

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
LICENCIATURA EN INGENIERIA
INDUSTRIAL**

**MEJORA DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN
QUE GARANTICE LA ENTREGA A TIEMPO
DE LAS ÓRDENES AL CLIENTE, EN LA
EMPRESA GRAFO PRINT S.A, UBICADA
EN ALTO DE GUADALUPE, DURANTE EL II
SEMESTRE DEL 2020.**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA
OPTAR POR EL GRADO DE
LICENCIATURA EN LA CARRERA DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL.**

ESTUDIANTE: SANDRA DAYANNA LOBO MUSSIO

TUTOR: ING. MARCO CARTÍN GAMBOA

HEREDIA, MARZO 2021

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION

San José, 23 de junio del 2021

Señores:

Universidad Hispanoamericana


Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Sandra Dayanna Lobo Mussio con número de identificación 1-1386-0245 autor (a) del trabajo de graduación titulado MEJORA DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN QUE GARANTICE LA ENTREGA A TIEMPO DE LAS ÓRDENES AL CLIENTE, EN LA EMPRESA GRAFO PRINT S.A, UBICADA EN ALTO DE GUADALUPE, DURANTE EL II SEMESTRE DEL 2020. presentado y aprobado en el año 2021 como requisito para optar por el título de Licenciada en Ingeniería Industrial; Si autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,



1-1386-0245

**ANEXO 1 (Versión en línea dentro del Repositorio)
LICENCIA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA PUBLICAR Y
PERMITIR LA CONSULTA Y USO**

Parte 1. Términos de la licencia general para publicación de obras en el repositorio institucional

Como titular del derecho de autor, confiero al Centro de Información Tecnológico (CENIT) una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, el autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito.
- b) Autoriza al Centro de Información Tecnológico (CENIT) a publicar la obra en digital, los usuarios puedan consultar el contenido de su Trabajo Final de Graduación en la página Web de la Biblioteca Digital de la Universidad Hispanoamericana
- c) Los autores aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) Los autores manifiestan que se trata de una obra original sobre la que tienen los derechos que autorizan y que son ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante el Centro de Información Tecnológico (CENIT) y ante terceros. En todo caso el Centro de Información Tecnológico (CENIT) se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.
- e) Autorizo al Centro de Información Tecnológica (CENIT) para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.
- f) Acepto que el Centro de Información Tecnológico (CENIT) pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.
- g) Autorizo que la obra sea puesta a disposición de la comunidad universitaria en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional.

SI EL DOCUMENTO SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA O UNA ORGANIZACIÓN, CON EXCEPCIÓN DEL CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICO (CENIT), EL AUTOR GARANTIZA QUE SE HA CUMPLIDO CON LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES REQUERIDOS POR EL RESPECTIVO CONTRATO O ACUERDO.

CARTA DEL TUTOR

Heredia, 15 de Marzo de 2021

Destinatario
Departamento de Registro
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

La estudiante SANDRA DAYANNA LOBO MUSSIO, cédula de identidad número 113860245, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: MEJORA DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN QUE GARANTICE LA ENTREGA A TIEMPO DE LAS ÓRDENES AL CLIENTE, EN LA EMPRESA GRAFO PRINT S.A, UBICADA EN ALTO DE GUADALUPE, DURANTE EL II SEMESTRE DEL 2020., el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	5%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	25%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	20%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20%
	TOTAL		80%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

Ing. Marco Carlin Gamboa. MII
Cédula identidad: 110610393
Carné Colegio Profesional: II-15546

CARTA DE LECTOR

Heredia, 13 de mayo de 2021.

Señores

Servicios estudiantiles

Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

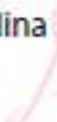
La estudiante Sandra Dayanna Lobo, cédula de identidad 113860245, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: Mejora del sistema de producción que garantice la entrega a tiempo de las órdenes al cliente, en la empresa Grafo Print S.A, ubicada en Alto de Guadalupe, durante el II semestre del 2020, el cual ha elaborado para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente, lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y el análisis de datos; la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre estos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atentamente,

Ana Catalina
Leandro
Sandí

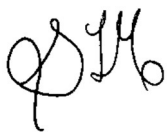


Firmado digitalmente
por Ana Catalina
Leandro Sandí
Fecha: 2021.05.13
10:41:11 -06'00'

Ing. Ana Catalina Leandro Sandí
Cédula identidad N. 3 0398 0478
Carné Colegio Profesional N. IPI 22762

DECLARACIÓN JURADA

Yo Sandra Dayanna Lobo Mussio, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 1-1386-0245 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Mejora del sistema de producción que garantice la entrega a tiempo de las órdenes al cliente, en la empresa Grafo Print S.A, ubicada en alto de Guadalupe, durante el II semestre del 2020, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 03 días del mes de mayo del año dos mil veintiuno.



Firma del estudiante

Cédula 1-1386-0245

Dedicatoria

A Dios primeramente por darme la sabiduría de poder llegar hasta aquí hoy.

A mis padres Martin Lobo y Sandra Mussio, por inculcarme que el estudio es la mejor herencia que me pueden dejar.

A mi esposo Jose Acuña por ser mi testigo del gran esfuerzo y dedicación.

A mi hermana Angie Lobo, por ser mi gran apoyo y consejera siempre.

Agradecimientos

A mi madre, porque siempre esta cuando la necesito, porque me apoya y me impulsa a seguir adelante, por ser mi bastón y fuerza en todos esos años y por brindarme su apoyo desde el inicio de mi proceso educativo.

A mi padre, por siempre estar a mi lado brindándome su apoyo sus risas y amor, gracias porque en mis noches de vela estabas a mi lado.

A mi hermana, por apoyarme siempre he impulsarme a seguir y brindarme su ternura y amor incondicional.

A mi esposo, gracias, por estar estos años a mi lado en lucha constante de esfuerzo y dedicación. Gracias por estar en mis momentos de debilidad y ser mi soporte.

Gracias a mis profesores y mi tutor que me ayudaron con todo ese proceso.

Índice

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	17
1.1 Descripción general del proyecto.	18
1.2 Descripción general de la empresa	19
1.2.1 Antecedentes de la empresa	19
1.2.2 Estructura organizativa	21
1.2.3 Recursos Humanos.....	23
1.2.4 Líneas de productos.....	23
1.2.5 Clientes	23
1.2.6 Misión	25
1.2.7 Visión.....	25
1.3 Planteamiento del problema	25
1.3.1 Idea del problema.....	25
1.3.2 Definición del problema	27
1.4 Justificación	27
1.5 Objetivos de la investigación	30
1.5.1 Objetivo general.....	30
1.5.2 Objetivos específicos	30
1.6 Alcances y limitaciones	31
1.6.1 Alcances	31
1.6.2 Limitaciones	31
CAPÍTULO II. MARCO TEORICO	32
2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera.....	33
2.1.1 Administración de la producción	33
2.1.2 Productividad.....	34
2.1.3 Desperdicio.....	36
2.1.4 Programación de la producción	37
2.1.5 Diagrama de Flujo	39
2.1.6 Diagrama de Ishikawa	41

2.1.7	SIPOC	42
2.1.8	Estadística Básica	44
2.1.9	Diagrama de Pareto	44
2.1.10	Manufactura Esbelta (“lean manufacturing”).....	47
2.2	Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto.....	49
2.2.1	Metodología DMAIC.....	49
2.3	Marco conceptual referente al impacto del proyecto	51
2.3.1	Estandarización de procesos	53
2.3.2	Análisis de procesos y optimización de resultados.....	53
2.3.3	Innovación en la producción y análisis de procesos.....	53
2.3.4	Evolución de la calidad.....	54
2.4	Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes	55
CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO		59
4	60
3.1	Metodología para la definición del problema	60
3.2	Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto	62
3.3	Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio.....	63
3.4	Metodología para la implementación del proyecto.....	64
3.5	Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados.	65
Capítulo IV: LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS		66
5	67
5.1	Descripción del proceso	67
5.2	Control de la producción	72
5.3	Análisis de tiempo y maquinaria	80
5.4	Escogencia del producto.....	89
5.5	Resumen de las oportunidades de mejora.....	90
Capítulo V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN		103
6	104
6.1	Diseño de la mejora	104

6.1.1	Propuesta de oportunidades de mejora para los métodos y materia prima	108
6.1.2	Rediseño del proceso	122
6.2	Implementación de la mejora	129
6.3	Análisis de costos	148
CAPÍTULO VI. Conclusiones y recomendaciones		154
7	Capítulo VI. Conclusiones y Recomendaciones.....	155
7.1	Conclusiones	155
7.2	Recomendaciones	157
Apéndice		159
Apéndice 1: Formulario de Validación Capacitación.		159
Apéndice 2: Formulario de Validación Materia.		160
Referencias		162

Índice de Figuras

Figura 1. Departamento de Producción Grafo Print S.A.	20
Figura 2. Organigrama del área administrativa Grafo Print S.A.	22
Figura 3. Simbología básica del diagrama de flujo.....	40
Figura 4. Diagrama de Ishikawa.....	42
Figura 5. SIPOC.....	43
Figura 6. Diagrama de Pareto.....	46
Figura 7. Ciclo DMAIC.....	49
Figura 8. Diagrama de planificación de las órdenes.	68
Figura 9. Diagrama de procedimientos Grafo Print S.A.	70
Figura 10. Proceso de producción.....	71
Figura 12. Hoja de pedido Grafo Print S.A.....	79
Figura 13. Cantidad de órdenes de producción, por máquina.....	81
Figura 14. Análisis de ocupación M2.....	83
Figura 15. Análisis de ocupación M3.....	85
Figura 16. Análisis de ocupación M4.....	87
Figura 17. Ishikawa producción de cajas.....	92
Figura 18. Formulario, sección 1: pregunta 1.....	94
Figura 19. Formulario, sección 1: pregunta 2.....	95
Figura 20. Formulario, sección 1: pregunta 3.....	96
Figura 21. Formulario, sección 1: pregunta 4.....	96
Figura 22. Muestras de lotes.....	97
Figura 23. Calibración densitómetro.....	98
Figura 24. Formulario, sección 2: pregunta 1.....	100
Figura 25. Materia prima, papel cilindro.....	101
Figura 26. Materia prima papel.....	102
Figura 27. SIPOC, producción de cajas.....	114
Figura 28. Instructivo Materia Prima: Aceite.....	118

Figura 29. Instructivo Materia Prima: Aditivos	118
Figura 30. Instructivo Materia Prima: Barniz	119
Figura 31. Instructivo Materia Prima: Goma.....	119
Figura 32. Instructivo Materia Prima: Papel	120
Figura 33. Instructivo Materia Prima: Tinta	120
Figura 34. Instructivo Materia Prima: Papel de impresión.....	121
Figura 35. Rediseño del proceso de producción de cajas 1.....	123
Figura 37. RACI, proceso de producción	125
Figura 38. Formulario de validación, pregunta 1	132
Figura 39. Formulario de validación, pregunta 2.....	133
Figura 40. Formulario de validación, pregunta 3.....	134
Figura 41. Formulario de validación, pregunta 5.....	135
Figura 42. Formulario de validación, pregunta 6	136
Figura 43. Entregable capacitación, hoja 1 parte 1	138
Figura 44. Entregable capacitación, hoja 1 parte 2	139
Figura 45. Entregable capacitación, hoja 2 parte 1	140
Figura 46. Entregable capacitación, hoja 2, parte 2.....	141
Figura 47. Entregable capacitación, hoja 3 parte 1	142
Figura 48. Entregable capacitación, hoja 3, parte 2.....	143
Figura 49. Formulario de participación en la capacitación, pregunta 1	144
Figura 50. Formulario de participación en la capacitación, pregunta 2	145
Figura 51. Formulario de participación en la capacitación, pregunta 3	145

Índice de Tablas

Tabla 1. Definición del problema.....	61
Tabla 2. Medición y Respaldo Cualitativo	62
Tabla 3. Propuesta de Mejora	63
Tabla 4. Implementación del Proyecto	64
Tabla 5. Verificación, aseguramiento, control y seguimiento	65
Tabla 6. Priorización de órdenes de producción	73
Tabla 7. Control de la producción	74
Tabla 8. Control de la producción 07 de diciembre 2020	76
Tabla 9. Control de la producción 12 de diciembre 2020	77
Tabla 10. Control de la producción	89
Tabla 11. Criterios para la valoración de las oportunidades de mejora.....	105
Tabla 12. Priorización de las oportunidades de mejora	106
Tabla 13. Diseño de las propuestas.....	107
Tabla 14. Resumen de pedidos 2020	109
Tabla 15. ABC, clientes.....	112
Tabla 16. Tamaño de muestra, muestreo de aceptación Materia prima	117
Tabla 17. Resumen de la implementación	129
Tabla 18. Indicadores de implementación.....	147
Tabla 19. Desglose de costos por implementación.....	148
Tabla 20. Desglose de ahorros por implementación.....	150
Tabla 21. Flujo económico	152

Resumen Ejecutivo

Lobo, Mussio, S. (2021) Mejora del sistema de producción que garantice la entrega a tiempo de las órdenes al cliente, en la empresa Grafo Print S.A, ubicada en alto de Guadalupe, durante el II semestre del 2020. Tutor Ing. Marco Cartín Gamboa. Universidad Hispanoamericana, Heredia.

En el siguiente proyecto de graduación se enfoca en los procesos principales, que influyen para que la entrega de los clientes no se esté dando en tiempo y forma.

La propuesta que se hará representa las oportunidades de mejora para los aspectos de métodos, materia prima y mejora de los procesos de producción de cajas. Los cuales fueron seleccionados mediante la matriz multicriterio y sobre todo fundamentada en las necesidades de la empresa, de igual manera la selección de estos está apoyada por el dueño de la empresa el jefe directo de la línea de producción analizada y los colaboradores de esta.

Luego del análisis de la situación actual donde notamos que no contamos con la clasificación de los clientes, personal sin capacitar, inspecciones de calidad sin acuerdos por parte de los clientes ni de la empresa, no hay planificación de la producción, retrasos constantes en la producción al buscar quien realice y apruebe las actividades y retrasos en la línea de producción por materia prima en mal estado, estos dentro de los puntos más graves denotados por la empresa, procedemos a ejecutar una serie de herramientas que nos permite llegar a las implementaciones de las soluciones.

- Métodos: clasificación de los clientes según el volumen de pedido. Se diseño un muestreo final para los clientes con excepción de Pfizer que si tiene un acuerdo de una revisión a un 200%.
 - Herramientas ABC de los clientes, muestreo de calidad.
- Materia Prima: se diseñó muestreo de aceptación de materia prima con las características de calidad asociadas a cada material.
 - Requerimientos de calidad salida, muestreo de aceptación

- Mejora del proceso de la producción
 - Se mejoro en proceso de producción por medio de las herramientas ejecutadas y analizadas como lo son, metodología DMAIC, Diagrama de flujo, diseño de requerimientos de producción, matriz RACI, SIPOC.

Importante he de recalcar que toda la implementación se le explico a los colaboradores reforzando la capacitación al personal.

Posterior a la implementación se comparan los datos antes y después de la puesta en marcha del proceso, en donde el estudio concluye que, la productividad aumentó 19 % respecto al mes de enero 2021 y un 22 % en lo que respecta a la medición inicial realizada para el planteamiento del problema. Se logra reducir el tiempo de producción de un lote estándar de 1000 cajas en un 8%, logrado gracias a la disminución del 13 % de las horas extra de producción.

Finalmente, la investigación concluye mediante el estudio financiero que, el VAN de la inversión es de ₡70,810,048, esto representa, la rentabilidad de la producción de cajas en los próximos cinco años y el período de recuperación se calcula en 1,2 años, lo que representa un TIR de 85% en comparación con la tasa de rentabilidad definida en 25%, esto le confiere viabilidad al proyecto, por lo que se recomienda su implementación.

En conclusión, se cumplió con los objetivos planteados para la investigación.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción general del proyecto.

En este primer capítulo se desarrolla la conceptualización de las ideas principales del proyecto, como el objetivo general y los específicos, la justificación del problema y los antecedentes de la empresa.

El proyecto se desarrolla en la empresa Grafo Print S.A, dedicada principalmente a la impresión comercial offset (Artes Gráficas) de materiales de empaque para la industria Alimenticia y Farmacéutica.

El análisis se desarrollará en la línea de investigaciones de operaciones industriales, ya que se trata de una mejora y optimización en el sistema de producción. Aquí se ha encontrado que el problema principal es el incumplimiento en la entrega a tiempo de los productos terminados a los clientes.

Al concluir este proyecto se podrá generar un esquema de trabajo adecuado, que permita hacer las tareas con una utilización correcta de tiempos para tener mayores utilidades, recuperar a los clientes y también mejorar la calidad de vida de los empleados. Esto último, ya que, el personal al tener altas demandas de trabajo, que no están bien planificadas esto provoca que se deban laborar horas extras semanalmente.

Al lograr llegar una propuesta final, se pueden tener grandes beneficios, como lo es, aumento de la productividad, mejorar la eficiencia y eficacia general, así como ahorro el pago de las planillas y, sobre todo, se busca tener más clientes satisfechos.

A través de la metodología DMAIC, análisis de causas y las demás propuestas que se puedan generar se construirá una propuesta definitiva que permita solucionar el problema planteado.

1.2 Descripción general de la empresa

1.2.1 Antecedentes de la empresa

De acuerdo con su página web, Grafo Print S.A. es una empresa litográfica, de capital netamente nacional y de un solo dueño, principalmente enfocada a las Artes Gráficas, que se fundó el 04 de septiembre de 1972 en San José, Costa Rica. (Grafoprintcr,2020)

Inicialmente se ubicó en el centro del cantón de Goicoechea. Posteriormente, con la adquisición de la maquinaria y equipo nuevo, en el año de 1978 y debido a la buena aceptación en el mercado y a su rápido crecimiento, se toma la decisión de trasladar sus instalaciones a una zona más industrial y con mayor espacio físico como lo es el Alto de Guadalupe.

En la actualidad, la empresa cuenta con renombre nacional e internacional y sigue con planes de expansión y crecimiento.

Figura 1

Departamento de Producción Grafo Print S.A.



Fuente Grafo Print, 2020.

Grafo Print S.A. es una empresa Certificada con la Norma ISO 9001 dedicada principalmente, a las Artes Gráficas contando con la capacidad técnica y humana necesaria para trabajos en Litografía, con más de 45 años de experiencia, ofrece impresión de cajas plegadizas, etiquetas, afiches, papel góndola y todo tipo de material publicitario.

La empresa se ubica en El Alto de Guadalupe, 400 metros este de los tanques del AyA. San José, Costa Rica.

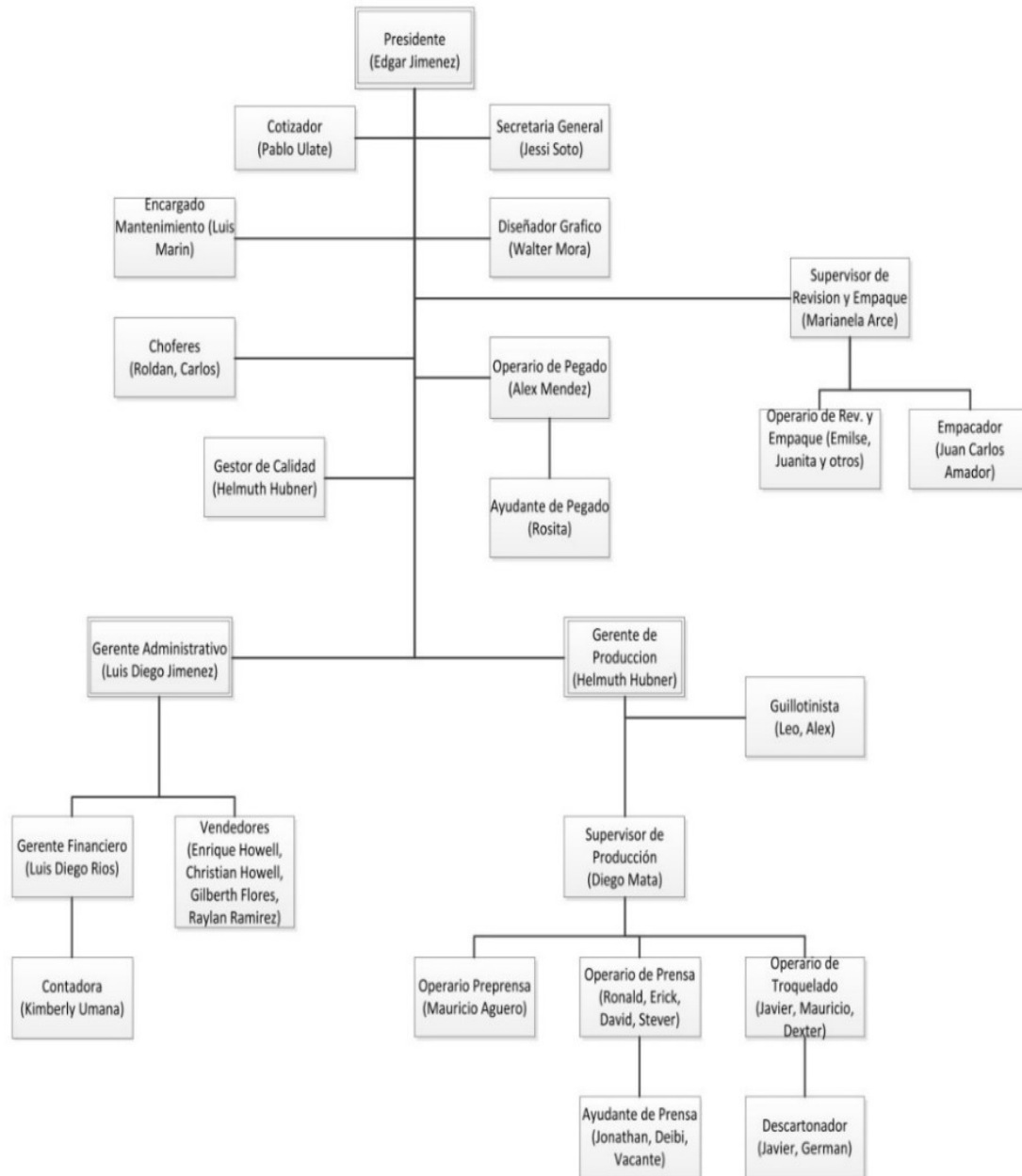
1.2.2 Estructura organizativa

En la Figura 2, se muestra el organigrama general de toda la empresa con los respectivos departamentos. Su diseño de empresa es plano, es decir, el único dueño se encarga de varios de sus procesos, los cuales se detallarán más adelante. Los principales puestos de trabajo son los siguientes:

- **Presidente:** único dueño de la empresa, don Edgar Jiménez. Él se encarga de tener el control de las funciones ejecutadas por la Secretaria General, además realiza funciones de cotizado y diseñador gráfico. También supervisa a los encargados de mantenimiento, choferes, al personal del área de pegado y al gestor de calidad.
- **Supervisor de revisión y empaque.** En este departamento es donde se realiza el control de calidad y se verifican las cantidades de producto a enviar a cada cliente, según sus pedidos.
- **Gerencia Administrativa,** aquí se llevan a cabo todos los procesos de finanzas, contaduría y se ubican a los vendedores de la empresa.
- **Gerencia de Producción:** En este puesto se reporta un supervisor de producción el cual se encarga de todo el proceso de preprensa, prensa, troquelado y descartonado.

Figura 2

Organigrama del área administrativa Grafo Print S.A.



Fuente Organigrama general de Grafo Print S.A, 2020.

1.2.3 Recursos Humanos

La Gerencia de la empresa informa que Grafo Print S.A. cuenta con cerca de 70 colaboradores distribuidos de la siguiente forma:

- Área de producción 60 colaboradores.
- Administración 5.
- Finanzas 1.
- Ventas 4.

1.2.4 Líneas de productos

Grafo Print ofrece una gran variedad de impresiones como son:

1. Etiquetas
2. Colillas
3. Brochures
4. Folletos
5. Afiches
6. Volantes
7. Posologías
8. Habladores
9. Material POP (Polipropileno)

1.2.5 Clientes

La empresa cuenta con una gran cantidad de clientes muy importantes, donde se puede destacar.

Empresas Farmacéuticas

- Pfizer S.A
- Pfizer Zona Franca
- Zoetis Panamá
- Zoetis Ecuador
- Laboratorios Stein
- Panzyna Laboratories Nicaragua
- Laboratorios Lisan
- Laboratorios RAVEN

Empresas Alimenticias

- Alimer S.A.
- Conservas del Valle
- Demasa Palmitos
- Irex Costa Rica División Alimentos
- Walmart a Corporación Agrícola
- Productos Lio
- Pasta y Basta
- Rice n'Smile
- Dolce Flowers

Otras Empresas

- Durman
- AMSA (Loctite)
- Dr. Lutz
- Pinturas Prosol

1.2.6 Misión

Satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes, ofreciendo productos y servicios que cumplen con altos estándares de calidad, en el diseño, impresión, tiempos de entrega y precios competitivos.

1.2.7 Visión

Ser la mejor opción en la industria litográfica de Costa Rica, basada en un modelo de negocios de clase mundial, que nos permita competir exitosamente bajo estándares internacionales.

1.3 Planteamiento del problema

1.3.1 Idea del problema

La empresa ha detectado una oportunidad de mejora en la etapa inicial de producción en la programación, tiempos de entrega y la actualización de procedimientos.

En la actualidad de un total de órdenes de trabajo, hasta un 30% de la producción no es entregada a tiempo a los clientes. La planta procesa al mes un promedio de 300 órdenes de trabajo, por lo cual se puede definir que 90 órdenes no son entregadas en el tiempo establecido lo que acarrea molestia a los clientes y el retraso en el pago de los servicios prestados, lo que impide la pronta recuperación de la inversión en materias primas.

De los clientes actuales, hasta el día de hoy, ninguno ha multado a la empresa por entregas tardías. Sin embargo, son constantes las quejas (entre 5 a 6 semanales) por rechazo del producto terminado, así como unas 10 quejas

semanales por los atrasos e incumplimientos lo que ha hecho que se pierda la credibilidad y la confianza según han expresado.

Se debe resaltar que en general la producción se enfoca a satisfacer las necesidades del principal cliente de la empresa que es Pfizer. A ellos se les brinda prioridad en todos sus requerimientos en detrimento de la atención y calidad del servicio del resto de sus clientes. Pero esto resulta de una directriz de la Presidencia de Grafo Print S.A.

El incumplimiento en los tiempos prometidos de entrega y las fallas en el acabado final de los productos ha generado que se hayan perdido en el pasado reciente clientes como Spoon, Calcesa, Sardimar y Gutis entre los más importantes, por lo que se ha dejado de percibir una facturación promedio por mes de cuarenta mil dólares (\$40,000) aproximadamente.

Los procesos productivos en la empresa son guiados por decisiones que se toman a cada momento por el supervisor y los encargados de la ejecución de los trabajos, pero que no necesariamente se ajustan a una realidad práctica de la optimización de la maquinaria y sus tiempos de operación de las máquinas para un tiraje, los tiempos de tiraje y el lavado, así como el mantenimiento posterior al uso en cada ocasión.

Se identifica una oportunidad de mejora por los supervisores, ya que indican que se puede mejorar en un 90% las entregas a tiempo si se proponen mejoras al proceso productivo y a los procedimientos que intervienen.

Es importante para la empresa afrontar el problema del pago de horas extras constante, las cuales en tiempos altos de producción pueden aumentar la planilla hasta un ϕ 1.000.000,00 a la semana, es decir, cerca de ϕ 4,33 millones al mes. Esto porque se llevan a cabo de manera manual procesos que no generan valor y que se constituyen en la base para proponer la estandarización de los tiempos de cada operación y sus procedimientos.

Desde esta perspectiva, ante la problemática presentada cabe considerar lo planteado por De Macedo-Soares y Lucas (1995) al referir que es necesario establecer una estrategia que permita satisfacer las necesidades de los clientes a un costo adecuado, lo que implica que las energías en el contexto organizacional, su talento y compromiso se requieren para alcanzar la mejora continua de los procesos, productos y servicios que ofrece la organización. (p.12).

1.3.2 Definición del problema

Por lo anterior, el problema de investigación se define de la siguiente forma:

¿Cómo llevar a cabo el mejoramiento del sistema de producción que garantice la entrega a tiempo de las órdenes al cliente, en la empresa Grafo Print S. A., ubicada en Alto de Guadalupe, durante el II Semestre del 2020?

1.4 Justificación

Para las empresas de manufactura, cualquier costo que se pueda reducir en sus líneas de producción y más aún ligado a tiempos es muy valorado y significativo, ya que los tiempos representan un valioso recurso cuando se está trabajando por metas de producción que satisfacen la demanda de los clientes.

La empresa requiere ser más productiva en los tiempos de entrega a los clientes, por lo tanto, surge la posibilidad de ver como optimizar este proceso debido a las altas demandas de producción, esto implica analizar el proceso con el fin de encontrar que recursos se pueden aprovechar de una mejor

manera, con la implementación de este proyecto se desea aumentar un 20% los tiempos de entrega a tiempo, se impacta la empresa en:

- a) Ahorro en planillas, en cuanto pagos de horas extras, por un monto de 4.33 millones al mes.
- b) Ahorro en los recibos de servicios públicos, ya que lo ideal es el cumplir con los horarios y el presupuesto establecido.
- c) Personal con una mejor calidad de vida, los colaboradores en buenas condiciones de salud ocupacional serán más efectivos.
- d) Credibilidad con los clientes actuales y atracción de clientes nuevos.
- e) El proyecto se desarrolla con la cantidad de personal que tiene actualmente, por lo cual no se va a invertir en recursos.
- f) Se enfoca en tres tipos de escenario son: El optimista, aumentar el indicador de productividad en 20%, el escenario más probable, aumentar el indicador en 15% la propuesta del proyecto y el escenario pesimista aumentar el indicador de productividad en 10%. Con el fin de brindarle a la empresa el escenario óptimo y real.
- g) En la actualidad no se realiza ningún proyecto de mejora de la productividad en la empresa, por lo cual las mínimas mejoras serán visibles.

Desde esta perspectiva, cabe considerar lo mencionado por Deming (1989) “la relación, mejora y calidad, tiene una secuela de situaciones de destacada relevancia. Es una cadena donde cada elemento al mejorarse incide en otro y así sucesivamente hasta generar el efecto deseado”. (p.16)

Es por ello que el enfoque de este proyecto está dirigido al mejoramiento del sistema de producción de la empresa Grafo Print S. A., pues al mejorar la calidad, se generan ahorros, se utilizan mejor los recursos y puede darse un incremento en la productividad de la empresa.

En esta línea cabe considerar la perspectiva de Escobar (2010) quien analiza como la incorporación de los estándares y perspectivas de calidad han ayudado con el mejoramiento de los procesos en las organizaciones al respecto indica:

La calidad se inició como una estrategia para resolver dificultades de producción y para reducir los costos asociados con la producción de bienes, aunque su comienzo está asociado a los costos, y es reconocido que fue retomada como una estrategia para establecerse cada vez más en los mercados. Podría decirse que por su concepción todavía permanece la idea de que su intención es acertada como mecanismo reductor de costos. (p.32)

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo general

Mejorar el sistema de producción que garantice la entrega a tiempo de las órdenes a los clientes, en la empresa Grafo Print S. A, a partir de cambios y diseños en el proceso que se logren adaptar a las necesidades y expectativas de la empresa.

1.5.2 Objetivos específicos

- a) Analizar el proceso actual de producción que represente la mayor cantidad de errores.
- b) Diseñar de una propuesta que optimice la entrega a tiempo de las órdenes de compra a los clientes.
- c) Evaluar la propuesta de mejora diseñada mediante el análisis de los resultados obtenidos de implementación
- d) Calcular el impacto económico de la implementación del proyecto respecto el beneficio esperado para la empresa Grafo Print S.A.

1.6 Alcances y limitaciones

1.6.1 Alcances

El proyecto se llevará a cabo en la planta de producción de la empresa Grafo Print S.A, ubicada en El Alto de Guadalupe, 400 metros al este de los tanques del AyA. San José, Costa Rica.

Por lo mencionado anteriormente, se aclara que el alcance para efectos de estudio de tiempos y análisis de la mejora será únicamente en las actividades involucradas en la producción.

Este proyecto se desarrollará en las fechas comprendidas entre el junio del 2020 a marzo del 2021.

Se parte del hecho de que los colaboradores que inician en el proyecto son los mismos que estarán en las etapas finales del mismo.

1.6.2 Limitaciones

Una de las limitaciones del proyecto es la confidencialidad, ya que no permiten presentar con exactitud los datos financieros, solamente las cifras que informan la Gerencia y los supervisores.

CAPÍTULO II. MARCO TEORICO

2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera

Para todas las empresas de Manufactura, lo principal es poder elaborar productos que contemplen las características principales de calidad, entregas a tiempo, costos bajos, clientes satisfechos y utilidades sanas.

Por tanto, analizar sus procesos en busca de oportunidades de mejora es parte del día a día de las empresas manufactureras que buscan la optimización de sus indicadores de productividad.

Para entender las variables implícitas en los índices de productividad a continuación se detallan algunos conceptos relacionados a este indicador.

2.1.1 Administración de la producción

Se puede definir a la Administración de la producción como el diseño, y la mejora de los sistemas que crean y producen los principales bienes y servicios. Está dedicada a la investigación y a la ejecución de todas aquellas actividades que van a generar una mayor productividad mediante la planificación, organización, dirección y control en la producción, aplicando todos esos procesos individuales de la mejor manera posible, con la finalidad de aumentar la calidad del producto. Por esa razón se deben tomar decisiones estratégicas, decisiones tácticas y decisiones de control y planeación operacional.

En el nivel estratégico, la administración de la producción promueve la búsqueda de una ventaja competitiva sustentable para la empresa y que logre un impacto de su efectividad a largo plazo, en términos de cómo puede enfrentar las necesidades de los clientes. En tanto a la decisión táctica se preocupa principalmente de cómo programar, el material y la mano de obra necesaria sin que falte ninguno de los recursos, que llevaría a una pérdida de tiempo o que sobren dichos recursos provocando exceso en gastos. Para la

decisión de control y planeamiento se debe tomar en cuenta los proyectos a realizar en el momento adecuado y por quienes los van a realizar buscando las personas más idóneas en la utilización y manejo de un recurso.

2.1.2 Productividad

Por productividad se puede entender como el grado de eficiencia de un proceso o un conjunto de procesos. Al respecto, Felzinger y Runza (2002) mencionan que este es:

...un indicador que refleja que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios. Podemos definirla como una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos y denota la eficiencia con la cual los recursos humanos, capital, tierra, etc. son usados para producir bienes y servicios en el mercado. (p. 3)

Desde esta perspectiva, la productividad del trabajo se entiende como un incremento de la producción a partir del desarrollo de la capacidad productiva del trabajo sin variar el uso de la fuerza de trabajo, en tanto que la intensidad del trabajo es un aumento de la producción a partir de incrementar el tiempo efectivo de trabajo disminuyendo los tiempos ociosos y/o aumentando la jornada laboral.

En esta línea, Cequea y Rodríguez (2012) plantean que la productividad se entiende como “la articulación armónica entre la tecnología, la organización y el talento humano, combinando en forma óptima o equilibrada los recursos para la obtención de los objetivos.” (p.122)

Asimismo, Chiavenato (2011) indica que este es un concepto que conlleva la administración humana, fundamentada en la filosofía y la cultura organizacional. (p.90)

La Organización Internacional para el Trabajo (OIT,2016) establece que en la productividad se encuentra una relación entre la cantidad obtenida de productos en un sistema productivo y los recursos necesarios para obtenerlos, siendo específico en las horas pagadas por mano de obra directa. Es decir, se establece una relación que conlleva la producción, los recursos utilizados bajo los principios de eficiencia y eficacia. (p.12)

Desde esta perspectiva Martínez (2007) citado por Alva y Juárez (2014):

la productividad es un indicador que refleja que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios; traducida en una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos, denotando además la eficiencia con la cual los recursos humanos, capital, conocimientos, energía, etc. son usados para producir bienes y servicios en el mercado. (p.17)

Por su parte, el concepto de eficiencia de acuerdo con Fernández-Rios y Sánchez (1997) citados por Rojas, Jaimes y Valencia (2018) se refiere a la capacidad o cualidad para actuar que tiene un sistema o sujeto económico para el cumplimiento de los objetivos planteados, haciendo un uso efectivo de los recursos disponibles. (p.3)

Se entiende que la eficiencia se da cuando se utilizan menos recursos para lograr un mismo objetivo. O, al contrario, cuando se logran más objetivos con los mismos o menos recursos.

Con respecto al concepto de eficacia Mokate (2001) que este se refiere a cuando las personas o las cosas cumplen o producen el efecto del servicio al cual están destinadas. En esta línea, dentro del contexto organizacional, este hace referencia al grado como se alcanzan los objetivos propuestos. (p.2)

Cabe considerar la perspectiva de Chiavenato (2009) quien sintetiza ambos conceptos como se indica a continuación:

La eficiencia es el uso adecuado de los recursos disponibles, es decir, hace hincapié en los medios y los procesos. La eficacia es el cumplimiento de metas y objetivos perfectamente definidos; en este caso lo más importante son los fines y los resultados. (p.13)

Es importante acotar que para efectos de este proyecto se utilizará el indicador de productividad que tiene establecido actualmente la empresa.

2.1.3 Desperdicio

Es todo lo adicional a lo mínimo necesario de recursos, tal como materiales, equipo, personal, tecnología, entre otros para fabricar un producto o prestar un servicio. De acuerdo con Lilker y Meier (2006) existen ocho diferentes desperdicios, conocidos también como mudas La sobreproducción: es realizar más producción de la programada y se considera la principal causa de los otros desperdicios.

1. El transporte: es movilizar el producto, proceso, materiales de un lado a otro, innecesariamente en distancias cortas.
2. Tiempo de Espera: Son esperas por averías de máquinas, materiales, información o producto.
3. Sobre procesamiento: También conocido como reproceso por ser un producto o servicio que no sale a la primera con el cumplimiento del estándar y se debe corregir.

4. Exceso de Inventario: Tener en los almacenes materia prima, empaque, piezas, producto terminado con inventario de más porque se oculta problemas presentes en la empresa.
5. Defectos: Es producto que no cumple con los estándares y no se puede corregir.
6. Movimiento Innecesario: Es cualquier movimiento que el colaborador deba ejercer, pero no agrega valor al producto o servicio.
7. Talento Humano: No aprovechar la creatividad, inteligencia, conocimiento y capacidad del personal para eliminar los desperdicios anteriores. (p.84)

La eliminación de las mudas ayuda a generar resultados positivos en la organización, pues se reducen los costos, aumenta la productividad, hace el área de trabajo verse ordenada permite visualizar posibles problemas durante el proceso. (Díaz, 2020, p.14)

2.1.4 Programación de la producción

Es el conjunto de actividades requeridas para alcanzar los objetivos propuestos en la producción el cual se divide por productos, cantidad, plazos de entrega, mano de obra, recursos por requerir. El programa de producción implica planificar producción porque es la encargada de asegurar se tengan los insumos necesarios para producir lo requerido por demanda

La planificación de la producción consiste en definir el volumen y el momento de fabricación de los productos, estableciendo un equilibrio entre la producción y la capacidad de los distintos niveles, en busca de la competitividad deseada. (Higueta, 2009)

De acuerdo con Higueta (2009) la planificación de la producción se divide en:

- La planificación estratégica: este plan es elaborado por los niveles ejecutivos de la empresa.
- La planificación agregada: expresa la fijación de la porción de producción de la empresa.
- Sistema maestro de producción (MSP): satisfacer las demandas de cada de uno de los productos dentro de las líneas de familias.
- Planeación de requerimientos de materiales (MRP): es el plan que mueve el sistema de planeación de materiales e inventarios.
- Programación de la producción: establece siguiendo los lineamientos anteriores, la coordinación, seguimiento y control de las actividades semanales o diarias utilizando los procedimientos de asignación, secuenciación y temporización de la producción adecuadas al tipo de proceso productivo que se desarrolle en cada empresa. (pp.12-13)

Según establece el autor, para comenzar con la planeación de producción debe comenzarse con la identificación de la demanda esperada en comparación con la disponibilidad de la empresa, los inventarios y la capacidad de la producción o con lo que se espera tener disponible en cada periodo. Esto implica un proceso continuo, de análisis de la relación entre la producción y los niveles de inventario. (Higuira, 2009, p.12).

2.1.5 Diagrama de Flujo

Existe una serie de herramientas para definir los procesos productivos entre las que destaca el diagrama de flujo, la cual es una herramienta que desglosa y documenta un proceso.

Desde la perspectiva de Fernández y Quintanar 2015: “Básicamente un diagrama de flujo de tareas representa el orden en el que las tareas se llevan a cabo en la organización, también denota la relación lógica entre todas las tareas que componen el diagrama.” (par.11)

Es la forma de representar, gráficamente las distintas operaciones que componen un proceso o parte de este, estableciendo su secuencia cronológica. Según su formato o propósito, puede contener información adicional del método de ejecución de las operaciones, itinerarios, las formas la distancia recorrida el tiempo empleado. (Gómez Cejas, Guillermo, 2007)




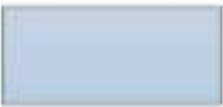

Se identifica por medio de símbolos según sea el proceso y además incluye la información que se desea analizar.

Para una mejor comprensión del proceso, los diagramas de flujo permiten observar todos los pasos de un sistema o proceso sin necesidad de leer notas extensas.

En la Figura 3, puede identificarse la simbología del diagrama de flujo:

Figura 3.

Simbología básica del diagrama de flujo

Símbolo	Nombre	Función
	Inicio / Final	Representa el inicio y el final de un proceso
	Línea de Flujo	Indica el orden de la ejecución de las operaciones. La flecha indica la siguiente instrucción.
	Entrada / Salida	Representa la lectura de datos en la entrada y la impresión de datos en la salida
	Proceso	Representa cualquier tipo de operación
	Decisión	Nos permite analizar una situación, con base en los valores verdadero y falso

Fuente. SmartDraw, 2019

2.1.6 Diagrama de Ishikawa

Siguiendo la metodología de abordaje del problema, una vez definido el proceso, una de las herramientas ingenieriles que aportan mucho en la identificación de la causa o causas raíz del problema es el diagrama de Ishikawa.

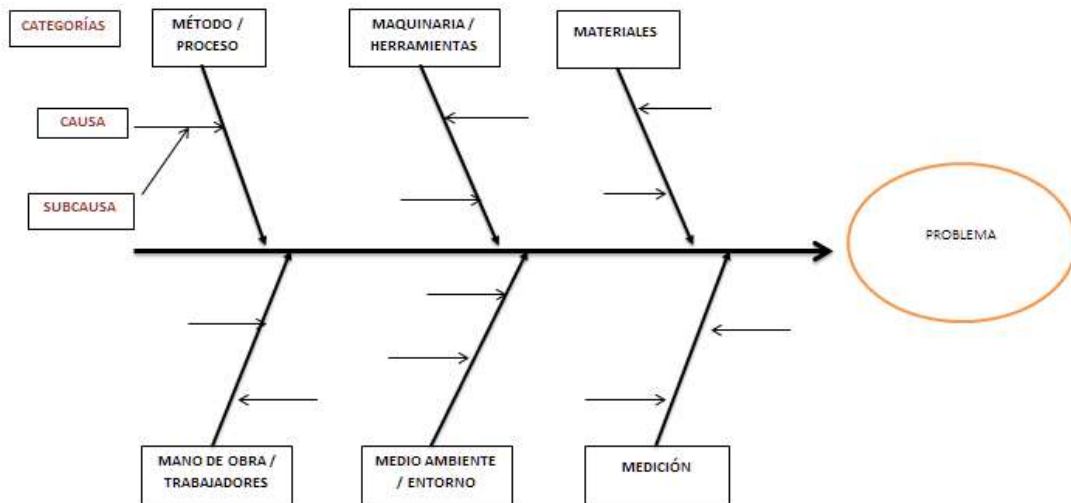
De acuerdo con Ishikawa (1997) esta es una herramienta que tiene como propósito ayudar a identificar, clasificar y mostrar las posibles causas, tanto de los problemas específicos como los característicos de calidad. Para ello se ilustra gráficamente las relaciones existentes, el resultado dado y los factores que se ven relacionados con un determinado resultado.

Al respecto en la Figura 4, se muestra la forma en que se elabora un diagrama de Ishikawa tomando en cuenta cada uno de los elementos que lo componen. Como se aprecia, existen 6 categorías en las que se puede agrupar las causas del problema conocidas como las “6 M”, que son:

- Mano de Obra
- Materiales
- Medio ambiente
- Método
- Medición
- Maquinaria

Figura 4

Diagrama de Ishikawa



Fuente. Fuente: Gómez, A., (2019)

2.1.7 SIPOC

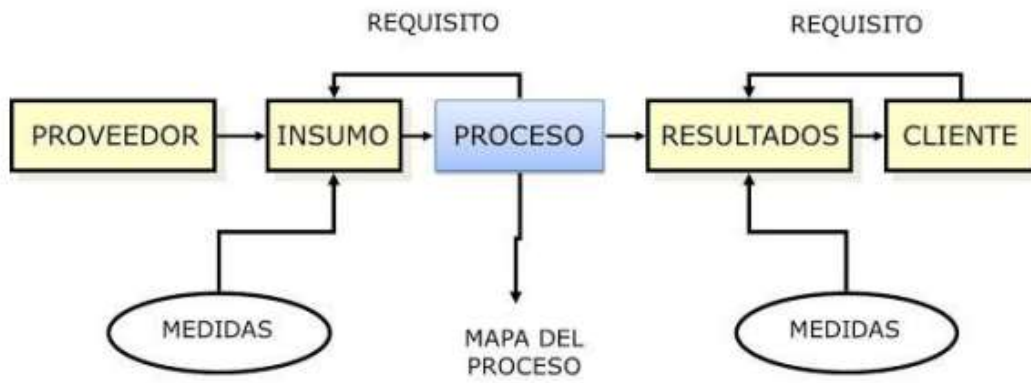
El diagrama de SIPOC, es una herramienta empleada para el mejorar las entradas y salidas de un proceso o varios, bajo la forma de una tabla. Sus siglas en ingles son un acrónimo que significa: suministros, entradas, procesos, productos y Clientes.

Su término, se utilizó en la década de 1980, dentro del movimiento de calidad total, que en el contexto actual se incorporó dentro de las disciplinas de Six Sigma, Lean Manufacturing y gestión de procesos de negocios.

Al respecto en la Figura 5, se presenta un ejemplo de este diagrama.

Figura 5

SIPOC



Fuente: Mejora Continua Total, 1980

2.1.8 Estadística Básica

En el desarrollo de proyectos de mejora la estadística es importante para presentar los datos con el fin de que sean de fácil entendimiento. Salazar (2018) indica que “es la ciencia que se encarga de la recolección, ordenamiento, representación, análisis e interpretación de datos generados en una investigación sobre hechos, individuos o grupos de estos, para deducir de ello conclusiones precisas o estimaciones futuras” (p.13).

La estadística se divide en dos grandes ramas:

- a) Descriptiva: es el estudio que incluye obtención, organización, presentación y descripción de información numérica.
- b) Inferencial: este estudio utiliza técnicas para obtener generalizaciones, toma de decisiones con base en información parcial

La probabilidad estadística es la forma de medir la incertidumbre asociada con la observación o fenómeno de una característica del objeto en estudio.

En la actualidad para la empresa es muy importante aplicar la estadística, con el fin de visualizar los resultados, lo cual permite tomar decisiones certeras y óptimas. A la vez esta herramienta permite desarrollar los diferentes indicadores.

2.1.9 Diagrama de Pareto

Concluido el estudio de tiempos es preciso tomar los datos y analizarlos, siguiendo con el esquema de análisis de causas para lo cual el diagrama de Pareto puede ser una herramienta muy útil.

Esta es una herramienta que se basa en la gráfica de barras para cuantificar e identificar cuáles son los generadores principales del 80% de las

consecuencias a partir de 20% de causas. En el proyecto de estudio se puede determinar donde enfocar los esfuerzos para rediseñar y mejorar el proceso ya que hay que trabajar metodológicamente en las áreas donde se puede obtener un mayor resultado.

Su uso se centra en la priorización de los problemas, de forma tal que se identifiquen los generados con mayor frecuencia y así visibilizar los que tienen un impacto alto de afectación en la empresa, a fin de que se puedan resolver según el nivel de criticidad.

De acuerdo con Barroso (2007) este tiene una regla denominada como “la regla del 80-20”, lo que quiere decir que:

Si un problema tiene diversas causas identificadas, el 20% de ellas resuelven el 80% del problema, en tanto que el 80% de las causas sólo resuelven el 20%. Ello significa que reducir los problemas más significativos provocará una mejora general, que reducir los pequeños.
(p. 1)

En esta línea Pulido (2010) menciona que “El análisis de Pareto es aplicable a todo tipo de problemas: calidad, eficiencia, conservación de materiales, ahorro de energía, seguridad, etc...” (p.141)

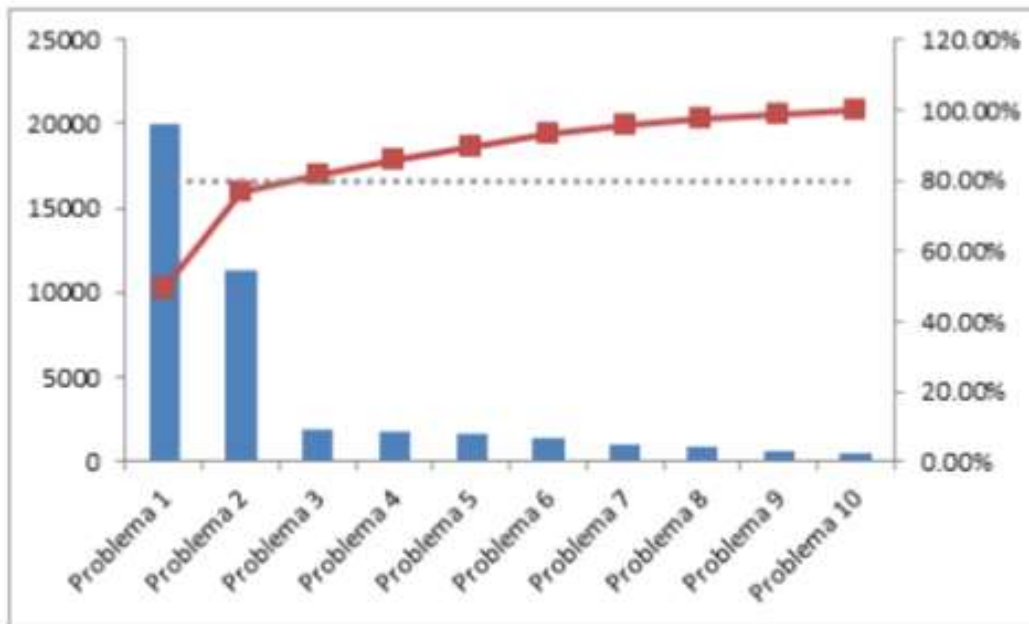
Los pasos para realizar un gráfico de Pareto son muy sencillos y se pueden resumir en siete, como lo indica Pulido (2010):

1. Es necesario decidir y delimitar el problema.
2. Se discute y se decide qué tipo de datos se van a necesitar.
3. Definir el periodo en que se tomarán los datos y determinar la persona responsable de la toma de datos.

4. Con la obtención de los datos se construye una tabla para cuantificar la frecuencia.
5. Se decide si el criterio de jerarquizar las categorías será directamente la frecuencia.
6. Documentación de referencia del diagrama Pareto, como títulos, periodos, área de trabajo, etc.
7. Interpretación del D.P. y si predomina una categoría se realiza otro D.P. de segundo nivel. (pp.141-143)

Figura 6

Diagrama de Pareto



Nota. La Figura 6 ilustra la forma gráfica en que se representa el diagrama de Pareto. Fuente: Excel Total, 2019.

2.1.10 Manufactura Esbelta (“lean manufacturing”)

De acuerdo con Hernández (2013):

El origen de Lean Manufacturing se encuentra en el momento en que las empresas japonesas adoptaron una cultura, consistente en buscar obsesivamente la forma de aplicar mejoras en la planta de fabricación a nivel de puesto de trabajo y línea de fabricación, todo ello en contacto directo con los problemas y contando con la colaboración involucración y comunicación plena con los directivos, mandos y operarios. (p.6)

Lean manufacturing considera que “todo se puede hacer mejor”, por lo que busca lograr al cien por ciento una mayor eficiencia en la producción y con esto lograr a su vez el uso racional sobre los recursos que se tienen, lo cual podría beneficiar a la empresa económicamente. En esta línea Rajadell y Sánchez (2010) menciona que su objetivo es la eliminación del desperdicio o todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. (p.45)

De esta forma, se incluye en las propuestas de mejora de este proyecto metodologías como SMED que son parte de algunas de las herramientas de “lean manufacturing”.

El concepto de SMED, de acuerdo con Rajadell y Sánchez (2010) hace referencia al número de minutos del tiempo de preparación tiene una cifra, o sea, que es inferior a 10 minutos. Su objetivo es la reducción del tiempo de cambio, que para el caso del proyecto es aplicable al cambio de lote. (p.2)

El tiempo de cambio, se refiere al es tiempo existente entre la última pieza que es producida de un producto “A” y la primera del producto “B”, en cumplimiento de las especificaciones dadas (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 3).

Para lograr que la metodología SMED sea exitosa, se debe analizar el proceso de cambio e identificar sus actividades, una vez logrado esto se procede a clasificar dichas actividades en externas e internas. Las actividades externas pueden efectuarse tanto antes del cambio como en paralelo al cambio, logrando una reducción significativa del tiempo requerido para realizar el cambio (“setup”).

Para efectos de la reducción de tiempos es necesario entender 4 conceptos clave:

- Separar la preparación externa de la interna. Se entiende por actividades internas todas aquellas que hacen necesario detener la máquina, equipo o proceso. Las externas pueden efectuarse mientras el quipo o proceso está en funcionamiento.
- Convertir cuanto sea posible de la preparación interna en preparación externa.
- Eliminación de los procesos de ajuste. Las actividades de ajuste pueden llegar a representar entre el 50 y el 70 por ciento del total de las actividades internas.
- Suprimir la propia fase de preparación. A los efectos de prescindir por completo de la preparación, pueden adoptarse dos criterios. El primero consiste en utilizar un diseño uniforme de los productos o emplear la misma pieza para distintos productos; y el segundo enfoque consiste en producir las distintas piezas al mismo tiempo (Lefcovich, 2008).

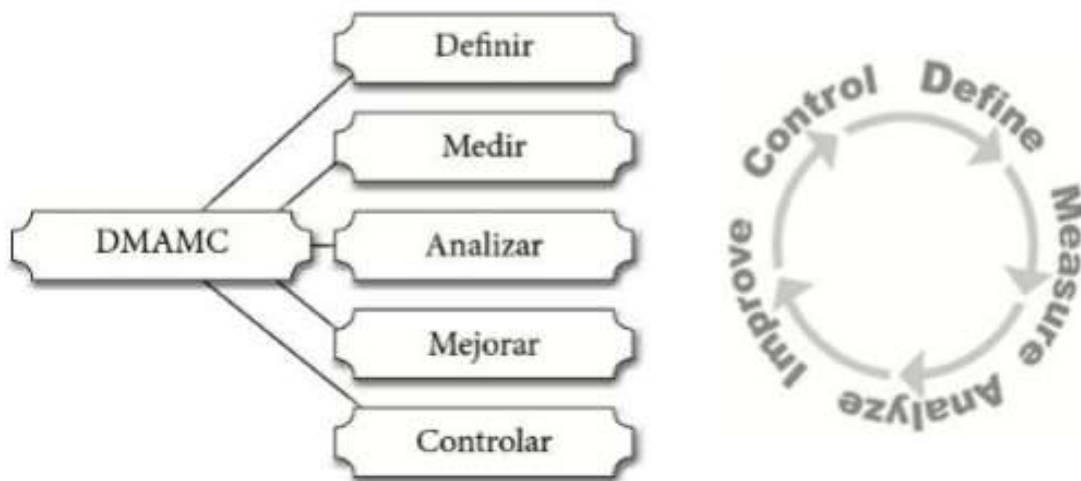
2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto

2.2.1 Metodología DMAIC

El proceso que se muestra en la Figura 7, presenta la aplicación de la filosofía Seis Sigma, en general sigue un esquema o ciclo definido como DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) por sus siglas en inglés que quiere decir: Definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Este esquema conforma un proceso estructurado en cinco fases en las que se desarrollan técnicas y herramientas estadísticas que llevan al cumplimiento de los objetivos del proyecto (Pérez, 2013).

Figura 7

Ciclo DMAIC



Fuente: Pérez, 2013.

- Definir: Es la fase crítica para definir el éxito de un proyecto ya que depende de la adecuada identificación y selección del proyecto. Los criterios iniciales para la selección del proyecto de mejora deben permitir que estos tengan impacto en los clientes, produzcan algunos ahorros cuantificables, sean sencillos en su selección y no requieran de inversiones elevadas. Es necesario identificar las características críticas de calidad las cuales pueden estar relacionadas con las necesidades o expectativas de los clientes, o también características de un producto o proceso. También, se debe identificar los problemas que presenta la compañía y comprobar la correlación entre las características críticas de calidad y con los problemas que presenta la compañía
- Medir: Durante esta fase se mide el desempeño del proceso, se traza el plan de recolección de los datos y se establecen las hipótesis de causa-efecto. Las características críticas de calidad se ponen a prueba en esta etapa mediante el uso de herramientas estadísticas, para cuantificarlas con los problemas identificados y finalmente elegir la característica crítica de calidad adecuada para desarrollar el proyecto de mejora.
- Analizar: En esta tercera fase del ciclo se busca la causa raíz del problema. Se busca como eliminar la brecha entre el desempeño actual y el nivel de rendimiento deseado. Se lleva a cabo el análisis de la información recolectada y oportunidades de mejora, esto implica descubrir que defectos se generan mediante la identificación de variables clave de entrada que afectan las variables de respuesta del proceso.
- Mejorar: En esta fase del ciclo se define un plan de acción enfocado a atacar las causas raizales, proponiendo cambios en el proceso que es

afectado por ella. Una vez planteadas las posibles mejoras, se validan mediante el monitoreo con las herramientas estadísticas para poder comprobar su efectividad. Identificada la causa raíz, se procede a esbozar acciones correctivas que plantean la forma cómo se lleva a cabo la mejora al proceso. Estas acciones de mejora se definen después de hacer las siguientes preguntas: ¿La causa raíz está siendo atacada? ¿Existen efectos secundarios indeseables? Si alguna o las dos preguntas hechas anteriormente no fueron resueltas con claridad, y si no arrojan un resultado positivo, se deberán presentar de nuevo las mejoras hasta que sean resueltos los dos interrogantes satisfactoriamente.

- Controlar: En esta última fase del ciclo se procede una vez más a dirigir el proceso de mejora bajo herramientas estadísticas que monitoreen y controlen las mejoras presentadas y validadas. Es necesario saber que, si se han logrado los resultados esperados mediante la implementación de la filosofía Seis Sigma, el proyecto de mejora no debe parar ahí, al contrario, se debe tener presente la mejora continua hasta alcanzar resultados positivos (Pérez, 2013).

2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto

El proyecto pretende establecer las bases teóricas y prácticas para implementar una propuesta de mejora que sea sostenible en el tiempo, para la línea de producción y planificación, a través de distintas herramientas ingenieriles y el abordaje de las principales causas del problema.

Uno de los objetivos fue generar un estudio de tiempos que permitiera a la empresa tener datos suficientes sobre registro de tiempos y ritmos de trabajo

efectuado en condiciones determinadas, así buscar cómo reducir tiempos generando una mejora de sus indicadores de productividad.

La metodología por seguir se basó en DMAIC, utilizando distintas herramientas ingenieriles que permitieran una relación costo/beneficio favorable para la empresa en el desarrollo del proyecto.

Esta metodología, de acuerdo con Pérez-López y García-Cerdas (2014) es un método aplicado que “utiliza herramientas estadísticas, además de dispositivos que observan las variables de los procesos y sus relaciones, que ayudan a gestionar sus características.” (p.90)

Entre los beneficios esperados se puede mencionar:

1. La estandarización del proceso, para que el tiempo de operación sea menor y se pueda cumplir con las entregas.
2. Mejor flujo de trabajo a través de la aplicación del diseño de métodos.
3. Mejor utilización de los recursos, especialmente la mano de obra.
4. Mayor eficiencia de la línea de producción en general.
5. La disminución de los tiempos, con un impacto positivo en los índices de productividad.
6. Generar la información útil para implementar el proyecto en otras áreas de la empresa.

2.3.1 Estandarización de procesos

A pesar de que en antiguas culturas ya se podían ver documentos orientados a regular o establecer los métodos de trabajo o procesos, no es hasta el desarrollo industrial y su producción en masa que comienzan a adaptarse a los procesos productivos en las industrias.

Dada la necesidad de la época, los primeros estándares en ser utilizados fueron de pesos y medidas.

2.3.2 Análisis de procesos y optimización de resultados

Al implementar un sistema de gestión ajustada al proceso productivo, rápidamente comienzan a notarse los primeros efectos de la optimización, cuya influencia en los resultados debe ser decisiva:

- Ahorro en los costos: se disminuye el desperdicio y el desecho, por lo que el aprovechamiento de los recursos se maximiza, logrando que el gasto vaya en descenso.
- Reducción del riesgo: los procedimientos que está probado que funcionan son reforzados. Su eficacia queda patente en datos objetivos, obtenidos del análisis de procesos, por lo que no se trata de la aplicación de un modelo ensayo – error, sino de una implementación con todas las garantías.
- Aumento de la satisfacción del cliente: el aumento de la eficiencia en los procesos se traduce, desde la perspectiva del cliente, en un mejor servicio, mayor calidad, menos errores y más flexibilidad.

2.3.3 Innovación en la producción y análisis de procesos

Cuando se domina una materia se está en disposición de innovar. Sólo cuando se llega a ese punto una empresa es capaz de detectar las oportunidades que existen en su entorno y aprovecharlas. La innovación en el proceso productivo

que viene de la mano del análisis de procesos puede tener que ver con el diseño de nuevos productos y servicios o con la expansión a otros mercados.

Los resultados son siempre positivos:

- Aumento de la sostenibilidad del negocio.
- Fortalecimiento de la eficiencia en el uso de la materia prima.
- Incremento del volumen de ventas.

2.3.4 Evolución de la calidad

Al citar gestión de calidad bastaría con hacer referencia a las últimas décadas, no obstante, su concepto está presente desde hace mucho más tiempo en todas las facetas de la historia.

Según Vázquez y Labarca (2017) aunque sería posible remontarse a la edad media para referirse a calidad:

Es realmente la era industrial la que brinda un marco correcto para el desarrollo de esta. Es aquí en esta etapa económica donde se evolucionó de la producción en un taller rudimentario, a producir en las fábricas, con un sistema de producción en masa (p. 12).

A pesar de que en antiguas culturas ya se podían ver documentos orientados a regular o establecer los métodos de trabajo o procesos, no es hasta el desarrollo industrial y su producción en masa que comienzan a adaptarse a los procesos productivos en las industrias.

2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes

Se estudia varios proyectos desarrollados por estudiantes de la Universidad Hispanoamérica, relacionados con el tema de productividad, el fin es adquirir conocimiento e ideas que sirvan como guía en este proyecto.

Proyecto 1:

Este proyecto se trata de aumento en productividad, en la Fábrica de HYDROX S en Industriales Austin de C.R, lo desarrollo la ingeniera Méndez S. Para realizar su análisis, ella utiliza en su proyecto varios diagramas tales como:

El diagrama de SIPOC, el cual le permite entender el proceso de producción de Hydrox. El diagrama de PERT le permite establecer relaciones a partir de las dependencias de las actividades, define cuales actividades son necesarias para continuar con las otras. El Diagrama de flujo y el diagrama de Ishikawa para clasificar las posibles causas y definir cuáles impactan la productividad.

Como resultado del análisis, define que el método se debe eliminar los tiempos muertos causados por los permisos de trabajos en alturas, como medida delimito instalar el método de conteo de duración en cuanto a la fabricación y en maquinaria y equipo independizar la línea de Hydrox S de la emulsión empacada.

Genera seis propuestas:

1. Propuesta 1: Registro de Producción de ANSOL.
2. Propuesta 2: Reordenamiento de funciones de operadores encargados de fabricar ANSOL.
3. Propuesta 3: Aumento de la capacidad de almacenamiento de ANSOL.
4. Propuesta 4: Registro de Inspección de Lotes de ANSOL.
5. Propuesta 5: Contador para fabricación de ANSOL
6. Propuesta 6: Programación de producción de ANSOL.

Alguna de las conclusiones más relevantes es:

“El proceso de fase oxidante aumentó su capacidad de producción en un 33% y en el proceso de fase aceitosa aumentó su capacidad de producción en un 15%, Reducción de la ruta crítica del proceso de un 21.7%. Todo esto genero un ahorro de \$855.39 por unidad (camión cisterna) de Hydrox S producida. Y con implementación de todas las mejoras presenta un costo de \$ 9388.90 considerando el ahorro que generaron las mejoras implementadas”. Méndez. S. (2017). Aumento en la productividad del proceso de fabricación de Hydrox S en industriales Austin de Costa Rica. (Licenciatura). Universidad Hispanoamericana.

Todos estos proyectos alcanzan sus objetivos, por el buen uso de las herramientas ingenieriles y el conocimiento del proceso. A pesar de ser diferentes procesos donde se utiliza, es importante recalcar se pueden adaptar a todo tipo de proceso, pues ayudan a poder analizar, conocer y mejorar los procesos ya sea productivos o de servicio.

Proyecto 2:

El proyecto se desarrolla en la empresa Bridgestone de Costa Rica, por el ingeniero José León Alvarado, el proyecto es sobre de aumentar la productividad en el proceso de TUO. El problema en estudio se hace en ocho máquinas, estas se encuentran en el Departamento de inspección en el 2015, causan demoras. Donde identifica que este proceso tiene la mayor cantidad de horas de demora en todo el departamento.

En su proyecto utiliza las siguientes herramientas: DMAIC, Pareto, diagrama de causa efecto, SIPOC para poder describir el proceso, AMEF. Las cuales le permiten identificar varios problemas presentes los principales son:

1. El resultado que se obtiene es la principal causa del Repaso de llantas por TUO corresponde a problemas con la lectura de los Códigos de Barras con un 48%.
2. La segunda causa de demoras es el cambio de medida y esto se debe a la gran variedad de familias de llantas producidas en Bridgestone de Costa Rica.

Algunas de las conclusiones más relevantes en este proyecto son:

“Se concluye que a pesar de que Bridgestone es una empresa multinacional que cuenta con rigurosas metodologías de mejora continua, se lograron detectar oportunidades de mejora dentro del subproceso de TUO; además, se entiende que el tema de productividad es esencial en la organización; por lo tanto, las propuestas fueron dirigidas a dar énfasis a la solución de los principales NOTs, para medir y controlar el comportamiento de cada una de las demoras; de manera que permitan mejorar su eficiencia”.

“Logró evidenciarse un problema que pasaba inadvertido a la vista de la jefatura del departamento, ya que muchas veces estos problemas se convierten en rutinarios y se ven como algo común en el día a día y en fondo generan un gran impacto en el logro de los objetivos de Inspección Final, específicamente en el almacenado de llantas”.

“Logra diagnosticarse la causa raíz del principal NOT como lo son las llantas de repaso en las máquinas de TUO, desde el punto de vista económico la empresa está dejando de percibir alrededor de \$2 907 433 netos por año solamente con esta variable de demora”.

“Se alcanzó una mejora de un 20% en la productividad de las TUOs, pasando de 57 llantas/hora a 68 llantas/hora, lo representaría almacenar alrededor de 32 900 llantas más por mes”. León. J., (2015). Aumento de la productividad en el proceso de Tuo, para el Departamento de inspección Final de Bridgestone

de Costa Rica. (Proyecto de Licenciatura). Universidad Hispanoamericana, Heredia.

Todos estos proyectos alcanzan sus objetivos, por el buen uso de las herramientas ingenieriles y el conocimiento del proceso. A pesar de ser diferentes procesos donde se utiliza, es importante recalcar se pueden adaptar a todo tipo de proceso, pues ayudan a poder analizar, conocer y mejorar los procesos ya sea productivos o de servicio.

CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO

3

3.1 Metodología para la definición del problema

La metodología de la investigación es una herramienta que ayuda a los estudiantes, profesionales e investigadores a dar soluciones a los problemas a través del método científico. En este caso se procura el mejoramiento del sistema de producción que garantice la entrega a tiempo de las órdenes al cliente, en la empresa Grafo Print S. A., ubicada en Alto de Guadalupe, durante el II Semestre del 2020.

La definición del problema se realiza mediante un enfoque cuantitativo, ya que así se permite tomar decisiones basadas en datos numéricos. La característica cuantitativa presente en este trabajo es que la recolección de datos se fundamenta en la medición de variables o conceptos a través de la cuantificación de las respuestas que se obtengan mediante las herramientas a emplear. La medición utiliza procedimientos aceptados por los principios de investigación y desarrollo de tecnologías.

En este tipo de investigación cuantitativa se recogen y analizan datos sobre variables en estudio, por lo que se requiere del sustento de la metodología DMAIC, la cual consiste en un modelo de mejora de procesos, por medio de cada una de sus fases conectadas de manera lógica entre sí (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar). Cada una de estas fases utiliza diferentes herramientas que son usadas para dar respuesta a ciertas preguntas específicas que dirigen el proceso de mejora en las empresas.

Para la definición del problema se utilizará la etapa del DMAIC que corresponde a Definir (D) la Tabla 1Tabla 2, describe las actividades para la definición del problema.

Tabla 1

Definición del problema

Línea	Actividades	Herramientas	Resultados
1	Definir el alcance, limitaciones y objetivos del proyecto.	Utilización de la guía para presentación de proyectos de la Universidad Hispanoamericana	Identificar el problema del cual se parte para desarrollar el proyecto.
2	Describir antecedentes y problema actual.	Revisión de documentos de la empresa y llamada con el Supervisor del área.	
3	Reconocimiento del proceso de Producción	Por medio de las Visitas	
4	Describir el proceso de Producción	Consulta de procedimientos internos para la descripción del proceso y generación de diagrama SIPOC	
5	Analizar la información de datos y tendencias de la producción.	Control de la producción, Análisis de pedidos, Análisis de tiempo y maquinaria.	
6	Escogencia del producto	Control de la producción, reunión con el jefe de producción, Consultas a los operarios	

Fuente: Elaboración propia, 2020.

3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto

Para la medición y respaldo cualitativo se utilizará la etapa del DMAIC, que corresponde a Medir (M), la Tabla 2 describe las actividades para esta etapa del proyecto.

Tabla 2

Medición y Respaldo Cualitativo

Línea	Actividades	Herramientas	Resultados
1	Identificar el problema a resolver del área de Producción, según la información proporcionada.	Se consultó con los encargados del área para la identificación del problema	Reconocimiento de las oportunidades de mejora que representen un mayor impacto en la disminución de los retrasos en las entregas.
2	Descripción del problema e identificación de las causas	Entrevistas al Gerente, Supervisor y operarios.	
3	Se identifican las actividades del proceso	Diagrama de Flujo	
4	Se lleva a cabo la toma de los datos	Gráficos	
5	Se ejecuta un análisis de las causas del problema	Gráficos	
6	Reconocimiento de las oportunidades de mejora (globales) encontradas	Ishikawa	

Fuente: Elaboración propia, 2020.

3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio.

Para la propuesta de mejora se utilizará la etapa del DMAIC que corresponde a Analizar (A), la Tabla 3 detalla las actividades para esta etapa del proyecto.

Tabla 3

Propuesta de Mejora

Línea	Actividades	Herramientas	Resultados
1	Priorización de las oportunidades de mejora detectadas	Reunión, Matriz multicriterio	Diseñar las principales oportunidades de mejora para definir las alternativas de solución.
2	Definir el procedimiento de Producción	Se realiza una descripción del proceso actual, según los procedimientos.	
3	Analizar el proceso de producción, en la categoría de trabajo que más cause atrasos.	Metodología DMAIC, Diagrama de flujo, diseño de requerimientos de producción, matriz RACI, SIPOC.	
4	Diseñar la propuesta de mejora y de implementación, tomando en cuenta las oportunidades de mejora priorizadas para la disminución del porcentaje de entregas tardías a los clientes.	ABC de los clientes, muestreo de calidad, Requerimientos de calidad salida, muestreo de aceptación	

Fuente: Elaboración Propia, 2020.

3.4 Metodología para la implementación del proyecto

Para la implementación del proyecto se utilizará la etapa del DMAIC que corresponde a Mejorar (I), la Tabla 4 describe la implementación requerida para el proyecto.

Tabla 4

Implementación del Proyecto

Línea	Actividades	Herramientas	Resultados
1	Entrenar y alinear las propuestas con el equipo de trabajo.	Sesión de trabajo con el jefe de producción.	Reducir los tiempos de entrega del producto terminado.
2	Desarrollar e implementar los métodos para mejorar las entregas a tiempo.	Prueba e implementación de indicadores	
4	Revisión de las actividades de implementación.	Charla y validación con el encargado de la línea para revisar todas las herramientas y actividades de implementación para su visto bueno.	
6	Capacitación a los operarios de producción	Capacitación virtual, presentación magistral, entregable PDF y formulario de participación.	

Fuente: Elaboración propia, 2020.

3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados.

Para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados se utilizará la etapa del DMAIC, que corresponde a Controlar (C), la Tabla 5 detalla las actividades requeridas para esta etapa.

Tabla 5

Verificación, aseguramiento, control y seguimiento.

Línea	Actividades	Herramientas	Resultados
1	Reconocer los beneficios y sugerencias para el control de la mejora	Lista de las actividades que se pueden monitorear en la implementación del proyecto.	Monitoreo del proceso y análisis de posibles mejoras.
2	Dar recomendaciones generales para la mejora continua, enfocada en otras oportunidades de mejora detectadas en el proceso	Recomendaciones generales.	
3	Evaluar el flujo económico de la implementación	VAN, TIR, periodo de recuperación, flujo de efectivo	

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Capítulo IV: LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS

4

En la presente sección, se muestra el diagnóstico de la situación actual de la organización en diferentes temas como proceso, planeación, control de calidad, mantenimiento y tiempos de producción.

4.1 Descripción del proceso

Para entender el proceso en el que se lleva a cabo el proyecto, se presentan las tareas que conforman el proceso, hasta ingresarlas a la programación de la producción.

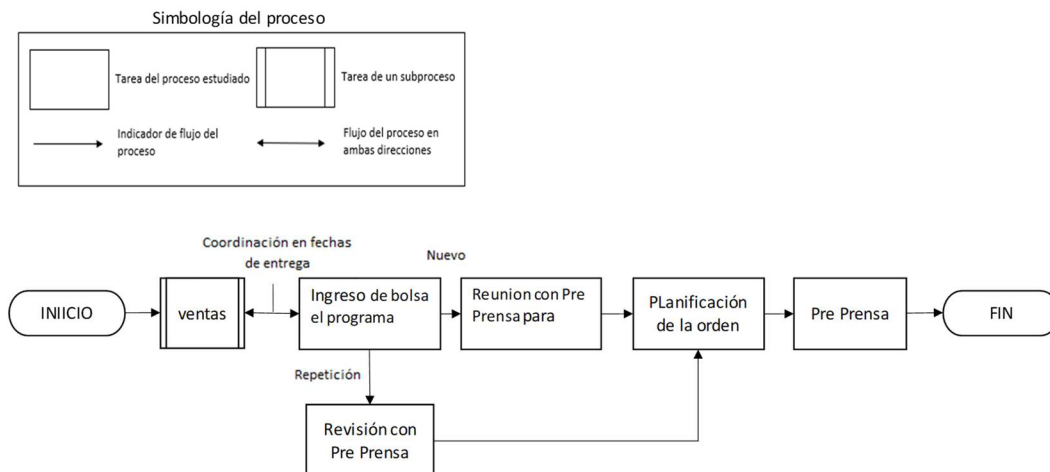
Se muestra el diagrama planificación en la Figura 8, de las órdenes de trabajo con el que cuenta la empresa. Se describe el paso desde ventas hasta etapas de la planificación que realiza el departamento de producción para tomar las medidas respectivas y señalar la ruta a seguir.

El proceso inicia con las ventas; los vendedores generan las ordenes de producción y llenan las “Bolsas” con toda la información necesaria y técnica para la producción. Posteriormente ingresa la bolsa en el programa, donde si es repetido se le da el ingreso con pre prensa y si es nuevo, se revisan todos los detalles técnicos con el diseñador.

Seguidamente se da la planificación de la orden, se ingresa a programación. En caso de que se den urgencias de otros pedidos, como en el caso del cliente Pfizer se retrasa la producción hasta terminar la orden, finalmente ingresa a Pre prensa.

Figura 8

Diagrama de planificación de las órdenes.



Fuente: Grafo Print S.A., 2021

Se destaca que, al realizar un diagnóstico sobre el proceso, se identifica que dependiendo de la complejidad del trabajo se puede necesitar el abordaje de uno o varios encargados del proceso de prensa o pasar directamente a la confección, por lo que se pueden dar varias acciones. Por esta razón se considera que el proceso no se encuentra del todo estandarizado.

Al analizar el proceso, se distinguen la falta de mantenimiento preventivo para la maquinaria y un plan para dar continuidad al proceso en caso de fallo de la maquinaria. Por lo anterior se encuentra como oportunidad de mejora la incorporación de mantenimiento preventivo y correctivo en el proceso.

Además, no se cuenta con planificación de la producción, muestreo de aceptación para el producto final ni muestreo de aceptación para la materia prima.

En la Figura 9, se detalla la totalidad del proceso de producción, iniciando con el corte, prensa, barnizado, corte final y postprensa. Se destaca que la

producción se apoya de otros procesos para la finalización del producto como lo son la pre prensa, control de calidad, compras, revisión y empaque. El proceso inicia al ingresar a pre prensa, anterior al proceso, se realiza el quemado de las planchas a través de una lámina de aluminio donde queda grabada la impresión de los requerimientos del cliente. Posteriormente pasa al corte, donde teniendo listas las planchas de impresión, se verifican las medidas del producto y así sucesivamente proceder con el corte del material, para ser ingresado a prensa.

Al pasar a prensa, se da la preparación de la operación, se colocan las planchas en cada torre según corresponda su color y se apila el material cortado en la mesa de entrada. Para el montaje de insumos, se colocan las tintas, correspondiente a cada plancha de color. En el calce del trabajo, se pone en marcha la maquina y se sacan pruebas para calzar las 4 cruces y que queden en una misma posición.

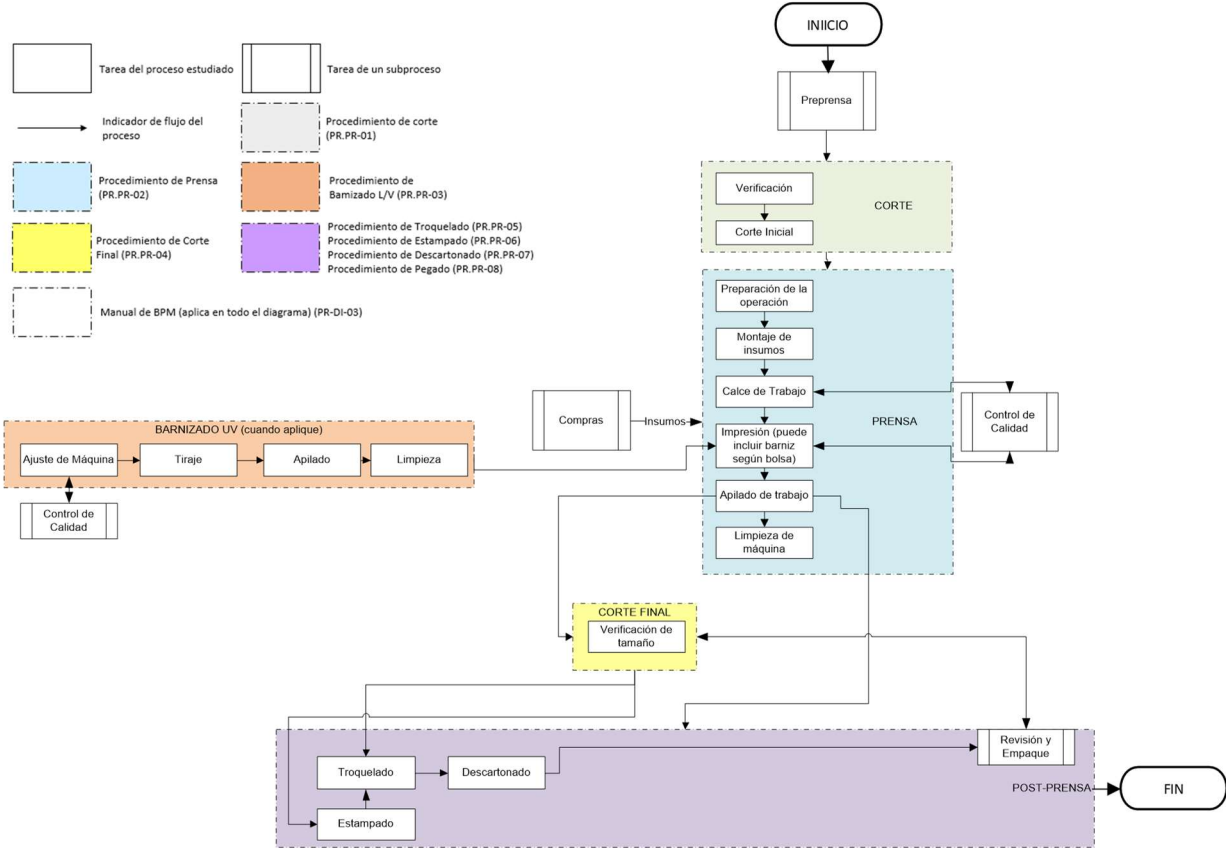
En la impresión, es el tiraje de la producción, donde el barniz puede ser en línea (Barniz acuoso) o el barniz puede ser en otro proceso (Barniz UV), tomar en cuenta que la parte rosada explica la línea de producción cuando varia a este barniz. Antes del tiraje Calidad revisa los pliegos y las especificaciones indicadas en la bolsa, para confirmar si procede o no el trabajo.

Si se estaba trabajando con etiquetas o insertos pasa al proceso de corte final donde el guillotista verifica las medias en el arte aprobado y pasa directo a revisión y empaque. Si son estuches, fundas o cajas, pasan a troquelado donde algunos productos llevan estampado y como parte final descartonado y pasan a revisión y empaque.

Debido a que el diseño del proceso es un poco confuso y difícil de leer en la **Figura 10**, se presenta el proceso actual de la empresa mediante un diagrama de flujo.

Figura 9

Diagrama de procedimientos Grafo Print S.A.



Fuente: Grafo Print S.A., 2021.

Figura 10

Proceso de producción



Actividades	Proceso	
	Línea de producción	Fuera de la línea de producción
1-Prepensa		
2-Verificación		
3-Corte Inicial		
4-Preparación de la operación		
5-Montaje de insumos		
6-Calce de trabajo		
7-Control de calidad		
8-Compras		
9-Ajuste de máquina		
10-Tiraje		
11-Apilado		
12-limpieza		
13-Impresión		
14-Apilado de trabajo		
15-Limpieza de máquina		
16-Corte Final		
17-Troquelado		
18-Descartonado		
19-Empaque		
20-Revisión y empaque		

Fuente. Elaboración propia, 2021

4.2 Control de la producción

Como se detalla en la sección 4.1, la empresa no planifica su producción, ya que se trabaja de modo que el primer pedido que entra es el primero que sale; con excepción del cliente Pfizer a quién se le produce el pedido de inmediato; lo anterior como parte de la estrategia utilizada por la empresa. En la Tabla 7, se presenta el resumen del control de la producción para el 30 de abril del 2020 a modo de ejemplo. El sistema que se presenta para la planeación se controla por medio de una hoja de Excel, que contiene datos desde la fecha utilizada como ejemplo.

Entre la información indispensable, se tiene registro de; el estado de la orden, en donde se indica si ya se encuentra lista o pendiente, el número de pedido, el cliente que solicita el producto y la fecha en que realizo el pedido, la clase de trabajo o tipo de producto, fecha en que ingresa a preprensa (subproceso inicial), fecha en que se entrega y la cantidad del pedido.

Además, ocasionalmente se cuenta con información como la fecha de entrega a bolsa, código, aprobación del cliente, confirmación, fecha de entrada a prensa, cambios de fecha de entrega según acuerdos con el cliente, medidas, color, pliego, papel u otros datos. Añadido a lo anterior, con frecuencia se utiliza una clasificación de color, en la casilla de numero de pedido, para la priorización de las ordenes de producción, la misma se detalla en la

Tabla 6.

Tabla 6

Priorización de órdenes de producción

Color	Clasificación
	Normal
	Poco urgente
	Medianamente urgente
	Urgente

Fuente. Elaboración propia, 2021

Tabla 7*Control de la producción*

Estado	Pedido	Cliente/ fecha de pedido	Clase de trabajo	Código	Ingreso a pre prensa	Entrega	Cantidad
listo	34905	Demasa	Et frijoles rojos enteros luisiana 14 oz	373123	30/04/20	09/05/20	20,000
listo	34906	Demasa	Et frijoles negros enteros luisiana 14 oz	373124	30/04/20	09/05/20	20,000
listo	34831	Conservas del Valle S.A.	Et garbanzo a10 richly galón	10142000 0010	26/04/20	10/05/20	3,500
listo	34862	Zoetis	Et pet tabs	ALPAN- 001	29/04/20	04/05/20	2,000
listo	34875	Pfizer	Inserto xeljanz	PAA11155 3	30/04/20	06/05/20	1,300
listo	34854	El Ángel	Caja dispensadora ea-1cr 12 x 114 g el ángel	5-00306	26/04/20	17/05/20	10,000
listo	34848	Irex de Costa Rica S.A	Funda pastilla terror 60 g Palí	16609	26/04/20	27/05/20	75,000
listo	34849	Irex de Costa Rica S.A.	Funda pastilla terror 60 g Palí	16610	26/04/20	27/05/20	75,000
listo	34918	Pfizer	Caja zithromax	PAA11993 0	01/05/20	10/05/20	80
listo	34934	Pfizer	Inserto zynox	ZIN 1717 1	01/05/20	17/05/20	1,660
listo	34929	Pfizer	Inserto dostimax	DIN 312 1	01/05/20	17/05/20	1,310
listo	34932	Pfizer	Inserto azulfidine	AIN 1085 1	01/05/20	17/05/20	840

Fuente: elaboración propia, 2021

Se destaca la importancia del cliente Pfizer, para la empresa y la influencia en la programación de la producción. Lo anterior ya que, al ingresar una nueva orden de Pfizer, se cambia la programación retrasando las ordenes de otros clientes y priorizando la producción de este cliente. Sin embargo, la organización no cuenta con clasificación de los clientes según el volumen de compras, frecuencia de pedido o ganancias, lo que propicia la pérdida de clientes potenciales. Es notable, al analizar el control de la producción que los pedidos del cliente bajo estudio, generalmente se encuentran urgentes o medianamente urgentes.

En la Tabla 8 se presenta la programación de la producción para los días del 08 al 12 de diciembre 2020, realizada el día 07 de diciembre del mismo año. La Tabla 9 muestra la producción real actualizada el 12 de diciembre. En color rojo, se presentan las variaciones dadas al ingresar una nueva orden del cliente Pfizer, para la que se atrasa la producción de otros clientes.

Tabla 8*Control de la producción 07 de diciembre 2020*

PRE-1	ARTE	A.V.	Pedido	Cliente
PRE-1	PROG	CH	41433	PFIZER (08/12/20)
PRE-1	PROG	CH	41434	PFIZER (08/12/20)
PRE-1	PROG	CH	41401	PFIZER (08/12/20)
PRE-1	PROG	CH	41402	PFIZER (08/12/20)
PRE-1	PROG	CH	41410	PFIZER (08/12/20)
PRE-1	PROG	PJ	41316	LISAN, S.A. (08/12/20)
PRE-1	PROG	PJ	41315	LISAN, S.A. (08/12/20)
PRE-1	PROG	PJ	41318	LISAN, S.A. (08/12/20)
PRE-1	PROG	CH	41349	LISAN, S.A. (08/12/20)
PRE-1	PROG	PJ	41317	LISAN, S.A. (08/12/20)
PRE-1	PROG	GP	41442	DEMASA (09/12/20)
PRE-1	PROG	CH	41443	PFIZER (09/12/20)
PRE-1	PROG	CH	41444	PFIZER (09/12/20)
PRE-1	PROG	CH	41445	PFIZER (09/12/20)
PRE-1	PROG	VV	41297	LABORATORIO SAN JOSE BOTICA (10/12/20)
PRE-1	PROG	CH	41446	UPJOHN EXPORT BV SUCURSAL COSTA RICA (10/12/20)
PRE-1	PROG	CH	41447	UPJOHN EXPORT BV SUCURSAL COSTA RICA (10/12/20)
PRE-1	PROG	CH	41450	UPJOHN EXPORT BV SUCURSAL COSTA RICA (10/12/20)
PRE-1	PROG	CH	41456	UPJOHN EXPORT BV SUCURSAL COSTA RICA (10/12/20)
PRE-1	PROG	CH	41459	UPJOHN EXPORT BV SUCURSAL COSTA RICA (10/12/20)
PRE-1	PROG	CH	41464	UPJOHN EXPORT BV SUCURSAL COSTA RICA (10/12/20)
PRE-1	PROG	CH	41467	UPJOHN EXPORT BV SUCURSAL COSTA RICA (10/12/20)
PRE-1	PROG	CH	41473	UPJOHN EXPORT BV SUCURSAL COSTA RICA (10/12/20)
PRE-1	PROG	CH	41457	UPJOHN EXPORT BV SUCURSAL COSTA RICA (10/12/20)

Fuente: Grafo Print S.A, 2021

Tabla 9*Control de la producción 12 de diciembre 2020*

PRE-1	ARTE	A.V.	Pedido	Cliente
PRE-1	ARTE	CH	41433	PFIZER (08/12/20)
PRE-1	ARTE	CH	41434	PFIZER (08/12/20)
PRE-1	LISTO	CH	41401	PFIZER (08/12/20)
PRE-1	LISTO	CH	41402	PFIZER (08/12/20)
PRE-1	LISTO	CH	41410	PFIZER (08/12/20)
PRE-1	LISTO	CH	41443	PFIZER (09/12/20)
PRE-1	LISTO	CH	41444	PFIZER (09/12/20)
PRE-1	LISTO	CH	41445	PFIZER (09/12/20)
PRE-1	LISTO	PJ	41316	LISAN, S.A. (08/12/20)
PRE-1	LISTO	PJ	41315	LISAN, S.A. (08/12/20)
PRE-1	LISTO	PJ	41318	LISAN, S.A. (08/12/20)
PRE-1	LISTO	CH	41349	LISAN, S.A. (08/12/20)
PRE-1	LISTO	PJ	41317	LISAN, S.A. (08/12/20)
PRE-1	LISTO	CH	41485	PFIZER (11/12/20)
PRE-1	LISTO	CH	41486	PFIZER (11/12/20)
PRE-1	LISTO	GP	41442	DEMASA (09/12/20)
PRE-1	LISTO	VV	41297	LABORATORIO SAN JOSE BOTICA (10/12/20)
PRE-1	LISTO	CH	41446	UPJOHN EXPORT BV SUCURSAL COSTA RICA (10/12/20)
PRE-1	LISTO	CH	41447	UPJOHN EXPORT BV SUCURSAL COSTA RICA (10/12/20)
PRE-1	LISTO	CH	41450	UPJOHN EXPORT BV SUCURSAL COSTA RICA (10/12/20)
PRE-1	LISTO	CH	41456	UPJOHN EXPORT BV SUCURSAL COSTA RICA (10/12/20)
PRE-1	LISTO	CH	41459	UPJOHN EXPORT BV SUCURSAL COSTA RICA (10/12/20)
PRE-1	LISTO	CH	41464	UPJOHN EXPORT BV SUCURSAL COSTA RICA (10/12/20)
PRE-1	LISTO	CH	41467	UPJOHN EXPORT BV SUCURSAL COSTA RICA (10/12/20)
PRE-1	LISTO	CH	41473	UPJOHN EXPORT BV SUCURSAL COSTA RICA (10/12/20)
PRE-1	LISTO	CH	41457	UPJOHN EXPORT BV SUCURSAL COSTA RICA (10/12/20)

Fuente: Grafo Print S.A, 2021

Además, Pfizer requiere de la empresa un muestreo de calidad final del producto que adquiere en un 200%, lo que impide no solo realizar un muestreo de aceptación, sino también invertir el tiempo y otros recursos en otras ordenes por revisar de manera exhaustiva dos veces cada producto. En la Figura 11, se muestra una hoja de especificación de pedido, que es con los pedidos y requerimientos del cliente, en la misma se observa cómo se tiene definido este muestreo exclusivo para Pfizer.

Se destaca, la falta de acuerdos de control de calidad para los otros clientes, ya que no se toman acuerdos de muestreos o porcentaje máximo de defectos tolerable por lote; por lo que se encuentra una oportunidad de mejora al negociar niveles más bajos de muestreo que no comprometan la calidad del producto final con otros clientes. Es importante mencionar que la organización no cuenta con indicadores de producción ni desempeño, lo que dificulta un futuro análisis de tendencias, causa raíz, simulación o pronósticos por parte de la organización

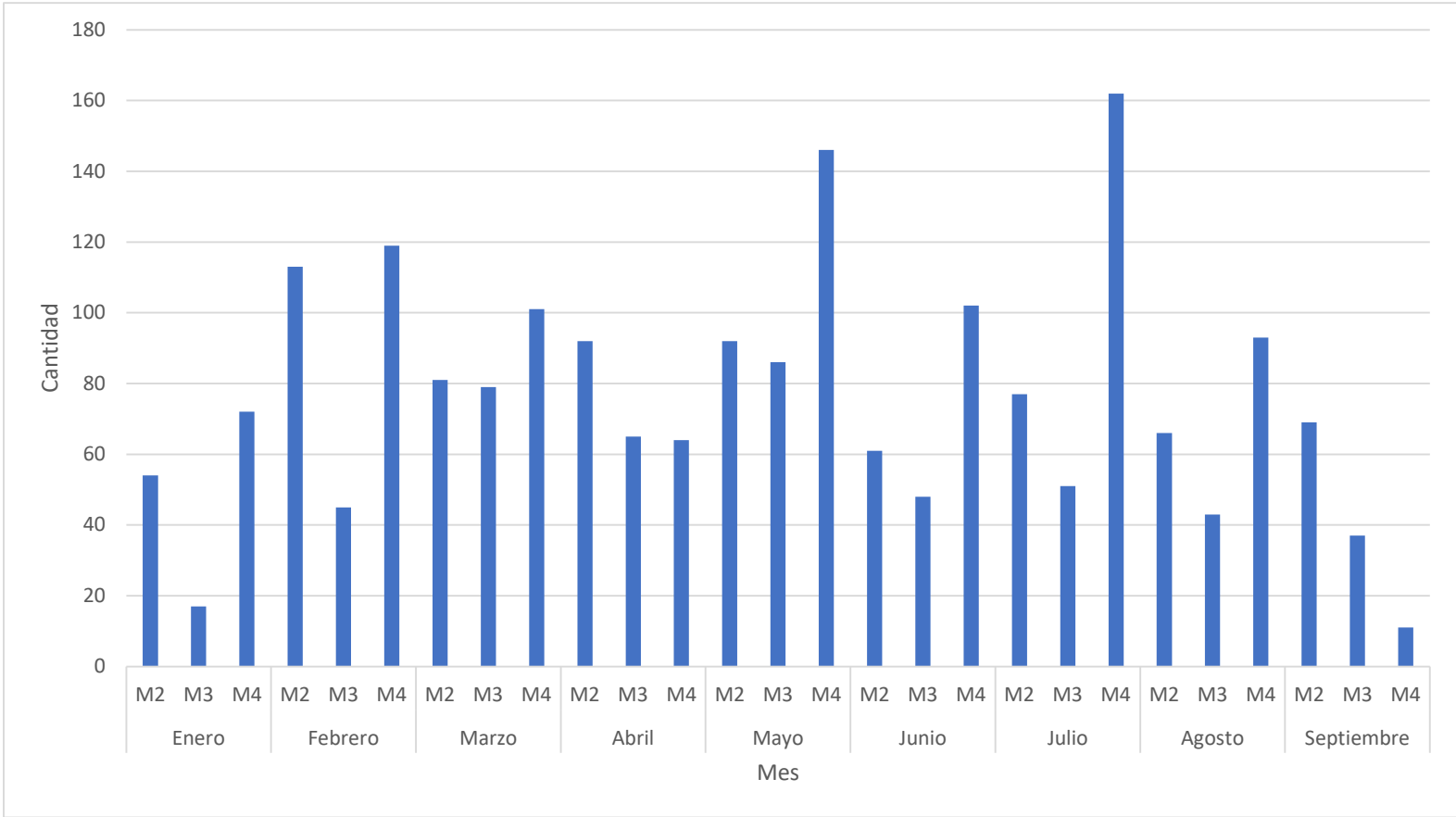
4.3 Análisis de tiempo y maquinaria

A pesar de que, se cuenta con una gran variedad de oferta para la clase de trabajo; la producción para los distintos productos es muy similar. Actualmente se cuenta con 3 máquinas principales, impresoras Offset, que desempeñan el mismo papel.

La máquina 2 es una Komori Lithron 28, su utilización se centra en la producción de etiquetas, sin embargo, también procesa Cajas, insertos, fundas, afiches y volantes. La máquina 3 es una Komori Sprint 26, su mayor producción son las fundas, pero también es utilizada para insertos y cajas. La máquina 4 es Speed Master 74 y se utiliza para cajas.

Figura 12

Cantidad de órdenes de producción, por máquina



Fuente: Elaboración propia, 2021

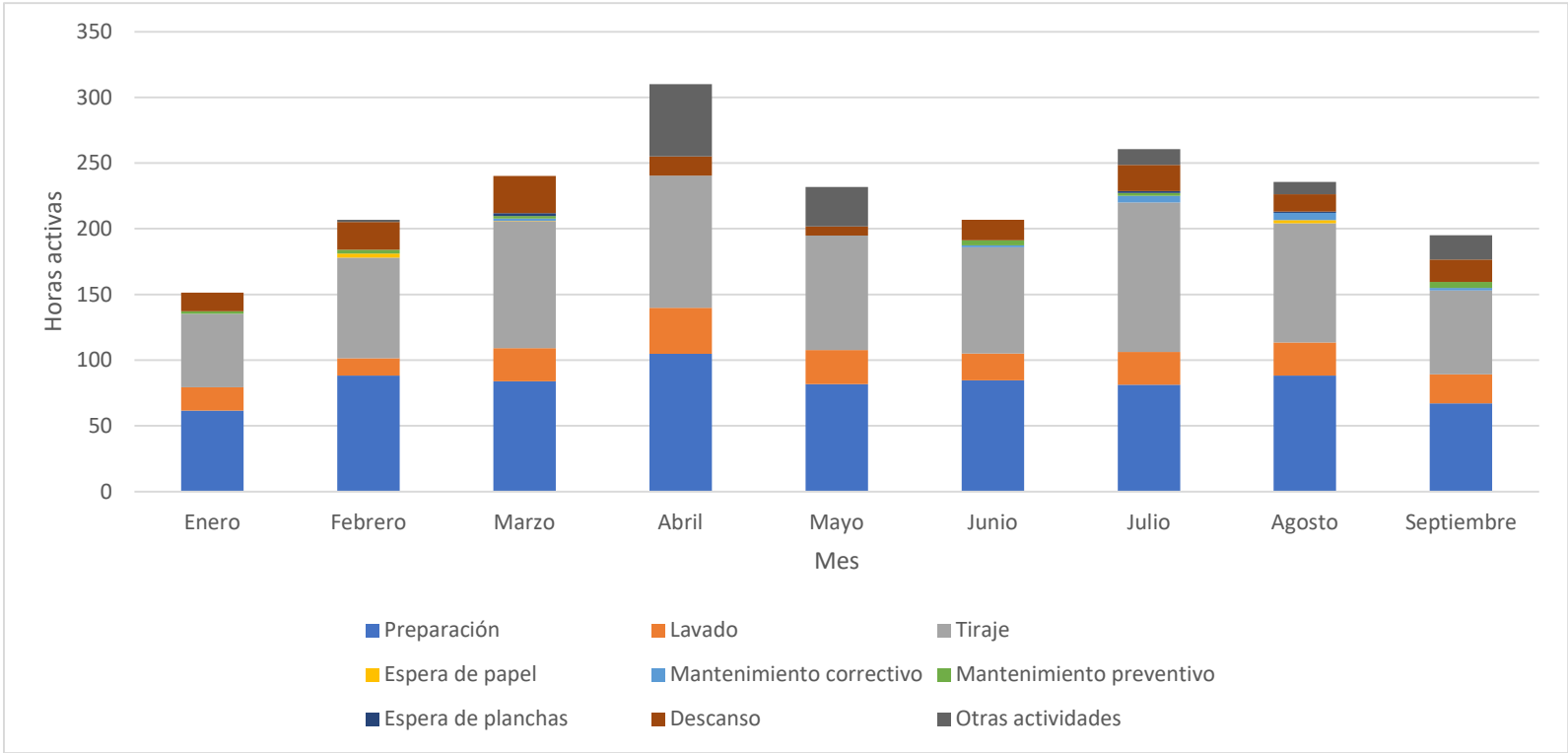
Debido a que las maquinas son utilizadas para diferentes productos, en la Figura 12, se detalla la cantidad de órdenes de trabajo para las que se utilizó cada una de las máquinas, para los meses entre enero del 2020 y septiembre del 2020. En promedio la maquina 2, es utilizada para 78 órdenes de producción, la maquina 3 para 52 y finalmente la 4 para 96. Se destaca que, en promedio, la maquina más usada (con excepción de los meses de abril y septiembre) es la maquina 4, seguido de la maquina 2 y por último la maquina 3. De lo anterior podemos determinar que no es una línea de producción sino, 3 máquinas individuales que cumplen con diferentes procesos.

Además, al analizar posibles tendencias creciente o decreciente y estacionalidades en el gráfico, no se encuentra ningún indicio, ya que a pesar algunos meses presentan picos en la producción las tendencias se mantienen oscilantes

Con el fin de conocer la distribución del tiempo en el equipo y la utilización de la maquinaria, se procede a realizar un análisis por máquina para los meses entre enero y septiembre del 2020. Entre las tareas que realizan con la maquinaria se encuentran; la preparación, espera de papel, espera de planchas, lavado, mantenimiento correctivo, descanso, tiraje, mantenimiento preventivo y otras operaciones. La información utilizada para la elaboración de los gráficos fue dada por la empresa, ya que como parte de la administración se lleva el control de las horas utilizadas.

Figura 13

Análisis de ocupación M2



Fuente: Elaboración propia, 2021.

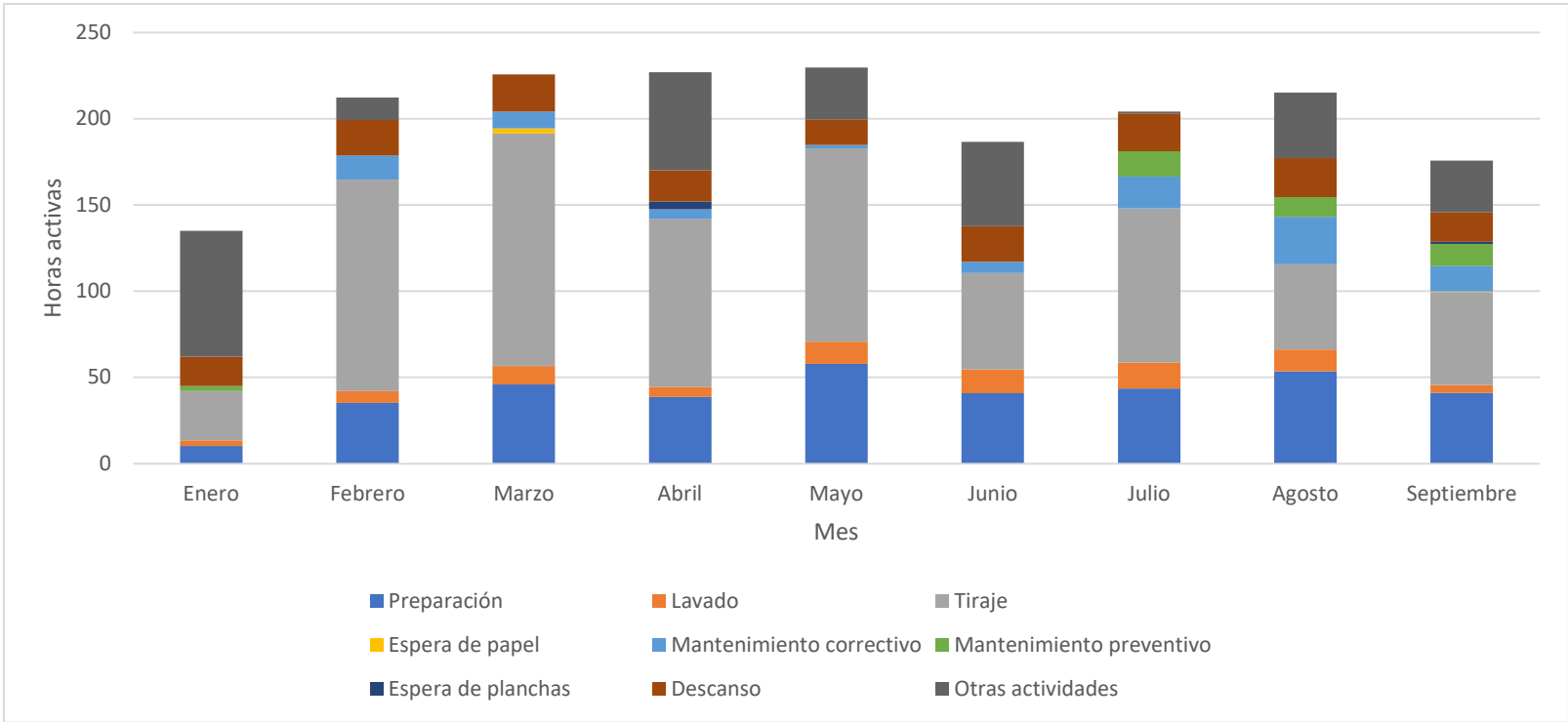
En la Figura 13, se muestran el análisis de ocupación realizado para la máquina 2, en donde se destaca abril como el mes con mayor utilización, lo que al compararse con la información de la Figura 12, no coincide con la cantidad de órdenes de producción, para él se tiene a febrero como el mes con mayor cantidad de órdenes de producción y abril como el segundo.

Al analizar el mes de abril en particular encontramos un porcentaje de horas mayor al resto de los meses para la categoría de otras actividades, en donde al investigar en los archivos de la organización, encontramos se engloban aspectos como oración, preparación de tintas y falta de Información, por lo que se puede asignar esta causa al aumento en la utilización de la máquina 2.

Se destaca, la proporción de tiempo utilizado en cada mes para los aspectos de preparación, tiraje y lavado, lo que coincide con el proceso que se reconoce para la producción. Respecto al tiempo de descanso, no se distingue una proporción alarmante, sin embargo, si se asocia a la oportunidad de mejora de la planificación de la producción. Las categorías restantes, no representan un tiempo significativo para la producción

Figura 14

Análisis de ocupación M3



Fuente: Elaboración propia, 2021.

En la Figura 14, se presenta en análisis de ocupación para la maquina 3, en donde se observan variables considerables respecto a la maquina 2. Existe consistencia en el tiempo de total, para los meses de marzo, abril y mayo, al analizar la cantidad de órdenes de producción se encuentra una coincidencia con los meses en la producción fue mayor, sin embargo, se destaca que para el mes de marzo la cantidad de ordenes de producción fue significativamente mayor a los otros meses.

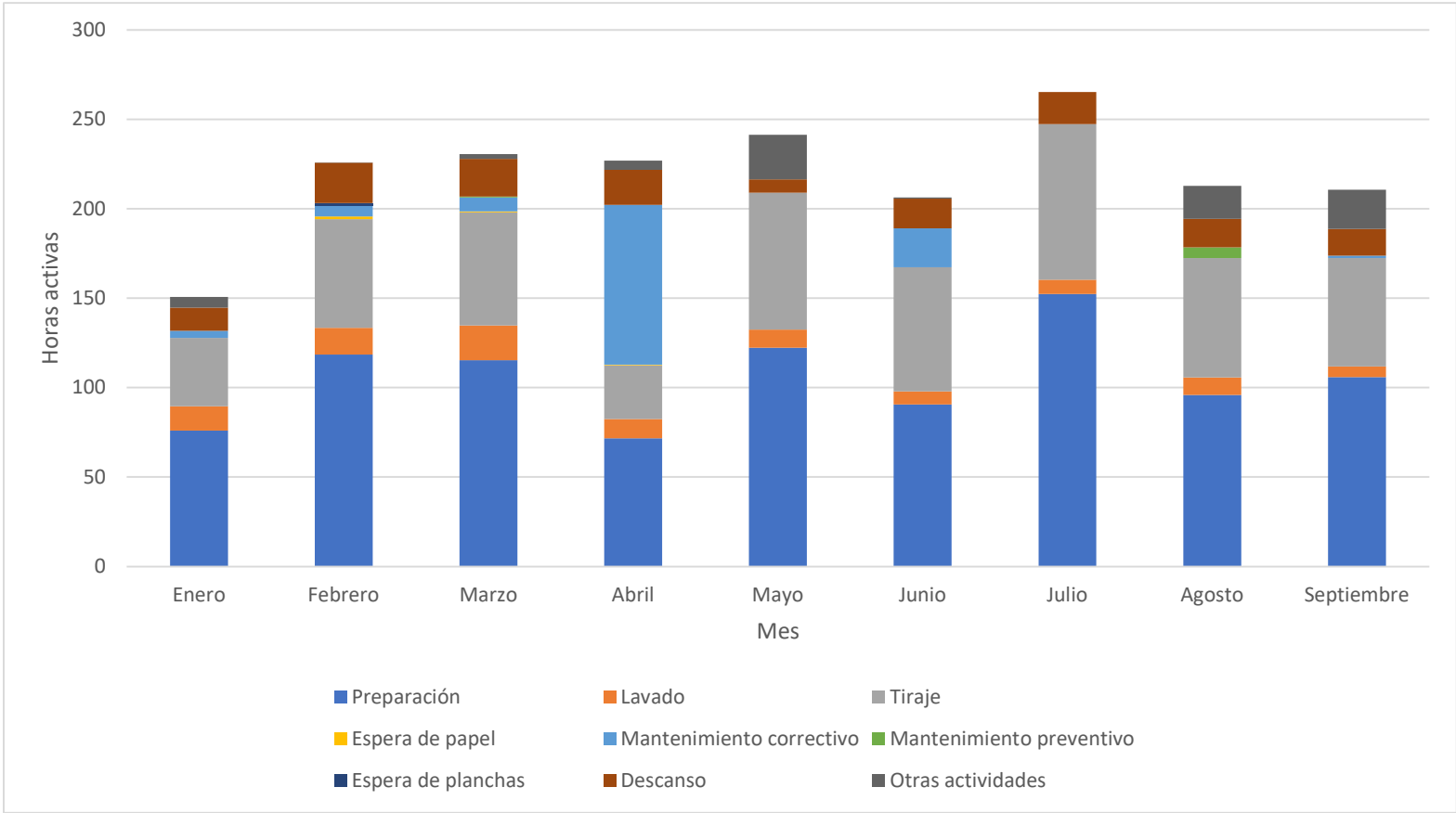
La categoría de tiraje representa el mayor porcentaje de tiempo para todos los meses, con excepción de enero en donde se aprecia que la categoría de otras actividades ocupo un porcentaje de tiempo significativamente mayor al resto. De igual forma para los meses de abril, junio y agosto se encuentra una proporción de tiempo significativo para esta última categoría.

En los meses de julio, agosto y septiembre se distingue un porcentaje de tiempo inusual respecto a las otras maquinaria y meses, ya que la categoría de mantenimiento preventivo representa un porcentaje considerable. Al analizar los datos con la situación de la empresa, se distingue que para el año 2020, se tuvo comúnmente problemas con la maquina 3, ocasionando paros en la producción de 2, 3 días y hasta 2 semanas. Lo que se refleja en un aumento del mantenimiento preventivo para los últimos meses.

Se destaca, que la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, los operarios de producción se encargan en los tiempos de espera de dar mantenimiento a la maquinaria dando algunos ajustes. Además, no se cuenta con un plan, encargado u subcontrato con otra empresa para el mantenimiento correctivo, el dueño de la planta se encarga de realizar los arreglos en el equipo.

Figura 15

Análisis de ocupación M4



Fuente: Elaboración propia, 2021

En la Figura 15, se presenta el análisis de ocupación para la maquina 4, se distingue una situación distinta a la observada para la máquina 2 y 3. El mes julio es el que se aprecia con mayor utilización del equipo, lo que al analizarse respecto a la cantidad de ordenes de producción de la Figura 12, se encuentra una coincidencia ya que es el mes con mayor cantidad de órdenes.

La preparación, es la categoría con mayor porcentaje de tiempo para la utilización de la maquinaria, respecto a la totalidad de los meses analizados, con excepción del mes de abril, en donde el mantenimiento correctivo ocupó aproximadamente 90 horas productivas. Como se comenta en el análisis para la maquina 3, la empresa no cuenta con planes de mantenimiento o maquinaria de respaldo, por lo que, al darse un incidente disruptivo con el equipo, ocasiona un paro en la línea de producción y consecuentemente, retrasos en las entregas, disgusto de clientes, pérdida de clientes u ordenes de trabajo, disminución de los ingresos y utilidades de la empresa.

El tiraje es la segunda categoría con mayor porcentaje de tiempo utilizado para los meses analizados, seguido del descanso y lavado. Los tiempos de descanso, a pesar de no representar una disminución en la producción, pueden ser uno de los causantes de los atrasos en las entregas.

4.4 Escogencia del producto

Posterior al reconocimiento del proceso de producción, control de la producción, análisis de tiempos para las ordenes de trabajo y utilización de la maquinaria, se procede a realizar la priorización del producto o salida con mayor impacto para la empresa. Para este fin se hace utilización de los datos de ventas de la empresa para los dos últimos años, 2019 y 2020.

En la Tabla 10 se muestra el resumen por categoría de producto, de la cantidad de órdenes de trabajo y el porcentaje que representa del total. Al analizar la información, se encuentra que 2 de las categorías de trabajo superan la mitad de la producción, siendo caja e inserto el 66% de las ordenes de trabajo.

Tabla 10

Control de la producción

Producto	Cantidad de ordenes	Porcentaje
Caja	11228	36%
Inserto	9498	30%
Etiquetas	8735	28%
Estuche	949	3%
Funda	797	3%
Otros	360	1%

Fuente: Elaboración propia, 2021

Al consultar con los operarios de producción y los representantes de la empresa, se encuentra que la categoría de cajas es la que ha presentado un mayor porcentaje de retrasos en las entregas, debido a fallas en la maquinaria

y retrasos en la producción. Esta afirmación es sustentada con los datos de tiempo de las máquinas, ya que las que presentan mayor tiempo destinado al mantenimiento correctivo son las utilizadas para la producción de cajas

Al analizar las causas se encuentra que la producción se realiza con la maquina 3 y 4, y tal como se comenta en secciones anteriores; se han presentado varios problemas con el equipo, teniendo paros en la producción de 3 días al mes para la maquina 3 y hasta 2 semanas para el mes abril en la maquina 4.

Además, se procede a corroborar la información con el jefe de producción y encargado administrado, donde se informa que la cantidad de quejas que se reciben por retrasos en la producción de cajas es hasta 47% más que las recibidas en otras líneas de producción. Para el primer semestre del año 2020 se obtuvo un total de 329 quejas, de las cuales 98 eran exclusivas de cajas, mientras que la siguiente categoría presentaba únicamente 67 quejas,

Por la razón anterior, además de ser la categoría de trabajo con mayor porcentaje de órdenes de trabajo, es que se decide por enfocar los esfuerzos del diseño de la propuesta en la mejora la línea de producción de cajas.

4.5 Resumen de las oportunidades de mejora

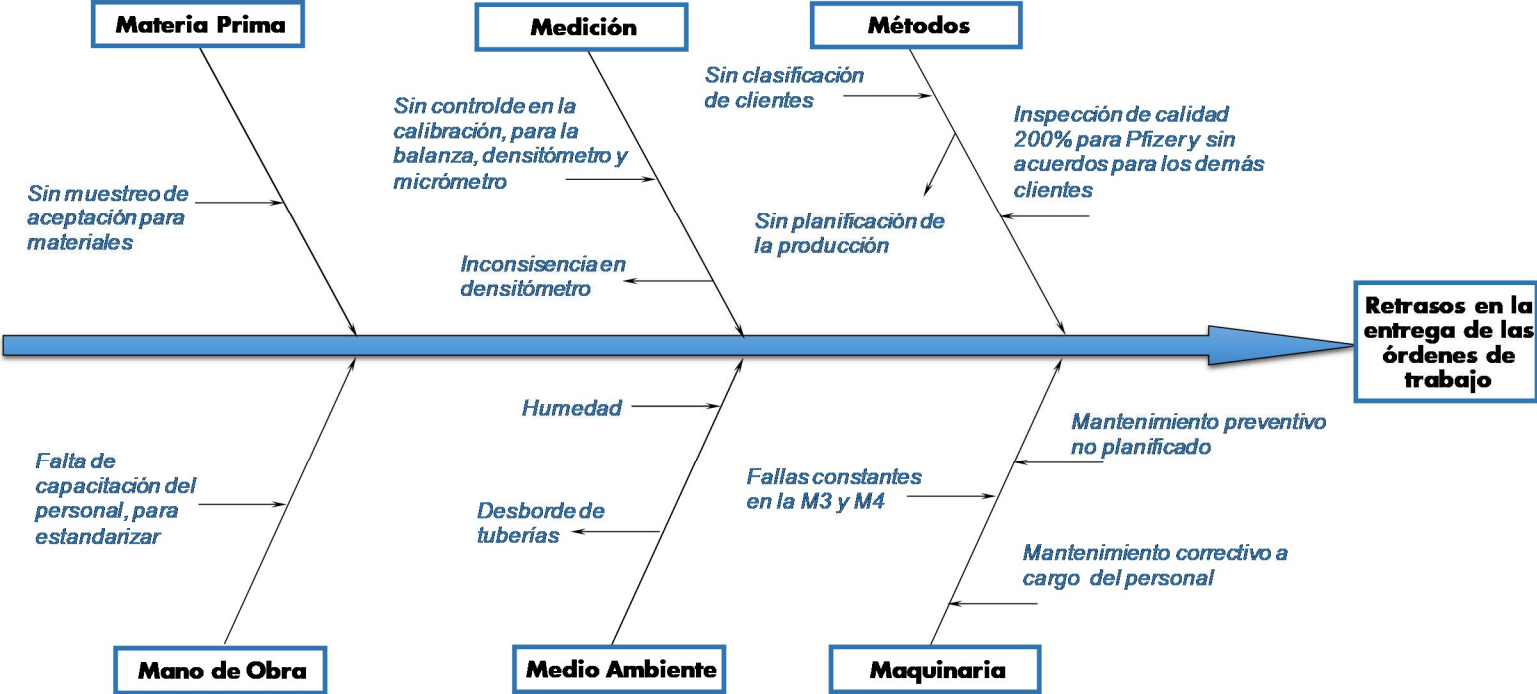
A partir del reconocimiento y análisis de la información, realizado en el presente capítulo y la colaboración de los encargados de producción de la empresa, se procede a utilizar la herramienta de diagrama Ishikawa con las 6 mudas (6m); método, mano de obra, medio ambiente, maquinaria, medición y materia prima, para identificar las oportunidades de mejora con el fin de disminuir el porcentaje de entregas tardías, para la línea de cajas. En la

Figura 16, se presenta el Ishikawa del proceso de fabricación para la categoría de cajas. La problemática detectada, como se ha mencionado con anterioridad son los atrasos en las entregas de órdenes a los clientes, las causadas detectadas se dividen en 6 categorías referentes a las 6M.

Considerar que las causas del Ishikawa, las identifique de la siguiente forma, luego del análisis de las causas donde desarrolle cada punto como lo son la descripción del proceso, detalles de la producción, los análisis individuales de cada máquina y la escogencia del producto, inicié con la elaboración del Ishikawa, con el aval de la empresa refiriéndome al jefe de producción y su equipo se determinaron que las causas que coloque después de analizar el proceso son las que están afectando de forma directa en el proceso de producción analizado.

Figura 16

Ishikawa producción de cajas



Fuente: Elaboración propia, 2021

Como parte de indagar un poco más en cada causa ya aprobada por la empresa, realice los formularios de entrevistas, el cual de la misma forma fue enviado al jefe de producción y el mismo lo evaluó con su equipo y se obtuvieron las respuestas colocadas en el documento, en las causas que no se le hicieron formularios se colocaron las fotografías que evidencian la situación, y los gráficos son indicadores directos en cuanto el problema de la maquinaria.

Lo principal es que cada causa, desarrollo y justificación de estas, fue validada con la empresa y fundamentada en las necesidades de esta, siempre colocando mi criterio e indicándoles en qué momento necesitamos la evidencia necesaria para así en conjunto determinar la ruta correcta y el enfoque necesario.

Materia prima:

Se distingue una posible causa del retraso en las entregas y es falta de un muestreo de aceptación para los insumos, lo que puede provocar retrasos si la calidad no es la adecuada a la hora de la producción, o reprocesos si se analiza una inconsistencia en las inspecciones finales. Para confirmar la falta de muestreo se realiza un formulario, que es enviado al jefe de producción en donde se pregunta acerca de los muestreos de aceptación, en el siguiente enlace se muestra el formulario. A continuación, se detalla cada una de las secciones y preguntas con su respectivo análisis

Para la primera sección del formulario, referente a la materia, se realizan 4 preguntas. En el Apéndice 2: Formulario de Validación Materia. Se presentan las preguntas.

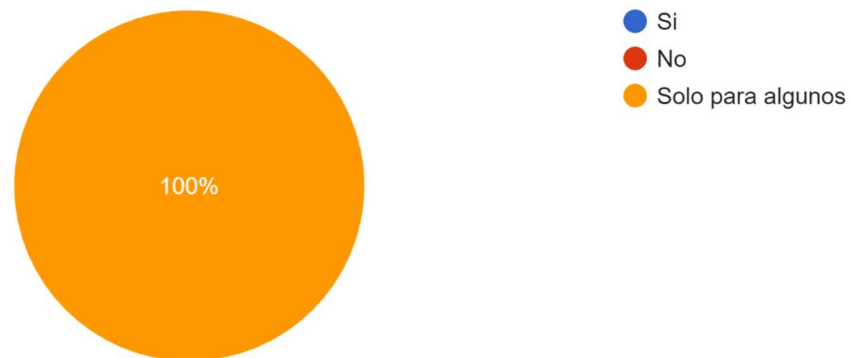
La primera en cuanto a la definición de requerimientos de entrada. En la Figura 17 se muestra la respuesta.

Figura 17

Formulario, sección 1: pregunta 1

¿Se tienen definidos los requerimientos para la materia prima?

1 respuesta



Fuente: Elaboración propia 2021

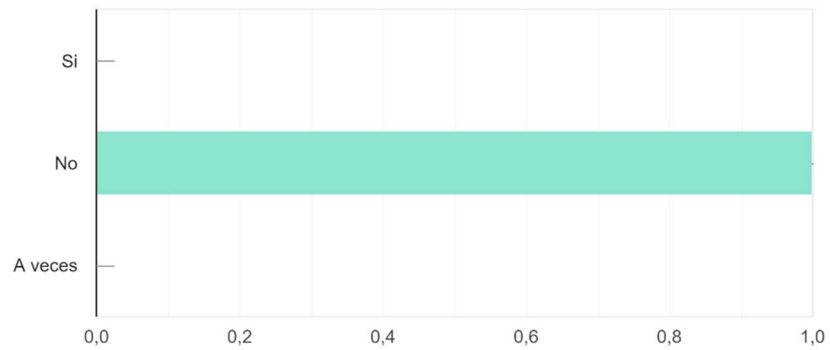
Para la pregunta 2, se cuestiona sobre la existencia de un muestreo de aceptación. En la Figura 18, se muestran la respuesta

Figura 18

Formulario, sección 1: pregunta 2

Muestreo de aceptación. Como parte del proceso, se realiza un muestreo de aceptación para la materia prima

1 respuesta



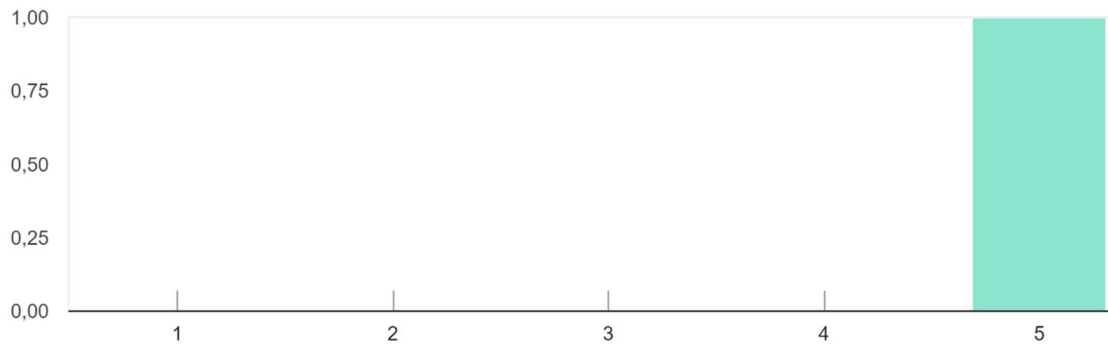
Fuente: Elaboración propia 2021

La tercera, cuestiona sobre la funcionalidad y la cuarta sobre la factibilidad de un muestreo de aceptación, en la Figura 19 y la Figura 20 se muestra las respuestas.

Figura 19

Formulario, sección 1: pregunta 3

De acuerdo a la siguiente escala, que tan funcional es la implementación de un muestreo de aceptación para la materia prima, en cuanto a la disminución de los retrasos de las entregas
1 respuesta

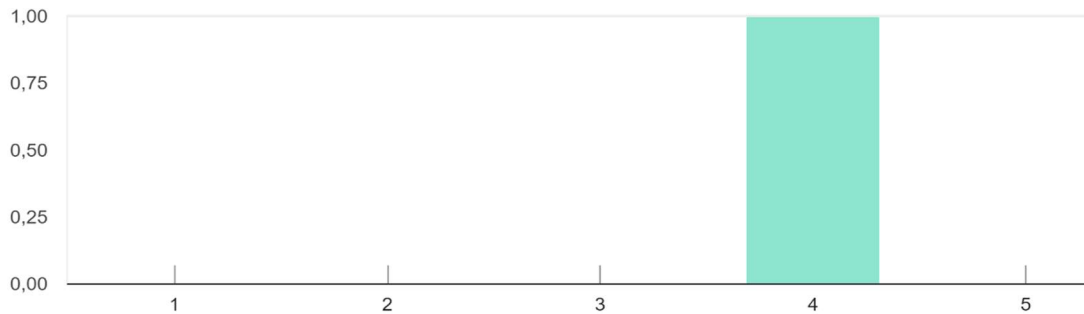


Fuente: Elaboración propia 2021

Figura 20

Formulario, sección 1: pregunta 4

De acuerdo a la siguiente escala, que tan factible es la implementación de un muestreo de aceptación para la materia prima, en cuanto a la disminución de los retrasos de las entregas
1 respuesta



Fuente: Elaboración propia 2021

Medición:

No se cuenta con la planificación o control de la calibración para equipos como balanzas, densímetro y micrómetro. Lo anterior se evidencia al evaluar una problemática con el cliente Irex, quien procedió a realizar una queja a la empresa porque detecto inconsistencia en las pastillas, donde los tacos llevaban menos de 10 pastillas respecto a estándar de 250.

Figura 21

Muestras de lotes



Fuente: Grafo Print S.A, 2021

Al evaluar la problemática por parte del equipo se encuentran que las inconsistencias son reales incluso entre el mismo lote, al analizarse se detecta como principal causa, la balanza, ya que los tacos de pastillas se formaban de acuerdo con un peso estándar, por lo que variaciones y falta de calibración en el equipo provocan las variaciones. Lo anterior también ha provocado

problemas de retraso en la producción al tenerse que realizar los lotes de manera manual o reprocesar. En la **Figura 21**, se presenta un lote de pastillas, en el que se evidencia las inconsistencias ya que es notable que a pesar de que se indica que los lotes tienen la misma cantidad de producto, a simple vista se observa que algunos presentan más cantidad que otros.

Además, al evaluar el densitómetro encontramos que la última calibración se realizó el primero de marzo del 2011, lo que perjudica sus mediciones, ya que al analizar las recomendaciones del producto se encuentra, que la empresa fabricante recomienda calibrarse cada seis meses para uso constante y cada dos años para poco uso En la Figura 22 se muestra la evidencia pertinente.

Figura 22

Calibración densitómetro



Fuente: Grafo Print S.A, 2021

Métodos de producción:

Se encuentran causas como la falta de planificación, inspección 200% para el cliente Pfizer, sin acuerdos de muestreo para los otros clientes y sin clasificación de los clientes. Al analizar los pedidos se observa la clara diferencia en cuanto a la definición y acuerdos de la inspección.

Mano de obra:

Se encuentra como posible causa, la falta de capacitación del personal en temas de estandarización, ya que, a pesar de contar con la documentación de los procesos, estos no son conocidos por colaboradores de producción. Para confirmar, en la sección dos del formulario enviado al jefe de producción y único encargado de esta área, en el Apéndice

Apéndice 1: Formulario de Validación Capacitación., se presentan las preguntas.

Se cuestiona sobre la regularidad de capacitación a los operarios de producción, en la Figura 23 se muestra la respuesta, que evidencia la necesidad de planear y realizar capacitaciones frecuentemente.

Figura 23

Formulario, sección 2: pregunta 1

Seleccione la opción que se asemeja más a la realidad de la organización, en cuanto a la capacitación de los operarios de producción

1 respuesta



Fuente: Elaboración propia 2021

Medio ambiente

se distinguen dos causas; la humedad que puede afectar el insumo de papel y las inundaciones ocasionales producto del desborde de la tubería.

En la **Figura 24**, se muestran evidencias de materia prima dañada a causa de la humedad, en donde se muestra que los roysos se encuentran con secciones abiertas, cuando se requiere que el mismo permanezca sin aberturas e integro hasta su uso.

Figura 24

Materia prima, papel cilindro



Fuente: Grafo Print S.A, 2021

Figura 25

Materia prima papel



Fuente: Grafo Print S.A, 2021

Maquinaria:

Se tiene que la falta de planificación del mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo inadecuado, ocasionan paros constantes en la línea de producción y atrasos en las entregas. Lo anterior se evidencia al analizar la Figura 13, Figura 14 y Figura 15, ya que como se aclaró para cada una de las máquinas no se destinó tiempo significativo para el mantenimiento preventivo, pero si destino un porcentaje significativo en el mantenimiento correctivo

Esta reparación es efectuada por el dueño de la empresa, quien no cuenta con la capacitación adecuada para realizarlas, pero a falta de personal en el área asume el cargo y tras uno o dos meses se vuelve a ocasionar la falla en la maquinaria que retrasa la producción desde un par de días, hasta 3 semanas.

***Capítulo V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN
DE LA SOLUCIÓN***

5

En la siguiente sección, se presenta el diseño de las oportunidades de mejora encontradas en el análisis de causas. Continuando con el uso de la metodología DMAIC, se realiza el análisis implementación y parte de etapa de control y su propuesta. El Capítulo se divide en 2 grandes secciones; la sección 5.1 muestra el diseño de las mejoras y la 5.2 su implementación y validación.

5.1 Diseño de la mejora

Cómo parte del análisis de causa, en la sección anterior se reconocen los factores que afectan la entrega a tiempo de las ordenes de trabajo. Para fines de estudio y tratamiento las causas se dividen en seis secciones, de acuerdo con las 6M; Medición, método, mano de obra, medio ambiente, maquinaria y materia prima.

Debido al alcance del proyecto, y tiempo para su desarrollo se procede a realizar una priorización de las causas encontradas con el uso de herramienta matriz multicriterio y la colaboración a través de reuniones de la jefatura de producción de la empresa.

Los criterios bajo estudio son definidos en conjunto con el encargado del área de producción y el jefe de la empresa, optando por; la factibilidad en cuanto al tiempo de diseño e implementación de la propuesta, factibilidad de implementación de acuerdo con el costo de la propuesta, relación de la oportunidad de mejora con el área de estudio en el presente proyecto, interés con la contraparte en su implementación total en un futuro y el alcance de la mejora

Además, se asigna un peso ponderado a cada uno de los criterios nuevamente en conjunto con la contraparte, para así otorgar un mayor porcentaje en el

puntaje final a los criterios que se consideran más críticos para la propuesta. Para la valoración de los criterios se hace uso de la escala Likert en la que se asigna un puntaje a cada criterio por aspecto entre 1 y 5. En la Tabla 11, se presenta la valoración del puntaje:

Tabla 11

Criterios para la valoración de las oportunidades de mejora

Puntaje	Valoración
1	La mejora no es factible de implementar
2	La mejora no es del todo factible de implementar
3	La mejora puede ser factible de implementar
4	La mejora es muy factible de implementar
5	La mejora es totalmente factible de implementar

Fuente: Elaboración propia, 2021

El cálculo del puntaje total se realiza al multiplicar la valoración para cada aspecto con el porcentaje asignado por el peso ponderado. De esta manera se puede obtener un puntaje entre 20 % y 100 %. Los aspectos con más de 70 % serán los seleccionados para el diseño de la mejora.

En la Tabla 12, se muestra el resultado de la elaboración de la matriz multicriterio para la priorización de las oportunidades de mejora, de la que se concluye que los aspectos de método y materia prima son los más factibles de realizar e implementar por parte de la empresa.

Tabla 12*Priorización de las oportunidades de mejora*

Aspecto/ criterio	Factibilidad implementación (Tiempo)	Factibilidad implementación (Costo)	Relación con el área de estudio	Interés con la contraparte	Alcance	Total
	20%	20%	30%	15%	15%	
Medición	4	3	2	3	3	58.00%
Método	4	5	5	4	4	90.00%
Mano de obra	2	4	4	2	3	63.00%
Medio ambiente	3	1	2	3	2	43.00%
Maquinaria	2	2	5	2	4	64.00%
Materia prima	4	5	5	3	4	87.00%

Fuente: Elaboración propia, 2021.

En la Tabla 13, se presenta el desglose y resumen de las actividades que se muestran en la sección 5.1. En la tercera columna se detalla la importancia de estas acciones para el aporte al objetivo general del proyecto, que pretende la disminución de las entregas de órdenes de trabajo tardías a los clientes. Además, en la cuarta y última columna se presentan las herramientas que abarca el diseño de las mejoras.

Tabla 13

Diseño de las propuestas

Sección	¿Qué se hará?	Causa asociada	¿Por qué lo vamos a hacer?	Herramientas
2. Cambios en el proceso	<p>Métodos: Clasificar los clientes según el volumen de pedido. Proponer y diseñar un nuevo muestreo final para los clientes con excepción de Pfizer</p>	<p>Sin clasificación de clientes. Sin planificación de la producción. Sin acuerdos de inspección con los clientes (uso de acuerdo 200 % de Pfizer como estándar). Falta de capacitación del personal</p>	<p>Priorizar los clientes más importantes de la compañía para evitar los retrasos en sus entregas. Disminuir el tiempo de producción mediante el reajuste de muestreo de aceptación para el producto final</p>	<p>ABC de los clientes, muestreo de calidad</p>
	<p>Materia Prima: Proponer y diseñar un muestreo de aceptación de materia prima con las características de calidad asociadas a cada material</p>	<p>Sin muestreo de aceptación</p>	<p>Evitar los retrasos en las entregas, provocados por la interrupción de la producción por materia prima no conforme</p>	<p>Requerimientos de calidad salida, muestreo de aceptación</p>
3. Diseño del proceso	<p>Mejora del proceso de producción.</p>	<p>Retrasos en las entregas</p>	<p>Evidenciar los recomendaciones y cambios sugeridos al proceso para disminuir las entregas tardías</p>	<p>Metodología DMAIC, Diagrama de flujo, diseño de requerimientos de producción, matriz RACI, SIPOC.</p>

Fuente: Elaboración propia, 2021

5.1.1 Propuesta de oportunidades de mejora para los métodos y materia prima

La propuesta que se hará se presenta de forma general las oportunidades de mejora para los aspectos seleccionados; métodos y materia prima. En la siguiente sección se muestra de forma conjunta la integración de los cambios con las operaciones de la producción.

Para los métodos se distingue las oportunidades de la clasificación de los clientes y el cambio de acuerdos de muestreo final para otros clientes, distintos a Pfizer. Debido a que ya la empresa cuenta una hoja de pedido, que se observa en la Figura 11, en la que se puede seleccionar estos acuerdos, pero actualmente no se realiza.

El reajuste en el muestreo final permite a la empresa disminuir el muestreo actual que se realiza en 200 %, a un porcentaje menor que sea acorde con el pedido del cliente y sus necesidades, disminuyendo el tiempo total de producción y los atrasos en las entregas. Para este fin se recomienda un 25 % como máximo objetivo de revisión.

Se destaca, que esta oportunidad de mejora no es aplicable para el cliente Pfizer, ya que como se ha detallado en secciones anteriores, la empresa cuenta con acuerdos específicos para dicho cliente que no pueden ser modificados, se considera el más importante de la compañía.

La oportunidad de mejora, de la clasificación de los principales clientes actuales de la empresa, se diseña mediante la clasificación ABC. En la que se utilizan los datos de los pedidos desde el 6 de enero del 2020 hasta al 11 de diciembre del mismo año, que se detallan en la Tabla 14. Se toman en cuenta tanto la cantidad de pedidos cómo la cantidad total de producto. Se destaca

que la cantidad total se refiere a la suma de todas las unidades de producción solicitadas a lo largo de los pedidos realizados en el 2020.

Tabla 14

Resumen de pedidos 2020

Cliente	Pedidos	Cantidad total de Unidades
IRES DE COSTA RICA, S.A.	384	22,853,628
PFIZER	2,639	14,230,662
ALIMER	259	6,158,000
DEMASA	154	5,273,500
STEIN CORP	84	3,575,676
CONSERVAS DEL VALLE	118	2,261,500
DURMAN	26	1,836,420
UPJOHN EXPORT BV SUCURSAL COSTA RICA	299	1,568,987
AMSA	23	943,000
LISAN, S.A.	19	438,000
GRUPO AGROINDUSTRIAL ALPIZAR	7	90,000
DRA. SHOLLER	9	65,000
BROWNIES BAUNFLY	5	32,000
CONOS VICTORIA	3	30,000
Otros	95	1,067,982
Total	4,124	60,424,355

Fuente: Elaboración propia, 2021

La clasificación de los clientes se realiza con el fin de priorizar las ordenes de trabajo proveniente de los clientes que representan el mayor porcentaje de pedidos. Lo anterior debido a que como se comenta en capítulos anteriores, del presente documento, recientemente se han dado quejas de los clientes y algunos han mostrado interés en dejar de realizar sus pedidos con la empresa.

Si los clientes que representan el mayor porcentaje de ventas, refiriéndose a los que mayor cantidad de unidades totales, se les clasifica como “clientes A”, deciden realizar sus pedidos con la competencia representaría perdidas significativamente mayores a si un cliente clasificado como “cliente C” decide dejar de realizar sus pedidos a la compañía.

Mediante la priorización de los clientes, se da a conocer los clientes para los que se debe tener precaución con los tiempos de entrega y las características de calidad, lo que a su vez es un criterio de importancia para la planificación de la producción como método de administración.

Para realizar la clasificación de los clientes, se toma en cuenta la cantidad de pedidos, sin embargo, el factor clave para la priorización es la cantidad de producto total que se produjo para el cliente. En este sentido el 80 % de los pedidos estaría representados por los clientes A, que para el diseño de la propuesta son; Irex, Pfizer, Alimer y Demasa, los clientes clase B, representan el 15 % de los pedidos totales y la Clase C el 5 % restante.

En la Tabla 15, se muestra el resultado del diseño, en la que se destaca que el cliente Pfizer, a pesar de ser el que más pedidos realizó en el 2020, no es cliente más importante en esta clasificación ya que Irex Costa Rica, pidió 38% más cantidad de producto.

Por otro lado, se destaca a los clientes Demasa y Alimer como muy importantes para la empresa, ya que representan el 8.7 % y 10.2 % de las ventas respectivamente.

Es de importancia mencionar que, no se toma en cuenta los montos totales de ingreso, ya que al referirse al mismo producto y precio para todo el cliente no aporta más información que la obtenida al analizar la cantidad total de producto vendido por cliente, ya que los ingresos representan esa cantidad por el precio de venta.

Tabla 15*ABC, clientes.*

Cliente	% de Pedidos	% de Cantidad de unidades	Clase
IREX DE COSTA RICA, S.A.	9.3%	37.8%	Clase A
PFIZER	64.0%	23.6%	
ALIMER	6.3%	10.2%	
DEMASA	3.7%	8.7%	
STEIN CORP	2.0%	5.9%	Clase B
CONSERVAS DEL VALLE	2.9%	3.7%	
DURMAN	0.6%	3.0%	
UPJOHN EXPORT BV SUCURSAL COSTA RICA	7.3%	2.6%	
AMSA	0.6%	1.6%	Clase C
LISAN, S.A.	0.5%	0.7%	
GRUPO AGROINDUSTRIAL ALPIZAR	0.2%	0.1%	
DRA. SHOLLER	0.2%	0.1%	
BROWNIES BAUNFLY	0.1%	0.1%	
CONOS VICTORIA	0.1%	0.0%	
Otros	2.3%	1.8%	

Fuente: Elaboración propia, 2021

Para el aspecto de materia prima, se encuentra como oportunidad de mejora, la incorporación de un muestreo de aceptación de la materia prima y definición de entradas con sus respectivos requerimientos. Lo anterior con el fin de disminuir los retrasos en la producción producto de los materiales en mal estado y reprocesos por materiales no aptos encontrados en las inspecciones de producción. Para la definición de las entradas y sus respectivos requerimientos se procede a hacer uso de la herramienta SIPOC, como parte del proceso para el producto cajas, que fue previamente priorizado y seleccionado para aplicar la mejora.

En el diseño de la mejora, se distinguen a los principales proveedores, con las entradas de materia prima correspondiente, la descripción del producto y los requerimientos respectivos, lo anterior ya que cómo se indica en el Capítulo IV, la empresa no reconoce estas características de la producción.

Se reconoce la importancia de la fecha de caducidad para los requerimientos de entrada del proceso de producción, al ser uno de los aspectos que más provoca atrasos en la producción, ya que se guarda por un largo tiempo los materiales como aceite y aditivos y no se revisa su fecha de vencimiento antes de su uso.

Además, se reconoce el proceso de producción con sus respectivas actividades y encargados, sin embargo, el mismo se presenta más adelante en con el uso de la herramienta, diagrama de flujo. La salida como ya se detallo es el producto cajas, al que se le asocia requerimientos de salida como características de calidad y producción de acuerdo con cada pedido.

Finalmente se presentan los principales clientes del producto cajas, que coinciden con la clasificación de clientes que se realizó en el ABC por la totalidad de productos ofrecidos. En la Figura 26, se presenta el resultado del diseño.

Figura 26

SIPOC, producción de cajas

Diagrama SIPOC para Cajas									
Proveedores		Entradas		Proceso	Salidas		Cientes		
Proveedor	Entrada	Entradas Descripción	Requerimientos	El proceso se muestra a detalle en el digrama de flujo	Salidas Descripción	Requerimientos (según orden de trabajo)	Cientes		
Lithio Quimica	Aceite	Aceites Lubricantes	Fecha de vencimiento y Viscosidad		El proceso se muestra a detalle en el digrama de flujo	Cajas	Pegar los artes con la impresión	Irex de Costa Rica, S.A	
GrafDepot	Aditivos	Aditivos	Fecha de vencimiento					Pfizer	
GrafDepot	Barniz	Barniz UV	Fecha de vencimiento, viscosidad y olor				Revisar que el color sea lo solicitado con una tolerancia maxima de ± 5 puntos de densidad	Alimer	
Aleman & Carmiol	Goma	Flexi Pega goma caliente	Fecha de vencimiento y pruebas de opega					Demasa	
Sergrafic		Goma Finalizadora Kodak						Stein Corp	
GrafDepot	Papel	Papel Calibrado	Papel de calibrado, que no tenga golpes y que la direccion de la fibra sea la correcta.				Cajas	Las medidas de la caja deben tener una tolerancia de ± 1 mm.	Conservas del valle
GrafDepot	Tinta	Tintas Novavit	Fecha de vencimiento, que las latas esten bien selladas, que la cantidad solicitada sea la correcta, que corresponda la etiqueta al color que está en el envase.					Que estén bien pegadas	Durman
GrafDepot		Tinta F						Que no lleven manchas, ni basuras mayores a 1 mm	Upjohn export bv
Sommerus		Tinta Huber							Amsa
GrafDepot		Tinta Pantone		Lisan					
Supapel y a Pochitec	Papel de impresión	Papel de impresión	Calibre adecuado, gramaje correcto, que no tengan golpes o en mal estado, el color del material debe ser blanco, la direccion del hilo correcta, la cantidad solicitada y que las medidas solicitadas sean las correctas.	La cantidad solicitada	Grupo Agroindustrial Alpizar				

Fuente: Elaboración propia, 2021

El muestreo de aceptación de la materia prima se diseña en base al muestreo estadístico de aceptación por variables normal; que pretende disminuir la incertidumbre y la variación en el proceso, orientados a los requerimientos de calidad reconocidos en la Figura 26. La población para considerar en el muestreo es la totalidad de cada clasificación de insumos.

Se destaca que la empresa actualmente no cuenta con muestreos por lo que no existen métodos asociados, lo anterior ya que no existe muestreo de aceptación para los materiales y el producto final se inspecciona un 200%, lo que quiere decir que la totalidad de la producción es revisada dos veces,

Para la selección de las muestras de cada lote, se tomaron en consideración varios tipos de muestreo por conglomerados, un muestreo estratégico y el muestreo al azar con reposición y sin reposición.

Debido a la naturaleza del producto se considera que el más apto es muestreo al azar sin reposición de elementos ya que se está teniendo en cuenta una variabilidad de muestra de lote y no solo alguna sección de este lote y sin reposición por que al ser una cantidad pequeña, la probabilidad de encontrar una pieza que ya se muestreo es muy alta; a diferencia de unos lotes significativamente grandes donde la probabilidad es muy baja se puede trabajar mediante una tabla dinámica o números al azar. Además, es importante que se realice al azar para contemplar posibles fallas en distintos momentos de compra, otro método es evaluar los primeros o los últimos insumos pueden dar resultados de solo un segmento del lote y no de su totalidad.

Asociado al muestreo de aceptación, se deben considerar los 2 tipos de error. Error tipo α o riesgo del producto, en el que un producto conforme se clasifica como no conforme con las especificaciones y error tipo β o error del

consumidor para el que un producto que no cumple con las especificaciones se clasifique como conforme.

Para la definición del tamaño de la muestra, se escoge el uso de la tabla militar y no una fórmula para este fin por el hecho de que no se cuenta con varianzas en la muestra no se tiene conocimiento y para el equipo estaba fuera del alcance, al hablar con los encargados, entre las opciones estaba medir la variabilidad las varianzas y los datos faltantes para posteriormente escoger otro método, pero se vuelve más tedioso para la empresa.

Es importante recalcar que si cambia el tamaño de la muestra ya sea por un aumento en la producción, se tendría que volver a medir todas las varianzas y variabilidades, por lo cual se define que lo mejor es utilizar las tablas militares, ya que si cambia el tamaño de la muestra solo se tiene que saltar una casilla o dos, dependiendo porque si el nivel de inspección continua igual, la clasificación puede cambiar, pero la tabla solo se cambia el tamaño.

También la escogencia del método se debe a las características de la producción y ser la más sencilla de aplicar para procesos que se rediseñan o se implementa un nuevo muestreo.

Para lo anterior se considera el tamaño promedio de los lotes de materia prima y se define el nivel aceptable de calidad, de la materia prima como 0.25 y el nivel de inspección, para la totalidad de insumos, en conjunto con el jefe de producción de la empresa. En la Tabla 16, se presenta el resultado del diseño del muestreo de aceptación para la materia prima.

Tabla 16

Tamaño de muestra, muestreo de aceptación Materia prima

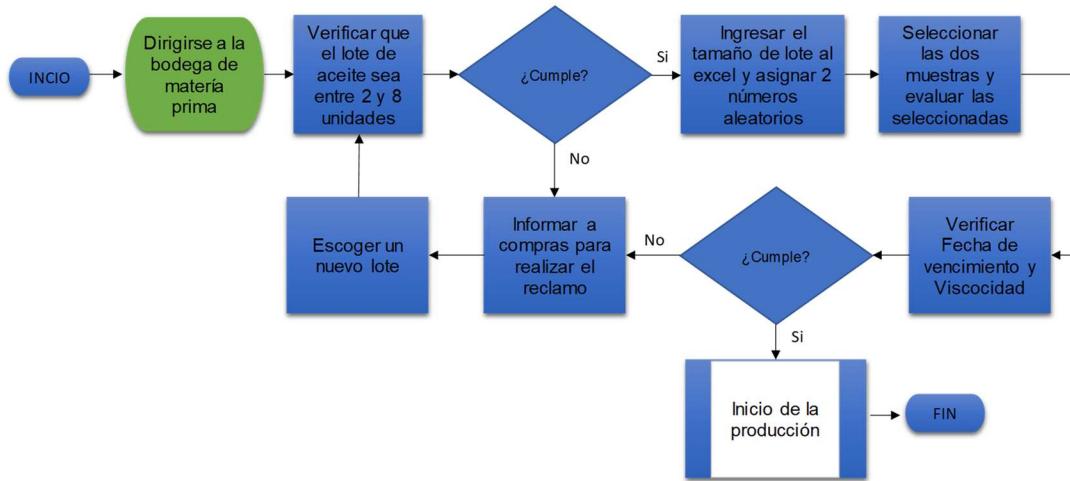
Entrada	Tamaño del lote (entre)	Nivel de inspección	Clasificación	Tamaño de la muestra
Aceite	2 y 8	I	A	2
Aditivos	2 y 8	II	A	2
Barniz	2 y 8	I	A	2
Goma	2 y 8	II	A	2
Papel	281 y 500	I	F	20
Tinta	16 y 25	I	B	3
Papel de impresión	26 y 50	II	D	8

Fuente: Elaboración propia, 2021

Con el fin de que se comprenda a detalle, la propuesta del muestreo de aceptación se procede a realizar un diagrama del subproceso, para cada una de las materias primas, en formato de instructivo para los colaboradores de producción. La simbología utilizada, es la misma que se emplea para el diagrama de flujo.

Figura 27

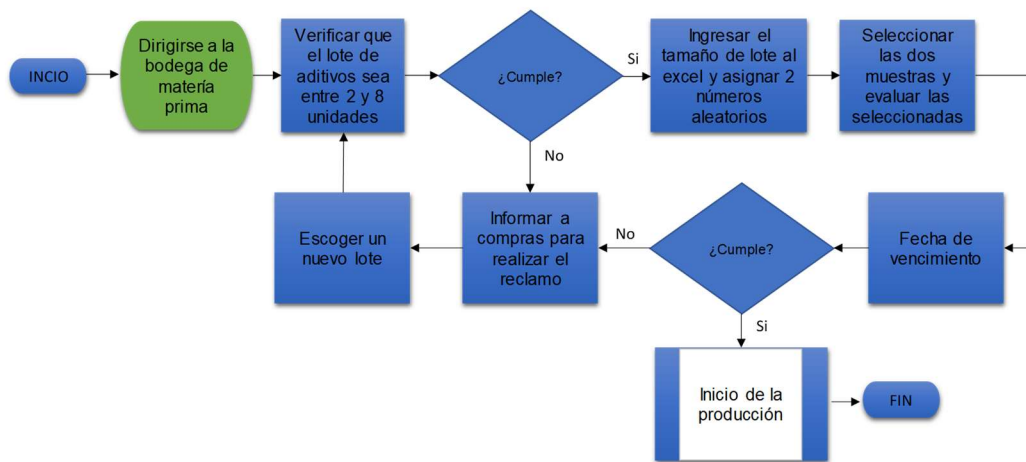
Instructivo Materia Prima: Aceite



Fuente. Elaboración propia, 2021.

Figura 28

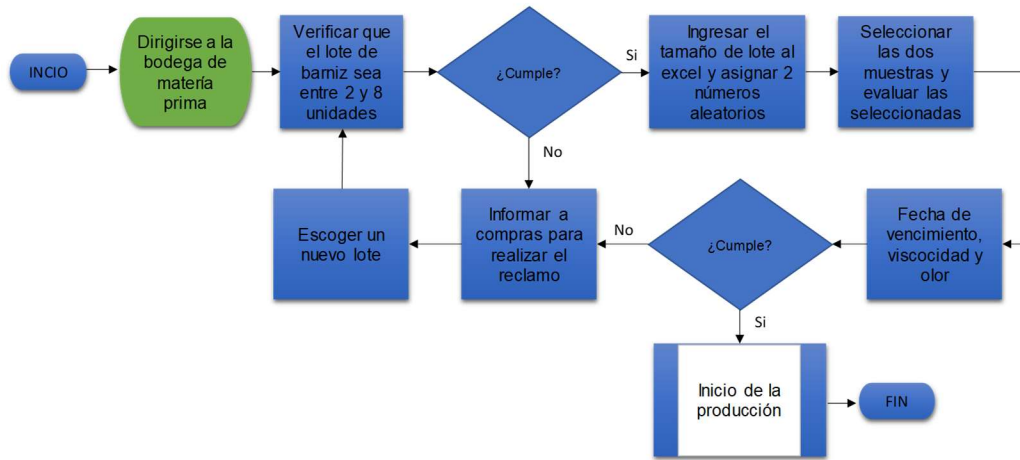
Instructivo Materia Prima: Aditivos



Fuente. Elaboración propia, 2021.

Figura 29

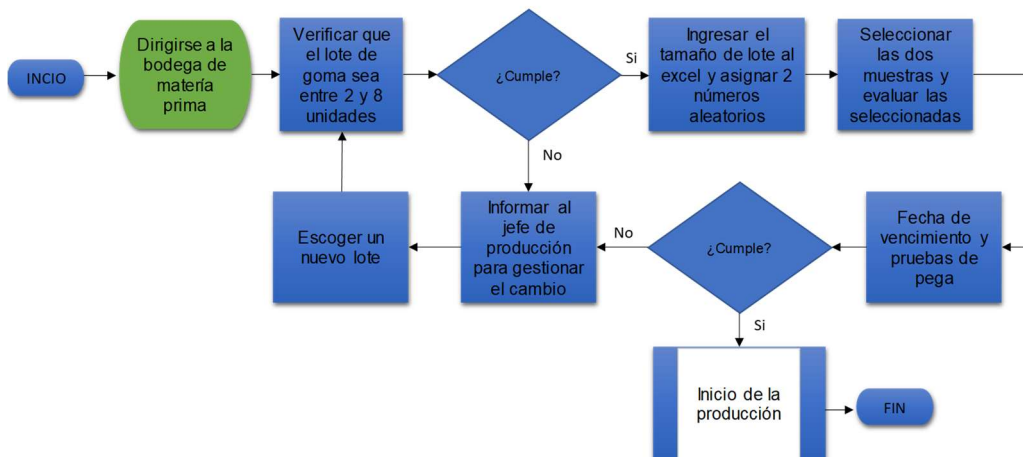
Instructivo Materia Prima: Barniz



Fuente. Elaboración propia, 2021.

Figura 30

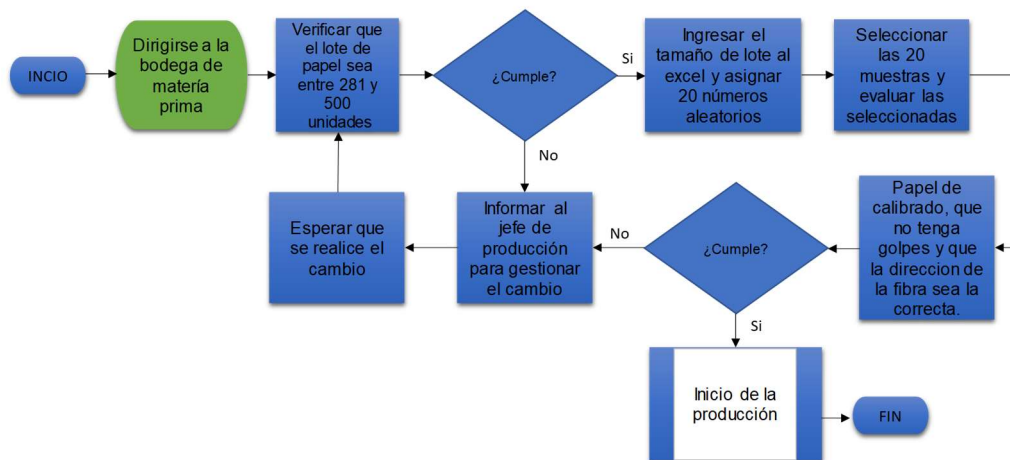
Instructivo Materia Prima: Goma



Fuente. Elaboración propia, 2021.

Figura 31

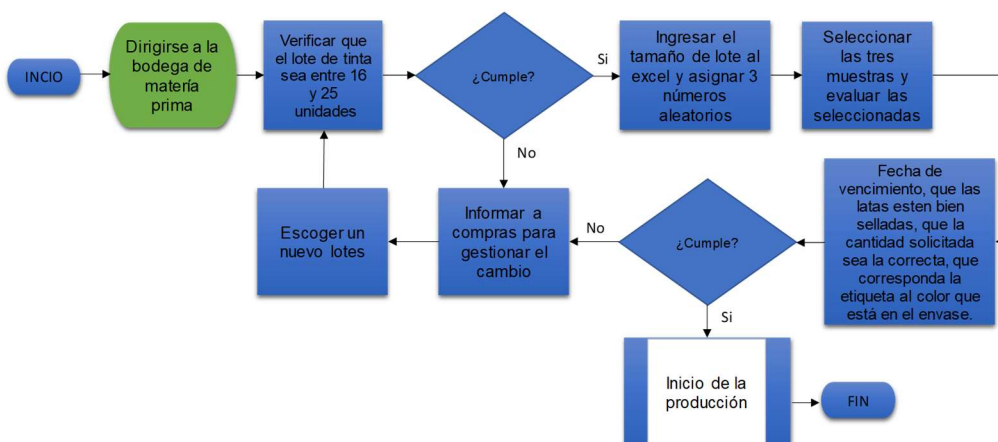
Instructivo Materia Prima: Papel



Fuente. Elaboración propia, 2021.

Figura 32

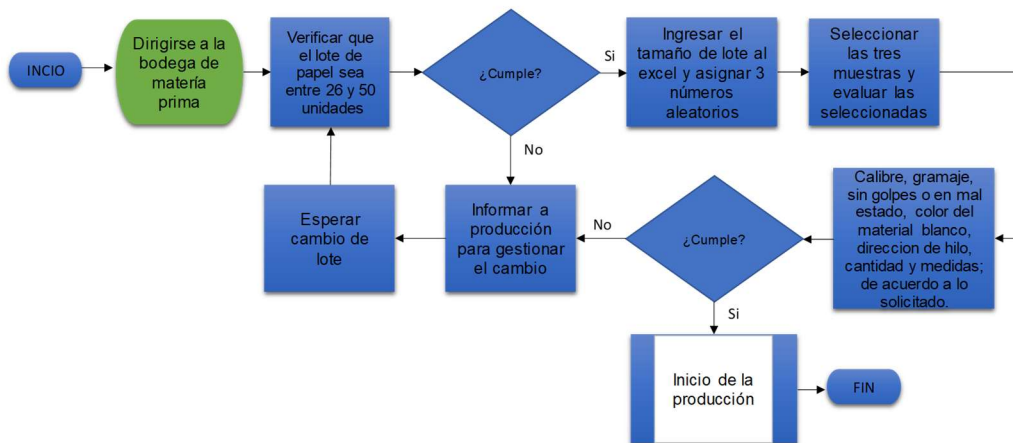
Instructivo Materia Prima: Tinta



Fuente. Elaboración propia, 2021.

Figura 33

Instructivo Materia Prima: Papel de impresión



Fuente. Elaboración propia, 2021.

5.1.2 Rediseño del proceso

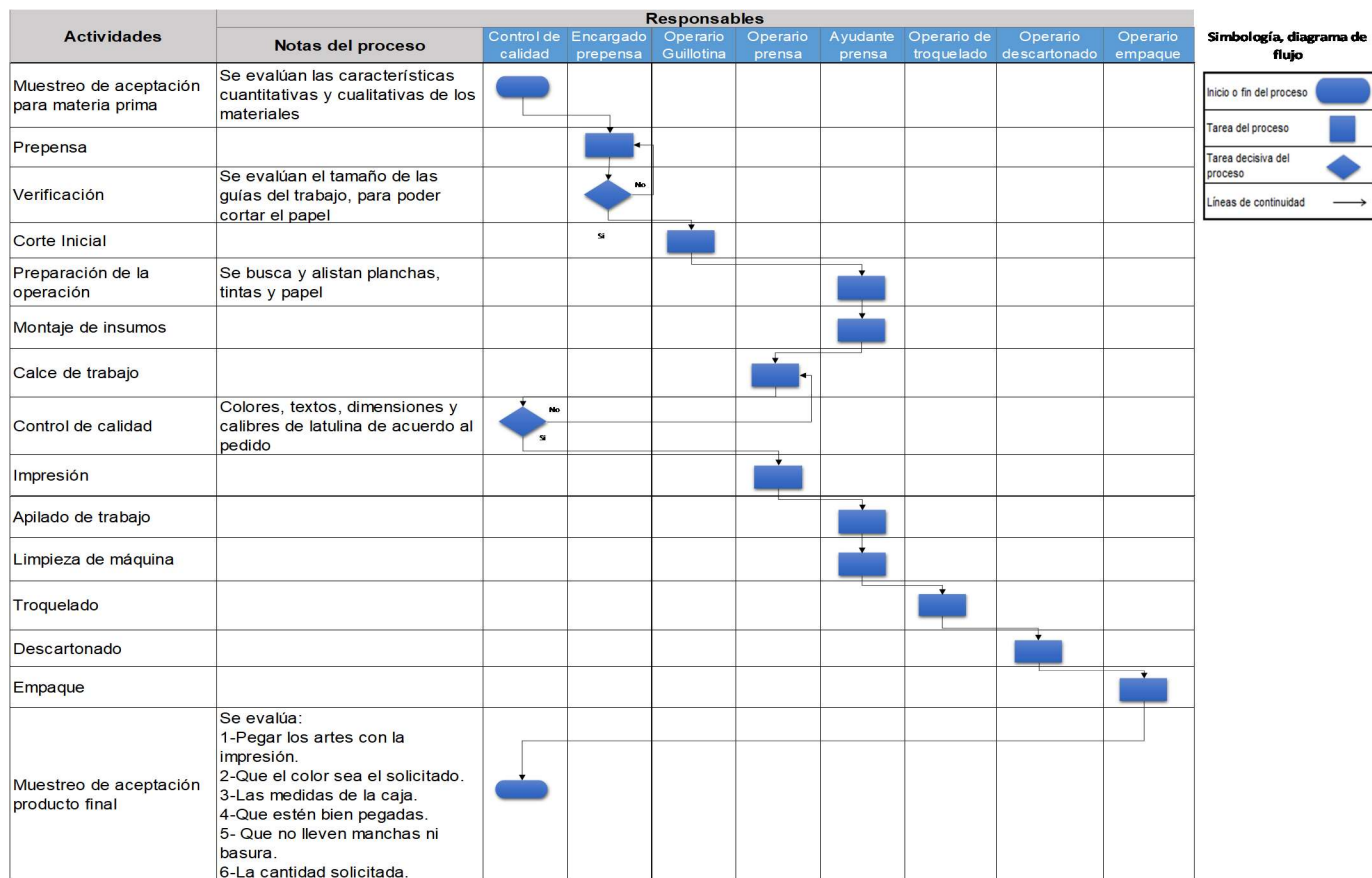
En la presente sección, se muestran las oportunidades de mejora diseñadas, como parte del diseño actual del proceso de producción. Haciendo uso de la herramienta, diagrama de flujo se muestra el rediseño del proceso de producción de cajas para la empresa. En la Figura 34, se presenta el resultado de la elaboración del rediseño del proceso de producción de cajas, mediante la utilización de la herramienta diagrama de flujo.

Previamente, en el Capítulo IV del presente documento, se realiza el mismo procedimiento para el proceso que se lleva a cabo en la producción de cajas, en la **Figura 10**, se muestra dicho proceso. Al realizar la comparación entre los procesos encontramos la delimitación de las tareas ya que no existían puestos asignados y solo se diferencia entre lo que se realiza en producción y lo que se lleva a cabo en otras áreas o para otros procesos. En esta línea se delimita el proceso de producción exclusivo para cajas; eliminando las tareas que no aplican para esta línea como; compras, ajuste de maquinaria, tiraje, apilado, limpieza, impresión, corte final y empaque.

Se incorpora las tareas; muestreo de aceptación para la materia prima y muestreo para el producto final, ya que actualmente se realiza inspección al 200% una vez se finaliza la producción. Además, se reconocen los requerimientos de calidad asociados a cada tarea, ya que, aunque una gran parte se tenían claros; no se encontraban identificados o aclarados a los operarios, como se detalla en el aspecto de mano de obra del Ishikawa de la **Figura 16**.

Figura 34

Rediseño del proceso de producción de cajas 1



Fuente: Elaboración propia, 2021

Cómo parte del diseño de la mejora, se aborda la asignación de roles y responsabilidades para cada actividad de la producción. Lo anterior debido a que, para los métodos de producción actual la empresa no cuenta con responsables directos de cada actividad, lo que crea retrasos constantes en la producción al buscar quien realice y apruebe la actividad.

Para este fin se utiliza la matriz de asignación de roles y responsabilidades, mejor conocida como RACI, la matriz de asignación de roles y responsabilidades facilita las operaciones del proceso de producción al asignar un responsable y aprobador para cada tarea del proceso. Lo que ahorrara las demoras por búsqueda de encargados de la tarea.

Se utiliza la siguiente distinción, para los roles:

- la letra “R” y el color celeste para la asignación del responsable de la tarea, quien se debe encargar de realizarla.
- La letra “A” y el color gris, se utiliza para los aprobadores de la tarea quienes se deben encargar de dar el visto bueno una vez finalizada.
- La letra “I” y el color amarillo se utiliza para representar a los informados de la tarea.

El encargado de realizar cambios en la matriz solo es el jefe de producción ya que, si se diera algún cambio a futuro en la tarea, él mismo deberá designar cada encargado.

Una vez rediseñado el proceso de producción, se procede en forma conjunta con el jefe de producción de la organización, a asignar los roles. En la Figura 35, se presenta el resultado del diseño.

El instructivo se muestra en la Figura 44. Entregable capacitación, hoja 2, parte 2

Figura 35

RACI, proceso de producción

Actividades/ Roles	Control de calidad		Encargado preprensa	Operario Guillotina	Operario prensa	Ayudante prensa	Operario de troquelado	Operario descartonado	Operario empaque	Jefe de planta	Director general	Gerente de calidad	Jefe de revisión
Muestreo de aceptación para materia prima	R	A								I			
Preprensa			R	A						I			
Verificación			R								A		
Corte Inicial				R	A								
Preparación de la operación						R	A						
Montaje de insumos						R	A						
Calce de trabajo	I				R	A							
Control de calidad	R	A								I			
Impresión				R						A	I		
Apilado de trabajo						R	A						
Limpieza de máquina						R				A	I		
Troquelado							R					A	
Descartonado								R				A	
Empaque									R	A			I
Muestreo de aceptación producto final	R	A											I

Fuente: Elaboración propia, 2021

Como parte del diseño de las oportunidades de mejora, se reconocen los requerimientos de producción del proceso. Para lo anterior, a continuación, se presentan los requerimientos para cada una de las etapas del proceso.

Muestreo de aceptación para materia prima

1. Se requiere que la fecha de vencimiento de la materia prima se encuentre dentro del tiempo apto para el uso.
2. Se requiere que la viscosidad del barniz acuoso cuente con una duración de goteo de 20 s.
3. El olor del barniz no debe ser fuerte o muy perceptible.
4. El papel de calibrado no debe contar con golpes, además la dirección de la fibra debe ser concisa con las especificaciones de compra.
5. La tinta debe de estar bien sellada, la cantidad debe ser la solicitada, y el color correspondiente con el envase y pedido.
6. El papel de impresión debe contar con el correcto; calibrado, gramaje, color, dirección del hilo, cantidad y medidas solicitadas.

Prensa

7. Se debe contar con la quemadora de plancha (CTP) en correcto funcionamiento.
8. La reveladora, con la que se limpia el dibujo debe de estar en correcto funcionamiento.

Verificación

9. El tamaño de las guías para el corte del papel debe ser el establecido para el arte del pedido.

Corte inicial

10. Se debe contar con la guillotina en correcto funcionamiento.

Preparación de la operación

11. La boleta de corte debe contar con las medidas de corte final especificado para el pliego de conversión

Montaje de insumos

12. El papel utilizado debe ser el especificado en el pedido y contar con las características de calidad definidas.
13. Las tintas utilizadas deben ser las especificadas en el pedido y contar con las características de calidad definidas.
14. Las planchas deben de estar en correcto funcionamiento.

Calce de trabajo

15. La máquina 4, debe estar en correcto funcionamiento y configuración para el calce.

Control de calidad

16. Los colores, textos, dimensiones y calibres deben ser consistentes con el pedido.
17. Se requiere que el densitómetro se encuentre calibrado y en correcto funcionamiento.
18. Se requiere que el micrómetro se encuentre calibrado y en correcto funcionamiento.
19. Se requiere que la balanza se encuentre calibrada y en correcto funcionamiento.

Impresión

20. La máquina 4, debe estar en correcto funcionamiento y configuración para la impresión.

Apilado del trabajo

21. Se debe contar con la tarima correspondiente para la apilar el trabajo

Limpieza de la máquina

22. Se debe contar con los insumos de limpieza necesarios, como: canfín y lavador HPL.

Troquelado

23. La Máquina de troquelado; cilíndrica o plana, debe estar en correcto funcionamiento y configuración.

Descartonado

24. La Máquina de descartonado, debe estar en correcto funcionamiento y configuración.

Empaque

25. Se debe contar con las cajas de empaque y cinta adhesiva correspondientes

Muestreo de aceptación, producto final

26. El producto final debe contar con el arte de impresión correcto.

27. El color del producto final debe ser el solicitado en el pedido por el cliente con una tolerancia máxima de ± 5 puntos de densidad

28. Las medidas de la caja deben tener una tolerancia máxima de ± 1 mm.

29. Las cajas deben de estar bien pegadas y sin aberturas

30. El producto final no debe contar con manchas o basuras de a 1 mm o más.

31. El tamaño del lote debe ser el indicado en el pedido.

5.2 Implementación de la mejora

Con el fin de implementar la mejora propuesta en la Sección 5.1, se continua con la metodología DMAIC, para la implementación y control, que se detalla en la **Tabla 17**.

Tabla 17

Resumen de la implementación

Etapa DMAIC	Objetivo	¿Qué se va a hacer?	¿Con quién se aplica?	Descripción y herramientas
Implementar	¿Cómo implementar o valorar las propuestas?	Reuniones	Administración y jefe producción	Se validan los requerimientos y factibilidad de implementación del diseño Mediante una reunión de presentación con la administración y formulario de validación.
		Capacitaciones	Operarios y jefe de producción	Se realiza una capacitación virtual, por motivos del Covid-19 en la que se explica el rediseño propuesto con una presentación, entregable y finalmente un formulario de participación para conocer la opinión, El mismo se detalla en la Figura 41, Figura 42, Figura 43, Figura 44, Figura 45 y Figura 46
		Prueba de implementación (indicador productividad)	Colaboradores de producción	Realizar una prueba piloto del diseño 2 días, donde se valide la reducción de lotes entregados con retraso. Se mide los indicadores (productividad y tiempo de producción) para los días en que se realizó la implementación en comparación con los datos de la empresa para el mes de enero, se adjuntan los resultados más adelante. En la Tabla 18 Indicadores de implementación

Fuente: Elaboración propia, 2021

El proceso de implementación inicia con la presentación a los administradores y jefe de producción de la empresa, en la que se muestra; el diseño, se expliquen las propuestas, aclaren dudas y se conoce la opinión de los representantes. Para lo anterior se consulta con la organización sobre la factibilidad de fechas.

El miércoles 24 de febrero, en las instalaciones de la empresa se realiza la reunión y una vez finalizada se comparte con los asistentes un formulario, para conocer su posición respecto al diseño y las propuestas de implementación planteadas. A continuación, se detalla la encuesta y las preguntas obtenidas.

La razón del porqué no se pide la opinión de los asistentes, durante el desarrollo de la reunión es que, mediante un formulario se mantiene el anonimato lo que permite a los representantes dar su opinión concreta, sin ser influenciada por los otros asistentes.

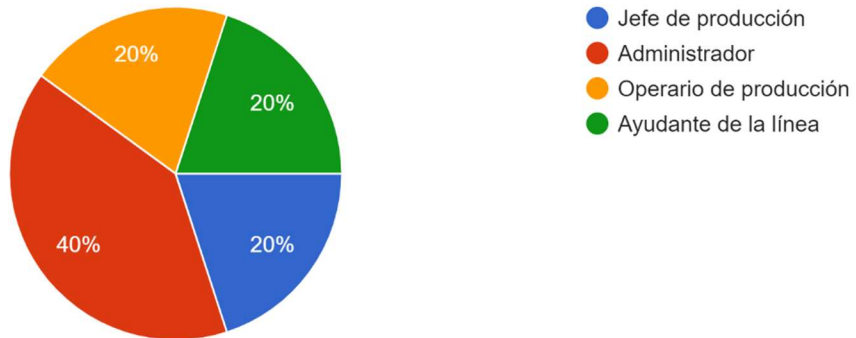
El formulario inicia, con la consulta del puesto que ocupa el participante en la empresa. Se contó con la participación de 5 representantes de la empresa, de los cuales el 40 % pertenecían a la sección administrativa, 20 % operario de producción, 20 % ayudante de línea y el 20 % restante era representado por el jefe de producción. En la **Figura 36**, se muestra en detalle las respuestas.

Figura 36

Formulario de validación, pregunta 1

¿Cuál cargo ocupa usted en la compañía?

5 respuestas



Fuente: Elaboración propia, 2021

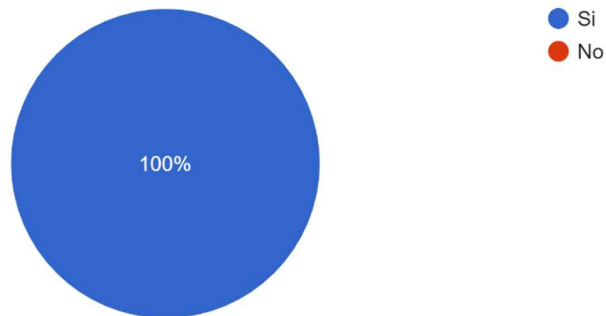
La segunda pregunta, pretende verificar que la totalidad de colaboradores que contestan el formulario, participaron en la reunión ofrecida y conocen del proceso. En la **Figura 37**, se muestran los resultados en dónde el 100 % si participo del encuentro mencionado.

Figura 37

Formulario de validación, pregunta 2

¿Se encontró usted presente en la capacitación ofrecida el miércoles 24 de febrero, a los representantes de la empresa?

5 respuestas



Fuente: Elaboración propia, 2021

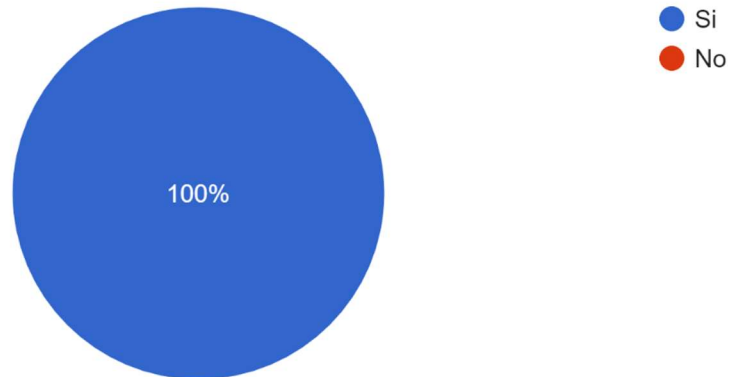
Para la tercera pregunta, se cuestiona a los asistentes si se encuentran de acuerdo con el diseño mostrado. En la Figura 38, se presentan los resultados, en donde el 100 % de los asistentes se encuentran de acuerdo con las propuestas.

Figura 38

Formulario de validación, pregunta 3

¿Se encuentra usted de acuerdo con el diseño del proceso propuesto?

5 respuestas



Fuente: Elaboración propia, 2021

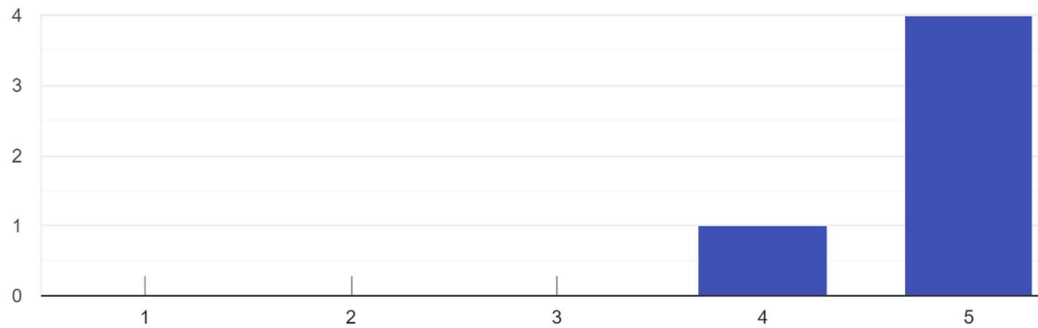
La pregunta 4, permitía a los asistentes comentar por qué no se encontraban de acuerdo con la implementación, sin embargo, no se presentaron respuestas al estar de todos de acuerdo.

Para la percepción de la implementación, se cuestiona en la pregunta 5 si se encuentran de acuerdo con la misma. Referente a la pregunta se presentan 5 opciones mediante una escala en donde el 1 afirmaba que No se encontraban de acuerdo y el 5 que se encontraban del todos de acuerdo. En la **Figura 39**, se muestra el resultado, en donde la implementación presenta una aceptación del 96 %.

Figura 39

Formulario de validación, pregunta 5

¿Se encuentra usted de acuerdo con la implementación del proceso propuesto?
5 respuestas



Fuente: Elaboración propia, 2021

Como última pregunta, se permite al usuario dar su opinión o recomendaciones sobre la implementación del diseño propuesto, debido a que la misma no era de carácter obligatorio, solo se obtuvieron cuatro respuestas que se detallan en la

Figura 40

Formulario de validación, pregunta 6

Si tiene algún comentario general, o recomendación siéntase libre de contarla en el siguiente espacio

4 respuestas

Me gustaria que los trabajadores del area tambien conocieran de la implementación

Me parece muy bien y se ve que llena bastantes vacios

Excelente espero se puedan obtener resultados favorables

Según mi experiencia considero que puede ser beneficioso ya que resuelve muchos problemas actuales que atrasan las entregas

Fuente: Elaboración propia, 2021

Al conocer la opinión de los asistentes nos encontramos que el primer comentario refleja la preocupación sobre la capacitación de colaboradores de producción, sin embargo, ya se tenía planeado realizarla para el día 25 de febrero. Los siguientes tres comentarios, muestran la aprobación de los participantes sobre la implementación del rediseño propuesto.

Seguido de la reunión y una vez conocido la opinión de los representantes, se realiza una capacitación virtual con los colaboradores del área de producción. La misma no se realiza de forma presencial ya que se limita el encuentro de grupos de personas grandes, para evitar posibles contagios por Covid-19.

La capacitación inicia con el envío del resumen del rediseño del proceso, para lo anterior se crea un documento PDF a modo de entregable. El mismo se detalla en la Figura 41, Figura 42, Figura 43, Figura 44, Figura 45 y Figura 46

Figura 41

Entregable capacitación, hoja 1 parte 1



Fuente: Elaboración propia, 2021

Figura 42

Entregable capacitación, hoja 1 parte 2

Diagrama SIPOC para Cajas									
Proveedores	Entradas			Proceso	Salidas	Cientes			
Proveedor	Entrada	Entradas Descripción	Requerimientos	El proceso se muestra a detalle en el digrama de flujo	Salidas Descripción	Requerimientos (según orden de trabajo)	Cientes		
Lithio Quimica	Aceite	Aceites Lubricantes	Fecha de vencimiento y Viscosidad		El proceso se muestra a detalle en el digrama de flujo	Cajas	Pegar los artes con la impresión	Irex de Costa Rica, S.A	
GrafDepot	Aditivos	Aditivos	Fecha de vencimiento					Pfizer	
GrafDepot	Barniz	Barniz UV	Fecha de vencimiento, viscosidad y olor					Alimer	
Aleman & Carmiol	Goma	Flexi Pega goma caliente	Fecha de vencimiento y pruebas de opega					Demasa	
Sergrafic		Goma Finalizadora Kodak							Stein Corp
GrafDepot	Papel	Papel Calibrado	Papel de calibrado, que no tenga golpes y que la dirección de la fibra sea la correcta					Las medidas de la caja deben tener una tolerancia de ± 1 mm.	Conservas del valle
GrafDepot	Tinta	Tintas Novavit	Fecha de vencimiento, que las latas esten bien selladas, que la cantidad solicitada sea la correcta, que corresponda la etiqueta al color que está en el envase.					Que estén bien pegadas	Durman
GrafDepot		Tinta F	La cantidad solicitada					La cantidad solicitada	Upjohn export bv
Sommerus		Tinta Huber							Amsa
GrafDepot		Tinta Pantone		Lisan					
Supapel y a Pochitec	Papel de impresión	Papel de impresión		Calibre, gramaje, sin golpes o en mal estado, color del material blanco, dirección de hilo, cantidad y medidas; de acuerdo a lo solicitado	La cantidad solicitada	Grupo Agroindustrial Alpizar			

SIPOC

Permite conocer los proveedores, insumos, descripción y requerimientos de entra, proceso, salidas, requerimientos de salida y clientes

Entrada	Tamaño del lote (entre)	Nivel de inspección	Clasificación	Tamaño de la muestra
Aceite	2 y 8	I	A	2
Aditivos	2 y 8	II	A	2
Barniz	2 y 8	I	A	2
Goma	2 y 8	II	A	2
Papel	281 y 500	I	F	20
Tinta	16 y 25	I	B	3
Papel de impresión	26 y 50	II	D	8

MUESTREO DE ACEPTACIÓN

El tamaño de muestra es definido, para obtener un resultado estadísticamente significativo, sobre la calidad de entrada de los materiales. Las características que se evalúan son las definidas en los requerimientos para el muestreo

Fuente: Elaboración propia, 2021

Figura 43

Entregable capacitación, hoja 2 parte 1

Actividades	Notas del proceso	Responsables								
		Control de calidad	Encargado preprensa	Operario Guillotina	Operario prensa	Ayudante prensa	Operario de troquelado	Operario descartonado	Operario empaque	
Muestreo de aceptación para materia prima	Características cuantitativas y cualitativas de los materiales	●								
Preprensa			■							
Verificación	Tamaño de las guías del trabajo, para poder cortar el papel.		◆							
Corte inicial				■						
Preparación de la operación	Se busca y alistan planchas, tintas y papel					■				
Montaje de insumos						■				
Calce de trabajo					■					
Control de calidad	Colores, textos, dimensiones y calibres de latulina de acuerdo al pedido	◆								
Impresión					■					
Apilado de trabajo						■				
Limpieza de máquina						■				
Troquelado							■			
Descartonado								■		
Empaque									■	
Muestreo de aceptación p	Revisar; color, medidas, adhesivos, manchas o basuras, cantidad	●								

DIAGRAMA DE FLUJO

En el diagrama, se detalla el rediseño del proceso para la producción de cajas



Fuente: Elaboración propia, 2021

Figura 44

Entregable capacitación, hoja 2, parte 2

Actividades/ Roles	Control de calidad	Encargado preprensa	Operario Guillotina	Operario prensa	Ayudante prensa	Operario de troquelado	Descartonado	Operario empaque	Jefe de planta	Director general	Gerente de calidad	Jefe de revisión
Muestreo para materia prima	R A								I			
Preprensa		R A							I			
Verificación		R								A		
Corte Inicial			R A									
Preparación de la operación					R A							
Montaje de insumos					R A							
Calce de trabajo	I			R A								
Control de calidad	R A								I			
Impresión				R					A	I		
Apilado de trabajo					R A							
Limpieza de máquina					R				A	I		
Troquelado						R					A	
Descartonado							R				A	
Empaque								R A				I
Muestreo producto final	R A											I

R	Responsable
A	Aprobador
I	Informado

RACI

La matriz de asignación de responsabilidades, permite conocer los roles de los colaboradores para cada tarea del proceso de producción.

Fuente: Elaboración propia, 2021

Figura 45

Entregable capacitación, hoja 3 parte 1

REQUERIMIENTOS PRODUCCION DE CAJAS

1 MUESTREO MATERIA PRIMA

- Se requiere que la fecha de vencimiento de la materia prima se encuentre dentro del tiempo apto para el uso.
- Se requiere que la viscosidad del barniz acuoso, cuente con una duración de goteo de 20 s.
- El olor del barniz no debe ser fuerte o muy perceptible.
- El papel de calibrado, no debe contar con golpes, además la dirección de la fibra debe ser concisa con las especificaciones de compra.
- La tinta debe de estar bien sellada, la cantidad debe ser la solicitada, y el color correspondiente con el envase y pedido.
- El papel de impresión debe contar con el correcto; calibrado, gramaje, color, dirección del hilo, cantidad y medidas solicitadas.

2 PRENSA

- Se debe contar con la quemadora de plancha (CTP) en correcto funcionamiento.
- La reveladora, con la que se limpia el dibujo debe de estar en correcto funcionamiento.

3 VERIFICACIÓN

- El tamaño de las guías para el corte del papel, debe ser el establecido para el arte del pedido

4 CORTE INICIAL

- Se debe contar con la guillotina en correcto funcionamiento.

5 PREPARACIÓN DE LA OPERACIÓN

- La boleta de corte debe contar con las medidas de corte final especificado para el pliego de conversión

6 MONTAJE DE INSUMOS

- El papel utilizado debe ser el especificado en el pedido y contar con las características de calidad definidas.
- Las tintas utilizadas deben ser las especificadas y contar con las características de calidad definidas.
- Las planchas deben de estar en correcto funcionamiento.

Fuente: Elaboración propia, 2021

Figura 46

Entregable capacitación, hoja 3, parte 2

7 CALCE DE TRABAJO

- La máquina 4, debe estar en correcto funcionamiento y configuración para el calce.

8 CONTROL DE CALIDAD

- Los colores, textos, dimensiones y calibres deben ser consistentes con el pedido.
- Se requiere que el densitómetro se encuentre calibrado y en correcto funcionamiento.
- Se requiere que el micrómetro se encuentre calibrado y en correcto funcionamiento.
- Se requiere que la balanza se encuentre calibrada y en correcto funcionamiento.

9 IMPRESIÓN

- La máquina 4, debe estar en correcto funcionamiento y configuración para la impresión.

10 APILADO

- Se debe contar con la tarima correspondiente para la apilación del trabajo

11 LIEMPIEZA

- Se debe contar con los insumos de limpieza necesarios, como: canfin y lavador HPL.

12 TROQUELADO

- La Máquina de troquelado, cilíndrica o plana, debe estar en correcto funcionamiento y configuración.

13 DESCARTONADO

- La Máquina de descartonado, debe estar en correcto funcionamiento y configuración.

14 EMPAQUE

- Se debe contar con las cajas de empaque y cinta adhesiva correspondientes

15 MUESTREO PRODUCTO FINAL

- El producto final debe contar con el arte de impresión correcto.
- El color del producto final, debe ser el solicitado en el pedido por el cliente con una tolerancia máxima de ± 5 puntos de densidad
- Las medidas de la caja deben tener una tolerancia máxima de ± 1 mm.
- Las cajas deben de estar bien pegadas y sin aberturas
- El producto final no debe contar con manchas o basuras de a 1 mm o más.
- El tamaño del lote debe ser el indicado en el pedido.

Fuente: Elaboración propia, 2021

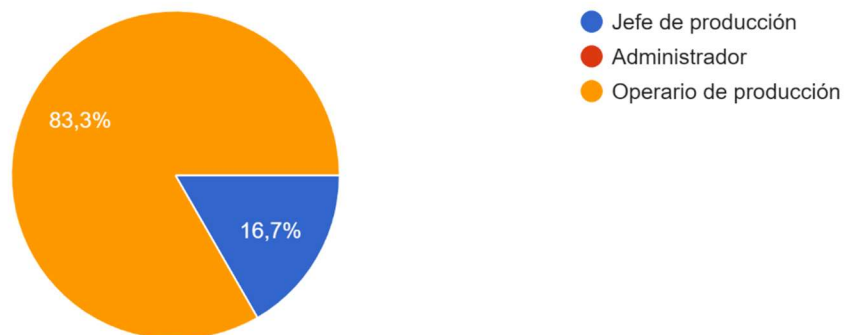
Posterior a la capacitación, se procede a enviar un formulario de asistencia a los colaboradores que participaron, que se detalla a continuación.

El formulario inicia, preguntando sobre su cargo en la empresa. En la **Figura 47**, se muestra el resultado en donde el 83.3 % de los participantes fueron operarios de producción y el 16.7 % el jefe de producción.

Figura 47

Formulario de participación en la capacitación, pregunta 1

¿Cuál cargo ocupa usted en la compañía?
6 respuestas



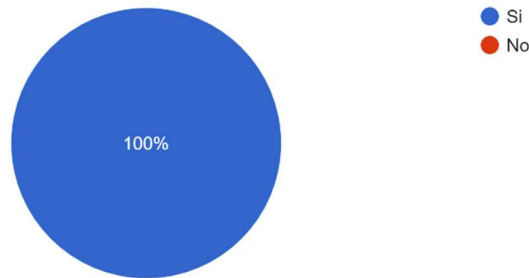
Fuente: Elaboración propia, 2021

La segunda pregunta, pretende la confirmación de asistencia a la charla, para los colaboradores que llenan el formulario. En la Figura 48, se detalle el resultado donde el 100 % de los colaboradores si asistieron a la capacitación virtual.

Figura 48

Formulario de participación en la capacitación, pregunta 2

¿Se encontró usted presente en la capacitación del jueves 25 de febrero, ofrecida vía ZOOM?
6 respuestas



Fuente: Elaboración propia, 2021

Finalmente, la tercera pregunta se realiza para conocer la opinión de los participantes sobre la capacitación. Debido a que la misma no era obligatoria solo se obtuvieron cuatro respuestas que se detallan en la Figura 49, en donde se destaca que la totalidad de comentarios son positivos.

Figura 49

Formulario de participación en la capacitación, pregunta 3

Si tiene algún comentario general, o recomendación sobre la capacitación siéntase libre de contarla en el siguiente espacio

4 respuestas

Muy bien explicado

Fue muy interesante, se entendió bien

Las propuestas quedaron bien explicadas para poner en marcha

Muy bien

Fuente: Elaboración propia, 2021

Finalmente, la puesta en marcha del diseño propuesto se lleva a cabo entre los viernes 26 de febrero del 2021 y sábado 27 de febrero del mismo año, en las instalaciones de la empresa y para la línea de producción de cajas.

Durante el desarrollo de la implementación, se priorizaron los clientes de acuerdo con la clasificación ABC diseñada. En donde de acuerdo con las fechas de entrega se programa la producción. También se implementa el muestreo de aceptación propuesto tal como se detalla de la **Figura 27** a la **Figura 33** y se evalúan las características de calidad planteadas en las entradas del SIPOC. Al realizar el muestreo se encuentra que el barniz ya se encontraba posterior a la fecha de vencimiento por lo que se rechazó el lote.

El proceso de producción para las cajas se llevó acabo de acuerdo con lo establecido en el diagrama de flujo, dónde los actores propuestos en la matriz RACI fueron los responsables, aprobadores e informados durante la implementación. Además, se mantuvo presente los requerimientos de producción para cada una de las tareas lo que disminuyo los reprocesos de un 24 % para el mes de enero a un 16 % para los días en que se realizó la implementación.

Para evaluar los resultados de la implementación, se utilizan dos indicadores que son medidos de acuerdo con los datos del mes de enero del 2021 y comparados con la medición de los días en que se implementó la propuesta. El primer indicador es el tiempo del proceso y el segundo la productividad de la producción, que se evalúa de acuerdo con la siguiente formula;

$$\frac{\text{Cantidad de entregas a tiempo}}{\text{Cantidad de entregas totales}} * 100$$

En la **Tabla 18**, se presenta la evaluación de los indicadores, para las fechas bajo análisis.

Tabla 18

Indicadores de implementación

Indicador	Dato inicial para el planteamiento del problema	Mes de enero	Implementación	Mejora
Productividad	70%	73%	92%	19%
Tiempo de producción (para un lote estándar de 1000 cajas)	290 min. No se contaba con el dato exacto	270 min	248 min	8%

Fuente: Elaboración propia, 2021

Cómo se detalla, la productividad aumento un 19 % respecto al mes de enero y un 22 % respecto a la medición inicial realizada para el planteamiento del problema. Con lo anterior se encuentra que no solo se cumple el objetivo propuesto del proyecto de disminuir las entregas a tiempo en 20 %, sino que también se supera.

Además, mediante la implementación de la propuesta se logra reducir el tiempo de producción de un lote estándar de 1000 cajas en un 8 %, logrado gracias a la disminución del 13% de las horas extra de producción, implementando un muestreo de aceptación para la materia prima que minimiza los atrasos por entradas no aptas al proceso y la delimitación del proceso y la asignación de responsables.

5.3 Análisis de costos

Una vez se realiza la implementación del proyecto y se evalúan las mejoras en porcentaje, es necesario evaluar los beneficios obtenidos en términos monetarios. Por lo anterior, en esta sección se detalla los costos asociados a la mejora, los beneficios y finalmente el flujo con la implementación.

Los costos de la mejora se asocian principalmente a la capacitación de los operarios informes y la contratación de un ayudante de prensa. En la **Tabla 19**, se presenta el detalle de los costos asociados.

Tabla 19

Desglose de costos por implementación

actividad	recurso	Costo a 5 años
Priorización de clientes	Informar a funcionarios	₪ 2,300.00
Cambio en los acuerdos de revisión del producto final	Reuniones con clientes	₪ 46,000.00
Muestreo de aceptación	Capacitación operarios	₪ 9,000.00
	Costo extra de operario	₪ 1,440,000.00
Incorporación de requerimientos	Capacitación operarios	₪ 12,000.00
	Envío de manual	₪ 3,000.00
	Impresión de manual	₪ 7,000.00
Asignación de roles	Ayudante de prensa contrato	₪ 27,000,000.00
	Capacitación operarios	₪ 4,500.00
Total		₪ 28,523,800.00

Fuente. Elaboración propia, 2021

Para el cálculo de la priorización de clientes, debido a que como parte del diseño de la mejora se realizó el análisis, únicamente se asocia el costo de

informar a los funcionarios de la empresa sobre la nueva priorización, que equivale a una hora de trabajo del vendedor. El costo de hora del vendedor es de ¢2,300

Respecto al cambio en los acuerdos de producción, se asocia el costo de las reuniones con los clientes, equivalentes a 20 horas del vendedor. Para el muestreo de aceptación, se tiene el costo relacionado a la capacitación, destinando 3 horas del ingeniero, el costo por hora equivale a ¢3,000. Además, se asocia el costo de 3 horas semanales del operario que realiza el muestreo, para los 5 años proyectos, el costo por hora equivale a ¢2,000.

En cuanto a la incorporación de los requerimientos debido a que ya se definieron se asocia como el costo de la capacitación para los operarios, destinando 4 horas del ingeniero ya que se debe de explicar cada uno de los requerimientos, el envío de material con otra hora y ¢7,000 para la impresión del SIPOC que resume los requerimientos de entrada y salida.

En cuanto a la asignación de roles, se asocia la contratación del ayudante de prensa, ya que con la implementación se encuentra que el operario se encuentra recargado y se tienen a contratar un aproximado de 15 horas extras semanales. Además, se asocia en costo de la capacitación de los operarios con hora y media del ingeniero.

Los costos relacionados a la mejora se relacionan con los ahorros generados, en la

Tabla 20 se presenta el resumen de los ahorros.

Tabla 20*Desglose de ahorros por implementación*

Mejora	Reducción Anual
Disminución de tiempo de producción	₪ 12,520,032.00
Disminución en horas extra	₪ 7,020,000.00
Aumento de la productividad	₪ 6,000,000.00
Total	₪ 25,540,032.00

Fuente. Elaboración propia, 2021.

Para el cálculo del ahorro por la disminución del tiempo de producción, se toma el costo por lote que, que detalla de la empresa que es de ₪72,120 y se procede a rebajar el 8 % asociado a la reducción identificada durante la implementación, siendo el ahorro de ₪5,770 por lote. Según los datos y pronósticos que brinda la empresa, se tiene un promedio de venta de 2170 lotes por año, lo que representa un ahorro de ₪12,520,032 anualmente.

La disminución en las horas extras se calcula con los datos dados por la empresa sobre el costo promedio, que representan, ₪4,500,000 mensuales. Con la implementación se encuentra la reducción en el 13 % en la cantidad de horas extra por lo que al calcular el porcentaje se tiene una reducción de ₪585,000 mensualmente y ₪7,020,000 anualmente.

Por último, el ahorro por el aumento de la productividad se asocia a la reducción de las entregas fuera del tiempo establecido. Para el año 2020, se

tuvo un 30 % de entregas tardías que representan un costo extra de ₡8,182,000 para la empresa. Con la implementación se logra reducir las entregas tardías a un 8%, al calcular el costo del ahorro del 22 %, se tienen ₡6,000,000 anualmente.

Una vez, se tiene los costos y ahorros relacionados a la mejora, se procede a realizar el análisis económico para la factibilidad de implementación a largo plazo. En la **Tabla 21**, se presentan los resultados. Para el cálculo de la cantidad de cajas por año, se utiliza en dato de ventas del año 2020, y se incrementa en un 1.5% anualmente, ya que la empresa pronóstica sus ventas de esta manera y ha generado buenos resultados. La tasa de rentabilidad la organización la define como 25%. Los costos de materia prima, producción y otros, fueran brindados por la empresa, al igual que el precio de venta y porcentaje de impuestos.

Tabla 21*Flujo económico*

Rubro	2021	2022	2023	2024	2025	2026
producción		2170000.00	2202550.00	2235588.25	2269122.07	2303158.90
precio de venta		₡ 210.00	₡ 210.00	₡ 210.00	₡ 210.00	₡ 210.00
ventas en dinero		₡ 455,700,000.00	₡ 462,535,500.00	₡ 469,473,532.50	₡ 476,515,635.49	₡ 483,663,370.02
salidas						
materio prima		₡ 222,815,600.00	₡ 226,157,834.00	₡ 229,550,201.51	₡ 232,993,454.53	₡ 236,488,356.35
Mano de obra		₡ 123,950,400.00	₡ 125,809,656.00	₡ 127,696,800.84	₡ 129,612,252.85	₡ 131,556,436.65
Otros costos		₡ 32,550,000.00	₡ 33,038,250.00	₡ 33,533,823.75	₡ 34,036,831.11	₡ 34,547,383.57
Utilidad antes de impuestos		₡ 76,384,000.00	₡ 77,529,760.00	₡ 78,692,706.40	₡ 79,873,097.00	₡ 81,071,193.45
impuestos		₡ 22,915,200.00	₡ 23,258,928.00	₡ 23,607,811.92	₡ 23,961,929.10	₡ 24,321,358.04
Utilidad después de impuestos		₡ 53,468,800.00	₡ 54,270,832.00	₡ 55,084,894.48	₡ 55,911,167.90	₡ 56,749,835.42
Inversión	-₡ 28,523,800.00					
Flujo de la inversión		₡ 25,540,032.00	₡ 25,540,032.00	₡ 25,540,032.00	₡ 25,540,032.00	₡ 25,540,032.00
Flujo Neto	-₡ 28,523,800.00	₡ 79,008,832.00	₡ 79,810,864.00	₡ 80,624,926.48	₡ 81,451,199.90	₡ 82,289,867.42
Flujo Neto Acumulado	-₡ 28,523,800.00	₡ 50,485,032.00	₡ 130,295,896.00	₡ 210,920,822.48	₡ 292,372,022.38	₡ 374,661,889.79

Fuente. Elaboración propia, 2021

Al analizar los datos, tenemos que el VAN para el flujo neto acumulado, que representa la rentabilidad de la línea de producción en los próximos 5 años es de ¢445,769,849, anterior a la implementación de la mejora el VAN se proyectaba para ¢374,959,801, lo que representa un aumento de ¢70,810,048 que es precisamente el VAN de la inversión. El TIR corresponde a 85 % para los 5 años proyectados, y el periodo de recuperación se calcula en 1.2 años.

Al analizar los datos encontramos que el proyecto es rentable desde el punto de vista teórico, al tener un VAN mayor que cero, y un TIR mayor a la tasa de rentabilidad que se define por la empresa en 25 %.

***CAPÍTULO VI. Conclusiones y
recomendaciones***

6 Capítulo VI. Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

Respecto al proceso actual de la empresa en cuanto a la producción, se concluye que, no existe estandarización, ni delimitación por lo que hay un proceso “común” para todos los productos mantenimiento preventivo ni planeación de la producción.

En el caso del control de producción, en el estudio se evidencia que no existe planeación y solo se programa FIFO (first in first out), En el caso que Pfizer entra, desplaza a los demás (se atrasa la producción lo que provoca entregas tardías a otros clientes.

La investigación concluye, que el producto cajas es el que representa un mayor porcentaje de cantidad de órdenes recibidas, además se asocia a la máquina cuatro que se identifica con la de mayor tiempo mantenimiento correctivo para el 2020, provocando el 47 % de las quejas recibidas.

Respecto a la priorización de las oportunidades de mejora, se hace uso de la matriz multicriterio para la valoración de los aspectos viables a diseñar e implementar, por lo cual el estudio concluye que el método y materia prima

son los elementos válidos para desarrollar al presentar un porcentaje mayor al 70 % de viabilidad.

Al diseñar la clasificación de los clientes según la cantidad total de producto solicitado en el 2020, mediante la herramienta ABC, se concluye que el cliente Pfizer, a pesar de ser el que más pedidos realizó en el 2020, no es cliente más importante, Irex solicitó 38% más cantidad de producto.

Se plantea el rediseño del proceso, en un diagrama de flujo donde se eliminan las tareas que no aplican para esta línea., en este caso se incorpora las tareas que agregan valor al proceso de producción como el muestreo de aceptación diseñado, la incorporación de requerimientos de calidad y producción y se establecen las funciones para cada una de las asignaciones.

Todas las propuestas indicadas fueron implementadas, adicional recalcar que se capacitó al personal, fortaleciendo una de las debilidades de la empresa.

Posterior a la implementación comparan los datos antes y después de la puesta en marcha del proceso, en donde el estudio concluye que, la productividad aumentó 19 % respecto al mes de enero y un 22 % en lo que respecta a la medición inicial realizada para el planteamiento del problema. Se logra reducir el tiempo de producción de un lote estándar de 1000 cajas en un

8 %, logrado gracias a la disminución del 13 % de las horas extra de producción.

Finalmente, la investigación concluye mediante el estudio financiero que, el VAN de la inversión es de $\text{C}\$70,810,048$, esto representa, la rentabilidad de la producción de cajas en los próximos cinco años y el período de recuperación se calcula en 1,2 años, lo que representa un TIR de 85% en comparación con la tasa de rentabilidad definida en 25%, esto le confiere viabilidad al proyecto, por lo que se recomienda su implementación.


6.2 Recomendaciones

1. Se recomienda la implementación de un plan de calibración, para la balanza, densitómetro y micrómetro, debido a que durante la investigación se evidencia que las mismas no se han realizado ajustes a su calibración desde 2011, lo anterior para evitar los retrasos en las entregas producto del reproceso de creación de lotes debido a los defectos en el equipo de medición.
2. Ejecutar actividades anuales con los operarios para fomentar la actualización del proceso de producción y promover la capacitación técnica entre los colaboradores, con el fin de evitar retrasos en las entregas.

3. Realizar un estudio de suelos y el análisis de factibilidad para la compra y adecuación de aire acondicionado, para evitar las inundaciones y remplazo de materia prima dañada por la humedad.
4. Diseñar un plan de mantenimiento preventivo y la tercerización con una empresa dedicada al mantenimiento correctivo para las máquinas tres y cuatros, esto con el fin de evitar los retrasos en las entregas producto de los paros de producción por daños en la maquinaria.
5. Finalmente se recomienda la implementación total del diseño propuesto, ya que los resultados obtenidos mediante el plan piloto y el análisis económico arrojan resultados favorables para el crecimiento de la empresa.

Apéndice

Apéndice 1: Formulario de Validación Capacitación.



Recolección de información GRAFO PRINT S.A

El siguiente formulario, tiene como fin principal recolectar información para el diagnóstico del proyecto final de graduación para la estudiante Sandra Dayanna Lobo Mussio y se encuentra dirigido al jefe de producción

[Siguiete](#)

Seleccione la opción que se asemeja más a la realidad de la organización, en cuanto a la capacitación de los operarios de producción

- Se planea y realiza de acuerdo a lo planeado regularmente (una vez al año)
- Se planea y realiza de acuerdo a lo planeado pero no regularmente
- Se realiza solo para el personal nuev
- No se realiza

[Atrás](#) [Enviar](#)

Apéndice 2: Formulario de Validación Materia.



Recolección de información GRAFO PRINT S.A

Materia prima

A continuación se presentan algunas preguntas relacionadas a la materia prima

¿Se tienen definidos los requerimientos para la materia prima?

- Si
- No
- Solo para algunos

Muestreo de aceptación. Como parte del proceso, se realiza un muestreo de aceptación para la materia prima

- Si
- No
- A veces

De acuerdo a la siguiente escala, que tan funcional es la implementación de un muestreo de aceptación para la materia prima, en cuanto a la disminución de los retrasos de las entregas

	1	2	3	4	5	
Poco funcional	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muy funcional

Referencias

Alva J. y Juárez, J. (2014). Relación entre el nivel de satisfacción laboral y el nivel de productividad de los colaboradores de la Empresa Chimú Agropecuaria S. A. del distrito de Trujillo, 2014. Tesis para optar al título de Licenciado en Administración, Escuela Profesional de Administración, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú. Recuperado de: [http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/716/1/ALVA JOSE SATISF ACCI%C3%93N_LABORAL_AGROPECUARIA.pdf](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/716/1/ALVA_JOSE_SATISF_ACCI%C3%93N_LABORAL_AGROPECUARIA.pdf)

Barroso, F (2007) La regla 80-20 (Pareto). Management Today en español. 33. 12-14.

Cequea, M., & Rodríguez-Monroy, C. (2012). Productividad y factores humanos. Un modelo con ecuaciones estructurales. Interciencia, 37(2), 121-127. [Archivo PDF]. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/339/33922717007.pdf>

Chiavenato (2009). Comportamiento organizacional. La dinámica del éxito en las organizaciones. Segunda edición. [Archivo PDF].

Chiavenato, I. (2011). Administración de recursos humanos el capital humano en las organizaciones. Novena Edición. [Archivo PDF]. Recuperado de: <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1145/1/Chiavenato-Recursos%20humanos%20na%20ed.pdf>

Deming, W. E. (1989). Calidad, productividad y competitividad: La salida de la crisis. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos (pp. 378-380).

De Macedo-Soares, T. D. L. V.A., & Lucas, D. C. (1995). Empowerment and total quality: comparing research findings in the USA and Brazil. *Technovation*, 15 (8), 475-495.

Escobar, M. (2010). La certificación de calidad: Logro no alcanzado, una paradoja. *Journal of Global Business Administration*, 2 (1), 32-52.

Fernández-Fernández, C., Quintanar, J (2015) Reducciones temporales para convertir la sintaxis abstracta del diagrama de flujo de tareas no estructurado al álgebra de tareas. *Revista electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica* 2015,(4)

Felsinger, E y Runza, P.M. (2002) Productividad: Un estudio de caso en un departamento de siniestros. Maestría en dirección de empresas. Universidad del CEMA.

Gómez Cejas, G. (2007). *Sistemas Administrativos, Análisis y Diseños*. En G. Gómez Cejas, *Sistemas Administrativos, Análisis y Diseños*. Editorial Mc Graw Gil.

Hernandez-Matias, J & Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación*.

Higuera, O. (2009). *Planificación y programación de la producción en una planta prototipo de producción flexible e inteligente*. Universidad nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

Ishikawa, K. (1997). *¿Qué Es El Control Total De Calidad? La modalidad japonesa*. Bogotá: Norma

Liker, J., & Meier, D. (2006). The Toyota Way Fieldbook. New York: McGraw-Hill.

Mokate, K (2001) Eficacia, eficiencia, equidad y sostenibilidad: ¿Qué queremos decir? Banco Interamericano de Desarrollo. Serie de Documentos de Trabajo I-24.

Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2014). Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. México: McGraw-Hill

Organización Internacional para el Trabajo (2016) El recurso humano y la productividad.

Pérez-López, E., & García-Cerdas, M. (2014). Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal. Revista Tecnología En Marcha, 27(3), pág. 88-106.
<https://doi.org/10.18845/tm.v27i3.2070>

Rajadell, M., & Sánchez, J. L. (2010). Lean manufacturing: La evidencia de una necesidad. México. Ediciones Díaz de Santos.

Rojas, M.; Jaimes, L.; VALENCIA, M.(2018) Efectividad, eficacia y eficiencia en equipos de trabajo. R. Espacios, Vol. 39 (Nº 06)

Salazar, C (2018) Fundamentos básicos de estadística.

Tejada, N., Gisbert, V., & Pérez, A. (2017). METODOLOGÍA DE ESTUDIO DE TIEMPO Y MOVIMIENTO; INTRODUCCIÓN AL GSD. 3C Empresa.

Investigación Y Pensamiento Crítico, 39-49. Recuperado a partir de <https://ojs.3ciencias.com/index.php/3c-empresa/article/view/575>

Vázquez, C, & Labarca, N (2012). Calidad y estandarización como estrategias competitivas en el sector agroalimentario. Revista Venezolana de Gerencia, 17(60),695-708.[fecha de Consulta 13 de Febrero de 2021]. ISSN: 1315-9984.

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=290/29024892002>

Zapata, M & Cano, J (2015). Takt Time, el corazón de la producción. Vía Innova. 60.