabajadores del área de producción, la presentación mostrada a los trabajadores fue la siguiente:

Figura 57. Presentación del TPM



Continuacion de la figura 57.

TPM

TPM ahorrará dinero a nuestra compañía



- Eliminación de retrasos.
- Mantenimiento por rotura 10 veces más costoso que mantenimiento planeado.
- Vida de equipo aumentada.

TPM ayuda a reducir desperdicios



- Señala pérdidas generadas por uso insuficiente de equipo.
- Inventario reducido.

¿Por qué usar TPM?

TPM fomenta la seguridad



- Elimina atajos inseguros para simplificar trabajos.
- Proporciona formación.

TPM mejorará calidad/rendimiento del producto



- Las personas responden rápido ante una interrupción en el proceso.

Lean-Sigma

7

Ventajas de Utilizar TPM

- ✓ Mejoramiento de la calidad: Los equipos en buen estado producen menos unidades no conformes.
- ✓ Mejoramiento de la productividad: Mediante el aumento del tiempo disponible.
- ✓ Flujos de producción continuos: El balance y la continuidad del sistema no solo benefician a la organización en función a la disponibilidad del tiempo, sino también reduce la incertidumbre de la planeación.
- ✓ Aprovechamiento del capital humano.
- ✓ Reducción de gastos de mantenimiento correctivo: Las averías son menores, así mismo se reduce el rubro de compras urgentes.
- ✓ Reducción de costos operativos.



Continuacion de la figura 57.

Pilares del TPM

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) se fundamenta sobre seis pilares:

- ✓ Mejoras enfocadas.
- ✓ Mantenimiento autónomo.
- ✓ Mantenimiento planificado.
- ✓ Mantenimiento de calidad.
- ✓ Educación y entrenamiento.
- ✓ Seguridad y medio ambiente.

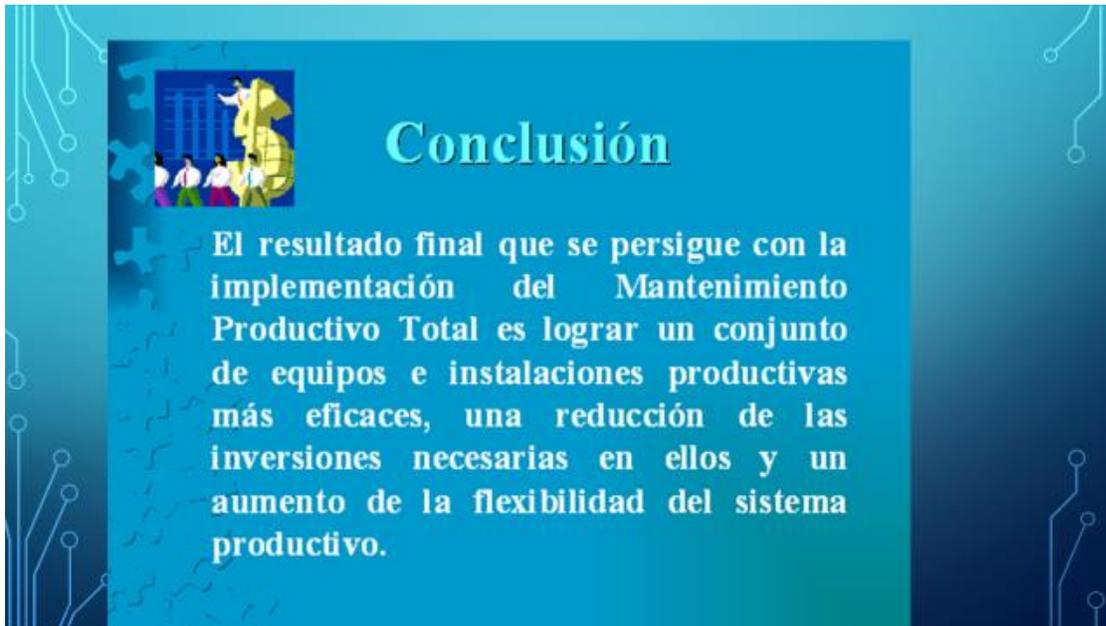


Eficiencias

Es importante conocer elementos que permitan medir la eficiencia, identificar con claridad deficiencias que presenta el equipo productivo, los valores los darán los siguientes coeficientes:

Eficiencia	Descripción
Rendimiento	Representa la velocidad a la que realiza un trabajo y entrega de unidades producidas de acuerdo a su tiempo real de producción del equipo. Tomando en cuenta paros programados y no programados.
Disponibilidad	Capacidad del equipo de producción para estar en funcionamiento en cualquier momento requerido en condiciones óptimas.
Calidad	Nivel de unidades que entrega el equipo en la producción, cumpliendo con los estándares de calidad.

Continuación de la figura 57.



Conclusión

El resultado final que se persigue con la implementación del Mantenimiento Productivo Total es lograr un conjunto de equipos e instalaciones productivas más eficaces, una reducción de las inversiones necesarias en ellos y un aumento de la flexibilidad del sistema productivo.



Gracias por su atención

Fuente: elaboración propia, utilizando Power Point.

La presentación enseñada a los trabajadores tuvo el propósito de enseñarles que es lo que haría un TPM en las líneas de producción si se implementara, como podría mejorar su eficiencia, calidad, rendimiento y disponibilidad al igual que enseñarles a ellos a utilizarlos.

Al finalizar de presentar el TPM se les paso otra encuesta para verificar si habían entendido sobre el TPM y su importante. La encuesta realizada fue la siguiente:

Figura 58. **Encuesta 2 sobre TPM**

Guatemala, Octubre 2018

Nombre: _____ Máquina: _____
Departamento: _____ Puesto: _____

A continuación se le pasaran una serie de preguntas de opción múltiple, en algunos casos debe de especificar su respuesta.

1. ¿Qué significa TPM y para qué es utilizado?
2. Escriba por lo menos una ventaja que se podría tener si se aplicara un TPM a las líneas de producción
3. Describa por lo menos 2 pilares del TPM
4. ¿Qué es eficiencia y como puede ser medida? Justifique su respuesta
5. ¿Cuál es la diferencia entre Rendimiento y disponibilidad?

Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

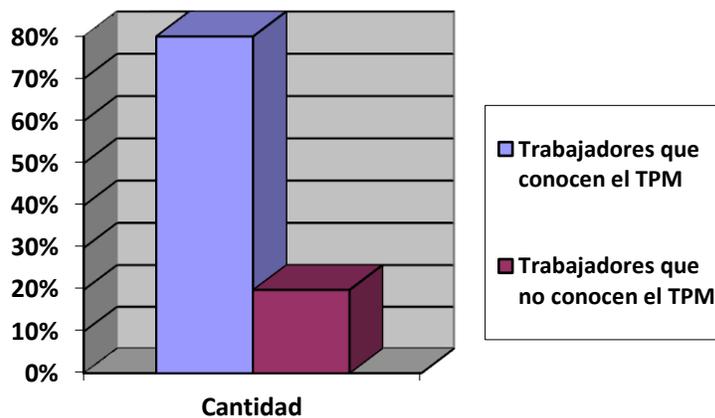
Y los resultados sobre la encuesta fueron los siguientes:

Tabla CXXIV. **Resultado de encuesta 2**

Descripción	Cantidad
Trabajadores que conocen el TPM	80 %
Trabajadores que no conocen el TPM	20 %
Total	100 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 59. **Resultados encuesta 2 TPM**



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

Se observa que más del 80 % de los trabajadores de Dacsa, aprendieron el concepto del TPM y como podría funcionar en las líneas de producción, el otro 20 % tienen la idea de que es, pero aún no muy claro, por lo cual por medio de más capacitaciones podrán aprender bien sobre el significado del TPM.

4.4. Costos propuestos

Los costos del plan de capacitación a los empleados del área de producción pueden ser vistos en la siguiente tabla, tomando en cuenta al capacitador, herramientas e instrumentos necesarios.

Tabla CXXV. Costos de capacitación

Cantidad	Recursos	Costo unitario	Costo total
1	Capacitador	Q 4 000,00	Q 4 000,00
1	Cañonera	-----	-----
1	Salón de capacitación	-----	-----
5	Sillas y mesas	-----	----
1	Pizarra	-----	----
3	Marcadores de pizarra	Q 20,00	Q 60,00
5	Lapiceros	Q 15,00	Q 75,00
5	Hojas de evaluación e impresiones	Q 10,00	Q 50,00
1	Hojas de asistencia	Q 2,00	Q 2,00
5	Hojas con resumen del tema	Q 15	Q 75,00
5	<i>Breakfast</i>	Q 20,00	Q 100,00
2	Audio (bocinas)	-----	-----
	Total		Q 4 362,00

Fuente: elaboracion propia.

CONCLUSIONES

1. La propuesta de un sistema de mantenimiento productivo total para la planta de producción de la empresa Distribuidora América Comercial S.A., fue propuesta para la mejora de la productividad, calidad y eficiencia de las producciones de etiquetas o mangas termoencogibles eliminando las pérdidas que se generan por cada proceso de mantenimiento o paros no programados.
2. El análisis de la situación actual de la metodología de mantenimiento aplicado a las líneas de producción y demás equipos de la planta de producción, se realizó bajo las políticas de la planta de producción dando por resultado que no existan mantenimientos preventivos si no solo correctivos (al momento que la línea ya no funcione), esto se debe por el largo y gran trabajo que posee la empresa.
3. Se diseñaron actividades de mantenimiento en las que se involucra todo el personal de la unidad productiva para controlar y aumentar la conservación del equipo, reduciendo paros no programados y fallas en el equipo por falta de atención al mismo y tener su disponibilidad en cualquier momento de producción.
4. El proceso adecuado de impresión de las líneas de impresión empieza por el cuidado y buen funcionamiento de las líneas de impresión, proporcionándole mantenimientos preventivos y mejores cuidados las máquinas, al igual que un mejor proceso desde el inicio de la orden de

producción (programas diarios) hasta entrega de bobinas proporcionado la mejor calidad de impresión y ganancias.

5. Los procedimientos de mantenimiento productivo total fueron elaborados para que los trabajadores conozcan lo básico de las líneas de impresión, especialmente sobre el mantenimiento, funcionamiento y uso de las máquinas. Al igual que el aumento de tiempo de vida de la máquina realizando mantenimientos preventivos o predictivos, evitando realizar así mantenimientos correctivos (a menos que sea necesario).
6. Se creó la propuesta de un manual de mantenimiento industrial a nivel del área de producción para la documentación sobre los procesos de uso, limpieza, y función de las líneas de producción. Inculcando procesos por medio de diagramas y registros de los mismos.
7. Se diseñó un plan de capacitación anual dirigido a todo el personal de la empresa identificando que temas son requeridos para aumentar la competitividad y desempeño de la empresa, con ayuda de un análisis de las necesidades de capacitación de cada área y departamento.

RECOMENDACIONES

1. Al gerente de producción; ya que debe de entregar los programas de producción diario antes de la hora de entrada de los trabajadores para que así, ellos ya sepan que deben de hacer antes de que empiece la jornada laboral, al igual que tener las líneas de impresión encendidas y listas.
2. Al gerente de mantenimiento; que genere un compromiso de parte del personal a involucrarse en actividades de mantenimiento autónomo en las distintas áreas de la unidad productiva, para hacer más eficiente los procesos y tiempos de producción.
3. Al gerente de mantenimiento; de definir mantenimientos preventivos a las líneas de impresión, aunque no tengan problemas para la aseguración y bien estar de la máquina. Utilizando como base los tres principales procedimientos indispensables aplicados a todos los equipos que son inspección, limpieza y lubricación.
4. Al jefe de producción y personal de mantenimiento; realizar capacitación constante a todo el personal del área productiva, sobre las directrices de un mantenimiento productivo total, los objetivos que deben alcanzarse y las actividades de la gestión del mantenimiento y conservación de los equipos para ser una empresa competitiva en el mercado.

5. A los operadores y auxiliares de línea; de utilizar el manual de mantenimiento industrial propuesto para la capacitación y enseñanza a los trabajadores del área de producción, al igual que tenerlo como documento ayuda para el aprendizaje de los procesos de impresión, limpieza de herramientas e impresión de órdenes de producción.

6. A la empresa; que utilice el plan de capacitación propuesto para el fortalecimiento de conocimientos y habilidades que necesita su recurso humano atendiendo las necesidades y oportunidades de mejorar el desarrollo de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

1. BOUCLY, Francis. *Gestión del mantenimiento*. Madrid, España: Asociación española de normalización y certificación AENOR, 1998. 310 p.
2. CUATRECASAS ARBÓS, Luis. *TPM en un entorno Lean Management*. Barcelona, España: Profit Editorial, 2010, 412 p.
3. LÓPEZ OSORIO, Henry Josué. *Propuesta para la implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para eficientar el proceso productivo de la planta de producción en alimentos KERN´S*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2017. 162 p.
4. MÉNDEZ CAJAS, Pablo César. *Propuesta para la aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) administrado por el sistema de planificación de los recursos de manufactura II (MRPII, manufacturing resource planning II) en una industria de elaboración de productos de limpieza*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006. 181 p.
5. MONCHY, François. *Teoría y práctica del mantenimiento industrial*. Barcelona, España: Masson, S.A. editorial, 1990. 384 p.

6. VELÁSQUEZ ESTRADA, María Alejandra. *Propuesta para la implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para eficientizar las operaciones del proceso productivo en la línea de producción de bebidas carbonatadas en la fábrica de gaseosas salvavidas S. A.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 164 p.

APÉNDICE

Apéndice 1. Listado de asistencia de capacitaciones

Nombre de Capacitación:		
Departamento capacitado:		
Capacitador:		
LISTADO DE ASISTENCIA CAPACITACIÓN		
No.	Nombre	Firma
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
Fecha _____		
Observaciones:		

Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

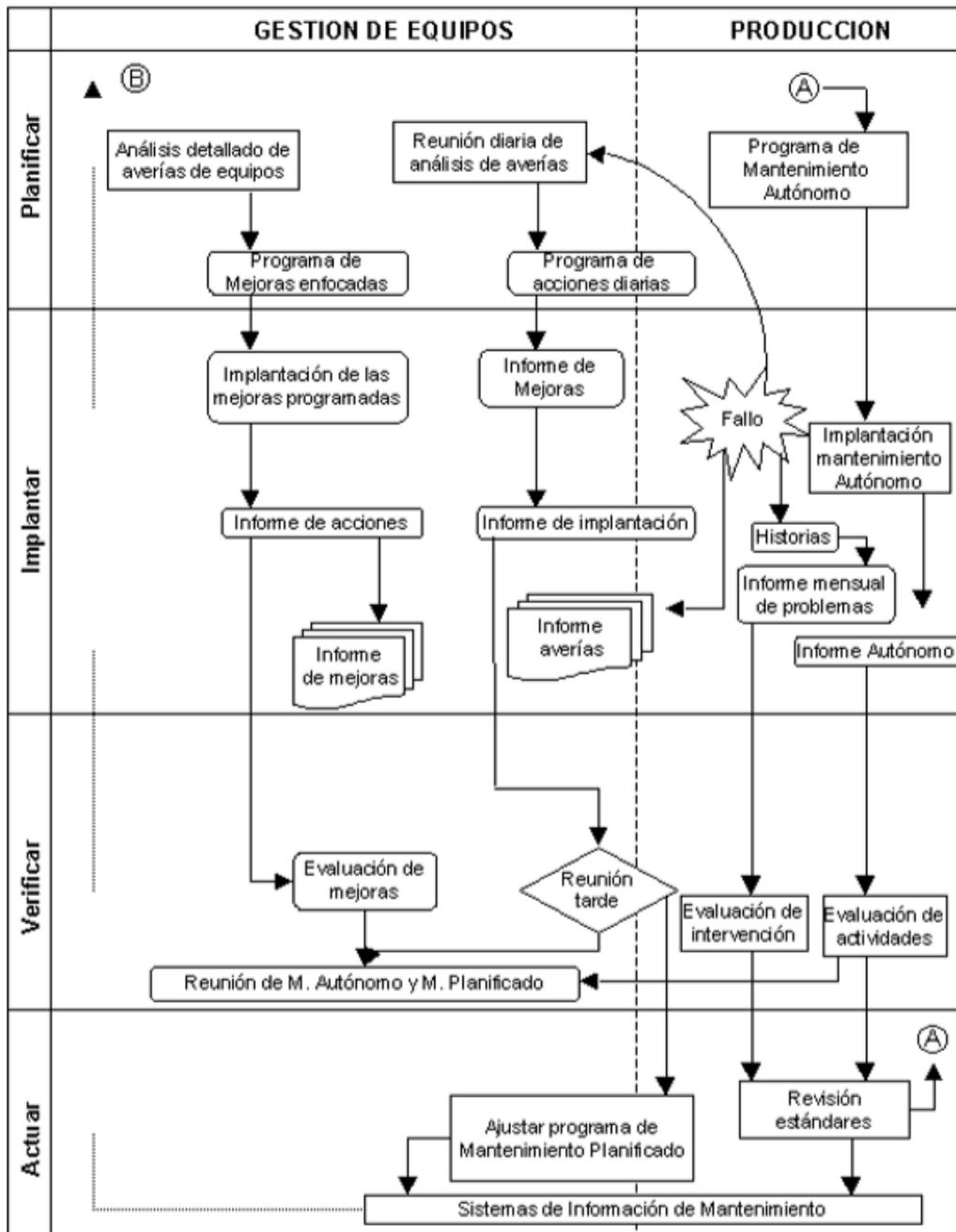
ANEXOS

Anexo 1. Fases de planificación de mantenimiento

Beneficios tangibles	
P	Aumento de la productividad neta: entre 1,5 y 2 veces
	• Descenso del número de averías súbitas: desde 1/10 a 1/250 parte de lo anterior
	• Eficacia global de la planta: de 1,5 a 2 veces de anterior
Q	Descenso de tasa de defectos del proceso: 90%
	Descenso de reclamaciones de clientes: 75%
C	Reducción de costes de producción: 30%
D	Stocks de productos y trabajos en curso: reducción a la mitad
S	Accidentes: 0
	Incidentes de polución: 0
M	Sugerencias de mejora: de 5 a 10 veces más que antes
Beneficios intangibles	
	• Logro de autogestión plena: los operarios asumen las responsabilidad del equipo, se ocupan de él sin recurrir a los departamentos indirectos.
	• Se eliminan averías y defectos y se infunde confianza en «puedo hacerlo»
	• Los lugares de trabajo antes sucios y grasientos, son ahora limpios, brillantes y vivos
	• Se ofrece una mejor imagen a los visitantes y clientes

Fuente: SUZUKI, Tokutaro. *TPM en industrias de proceso*. p. 4.

Aneo 2. **Fases de planificación de un mantenimiento**



Fuente: Instituto Internacional TPM.