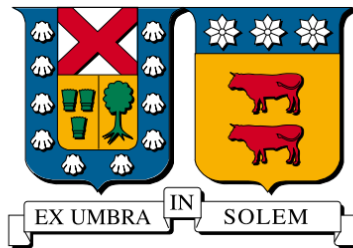


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

SANTIAGO – CHILE



**“PROPUESTA DE PLAN DE MEJORA DE
EFICIENCIA OPERACIONAL EN UNA EMPRESA
DE IMPRESIÓN DIGITAL”**

GIANFRANCO MARKUSOVIC OLIVERI

**MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL
MECÁNICO**

PROFESOR GUÍA : ING. LUIS GUZMÁN BONET

PROFESOR CORREFERENTE : ING. NELSON ÁLVAREZ CAMPILLAY

ENERO 2021

Agradecimientos

Este trabajo de título es el término de una importante etapa de mi vida, marcado por momentos de alegría, crecimiento personal, éxitos y fracasos. Son incontables las caídas, desilusiones y malos momentos, pero todo ese camino y malas experiencias sirven para formarme como el profesional que soy hoy.

Agradezco a mis padres por brindarme las facilidades de estudiar sin preocupaciones. A mi padre por ser una guía y modelo a seguir, por enseñarme que a punta de esfuerzo se puede lograr lo que uno se propone. A mi madre por enseñarme a ver las cosas desde otra perspectiva, por su apoyo, energía y preocupación. A ambos por su amor incondicional, paciencia, dedicación y por estar siempre para mí y mis hermanos.

Quiero agradecer a mis hermanos, Stefano, Caterina y Francesco, aunque tuvimos discusiones, las risas, el cariño y los buenos momentos nunca faltaron. Siempre estaré cuando necesiten ayuda.

También quiero agradecer a mis amigos, del colegio, de la universidad y de basketball por todas las risas, por los momentos buenos y malos, por los partidos ganados y los perdidos, y por ayudarme cuando lo necesitaba.

Dedicatoria

Para mi mamá y papá, Beatriz y Milko.

Resumen

El presente trabajo de titulación tiene como finalidad diseñar un plan de mejora de eficiencia operacional en una empresa de impresión digital.

El objetivo general de este trabajo de título es diseñar un plan de mejora de eficiencia operacional en una empresa de impresión digital a través de herramientas de mejoramiento continuo. Con estas herramientas se busca afrontar los principales problemas que generen pérdidas y retrasos. Es importante mencionar que al realizar este plan de mejora de eficiencia operacional se debe tener en cuenta que la eficacia del proceso no se debe ver afectada, el proceso debe mantener o incluso mejor sus estándares de seguridad y calidad.

El trabajo inicia con la recopilación de antecedentes generales de la empresa, una breve historia de la organización, marco estratégico, organización de la empresa y productos que se fabrican.

Posteriormente, se elige el método de mejora continua a través de una matriz de selección en donde se escoge la metodología Lean Manufacturing [1]. Cuatro herramientas de Lean Manufacturing [1] son utilizadas para analizar el proceso. La primera herramienta es el SIPOC [2] que se utiliza para realizar un mapeo del proceso y del entorno. La segunda herramienta es el mapa de flujo de valor [3] utilizado para identificar actividades que agregan valor y las que no agregan valor, junto con cuellos de botella. La tercera herramienta es mapa de macroproceso [4] que se utiliza para conocer todas las partes que participan en el proceso productivo de la empresa. La cuarta herramienta que se utiliza es el mapa de spaghetti [1] con la finalidad de conocer el flujo de personas y material dentro de la empresa.

Luego de analizar los procesos se procede a diagnosticar la situación actual de la empresa a través de los ocho desperdicios de Lean Manufacturing [1]. Con los desperdicios se busca determinar las principales causas de pérdidas dentro del proceso productivo de la empresa. Con el diagnóstico de la situación actual de la empresa realizado se realiza un análisis de causa – efecto [2] utilizando un diagrama de Ishikawa [2] el que permite identificar las posibles causas que provocan la existencia de los desperdicios. El análisis de causa – efecto permite definir áreas de mejora directamente relacionadas con los desperdicios de Lean [1]. Para estas áreas se identifican catorce oportunidades

de mejora, las que son sometidas a un análisis de criticidad que considera cuatro criterios: dificultad de implementación, impacto dentro de la empresa, tiempo de ejecución y costo.

Con las oportunidades de mejora sometidas al análisis de criticidad se procede a proponer un plan de mejora utilizando la metodología 5W+H [2][4], en donde bajo las seis preguntas, ¿Qué?, ¿Por Qué?, ¿Dónde?, ¿Cuándo?, ¿Quién? y ¿Cómo?, se determinan las acciones de mejora, considerando recursos humanos, materiales, fecha de inicio y termino, responsable, meta (entregable y/o KPI) y objetivo de la mejora. Además, se crea una ficha de evaluación de avance de mejora para poder controlar que las mejoras implementadas permanezcan en la organización en tiempos futuros.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones del trabajo de título realizado para tener en consideración si se desean aplicar nuevas mejoras dentro de la organización o adaptar el plan de mejora propuesto en empresas similares.

Abstract

The purpose of this degree work is to design a plan to improve operational efficiency in a digital printing company.

The general objective of this thesis is to design a plan to improve operational efficiency in a digital printing company through continuous improvement tools. With these tools it is sought to face the main problems that generate losses and delays. It is important to mention that when implementing the improvements effectiveness of the process can't be affected. The process must keep or even improve their security and quality standards.

This project starts by gathering the overall background of the company, a brief story of the organization, strategic framework, organizational structure y products that are manufactured.

Then the continuous improvement methodology is chosen through a selection matrix where Lean Manufacturing [1] is selected. Four tools from Lean Manufacturing [1] are used to analyze the company's process. The first tool: SIPOC [2] is used with the purpose of mapping the process and the environment of it. The second tool: value stream map [3] is used for identifying activities that add value and the ones who do not add value, in addition with bottle necks. The third tool: process map [4] is used to recognize all the parts that take part in the productive process of the company. The fourth tool: spaghetti diagram [1] is used with the purpose of identifying the flow of people and materials inside the company.

After analyzing the process, the next step is to diagnose the current situation of the company, using the eight wastes of Lean Manufacturing [1]. With the eight wastes the goal is to establish the main causes of losses inside the company's productive process. With the diagnose of the current situation finished a cause and effect analysis is made by using an Ishikawa diagram [2]. This diagram allows to identify the possible causes that generate the existence of wastes. The cause and effect analysis [2] enables to define areas of improvement which are directly related to Lean [1] wastes. For these areas fourteen improvements opportunities are identify. These opportunities are submitted to a criticality analysis that considers four criteria: implementation difficulty, impact in the company, time of execution and cost.

After submitting the improvement opportunities to the criticality analysis an improvement plan is proposed using 5W+H [2] methodology. This methodology considers six questions, What?, Where?, When?, Why?, Who? and How?. Improvement actions are determined, considering human and material resources, beginning and ending date, responsible, goal (deliverable and/or KPI) and objective of the improvement. Also, a record card is created for evaluating the sustainability in time of the improvements made in the company.

Finally, conclusions and recommendations of the thesis work are presented. The recommendations have to be considered if new improvements want to be applied inside the organization or adapt the proposed improvement plan to companies with similar characteristics.

Glosario

Batch	:	Lote de productos.
BMP	:	Bodega de materias primas.
BPT	:	Bodega de productos terminados.
CT	:	Cycle Time, tiempo de ciclo. Tiempo que demora una unidad en terminar una etapa.
C/O	:	Change Over Time, tiempo de cambio. Es el tiempo que demora en modificar la línea de producción para producir un nuevo producto.
FOAM	:	Poliestireno extruido, también conocido como cartón pluma.
FRL	:	Filtro, regulador y lubricador. Conjunto utilizado en las redes de aire comprimido, previo a la entrada a una máquina.
Gemba	:	Término japonés que se puede interpretar como: “en el sitio de acción”, “Lugar de trabajo”, “el lugar real donde ocurren las cosas”, entre otros.
HH	:	Horas Hombre.
KPI	:	Key Performance Indicator, indicador clave de rendimiento.
Layout	:	Disposición de los equipos y elementos dentro de la empresa.
MP	:	Materia Prima.
Norma ISO	:	International Organization for Standarization, conjunto de normas que busca la estandarización que aseguren calidad, seguridad y eficiencia de productos y servicios.
NV	:	Nota de Venta.
OP	:	Orden de Producción.
PAI	:	Poliestireno de Alto Impacto, material sobre el cual se imprimen gráficas.

PET	:	Polietileno Teraftalato, material sobre el cual se imprimen gráficas.
PETG	:	Polietileno Teraftalato Glicol, material sobre el cual se imprimen gráficas.
PVC	:	Policloruro de Vinilo, material sobre el cual se imprimen gráficas.
Quick Win	:	Corresponde a acciones que dentro de un proyecto de largo plazo se pueden implementar rápidamente y son de poca complejidad. Se traduce como “victorias rápidas”.
SKU	:	Stock Keeping Unit, código de referencia que se coloca en un artículo.
SMED	:	Single minute exchange of dies, cambio rápido de sufrideras.
SPT	:	Sistema de Producción Toyota, sistema integral de producción y gestión desarrollado por Toyota.
TPM	:	Total Productive Maintenance, mantenimiento productivo total.
VSM	:	Value Stream Mapping, mapa de flujo de valor.

Índice

Agradecimientos	2
Dedicatoria	3
Resumen.....	4
Abstract	6
Glosario	8
Índice.....	10
Índice de Figuras	14
Índice de Gráficos	15
Índice de Ecuaciones.....	15
Índice de Tablas	16
1. Introducción	17
1.1 Objetivos	18
1.2 Descripción del Problema	19
1.3 Plan de Trabajo.....	20
2 Antecedentes Generales	22
2.1 Empresa de Impresión Digital.....	22
2.1.1 Marco estratégico.....	23
2.1.2 Organización de la empresa	25
2.1.3 Productos.....	26
3 Marco Teórico.....	31
3.1 Elección Método de Mejora Continua	31
3.2 Lean Manufacturing	33

3.3	Principios de Lean.....	34
3.3.1	Definir el valor desde la perspectiva del cliente	34
3.3.2	Identificar el flujo de valor	35
3.3.3	Optimizar el flujo de valor o permitir que fluya sin obstáculos	35
3.3.4	Pull del cliente.....	35
3.3.5	Buscar la perfección.....	36
3.4	Valor en Lean	36
3.5	Desperdicios	37
3.6	Herramientas Lean	42
3.6.1	5S	42
3.6.2	Poka Yoke.....	44
3.6.3	OEE.....	45
3.6.4	SMED	46
3.6.5	Kanban	46
3.6.6	TPM	46
3.6.7	VSM.....	47
3.6.8	Gestión Visual.....	47
3.7	Diagrama SIPOC.....	47
3.8	Ciclo DMAIC.....	48
4	Análisis del Proceso Productivo	52
4.1	SIPOC.....	52
4.2	Mapa de Flujo de Valor.....	55
4.2.1	Oportunidades de mejora	58
4.2.2	Mapa de Flujo de Valor Futuro.....	64

4.3	Mapa de Macroproceso	67
4.4	Diagrama de Spaghetti	69
5	Diagnostico Situación Actual	72
5.1	Sobre Producción	72
5.2	Tiempo de Espera.....	73
5.3	Transporte.....	74
5.4	Sobre Procesamiento	77
5.5	Inventarios	78
5.6	Movimientos.....	84
5.7	Defectos.....	84
5.8	Talento sin Utilizar.....	87
6	Definir Oportunidades de Mejora	90
6.1	Análisis Causa – Efecto.....	90
6.2	Áreas de Mejora	93
6.3	Oportunidades de Mejora	94
6.4	Análisis de Criticidad	98
7	Proposición Plan de Mejora	101
7.1	Planificación Plan de Mejora	101
7.2	Seguimiento.....	103
8	Resultados	105
9	Conclusiones	110
9.1	Recomendaciones.....	112
10	Bibliografía	114
11	Anexos	116

11.1	Datos VSM	116
11.2	Diagramas de Spaghetti	117
11.3	Datos Inventario	122
11.4	Datos Pareto.....	125
11.5	Evaluación de Oportunidades de Mejora.....	126
11.6	Plan Oportunidades de Mejora por Criticidad.....	132
11.7	Fotos Resultados.....	146

Índice de Figuras

Figura 1. Esquema del Plan de Trabajo.	20
Figura 2. Organigrama de la empresa.	25
Figura 3. Impresión sobre PVC.	26
Figura 4. Impresión sobre PETG en la parte superior del equipo.....	27
Figura 5. Impresión sobre PAI.....	28
Figura 6. Activos de la empresa.....	29
Figura 7. Impresora Durst.	30
Figura 8. Impresora Liyu cama plana.	30
Figura 9. Equipo de corte Colex.	30
Figura 10. Principios de Lean.	34
Figura 11. Los 8 tipos de mudas.	38
Figura 12. Herramientas Lean.....	42
Figura 13. Metodología 5S.	43
Figura 14. Estructura de diagrama SIPOC.....	48
Figura 15. Ciclo DMAIC.	49
Figura 16. Diagrama SIPOC de la empresa.	53
Figura 17. VSM actual de la empresa.	56
Figura 18. Parte del sistema de piping expuesto al sol.	59
Figura 19. Programación de producción para impresora Durst.	63
Figura 20. VSM futuro.....	65
Figura 21. Macroproceso de la empresa.	67
Figura 22. Mapa de Spaghetti del proceso A.	70
Figura 23. Mapa de spaghetti de procesos A y B.	75
Figura 24. Acumulación de productos antes de control de calidad.	78
Figura 25. Excedentes de productos terminados.....	79
Figura 26. Bobina de PVC dañada por agua.	81
Figura 27. Acumulación de MP fuera de la BMP.....	83
Figura 28. Diagrama causa efecto.....	92
Figura 29. Elevador de rollos cargando impresora.	105

Figura 30. Elevador de rollos y estación de precarga de bobinas.	106
Figura 31. Ionizador de aire colocado bajo la bobina.	107
Figura 32. Conexión que se cambió debido a presencia de oxido.	109
Figura 33. Mapa de Spaghetti del proceso B.	118
Figura 34. Mapa de Spaghetti del proceso A después del cambio de layout.	119
Figura 35. Mapa de Spaghetti del proceso B después del cambio de layout.	120
Figura 36. Mapa de Spaghetti de ambos procesos después del cambio de layout.	121
Figura 37. Basura compactada siendo pesada.	146
Figura 38. Compactador de basura.	147
Figura 39. Layout administración previo.	147
Figura 40. Nuevo layout de administración.	148
Figura 41. Plano nueva red de aire comprimido.	148

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Descomposición por familias de materias primas obsoletas.	81
Gráfico 2. Descomposición por familias de productos terminados obsoletos.	82
Gráfico 3. Diagrama de Pareto no conformidades proceso A	86
Gráfico 4. Diagrama de Pareto no conformidades proceso B.	126

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1. Pensamiento Lean.	37
Ecuación 2. Ecuación OEE.	45
Ecuación 3. Cálculo Takt Time.	57

Índice de Tablas

Tabla 1. Entregas año 2019.....	19
Tabla 2. Diferencias entre métodos de mejora continua.....	32
Tabla 3. Variación de merma según tamaño de la bobina.	60
Tabla 4. Mismo SKU para productos diferentes.....	62
Tabla 5. Transporte realizado por operarios y/o materiales durante el proceso A.	76
Tabla 6. Transporte realizado por operarios y/o materiales durante el proceso B.....	76
Tabla 7. Resumen Tabla 22.	80
Tabla 8. Índices de accidentabilidad en la empresa.....	88
Tabla 9. Clasificación de las causas raíz.....	91
Tabla 10. Desperdicios y áreas de mejora.	94
Tabla 11. Oportunidades de mejora para cada área.	95
Tabla 12. Descripción acciones y objetivos para cada oportunidad de mejora.	96
Tabla 13. Criterios evaluación oportunidades de mejora.....	98
Tabla 14. Evaluación de prioridad de oportunidad de mejora 1.	99
Tabla 15. Priorización oportunidades de mejora.	100
Tabla 16. Planificación de la oportunidad de mejora 1.	102
Tabla 17. Ficha de evaluación avance de mejora.	103
Tabla 18. Producción por unidades de cada modelo por mes y año.	116
Tabla 19. Medición de tiempos de cada etapa.....	116
Tabla 20. Medición de presión en línea de suministro de aire.....	117
Tabla 21. Transporte realizado por operarios y/o materiales durante el proceso B con el nuevo layout.....	122
Tabla 22. Detalle de obsoletos por mes de MP y PT.....	122
Tabla 23. Detalle de obsoletos por bodega.	124
Tabla 24. No conformidades proceso A Enero y Febrero 2020.	125
Tabla 25. No conformidades proceso B Enero y Febrero 2020.....	125
Tabla 26. Evaluación de prioridad de oportunidades de mejora.....	126
Tabla 27. Medición de presión en línea de suministro de aire luego de implementación de nueva red de aire.....	149

1 Introducción

En el mundo actual las empresas se ven enfrentadas constantemente al reto de buscar e implementar nuevas técnicas organizativas y productivas que les permitan competir en un mercado cada día más globalizado y exigente [5]. Estas nuevas técnicas tienen como fin ajustar los procesos de una empresa para hacerlos más eficientes, eficaces y seguros permitiendo que la organización entregue una respuesta adecuada a los requerimientos de sus clientes.

Para dar respuesta a los requerimientos de los clientes es que se usan las herramientas de mejoramiento continuo, las que proveen a las empresas de diferentes formas, tácticas y metodologías, según el tamaño de la empresa, tiempo de implementación y disposición a invertir. Se eligen las mejores alternativas para tener procesos y productos más competitivos, de menor costo y que apunten a los requerimientos del cliente.

En el caso de la empresa de impresión digital, esta busca resultados a corto plazo y de baja inversión, además de ser una empresa de tamaño pequeño y sin cultura de mejoramiento continuo. Por este motivo se decide por la implementación de Lean Manufacturing [1] puesto que se adecua de manera correcta a los que la empresa busca: eliminar actividades que no agreguen valor para reducir los tiempos de entrega.

La metodología Lean Manufacturing [1] no está normalizada, depende de las características de cada empresa como lo son la misión, visión, rubro, materias primas, maquinarias, tamaño, recursos humanos, entre otros. La dificultad de la implementación depende de las características culturales de la empresa, la disposición que tengan los trabajadores y gerencia a generar cambios dentro de sus procesos.

El presente trabajo pretende generar un primer acercamiento de la empresa a la cultura de mejoramiento continuo a través de la implementación de herramientas de Lean Manufacturing [1] en uno de sus procesos, el cual será seleccionado según su criticidad e importancia dentro de la empresa.

1.1 Objetivos

El objetivo general de este trabajo de título es proponer un plan de mejora de eficiencia operacional en una empresa de impresión digital a través de herramientas de mejoramiento continuo. Con estas herramientas se busca afrontar los principales problemas que generan pérdidas y retrasos.

Para cumplir con el propósito los objetivos específicos son los siguientes:

1. Realizar levantamientos de los procesos productivos de la empresa, con el propósito de conocer el estado en que se encuentran los procesos de la empresa.
2. Identificar causas de pérdidas en los procesos, cuellos de botellas y actividades que no agregan valor, con el fin de determinar la presencia de desperdicios en el proceso productivo.
3. Definir oportunidades de mejora para los desperdicios identificados, con el propósito de atacar las causas raíz de los desperdicios.
4. Proponer un plan de mejora que considere la dificultad de implantación, impacto en la empresa, tiempo de desarrollo y costo.
5. Evaluar recursos necesarios para la ejecución del plan de mejora, para que sea implementado en la empresa.

1.2 Descripción del Problema

En el presente trabajo de título se estudiará una empresa del sector de impresión digital que cuenta con un proceso productivo que puede ser representado y analizado como una cadena de valor, donde se muestran las actividades que se deben realizar para lograr fabricar y entregar un producto a sus clientes. Al realizar esta representación es sencillo encontrar procesos que no agregan valor al producto final, por lo que afectan de manera negativa a la eficiencia operacional de la empresa. Estos procesos que no agregan valor se traducen en atrasos en la producción, una baja en la productividad, incrementos en los rechazos y disminución en la confiabilidad de los equipos, lo que genera una sospecha de presencia de desperdicios en sus procesos productivos. Estos desperdicios deben ser identificados, medidos y analizados, para poder determinar sus causas y definir un plan de mejora para lograr su disminución.

Tabla 1. Entregas año 2019.

Fuente: Información interna de la empresa.

	Enero	Abril	Junio	Septiembre	Diciembre
Entregas Totales	17564	16467	19931	23819	14746
Entregas Atrasadas	1837	1519	2581	3256	1533
Tasa de Atraso	10.5%	9.2%	12.9%	13.7%	10.4%

Para poder generar un plan de mejora que aumente la eficiencia operacional de la empresa, se comparan tres metodologías de mejoramiento continuo de donde se selecciona la metodología Lean Manufacturing [1], debido a su simplicidad de ejecución y bajo costo en comparación a las otras dos. De este modo se espera poder mejorar la eficiencia operacional, mejorando la planificación y disminuyendo los rechazos, reprocesos, tiempos de parada, mermas, lo que se espera en una mejora en los tiempos de entrega del producto final, sin sacrificar la eficacia del proceso, es decir, mantener el nivel de seguridad dentro de la empresa y no aumentar el nivel de rechazo de productos.

1.3 Plan de Trabajo

En este capítulo se expone el plan de trabajo que se empleará para poder desarrollar el plan de mejora de eficiencia operacional en la empresa de impresión digital. Este plan de trabajo se compone de 6 etapas que se describen en la Figura 1.

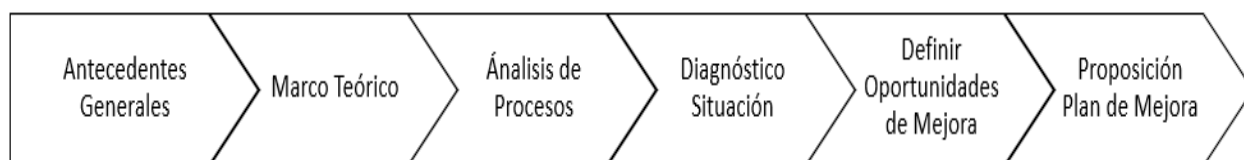


Figura 1. Esquema del Plan de Trabajo.

Fuente: Elaboración Propia.

En la primera etapa se estudia la empresa donde se realizará el trabajo de título. Historia previa de la empresa, rubro en que se desenvuelve y aspectos organizacionales que la componen.

En la segunda etapa se escoge el método de mejora continua a utilizar a través de una matriz de selección en donde se comparan tres metodologías. De la matriz se selecciona la metodología Lean Manufacturing [1]. Luego se define el marco teórico que se utilizará como base para el desarrollo del trabajo de título. Está compuesto principalmente por Lean Manufacturing [1] y Ciclo DMAIC [2], junto con los conceptos de valor agregado, mudas y herramientas de Lean [1] para la mejora continua.

En la tercera etapa se hace un análisis de los procesos productivos que se llevan a cabo en la empresa. En primera instancia se realiza un SIPOC [2] para mapear el proceso y su entorno. Después se realiza un VSM (Value Stream Mapping) [3] del proceso general de producción para poder reconocer actividades que no agregan valor. Luego se realiza un mapa de macroproceso [4] operativo para entender el flujo de información dentro de la empresa, las tareas y responsabilidades de cada grupo dentro del proceso productivo. Finalmente, se realiza un diagrama de Spaghetti [1] para ver los movimientos de material y personas dentro de la zona de producción.

En la cuarta etapa se diagnostica la situación actual de la empresa a través de la definición de los ocho desperdicios de Lean [1].

En la quinta etapa se definen las oportunidades de mejora. En primera instancia se realiza un análisis causa-efecto [2] donde se relacionan los desperdicios identificados con un efecto en el proceso productivo. Luego se definen las áreas de mejoras según el análisis previo de causa efecto y con esto las oportunidades de mejora posibles, que deben ser sometidas a un análisis de criticidad y evaluación de recursos necesarios para que puedan ser empleadas.

En la sexta etapa se presenta el plan de mejora de eficiencia operacional donde se define cada oportunidad de mejora, el objetivo de la mejora, las acciones que se deben realizar y el responsable de que se ejecute. También, se presentan acciones a realizar para tener un seguimiento de estas mejoras.

2 Antecedentes Generales

En este capítulo se presenta una breve historia de la empresa en estudio junto con el marco estratégico y organigrama propuesto a la gerencia. Este capítulo tiene como finalidad dar un contexto de cómo es la empresa.

2.1 Empresa de Impresión Digital

Este trabajo de título considera el estudio de una empresa pequeña perteneciente al rubro de impresión digital que cuenta con dieciséis años de experiencia entregando servicios de impresión digital, corte CNC, instalación, diseño gráfico y venta de materias primas.

Esta empresa pertenece a un holding conformado por siete empresas, todas chilenas y pertenecientes al mismo grupo familiar.

Esta empresa nace luego de detectar la necesidad de la empresa líder del holding de fabricar la publicidad que van en sus refrigeradores comerciales. En un comienzo solo era una pequeña sección del departamento de producción de la empresa madre, en donde solo existían cinco trabajadores en un pequeño galpón realizando serigrafía. Con los años producto del aumento de los requerimientos de producción crece en tamaño, personal y maquinaria para que en el año 2004 se independice de la empresa madre y se cree formalmente como empresa de impresión digital.

Hoy en día la empresa cuenta con más de veinte trabajadores y con una producción de más 150.000 [m^2] de gráficas anuales. Además, tiene otras áreas de negocio dedicadas a la venta de materia prima y venta de muebles publicitarios.

2.1.1 Marco estratégico

Dentro de un marco estratégico de una empresa se encuentra generalmente el propósito, misión, visión y valores. En este caso al ser una empresa pequeña que se ha enfocado en producir y abastecer a la empresa madre no cuenta con un plan estratégico definido, por lo que se le propone al gerente general un marco estratégico.

El marco estratégico de la empresa fue pensado en base a la estrategia que apunta la empresa principal del holding, la que tiene como objetivo principal ayudar a vender a sus clientes en el punto de venta, donde la gráfica de los equipos es un factor primordial ya que es definida por las áreas de marketing de sus clientes, esta gráfica que se exhibe en los puntos de ventas debe tener un alto estándar de calidad. Además, todas las empresas del grupo deben seguir los lineamientos establecidos por los dueños del grupo, los que son: seguridad, medio ambiente e innovación, con un foco principal en el servicio al cliente.

Las propuestas son las siguientes:

- **Propósito**

“Ayudar a nuestro cliente a incrementar su desempeño, haciendo que sus productos sean más atractivos para sus futuros usuarios.”

- **Visión**

“Ser una empresa referente en la comunicación gráfica a través de la entrega de soluciones integrales a nuestros clientes.”

- **Misión**

“Somos una empresa que brinda soluciones de calidad a nuestros clientes. Promovemos el mejoramiento continuo de nuestros procesos y servicios con énfasis en la conservación del medio ambiente y seguridad de nuestros colaboradores.”

- **Valores**

“Ser un espacio en donde se puedan desarrollar nuestros colaboradores con especial énfasis en el trabajo en equipo, calidad, creatividad, innovación y orgullo por el trabajo realizado”.

Se debe mencionar que se propuso una segunda opción de visión y misión, pero las elegidas fueron las anteriores. De todas formas, se muestran a continuación.

- **Visión**

“Ser referentes en desarrollo e innovación de nuevos y mejores impresiones con valor agregado para nuestros clientes.”

- **Misión**

“Superar las expectativas de nuestros clientes, entregando un producto y servicio de calidad, a través del uso de las mejores materias primas combinado con el conocimiento de las nuevas tendencias y tecnologías.”

2.1.2 Organización de la empresa

La empresa no cuenta con un organigrama formal establecido, es por esto que se estudia cómo funcionan los distintos departamentos que componen la empresa, la relación y jerarquía entre ellos. El organigrama de como funciona la empresa actualmente es el siguiente:

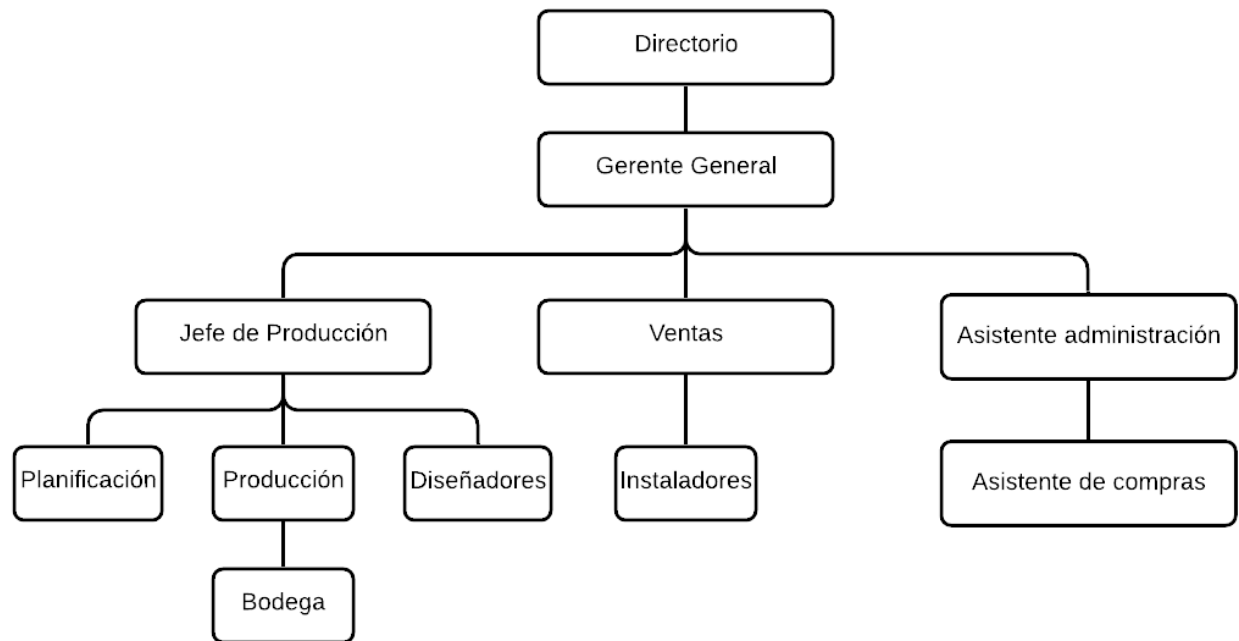


Figura 2. Organigrama de la empresa.

Fuente: Información interna de la empresa.

Dentro de la empresa se distinguen tres grandes áreas, producción, ventas y administración, las que están todas a cargo del gerente general, el que debe responder frente a un directorio. Al ser una empresa pequeña y perteneciente a un holding, la empresa madre le presta servicios de administración, recursos humanos, finanzas y sistemas informáticos, por lo cual solo existen asistentes en administración y compras. En cuanto al área de producción el encargado es el jefe de producción, del cual depende la planificación, el área de diseño, los operarios y la bodega. El área de venta cuenta con vendedores de materias primas y de productos terminados, los que cuentan con instaladores.

En resumen, esta empresa trabaja como una unidad de negocio de la empresa principal, no obstante, tiene su independencia y está liderada por el gerente general.

2.1.3 Productos

Esta empresa de impresión digital cuenta con equipos que permiten impresión sobre diferentes sustratos por lo que la gama de productos disponibles es variada. En esta sección se mostrarán algunos de los productos que se fabrican.

- **Impresión sobre PVC**

El PVC es un sustrato flexible muy utilizado en impresión digital. Existen distintos tipos de PVC, que varían según su aplicación, en las que se encuentran pegatinas, pendones, refrigeradores comerciales y lienzos.



Figura 3. Impresión sobre PVC.

Fuente: [6].

- **Impresión sobre PETG**

El PETG es un sustrato rígido utilizado ampliamente en máquinas tipo vending, especialmente para rótulos luminosos que permiten colocar una luz detrás del logo lo que genera un efecto brillante que resalta el logo y lo hace más llamativo.



Figura 4. Impresión sobre PETG en la parte superior del equipo.

Fuente: [7].

- **Impresión sobre PAI**

El PAI es un sustrato rígido que es fácil de cortar, plegar y resistente al calor. Se puede usar tanto en interiores como exteriores. Su aplicación más común son los exhibidores publicitarios que se caracterizan por ser livianos, de fácil armado y resistentes.



Figura 5. Impresión sobre PAI.

Fuente: [8].

Los tres sustratos anteriores son los que cuentan con un mayor volumen de fabricación, no obstante, debido a la versatilidad de las impresoras es posible imprimir sobre otros sustratos, como lo son:

- Madera
- Cartón
- Foam
- Acrílico
- Acero
- Policarbonato
- Polipropileno Alveolar

2.1.4 Activos de la empresa

En este capítulo se presentan los activos fijos que forman parte de la producción. En la base de datos de la empresa se dispone de la clasificación tipo, rubro, familia para clasificar todos los elementos de la empresa. El tipo puede ser activos fijos, PT, MP, herramientas, entre otros. La segunda clasificación, rubro, describe una característica principal del activo, los que pueden ser

equipos que emplacan, cortan o imprimen. La tercera clasificación es para una característica secundaria del equipo, en este caso, el formato en que opera el equipo. Finalmente, la clasificación de equipo es donde se indica nombre que generalmente va relacionado directamente con la marca del fabricante.

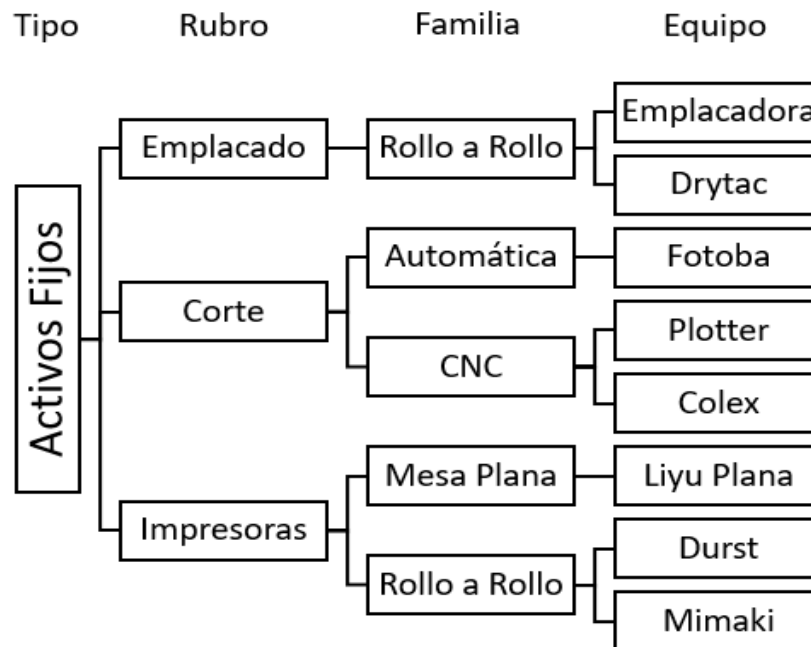


Figura 6. Activos de la empresa.

Fuente: Información interna de la empresa.

La empresa cuenta con una unidad de cada equipo que es mencionado en la Figura 6. Es importante mencionar que como política interna de la empresa cualquier elemento que tenga costo superior a 5 [UF] es considerado como activo.

A continuación, se presentan algunas fotos de los activos de la empresa:



Figura 7. Impresora Durst.

Fuente: [9].



Figura 8. Impresora Liyu cama plana.

Fuente: [10].



Figura 9. Equipo de corte Colex.

Fuente: [11].

3 Marco Teórico

En este capítulo se presenta el marco teórico que será la base para este trabajo de título. En un inicio se realiza una matriz para seleccionar el método mejora continua a utilizar en el trabajo de título. Posteriormente se recopila información desde la literatura que abordan los conceptos básicos y necesarios para realizar un estudio y reflexión del problema planteado, al igual que la propuesta del plan de mejora.

3.1 Elección Método de Mejora Continua

Debido a los diversos métodos de mejora continua existentes como Kaizen, Lean [1] y Six Sigma. Se decide realizar un análisis y comparación de ellos para seleccionar la metodología más acorde con este trabajo de título.

Tabla 2. Diferencias entre métodos de mejora continua.

Fuente: [12].

	Kaizen	Lean	Six Sigma
Dificultad	Medianamente simple	Moderado	Complejo
Naturaleza del problema	- Problemas conocidos. - Procesos relacionados. - Incursiones competitivas.	- Procesos Ineficientes. - Identificación de desperdicios. - Actividades sin valor agregado. - Largos tiempos de ciclo.	- Procesos ineficaces. - Alta cantidad de defectos. - Alta variabilidad. - Cambios repentinos de rendimiento.
Datos	Limitada	Limitada	Extensa
Causa Raíz	Desconocidas	Desconocidas	Desconocidas, se requieren gran cantidad de datos para validar.
Soluciones	Desconocidas	Desconocidas	Desconocidas, son necesarias para determinar con alta probabilidad de éxito.
Tiempo Requerido	Requiere preparación previa de Kaizen.	Varias semanas, depende de la complejidad de la cadena de valor.	Extenso, depende de la capacidad de reunir datos, de la calidad de los datos, del alcance del proyecto y la complejidad.
Beneficios	Moderado	Moderado a alto, incluye beneficios económicos.	Moderado a alto, incluye beneficios económicos.
Factores de éxito	Depende de los conocimientos y experiencia del equipo de trabajo, calidad de datos y aplicación de herramientas.	Solución aceptable para los trabajadores. Idoneidad técnica de la solución.	Se basa en hechos concretos versus la intuición, para determinar y validar los problemas, las causas raíz y las soluciones. Estrictamente basado en datos. Alta probabilidad de éxito.

Al observar la Tabla 2 existen diversas diferencias entre las tres metodologías (Kaizen, Lean y Six Sigma). La decisión de cuál de las metodologías se aplicará depende del grado de complejidad existente en la empresa y la naturaleza de los problemas.

Debido a que la empresa en estudio presenta procesos con claros indicios de desperdicios, largos tiempos de ciclos actividades que no agregan valor. Además, no cuenta con datos, es de tamaño pequeño y de recursos limitados. Se decide utilizar la metodología Lean Manufacturing [1], puesto que es una forma de gestionar de manera más eficiente una empresa, también entrega una mayor flexibilidad y productividad del proceso productivo.

3.2 Lean Manufacturing

El sistema de trabajo Lean Manufacturing [1] tiene su origen basado en el Sistema de Producción de Toyota (SPT), desarrollado principalmente por Taiichi Ohno y Shigeo Shingo [13]. Luego con la extensión del sistema a otros sectores y países se ha configurado un modelo que se ha convertido en un paradigma de los sistemas de mejora de la productividad y se asocia con excelencia industrial.

El concepto de “Lean” se traduce como algo delgado, magro, flaco, es decir, sin grasa. Es por esto que la idea principal de Lean es que no exista nada “extra”. Su filosofía se basa en las personas, en donde se define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción. El principal foco es identificar y eliminar todo tipo de desperdicios o mudas. Estos se definen como los procesos o actividades que usan más recursos que los necesarios. Lean mira lo que no se debería estar haciendo puesto que no agrega valor al cliente. Para alcanzar sus objetivos utiliza una gran cantidad de técnicas que cubren la totalidad de las áreas operativas de fabricación. Los beneficios que se obtienen luego de aplicar Lean son evidentes y están demostrados [4].

3.3 Principios de Lean

Para lograr un proceso esbelto (Lean) no existe solo una respuesta técnica en particular, más bien en establecer los principios básicos para que se enfoquen en crear flujo, eliminar desperdicios, actividades innecesarias y atascos en los procesos [2]. Se definen cinco principios de Lean.



Figura 10. Principios de Lean.

Fuente: [2].

3.3.1 Definir el valor desde la perspectiva del cliente

Ponerse del lado del cliente para evaluar si una actividad crea valor es de suma importancia. El cliente paga por lo que cree que tiene valor, que no siempre es lo que el productor cree que tiene valor. Se considera valor a cualquier cosa por la cual el cliente está dispuesto a pagar un precio mayor [14].

3.3.2 Identificar el flujo de valor

El flujo de valor se compone de todas las tareas necesarias para completar un producto o servicio. Muchas de estas tareas no agregan valor y el cliente no está dispuesto a pagar por ellas. Es necesario conocer el mapa de flujo de valor del proceso para encontrar y eliminar la mayor cantidad de mudas.

3.3.3 Optimizar el flujo de valor o permitir que fluya sin obstáculos

La meta de Lean es eliminar las mudas, una de las principales mudas es el tiempo de espera entre procesos que le agregan valor al producto. Al eliminar los tiempos de espera se logra un flujo continuo de valor, además permite liberar espacios, descubrir exceso de stock en procesos y cambiar procesos ineficientes [14].

3.3.4 Pull del cliente

No basta con que se defina el valor, identificar el flujo y permitir que fluya sin obstáculos si el cliente no reconoce el valor del producto y lo hace suyo. Esto se logra involucrando al cliente tempranamente en el proceso de diseño, productivo y de implementación. En simple palabras es organizar el proceso para que produzca lo que el cliente requiere cuando él lo requiere. En términos de Lean esto se conoce como el “Pull” generado por el cliente. El cliente “hala” la producción, lo que evita una sobre producción, ya que la demanda no es constante, es según lo que requiere el cliente. El desafío es lograr un proceso flexible que se pueda adaptar a la demanda del cliente.

3.3.5 Buscar la perfección

Este último principio es repasar constantemente los principios anteriores, a modo de siempre estar buscando la forma de mejorar. Mantener un diálogo con clientes, los diferentes departamentos de la organización y los competidores. Buscar nuevas formas de mejorar el flujo y el Pull [13].

3.4 Valor en Lean

El punto crítico de partida para Lean es el concepto de valor. El concepto de valor solo puede ser definido por el cliente final y solo es importante cuando se expresa en términos de un producto en específico, un bien, un servicio o ambos, los que deben cumplir con la necesidad del cliente a un determinado precio en un determinado momento [1].

El objetivo de Lean es identificar y eliminar todos los desperdicios que se generen en un proceso. En todo proceso productivos se requiere de actividades que le den forma al producto final. Estas actividades necesitan recursos y es aquí donde se producen los desperdicios. En primera instancia se definen tres tipos de actividades dentro de un proceso.

1. Agregan valor

Son las actividades que forman parte de un proceso por las que el cliente está dispuesto a pagar. Alteran la forma del producto o le añaden alguna función al producto. Lean busca optimizar estas actividades.

2. No agregan valor, pero son necesarias (muda tipo 1)

Son las actividades que no le agregan valor al producto, pero son necesarias para mantener el negocio operativo. El cliente no está dispuesto a pagar por ellas, pero son necesarias para entregar el producto final. Lean busca reducir estas actividades hasta el mínimo necesario.

3. No agregan valor (muda tipo 2)

Son las actividades que se realizan en un proceso, pero el cliente no está dispuesto a pagar por ellas. No le aportan valor al producto final, consumen recursos y tiempo. Son los desperdicios que Lean busca eliminar.

3.5 Desperdicios

Luego de definir el concepto de valor dentro de Lean es posible analizar y medir la productividad de todos los procesos en términos de actividades que agregan valor, no agregan valor, pero son necesarias y actividades que no agregan valor y no son necesarias. Las empresas usan KPI's para medir el rendimiento de sus procesos, pero estas mediciones se realizan sobre lo que se hace, sin plantearse si está bien hecho o no, si agrega valor o no agrega valor. Es muy probable que las cifras si son positivas camuflen el potencial de mejora del proceso, reducción de costo, tiempos y de materiales.

El valor se añade cuando se transforma un producto. Al pasar por un proceso el producto se transforma en algo por lo que el cliente esté dispuesto a pagar. Este concepto es fundamental ya que el agregar valor a un producto es lo que mantiene vivo a un negocio y debe ser la principal preocupación del personal que conforma la organización, como se ve reflejado en la Ecuación 1 [4].

$$\textit{Beneficio} = \textit{Precio de Mercado} - \textit{Costo} \quad [1]$$

Ecuación 1. Pensamiento Lean.

Fuente: [4].

Luego de detectar los desperdicios que se encuentran en los procesos, el siguiente paso es clasificarlos, es por esto que Lean determina que existen 8 tipos de mudas dentro de una empresa.

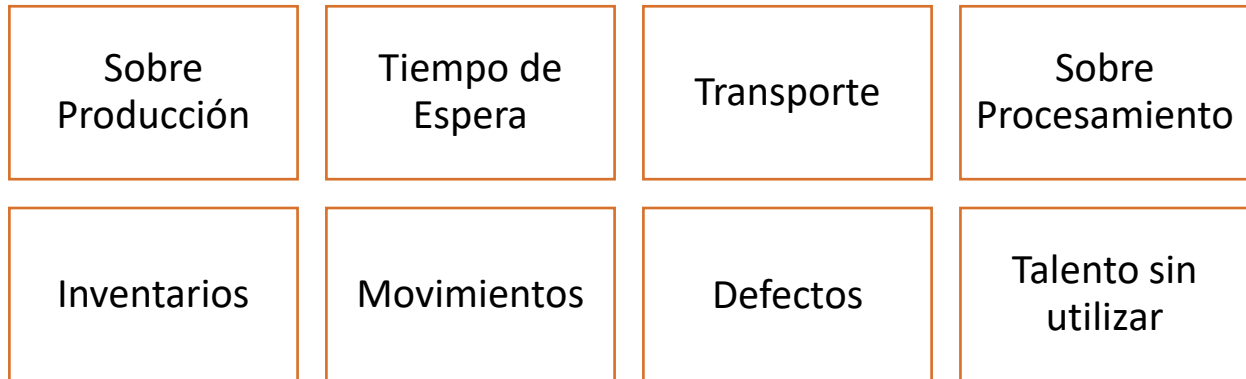


Figura 11. Los 8 tipos de mudas.

Fuente:[4].

1) Sobre Producción

El desperdicio por sobre producción se debe a fabricar más cantidad de la que se necesita o de invertir o diseñar equipos con mayor capacidad de la necesaria. Este es uno de los desperdicios más comunes y al mismo tiempo de los más críticos puesto que no incita a la mejora ya que todo pareciera funcionar correctamente. Una producción en exceso, que no se requiere, ocupa materiales, mano de obra y tiempo que se podrían destinar a otros productos, además de los costos involucrados.

La sobre producción abre la puerta a otras mudas como lo son el exceso de transporte o de inventarios para cubrir una demanda que no existe en realidad.

2) Tiempo de Espera

El desperdicio de tiempo de espera es el tiempo que hay entre procesos, lo que se traduce en un proceso ineficiente. Los procesos mal diseñados generan operarios ociosos mientras otros estén con una carga de trabajo excesiva. Algunos de los tiempos de espera que siempre se deben buscar

disminuir, son: preparación de máquinas, espera de órdenes, de insumos, reparaciones y/o mantenimientos, tareas administrativas, por mencionar algunos. La suma de todos estos tiempos de espera altera la productividad, especialmente cuando se debe esperar a que termine una actividad para comenzar la siguiente.

3) Transporte

El desperdicio de transporte corresponde a los movimientos que realiza el personal, la materia prima, producto en proceso o producto final de manera excesiva. Estos desplazamientos no aportan valor y en ello se incurre en pérdida de tiempo, además implica un costo ya que, por ejemplo, para mover materia prima es necesario de equipos, mano de obra y combustible. No se debe olvidar que al mover un material este puede resultar dañado o mal ubicado, provocando que se deba mover nuevamente. Algunas de las causas de este desperdicio son un mal diseño de la planta, no hay flujo continuo, exceso de inventario y producción.

4) Sobre Procesamiento

El desperdicio de sobre procesamiento se produce cuando las actividades del proceso de fabricación no son eficientes. Estos esfuerzos extra no le agregan valor al producto desde el punto de vista del cliente y genera que la organización pierda tiempo en realizar tareas que no son de importancia.

El sobre procesamiento es un desperdicio muy difícil de detectar ya que muchas veces el sobre proceso no es evidente. Por esto, es necesario que cada trabajador se pregunte si su tarea es necesaria y como le aporta valor al producto [4].

5) Inventarios

El almacenamiento de productos es la forma más clara de muda porque esconde ineficiencias y problemas crónicos, ha llegado al punto en que los expertos han denominado al stock como “raíz de todos los males”.

Desde la perspectiva de Lean los inventarios presentan los síntomas de una fábrica ineficiente debido a tres razones.

1. Encubren productos muertos que se detectan una vez que se realicen los inventarios físicos. Generalmente, son productos o materiales obsoletos, defectuosos, en mal estado o incompletos, que no se han dado de baja.
2. Necesitan de cuidado, mantenimiento, contabilidad, gestión, entre otros. Son un gasto extra a considerar dentro de una empresa.
3. Son difíciles de contabilizar. Deterioro en la manipulación, materiales obsoletos.

En resumen, este tipo de desperdicio resulta de tener una mayor cantidad de productos de los necesarios con el fin de satisfacer las necesidades inmediatas. El hecho de que se acumule material, durante y después del proceso indica que el flujo de producción no es continuo [4].

6) Movimientos

El desperdicio por movimientos se presenta cuando un trabajador no tiene las herramientas, materiales o documentos cerca de su lugar de trabajo o debe caminar constantemente de un lugar a otro cuando termina la operación de su responsabilidad para dejar en otro puesto de trabajo la

pieza semi elaborada por lo que en la sumatoria del tiempo de la jornada laboral recorre una distancia considerable, generando pérdida de tiempo y desgaste en el trabajador.

Este desperdicio se relaciona con un mal diseño de la planta y/o del proceso productivo. Este desperdicio puede generar la ilusión de una falta de trabajadores lo que se traduce en la muda de tiempo de espera. Por esto, se debe optimizar la ubicación de los materiales necesarios para la fabricación, puestos de trabajo y así disminuir los tiempos de transporte y el movimiento de los materiales. Mientras más se mueven los materiales (herramienta, documento o materiales) mayor es la probabilidad que el producto termine dañado.

7) Defectos

El desperdicio por reprocesos es uno de los más aceptados dentro de las industrias, a pesar de que representa una gran pérdida de productividad porque considera el trabajo extra que se debe realizar producto de no haber efectuado la operación de manera correcta a la primera vez. Lamentablemente, en cualquier ciclo de producción siempre existirá este desperdicio generando pérdidas de productividad, tiempo, recursos y dinero. Es por esto que los procesos productivos deben ser diseñados para tener la menor cantidad de errores, para conseguir la calidad solicitada, de manera que se eliminen la necesidad de reprocesos o de inspecciones adicionales [4].

8) Talento sin Utilizar

Este desperdicio se presenta en una organización cuando no se aprovecha la capacidad, experiencia e inteligencia de sus trabajadores para agregar valor al producto final. Este desperdicio se puede presentar cuando una empresa no tiene sus perfiles de cargo bien definidos, las funciones y responsabilidades de cada empleado, esto se puede traducir en empleados sobre calificados para sus puestos o puede ocurrir al contrario. Otro motivo puede ser la falta de capacitación para empleados o capacitaciones no alineadas con las necesidades de la organización [12].

3.6 Herramientas Lean

Para la implementación de la metodología Lean Manufacturing es necesario conocer las herramientas que este tipo de filosofía entrega. Tras conocer la función de cada herramienta es posible decidir cuales herramientas son útiles para el trabajo de título a desarrollar.

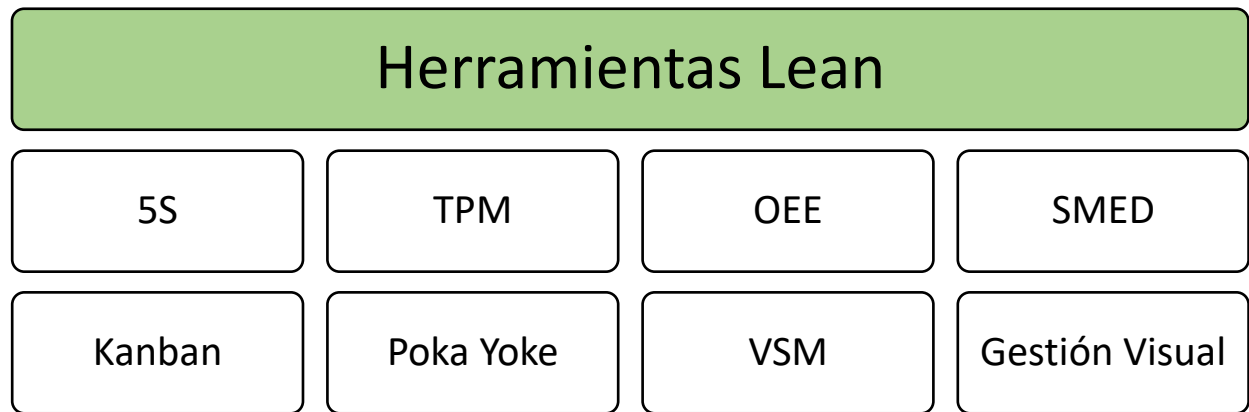


Figura 12. Herramientas Lean.

Fuente: [4].

3.6.1 5S

Corresponde a la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo. El acrónimo corresponde a las iniciales de cinco palabras en japonés que definen la herramienta (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke). Esta es una técnica que se aplica en todo el mundo con excelentes resultados por su simpleza y efectividad. Genera resultados tangibles y cuantificables, con un gran componente visual y de alto impacto en un corto tiempo. Este método es fácil de entender, no requiere conocimiento previo ni grandes inversiones de dinero. A pesar de parecer sencillo, es una herramienta muy potente y polifuncional [4].

Los síntomas que pretende evitar esta herramienta son:

1. Aspecto sucio de la planta
2. Desorden
3. Elementos defectuosos
4. Falta de instrucciones sencillas de operación
5. Número de averías mayor a lo habitual
6. Desinterés de los empleados por su área de trabajo
7. Movimientos y recorridos innecesarios
8. Falta de espacio



Figura 13. Metodología 5S.

Fuente:[15].

1. Seiri (Organizar)

Busca organizar todo, clasificar los elementos necesarios y los innecesarios o inútiles que se encuentran en el lugar de trabajo. Los elementos innecesarios deben ser eliminados para que no vuelvan a aparecer en las áreas de trabajo. También sirve para verificar si están todos los elementos necesarios para el puesto de trabajo.

2. Seiton (Ordenar)

Luego de eliminar los elementos innecesarios, los elementos necesarios deben ser organizados y ordenados dentro del área de trabajo, se deben poder encontrar con facilidad. Para esto se define un lugar que facilite su búsqueda y su retorno, se deben considerar criterios como como la seguridad, frecuencia de uso y calidad.

3. Seiso (Limpiar)

Busca mantener el área de trabajo limpia, por lo que se deben identificar y eliminar las fuentes de suciedad, estableciendo protocolos de limpieza para que sean ejecutados [12].

La limpieza es el primer tipo de inspección que se hace en un equipo, es por esto su importancia. Se debe limpiar para inspeccionar, inspeccionar para detectar, detectar para corregir [4].

4. Seiketsu (Estandarizar)

Busca estandarizar las “3S” anteriores para mantener y mejorar los resultados anteriores. Al estandarizar se sigue un método para ejecutar un procedimiento, facilitando el trabajo a los trabajadores de la organización.

5. Shitsuke (Mantener)

Luego de estandarizar, es necesario que esta estandarización se convierta en hábito para los trabajadores de la organización. Esta aplicación está ligada a una cultura de autodisciplina junto con los procedimientos estandarizados lo que permite que el proyecto 5S perdure.

3.6.2 Poka Yoke

Poka Yoke se traduce del japonés como “a prueba de errores” y busca prevenir el error humano a través de métodos o dispositivos sencillos, económicos y de acción inmediata. Un Poka Yoke tiene tres funciones contra los desperfectos: detenerlos, controlarlos y avisar.

Para el diseño de un Poka Yoke se debe considerar que sea duradero, económico, práctico, de fácil mantenimiento e ingenioso.

3.6.3 OEE

OEE (Overall Equipment Efficiency) o Efectividad Total de los Equipos es un conjunto de métricas que se enfocan en cuan efectivo una operación de manufactura está operando. Sus resultados se muestran de manera genérica de manera que permite la comparación entre unidades fabricadas en diferentes departamentos, organizaciones, máquinas e industrias [16].

Su principal objetivo es:

- Incrementar productividad
- Disminuir costos
- Incrementar la vida de la máquina.

El OEE utiliza tres factores, disponibilidad, rendimiento y calidad. La disponibilidad representa el porcentaje de tiempo en que el equipo está programado para operar en el que debe considerar la utilización del equipo tanto como los tiempos muertos, lo que se conoce como up-time. El rendimiento considera la velocidad a la que trabaja la máquina versus a la velocidad a la que fue diseñada para trabajar. Por último, la calidad hace referencia a la calidad del producto después del proceso es un porcentaje entre los producto que cumplen con los estándares en comparación al total fabricado [16]. La multiplicación de estos tres factores entrega un valor conocido como OEE.

$$OEE = Disponibilidad \cdot Rendimiento \cdot Calidad$$

Ecuación 2. Ecuación OEE.

Fuente: [16].

3.6.4 SMED

SMED (Single Minute Exchange of Die) es una metodología que busca la reducción de los tiempos de preparación para los equipos. Para esto se estudia en detalle el proceso y se incorporan cambios radicales en la máquina, ajustes y nuevos parámetros de manera que la producción sea capaz de responder a cambios en la demanda en el menor tiempo posible. El mayor beneficio de esta metodología es la de reducir los tiempos muertos entre cambios de piezas en una máquina, por lo que disminuye los tiempos de fabricación, reduce el tamaño de lotes de producción y le entrega mayor flexibilidad al proceso de producción, entre otros beneficios.

3.6.5 Kanban

Kanban es un sistema de control y programación de la producción basado en señales. Esta herramienta se utiliza para asegurar la calidad y producción justa en el momento correcto [4]. Por ejemplo, Utiliza estas señales, tarjetas, para generar un “Pull” en la producción, a través de un flujo continuo, sincronizado y en lotes pequeños.

3.6.6 TPM

TPM (Total Productive Maintenance) o Mantenimiento Productivo Total es un programa para mejorar la efectividad global de los equipos a través de la motivación y participación activa de los operadores. Su idea principal es que la mejora y conservación de los activos es tarea de todos. El TPM tiene como objetivos:

1. Maximizar la eficacia y disponibilidad del equipo
2. Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para la vida útil del activo
3. Incluir a todos los departamentos que participan de la operación
4. Implicar activamente a los empleados

3.6.7 VSM

VSM (Value Stream Mapping) o Mapa de Flujo de Valor es una herramienta gráfica que se utiliza para el análisis de procesos en una organización. Permite visualizar el flujo de valor, de información y de materiales de manera gráfica, dejando en evidencia la relación entre estos flujos. Se utiliza un lenguaje simple y conocido para interpretar las operaciones dentro de una empresa [4]. Otra función es la de detectar desperdicios y actividades que no agregan valor.

3.6.8 Gestión Visual

Es un conjunto de medidas prácticas de comunicación que buscan entregar de forma sencilla y evidente la situación de un proceso, remarcando o exagerando en las anomalías o desperdicios que se pueden estar generando. La gestión visual se focaliza en la información que agregue un alto valor y que ponga en evidencia las pérdidas del sistema y posibles mejoras.

La gestión visual permite que cualquier trabajador, independiente del cargo pueda interpretar la información y actuar de manera oportuna frente a un posible desperdicio. También, permite al personal una retroalimentación de cómo sus acciones y decisiones afectan los resultados y metas propuestas [4].

3.7 Diagrama SIPOC

El diagrama SIPOC (suppliers, inputs, process, outputs and customers) es una herramienta utilizada para entender y describir procesos. Su objetivo es analizar el proceso y su entorno identificando los proveedores, las entradas, el proceso mismo, las salidas y los clientes [5].

Para desarrollar un SIPOC se deben seguir cinco pasos [2] definidos a continuación:

1. Delimitar el proceso y hacer su diagrama de flujo general donde se especifiquen las cuatro o cinco etapas principales

2. Identificar las salidas del proceso, las cuales son los resultados (bienes o servicio) que genera el proceso.
3. Establecer los usuarios/clientes, que son quienes reciben o se benefician con las salidas del proceso.
4. Establecer las entradas (materiales, información, etc.) que son necesarias para que el proceso funcione.
5. Por último, identificar proveedores, es decir, quienes proporcionan las entradas.

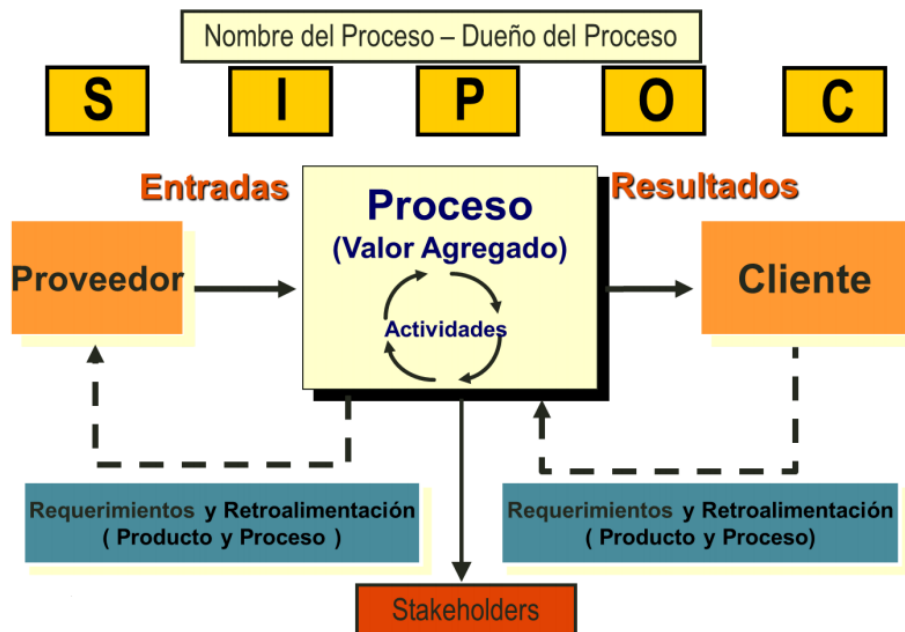


Figura 14. Estructura de diagrama SIPOC.

Fuente: [2].

3.8 Ciclo DMAIC

Esta metodología de mejora continua se destaca por seguir un formato estructurado y detallado. DMAIC consiste en cinco etapas conectadas de manera lógica. Las etapas del ciclo DMAIC son definir, medir, analizar, mejorar y controlar [17].

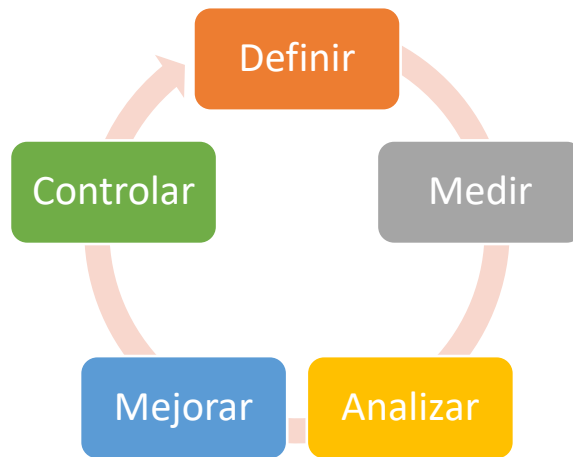


Figura 15. Ciclo DMAIC.

Fuente: [17].

1) Definir

Corresponde al proceso inicial de la metodología, en el cual se identifican los potenciales proyectos de mejora.

Los objetivos de esta etapa son:

- Identificar y/o validar la oportunidad de mejora
- Definir requerimientos del cliente
- Construir un equipo para el proyecto

2) Medir

Luego de definir el problema a estudiar, se debe identificar los requerimientos y establecer las características del comportamiento del proceso.

Los objetivos de esta etapa son:

- Identificar las medidas claves de desempeño
- Recopilar información del desempeño del proceso
- Definir elementos del proceso, entradas, salidas y sus características

3) Analizar

Esta etapa tiene como objetivo analizar los datos obtenidos del estado actual del proceso, determinar las causas de este estado y las posibles oportunidades de mejora. Esta fase determina la criticidad del problema. Aquí se seleccionan y aplican las herramientas de análisis de datos de la etapa anterior para construir un plan de potenciales mejoras que serán aplicadas en el siguiente paso [17].

Los objetivos de esta etapa son:

- Identificar y validar las causas raíz para eliminar las causas del problema
- Confirmar variables del proceso

4) Mejorar

Al determinar que el problema si existe y no es un evento fortuito, se deben identificar las posibles soluciones. En esta etapa se desarrollan, implementan y validan posibles alternativas de mejora para el proceso [17].

Los objetivos de esta etapa son:

- Identificar, evaluar y seleccionar posibles soluciones de mejora
- Establecer un plan de mejora
- Implementar soluciones

5) Controlar

En la etapa final luego de encontrar la manera de mejorar el proceso es necesario encontrar una forma de que la solución sea sostenible en el tiempo. Se debe implementar una estrategia de control para asegurar que los procesos funcionen de manera eficiente y controlar los posibles eventos de falla [17].

Los objetivos de esta etapa son:

- Asegura el logro de los resultados a través del tiempo

- Realizar un seguimiento
- Identificar oportunidades de réplica
- Estandarizar procesos

4 Análisis del Proceso Productivo

En este capítulo se analizan los procesos productivos que forman parte de la empresa. Para esto se utilizan cuatro herramientas que ayudarán a identificar los flujos de valor, información y de material dentro de estos procesos productivos.

La primera herramienta a utilizar es el SIPOC el cual tiene como función analizar el proceso y su entorno. Como segunda herramienta se utiliza mapa de flujo de valor (VSM) [3] con la función de representar de manera gráfica el proceso de la empresa. La tercera herramienta se utiliza un mapa de macroproceso operativo que permite hacer un seguimiento del flujo operativo, ver las partes involucradas y función de cada una. La última y cuarta herramienta es el mapa de Spaghetti. Este mapa tiene como función mostrar de manera gráfica los movimientos de material y personal dentro de la empresa.

4.1 SIPOC

El SIPOC es una herramienta utilizada para mapear el proceso, lo que resulta de gran ayuda para entender y describir los procesos [2] dentro de una empresa. A continuación, se muestra el SIPOC correspondiente a la empresa de impresión digital.

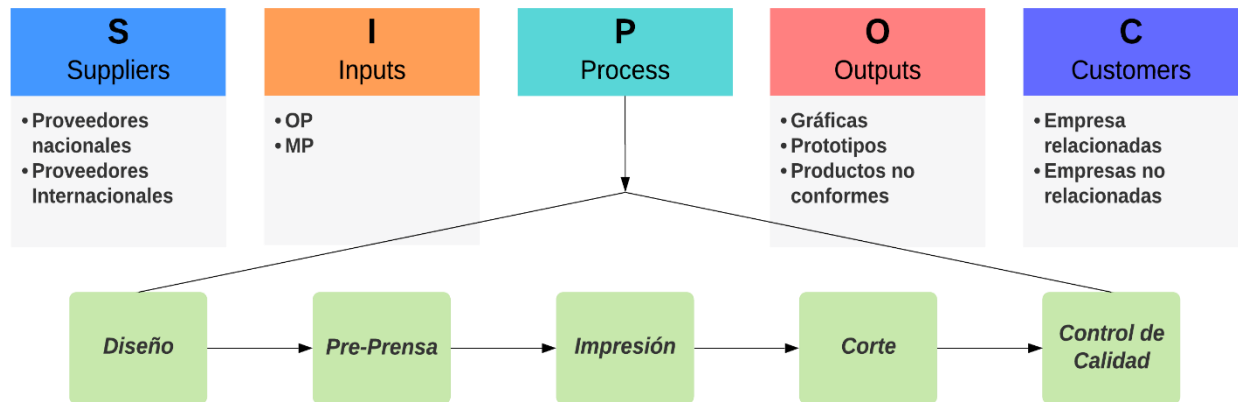


Figura 16. Diagrama SIPOC de la empresa.

Fuente: Información interna de la empresa.

Como se aprecia en la Figura 16 se muestra una mirada general de los procesos dentro de la empresa de impresión digital. Entre procesos pueden existir leves diferencias, pero a grandes rasgos el SIPOC muestra como es la dinámica dentro de la empresa.

- **Proveedores**

Los proveedores pueden ser nacionales o internacionales. Si es materia prima, específicamente sustratos para imprimir (PVC, PAI, PETG, etc) los proveedores serán internacionales, Mientras que para la compra de tintas y rollers los proveedores serán nacionales. Se destaca la buena calidad de la materia prima importada, puesto que es comprada a un proveedor de reconocido.

- **Entradas**

Corresponde a todo lo que ingresa al proceso de operación:

- MP
- OP

Dentro de materias primas se consideran todos los materiales para realizar la producción, sustratos y tintas. En cuanto a OP son las órdenes de producción programadas por el jefe de producción para cumplir con los plazos establecidos de entrega para el cliente.

- **Proceso**

El proceso de impresión cuenta con cinco etapas.

1. Diseño: se reúnen los diseñadores con el cliente para definir detalles del producto a imprimir.
2. Pre-Prensa: el diseño se debe ajustar según la configuración de los equipos, en esta etapa se considera el color, tono y velocidad de impresión.
3. Impresión: el sustrato es colocado en la impresora para comenzar la producción del producto.
4. Corte: el producto en formato bobina es procesado, en donde pasa de una bobina a gráficas individuales.
5. Control de Calidad: etapa en que se revisa que el producto cumpla con los estándares de calidad, si no cumple es rechazado y marcado como producto no conforme. Si cumple con los estándares es llevado a BPT para ser despachado.

No se profundiza en la descripción del proceso productivo ya que será descrito en capítulos posteriores.

- **Salidas**

Corresponde a lo que se obtiene por la realización del proceso, en este caso puede ser:

- Gráficas: es el producto final del proceso y el que será despachado al cliente.
- Prototipos: corresponde a nuevos productos que se están probando, pueden ser nuevos colores, muebles publicitarios, nuevos materiales, etc.
- Productos no conformes: son los productos que no cumplen con el estándar de calidad y deben ser desechados

- **Clientes**

Corresponde a la parte final de todo proceso, los que reciben el producto final. También corresponde a los mandantes de nuevas producciones. Pueden ser de dos tipos:

- Empresas relacionadas: son las empresas que forman parte del holding, a estas empresas se le dedica gran parte de la producción.

- Empresas no relacionadas: corresponde a empresas externas al holding, las que pueden ser licitaciones o trabajos externos.

4.2 Mapa de Flujo de Valor

Un mapa de flujo de valor permite visualizar el flujo de valor y de información dentro de la empresa. Debido a la variada gama de productos dentro de la empresa se realiza un estudio del volumen de producción de sus productos, el que se detalla en el Anexo 11.1, Tabla 18.

Con el estudio realizado se determina que el producto a seleccionar es el “LAT VV-19”, puesto que representa el mayor volumen de producción con un 27% de la producción total. Al ser una empresa de impresión digital es posible imprimir cualquier marca sobre el producto, pero para efectos de este trabajo de título la marca no es un factor relevante ya que solo cambia la carga de tinta al momento de imprimir, además la variación de tiempo en los procesos de diseño y pre-prensa según cada marca también se pueden considerar despreciables, por lo que al momento de analizar el proceso no son de importancia.

Al seleccionar el producto de estudio se realiza el estado actual del mapa de flujo de valor de la empresa, representado en la Figura 17.

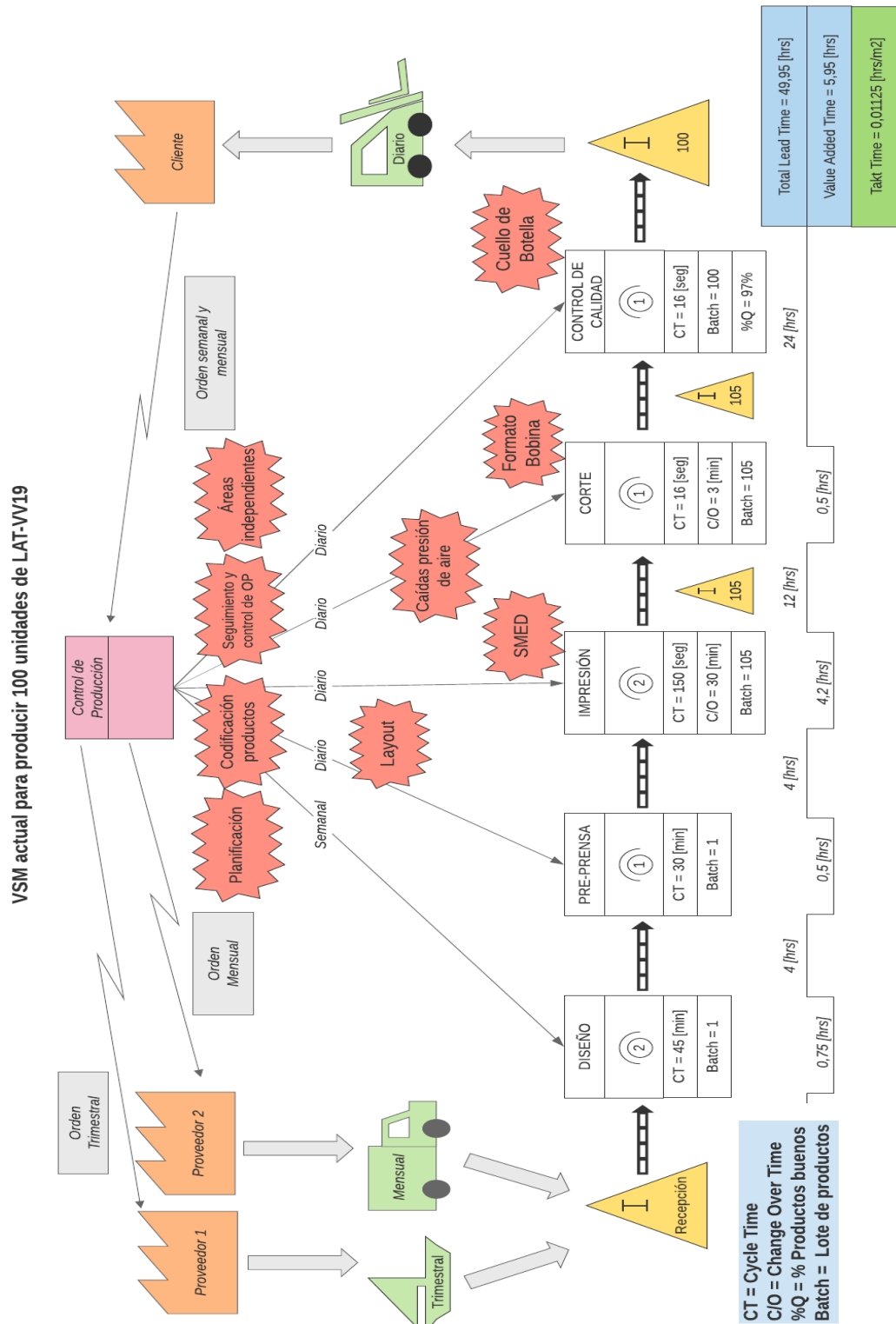


Figura 17. VSM actual de la empresa.
Fuente: Información interna de la empresa.

En el mapa de flujo de valor del producto “LAT VV-19” se muestran las actividades que agregan y las que no agregan valor. Cabe mencionar que la empresa no lleva un control de los tiempos de cada proceso, solo controla al momento de entregar el producto final, es decir, solo controla si el producto final entregado presenta un atraso o algún defecto. Es de suma importancia que se lleve un control del tiempo de cada proceso ya que facilitará encontrar potenciales problemas.

Se realiza un seguimiento de cada etapa, en donde se realizan cinco mediciones del cycle time (tiempo de ciclo) de cada etapa (Anexo 11.1, Tabla 19), luego se calcula la mediana y media. Se escoge la mediana como parámetro por ser un dato más robusto frente a datos que pueden presentar sesgos y valores extremos. Esto se corrobora con la desviación estándar calculada, puesto que en la mayoría de las etapas medidas presenta valores significativos, lo que reafirma la selección de la mediana por sobre la media.

En las etapas de diseño y pre-prensa al ser procesos principalmente informáticos en que la duración de la etapa dependerá en parte por la habilidad del diseñador para la etapa de diseño y operador para pre-prensa. Otro factor es la capacidad de procesamiento de los activos computacionales. Por lo tanto, la duración de la etapa es variable y difícil de cuantificar en cuanto a la eficiencia del proceso. No se definen oportunidades de mejora para estas dos etapas.

El cálculo del tiempo Takt Time, están hechos en base a un requerimiento diario aproximado de 600 [m²/día]. Se consideran turnos de 9 [hrs] de duración bruta con un factor de 75%, es decir, 6,75 [hrs] efectivas de trabajo. El factor de 75% considera descansos, tiempo de almuerzo, paradas programadas y no programadas. Luego de las consideraciones se tiene la Ecuación 3.

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ disponible}{Demanda} = \frac{6,75\ [hrs]}{600\ [m^2]} = 0,01125\ [hrs/m^2]$$

Ecuación 3. Cálculo Takt Time.

Fuente: [18].

La interpretación del Takt Time sería, para poder cumplir con la demanda del cliente se debe fabricar 1 [m²] cada 0,01125 [hrs] o 40,5 [seg].

Al analizar el VSM [3] se determina que la duración del proceso de fabricación de 100 unidades de LAT VV-19 es de 49,95 [hrs] (lead time). Del total de tiempo, 5,95 [hrs] corresponde al tiempo en que se le agrega valor al producto (value added time), mientras que 44 [hrs] corresponde a tiempo en que el producto estuvo en espera para pasar a la siguiente etapa. De esta forma, se desprende que del total de tiempo un 11,9 % son actividades en que se le agrega valor al producto, en tanto, un 88,1% corresponde a actividades que no le agregan valor al producto y por las que el cliente no está dispuesto a pagar.

4.2.1 Oportunidades de mejora

Luego de realizar el seguimiento al proceso productivo sumado al mapa de flujo de valor de la Figura 17, se identifican las siguientes oportunidades de mejora:

1. SMED

En el proceso de impresión se deben utilizar bobinas de gran masa (sobre 100 [Kg]) por lo que es complejo para los operarios maniobrar con ellas y poder cargarlas en el eje de la impresora para que pueden ser impresas. Este problema genera demoras en los tiempos de fabricación del producto donde se debe considerar este tiempo extra de carga de bobinas. Se propone realizar un estudio SMED para disminuir el tiempo de cambio carga de bobinas, las que varían dimensiones y material, pero siempre son de masa considerable para ser manipuladas por solo un operador.

2. Caída de Presión de Aire

Durante el seguimiento del proceso productivo se registran bajas de presión en la línea de suministro de aire provocando una caída en el rendimiento de los equipos junto con provocar defectos en los productos en fabricación. Las caídas de presión se pueden explicar por el diseño

del piping de aire el que está fabricado con mangueras de caucho. Las mangueras de caucho al ser un material flexible pueden dilatarse modificando la presión dentro de la línea. También, al no ser un material rígido tiende a curvarse y doblarse lo que provoca pérdidas de carga dentro del sistema. Además, si se expone al sol se puede quemar debilitando la manguera, se pueden cortar provocando fugas de aire, caídas de presión, entrada de agua al piping e incluso la detención de la producción debido a falta de presión en el suministro. Estas situaciones en la línea no solo provocan problemas para los equipos de producción, sino que sobre exigen el compresor y secador, lo que se traduce en un mayor consumo de energía y mayor desgaste de los componentes, y por ende en mayor frecuencia de mantención. Se realiza una medición de presión una vez al día a la misma hora durante 5 días, el resultado se muestra en el Anexo 11.1, Tabla 20.

Es por estas razones que se identifica la oportunidad de mejora de diseñar y construir un nuevo piping para el suministro de aire comprimido.



Figura 18. Parte del sistema de piping expuesto al sol.

Fuente: Elaboración propia.

3. Formato Bobina

El proceso de corte como indica su nombre consiste en dimensionar las gráficas que vienen en una bobina. Este proceso consiste en retirar los márgenes laterales y separar la bobina en gráficas individuales. Es por esto que según el formato de bobina que se elija corresponde a la cantidad de merma que se obtendrá en el proceso. La merma es inevitable pero siempre se debe buscar tener la menor cantidad merma posible. Se realiza un estudio en donde se evalúan los formatos de las bobinas y la merma que generan para producir 1 unidad de LAT VV-19

Tabla 3. Variación de merma según tamaño de la bobina.

Fuente: Información interna de la empresa.

Producto	Ancho Bobina [mm]	Unidades por impresión	Ancho producto final [mm]	Largo producto final [mm]	Largo impresión por unidad [mm]	Área producto final [m2]	Área antes de corte [m2]	Scrap [m2]	Porcentaje de pérdida
LAT VV-19	1050	1	585	1935	1970	1.132	2.069	0.937	45.28%
LAT VV-19	1260	2	585	1935	1970	2.264	2.482	0.218	8.79%
LAT VV-19	1370	2	585	1935	1970	2.264	2.699	0.435	16.12%
LAT VV-19	1600	2	585	1935	1970	2.264	3.152	0.888	28.17%

Como se observa en la Tabla 3 se debe escoger el formato con el menor porcentaje de pérdida para tener un proceso más eficiente. En el caso del LAT VV-19 el formato de bobina que se debe escoger es el de 1260 [mm]. En el caso de escoger otro formato las mermas de material aumentan considerablemente. Además, en el caso de la bobina de 1050 [mm] se necesitaría el doble del largo de bobina para completar el pedido ya que solo se puede imprimir una gráfica, mientras que en los otros formatos se pueden imprimir dos gráficas en paralelo.

4. Cuello de Botella

Control de calidad se encuentra en la última etapa del proceso y representa un cuello de botella ya que no es capaz de cubrir la capacidad de la planta, este proceso está sobrepasado. Control de la calidad es la etapa final de todos los procesos productivos que ocurren en simultáneo dentro de la empresa. Al haber un cuello de botella se presentan retrasos en las entregas a BPT y por ende en los despachos, también se genera acumulación de inventario en procesos intermedios aumentando la posibilidad que los productos se dañen mientras esperan y una interrupción del flujo dentro del proceso productivo. Actualmente control de calidad es el proceso que marca el ritmo de producción dentro de la empresa, siendo que el cliente es el que debe halar el proceso a través de sus requerimientos.

Debido a falta de sistema de control de producción no es posible tener datos para demostrar que el cuello de botella esta presente en la etapa de control de calidad, solo se ve en la práctica, con los retrasos que se producen en la entrega y la acumulación de productos en esta etapa del proceso.

5. Codificación de Productos

Al ser una empresa de impresión digital las gráficas que se imprimen suelen ser las mismas, pero en cada temporada los clientes renuevan sus diseños. El problema se presenta cuando el código de referencia de cada producto (SKU) se recicla para el nuevo modelo, es decir, se mantiene el código antiguo del producto, pero la descripción del producto se actualiza para la nueva temporada. Este problema genera grandes inconvenientes desde la fase de diseño hasta el momento de imprimir o de despachar el producto final, ya que por más que el operario conozca la nueva imagen, genera una confusión en él, ya que puede provocar que este imprima la imagen de una temporada anterior si se guía solo por el SKU y no lee la descripción del logo actualizado. Con este modo de trabajo se ensucian las bases de datos de la empresa, dificultando análisis de producción, financieros y proyecciones.

Tabla 4. Mismo SKU para productos diferentes.

Fuente: Información interna de la empresa.

Item	Descripción
1092263	LOGO VV-16BTF LATERAL DURST BEBIDA COLA 20
1092263	LOGO VV-16BTF LATERAL DURST BEBIDA COLA 19
1092162	LOGO VV-19 LATERAL CERVEZA DURST 20
1092162	LOGO VV-19 LATERAL CERVEZA DURST 19

En la Tabla 4 se puede apreciar en dos casos como el mismo código es utilizado para dos productos de años diferentes.

6. Seguimiento y control de OP

En cada etapa del proceso no existen controles de los productos en fabricación, en términos de cantidad y calidad como tampoco de los tiempos involucrados en ello. Además, no se registran los productos defectuosos. Solo hay una revisión en la etapa previa al despacho que corresponde a control de calidad.

Bajo esta modalidad de trabajo no es posible realizar un seguimiento y control de una OP, menos conocer el estado de avance como tampoco se puede tener la trazabilidad del producto.

7. Planificación

Existen dos problemas de planificación de producción.

- a) Comenzar a imprimir nuevas gráficas sin la previa aprobación del cliente.

Esto genera problemas debido a que el cliente debe aprobar los colores, tonos y calce de la gráfica en el producto que se va a instalar, mientras el diseño no esté aprobado no se debe comenzar su

producción. Si se comienza la producción sin que el cliente lo haya aprobado puede generar problemas de satisfacción del producto final y reprocesos.

En este caso no existe un documento formal que demuestro que el cliente aprobó la gráfica, solo en algunos casos se encuentran gráficas con la firma y fecha del cliente, y en otros es vía telefónica o correo.

b) Planificación con poca información

La planificación actual solo entrega información de que es lo que se debe imprimir durante el turno y el formato del rollo de PVC a utilizar. Esto deja a libre elección del impresor el orden de impresión, los tiempos de entrega, posibilidad de mezclar OP y gráficas. Esto genera problemas para realizar un seguimiento del proceso, junto con dificultad para la etapa de corte si es que se tiene gráficas de distintas dimensiones en un mismo rollo. En otras palabras, no se considera la optimización de la utilización de la máquina: tamaño del lote, colores a imprimir y cantidad en cada rollo.

Pedido	OP	Codigo	Producto	Cantidad
NV29441	OP000013465	1095112-R	LOGO CV-580AE RESPALDO	8
NV29441	OP000013470	1095112-F	LOGO CV-580AE FRONTAL	9
NV29441	OP000013465	1095111-F	LOGO CV-350AE FRONTAL	6
NV29441	OP000013466	1095111-R	LOGO CV-350AE RESPALDO	6
NV29441	OP000013471	1095111-LC	LOGO CVAE LAT CORT	8
NV29441	OP000013472	1095111-LI	LOGO CVAE LAT LARG	8
NV29441	OP000013467	1095111-LC	LOGO CVAE LAT CORT	6
NV29441	OP000013468	1095111-LI	LOGO CVAE LAT LARG	6

Figura 19. Programación de producción para impresora Durst.

Fuente: Información interna de la empresa.

8. Áreas Independientes

El proceso de producción se encuentra fraccionado, puesto que existen dos tipos de planificaciones, separadas y diferentes. La primera planificación es exclusiva para la etapa de impresión, en donde los impresores solo se preocupan de lograr imprimir la meta diaria, ellos tienen desconocimiento del avance de las OP, pendientes, productos que han sido rechazados, stock

de productos en fabricación y entrega del producto final al cliente. Por otro lado, existe la planificación para entrega de producto final al cliente que está a cargo de control de calidad, ellos deben informar los productos rechazados, cuantos faltan para completar la orden y el nivel de atraso.

9. Layout

Durante el seguimiento del proceso productivo se detecta que los materiales no fluyen de manera continua, además de un orden poco lógico, poco espacio entre máquinas y dificultad para transitar por la planta, junto con acumulación de productos en fabricación. Existe un crecimiento no planificado que se ha dado con el tiempo, adquisición de nuevos equipos, necesidad del momento cambian la disposición de los equipos alterando el flujo dentro de la producción. El desarrollo de esta problemática será profundizado en los capítulos siguientes.

4.2.2 Mapa de Flujo de Valor Futuro

El propósito de un mapa de flujo de valor es encontrar las fuentes de desperdicios y eliminarlos con el fin de poder implementar el mapa de flujo de valor futuro en un corto período. La meta es construir una cadena de producción, donde los procesos individuales estén conectados entre si mediante un flujo continuo que se acerque a lo que el cliente necesita y cuando lo necesita.

VSM futuro para producir 100 unidades de LAT-VV19

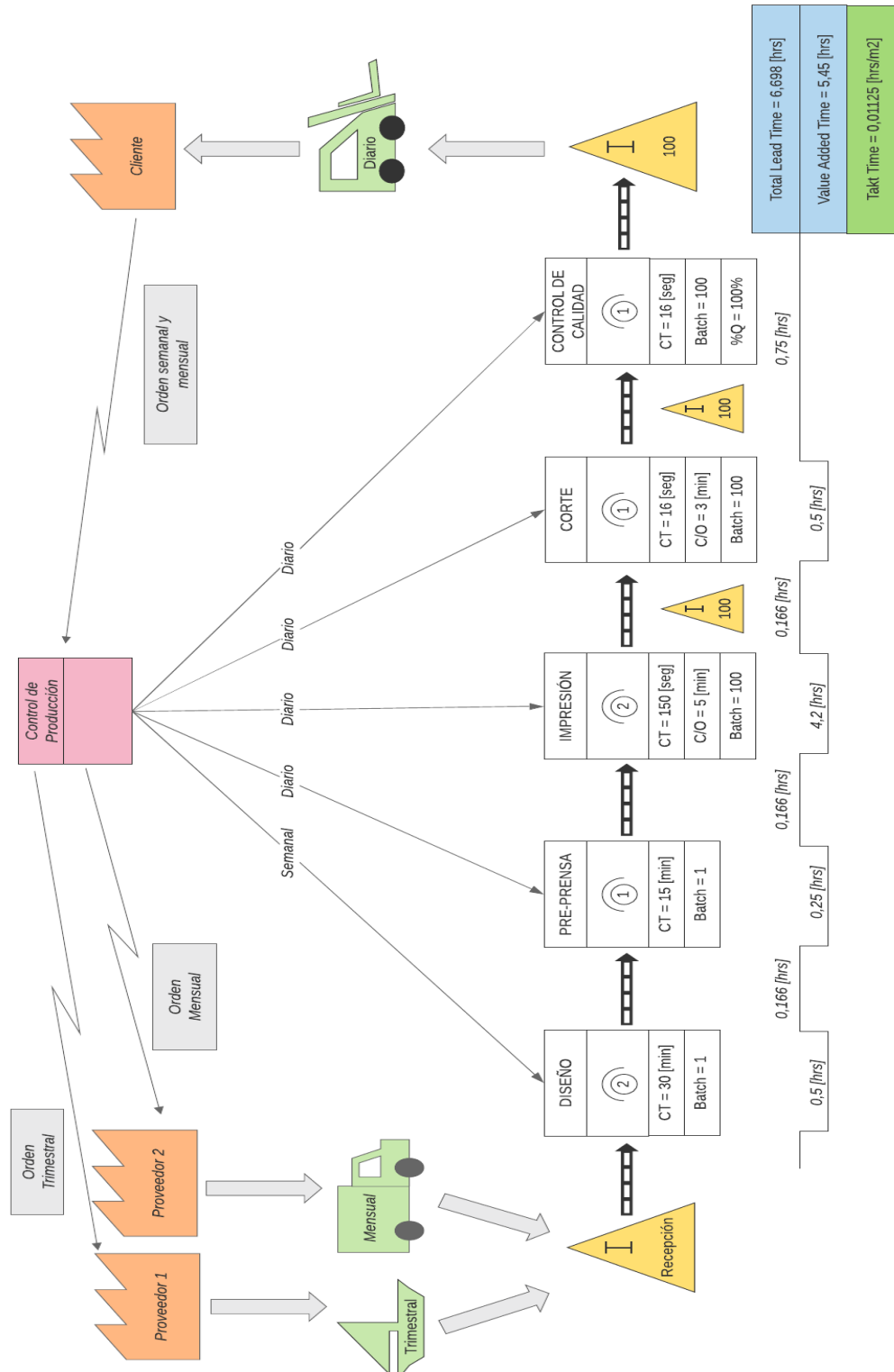


Figura 20. VSM futuro.

Fuente: Elaboración propia.

El mapa de flujo de valor propuesto para la empresa de impresión digital se considera luego de haber eliminados los desperdicios. Con esto se establece como meta un tiempo de valor agregado de 5,45 [hrs] y un lead time de 6,698 [hrs], es decir, que un 81,4% del tiempo se le agregue valor al producto. El principal enfoque del VSM [3] futuro es disminuir los tiempos “muertos” entre las etapas y disminución de tiempo de realización en las primeras dos etapas, lo que provocaría la disminución del lead time desde 49,95 [hrs] hasta 6,698 [hrs] y del tiempo de valor agregado desde 5,95 [hrs] hasta 5,45 [hrs].

Se espera que este VSM [3] futuro se haga realidad una vez eliminados los desperdicios presentes dentro de la empresa.

4.3 Mapa de Macroproceso

Un mapa de macroprocesos es la representación gráfica de los procesos que componen una organización. Es una representación global de los procesos, si fuera individual correspondería a un flujograma [19]. Un mapa de macroproceso se compone de todas las partes que participan en el proceso de fabricación del producto, permite realizar un seguimiento del flujo operativo dentro de la empresa, identificar las partes involucradas, las funciones y tareas de cada una de estas, es lo que la empresa establece como el conducto que debe seguir un producto para ser fabricado, desde la venta hasta la entrega al cliente. Al ser una herramienta gráfica simplifica la vista del proceso y su entendimiento.

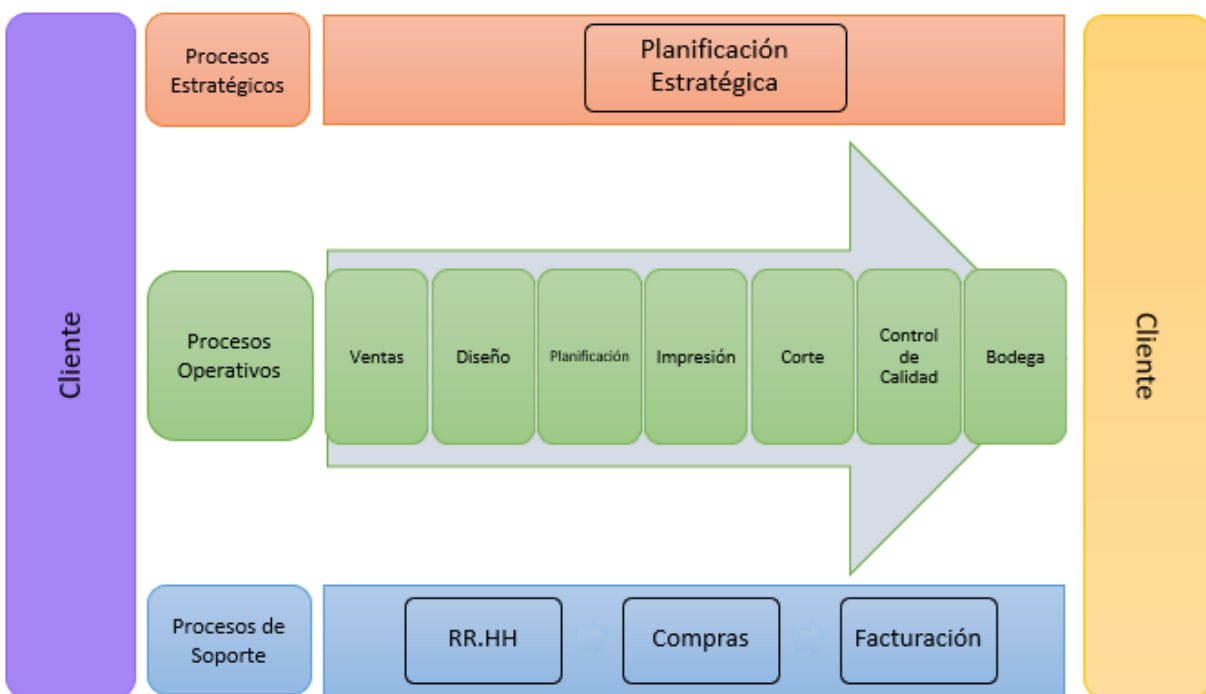


Figura 21. Macroproceso de la empresa.

Fuente: Información interna de la empresa.

El proceso comienza cuando el área de ventas cotiza y presupuesta proyectos los cuales son valorizados por el área de diseño, los que se encargan de ajustar colores, dimensiones, tonos y fotomontajes sobre las máquinas. Luego reuniones con los clientes donde se intercambian ideas se concreta la venta y genera una NV. Este documento es enviado a planificación, donde este departamento considera todas las NV recibidas para generar un plan de producción, que incluye fechas de entrega y materiales a utilizar, lo que queda estipulado en una OP. La OP se inicia con la solicitud de material a BMP, generalmente rollo de PVC para ser instalado en la impresora y poder comenzar la impresión, posteriormente pasa a corte y después a control de calidad. Si el producto es aprobado ingresa a bodega de productos terminados para después ser despachado. Si el producto presenta alguna no conformidad es rechazado y se da de baja, ya que no se puede recuperar.

4.4 Diagrama de Spaghetti

En este capítulo se presenta el diagrama de spaghetti del proceso productivo. Un diagrama de spaghetti es la representación física del flujo de materias primas y personas sobre el plano de la empresa. Este plano ayuda identificar áreas de mejora, como cambios en la configuración de los equipos lo que disminuye las distancias que recorren los operadores y materiales, evitar accidentes y mejores tiempos de respuesta.

Para este análisis se considera el flujo de material en el proceso de fabricación de las unidades de LAT VV-19, el que será llamado “proceso A”. El proceso A cuenta con 6 etapas:

1. Ingreso de materia prima (PVC) proveniente desde bodega hacia el primer inventario de procesos.
2. Se toman los rollos de PVC y se cargan a la impresora (DURST) para iniciar proceso de impresión.
3. Los rollos de PVC ya impresos se descargan de la impresora y son llevados a un segundo inventario de procesos.
4. Se carga un rollo con las gráficas en la máquina de corte (FOTOPA) donde se inicia el proceso de corte.
5. El resultado del proceso de corte transforma el rollo en un lote de gráficas de 0,68 x 2 m, para que sea llevado a control de calidad.
6. Las gráficas que cumplen con el control de calidad son llevadas a bodega para luego ser despachadas al cliente.

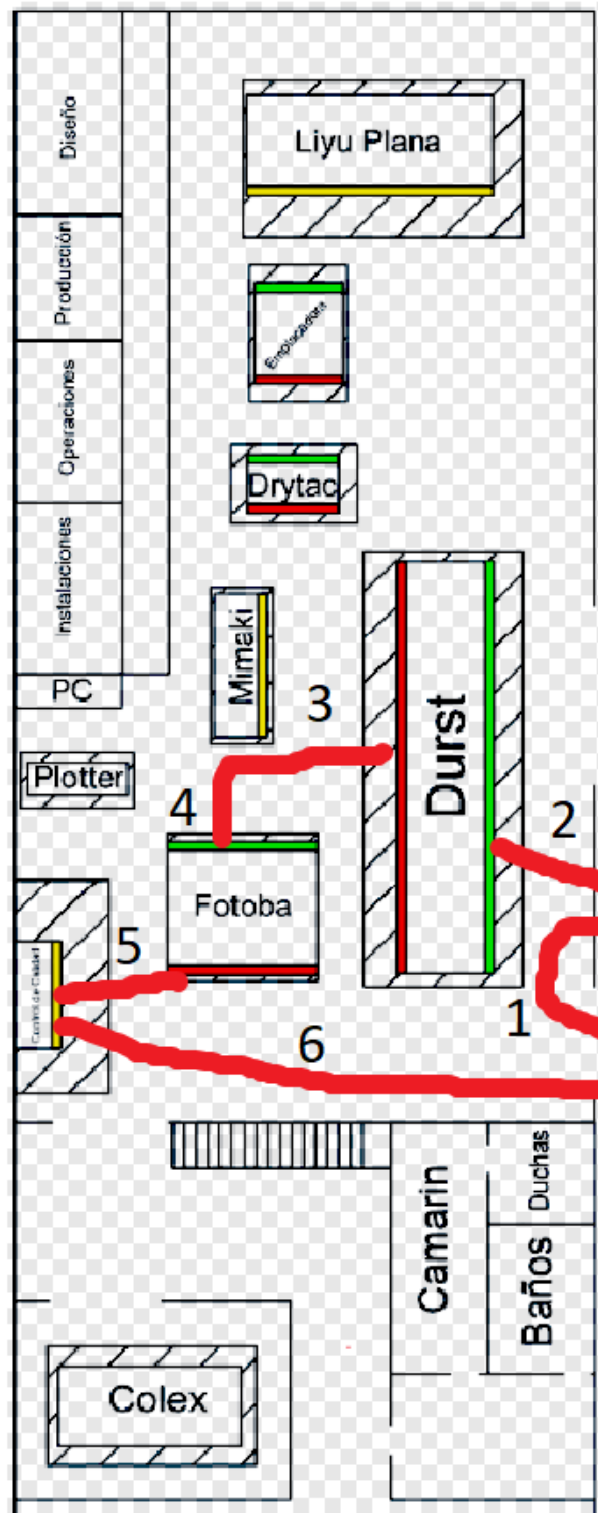


Figura 22. Mapa de Spaghetti del proceso A.

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en la Figura 22 el flujo de material para este proceso es expedito, no existen grandes distancias que cubrir y el material fluye de una etapa a la otra de forma natural. El problema radica al considerar otros procesos que ocurren en simultáneo (Anexo 11.2, Figura 33), será llamado “proceso B”. Para poder realizar el proceso B es necesario cubrir largas distancias, junto con interrumpir el flujo del proceso A, sumado a que dentro de los próximos meses llegara un nuevo equipo, por lo que es necesario considerar un cambio de layout de los equipos para poder optimizar el flujo de ambos procesos.

5 Diagnostico Situación Actual

La empresa en estudio tiene demoras en las entregas de sus productos, esto se debe a que existen ineficiencias dentro de sus procesos. Para poder eliminarlos se deben identificar y caracterizar según los desperdicios que indica Lean Manufacturing [1].

5.1 Sobre Producción

Este tipo de desperdicio corresponde a producir más de lo que se necesita, pero también considera producir antes de que sea necesario o destinar recursos extras para producir más rápido sin ser necesario. Al ser una empresa de producción por lotes este desperdicio es uno de los principales que debe enfrentar día a día. Además, la sobre producción provoca otros desperdicios como lo es el desperdicio de inventarios y el desperdicio de defectos. Es por esto que se debe buscar la forma de disminuir lo más posible este desperdicio.

El área de producción que está a cargo del jefe de producción está al tanto de que existe sobre producción de unidades dentro de la empresa en el proceso de producción y en el bodegaje (se comparte BMP y BPT) existirán productos con fallas. El jefe de producción sabe que tendrá productos defectuosos por lo que es parte de la cultura de la empresa producir una cantidad superior para suplir los productos con fallas y así poder cumplir con la entrega al cliente.

Planificación tiene como norma no oficial producir un 5% extra de lo solicitado con el fin de completar la orden y no dejarla en espera. El problema radica que en promedio durante los meses de Enero y Febrero la tasa de rechazo fue de 2% lo que deja como resultado un 3% de producción extra, según datos entregados por planificación. Al ser un promedio existirán ordenes donde el 5% extra será necesario, en otras se necesitará más y en otras sobraré producción. Esta producción extra retrasa otras OP, aumenta las HH, consumo de material y genera un mayor desgaste de los equipos.

Otro problema del desperdicio de sobre producción es que hacer con los productos terminados sobrantes. Al ser una empresa que imprime publicidad, se caracteriza por estar en constante cambio, los logos impresos quedan obsoletos rápidamente. Esta problemática se profundizará en el desperdicio de inventario.

5.2 Tiempo de Espera

Este desperdicio como su nombre lo indica se refiere a las esperas que se producen cuando el producto en fabricación pasa a la siguiente etapa o de trabajadores que solo ven como las máquinas funcionan mientras esperan realizar su tarea. En el caso de la empresa esto ocurre en la etapa de corte. Este es el proceso más rápido, además de ser un equipo semi automático donde el operador solo posiciona la bobina y las cuchillas laterales, el equipo reconoce las marcas al final de cada gráfica lo que le permite dividir la bobina en graficas individuales. El operador mientras esto ocurre solo observa que la gráfica no se desplace y que las dimensiones dadas por las cuchillas sean las correctas. Al ser el proceso más rápido en múltiples ocasiones el operario se queda sin tareas por realizar ya que la etapa de impresión es significativamente más lenta.

Otra demora se produce después de la etapa de corte, en la transición hacia control de calidad. Control de calidad es la última etapa de todos los procesos, por lo que recibe “alimentación” de todos los procesos de la empresa. Según la urgencia del pedido es a la OP que se le da prioridad, dejando en espera a los demás productos hasta que sea su turno.

Cuando se está imprimiendo lo ideal es utilizar la bobina completa, para disminuir las mermas generadas junto con los tiempos de cambio de material. Al momento de cambiar material por uno nuevo existe una falla en la impresora que provoca que el equipo deba ser reiniciado para que pueda volver a operar. Debido al reinicio del equipo se deben reingresar todos los parámetros nuevamente, además de la demora propia de reiniciar un equipo de grandes dimensiones, tomando entre veinte a treinta minutos realizar este procedimiento. Este tiempo de espera de reinicio para poder seguir en marcha el proceso de producción es un claro ejemplo del desperdicio de tiempos de espera, en donde al operario no le queda más que esperar a que el equipo se inicie correctamente.

Además, no hay preocupación por reparar la falla, ya que los operadores y jefe de producción se acostumbraron a que esta falla sea parte del proceso normal de producción.

En definitivamente no hay un flujo continuo, las interrupciones y tiempos de espera son comunes dentro de la operación, tampoco se registran las fallas o cualquier desviación del proceso para poder cuantificar las pérdidas de tiempo, material y costos asociados.

5.3 Transporte

Este desperdicio se refiere a recorrer distancias mayores de las necesarias dentro de su lugar de trabajo para poder cumplir con sus tareas. El layout de la empresa se adjunta en el Anexo 11.2. Dentro de la empresa existen dos procesos productivos principales, los que anteriormente fueron llamados “proceso A” y “proceso B”. Estos procesos se desarrollan en forma simultánea dentro de la empresa. Al realizar el diagrama de spaghetti de ambos procesos por separado y posteriormente unirlos en uno solo se obtiene la Figura 23. Además, para poder conocer y cuantificar cuanto es el transporte que realizan los operadores y productos dentro de la empresa se elabora la Tabla 5 y Tabla 6.

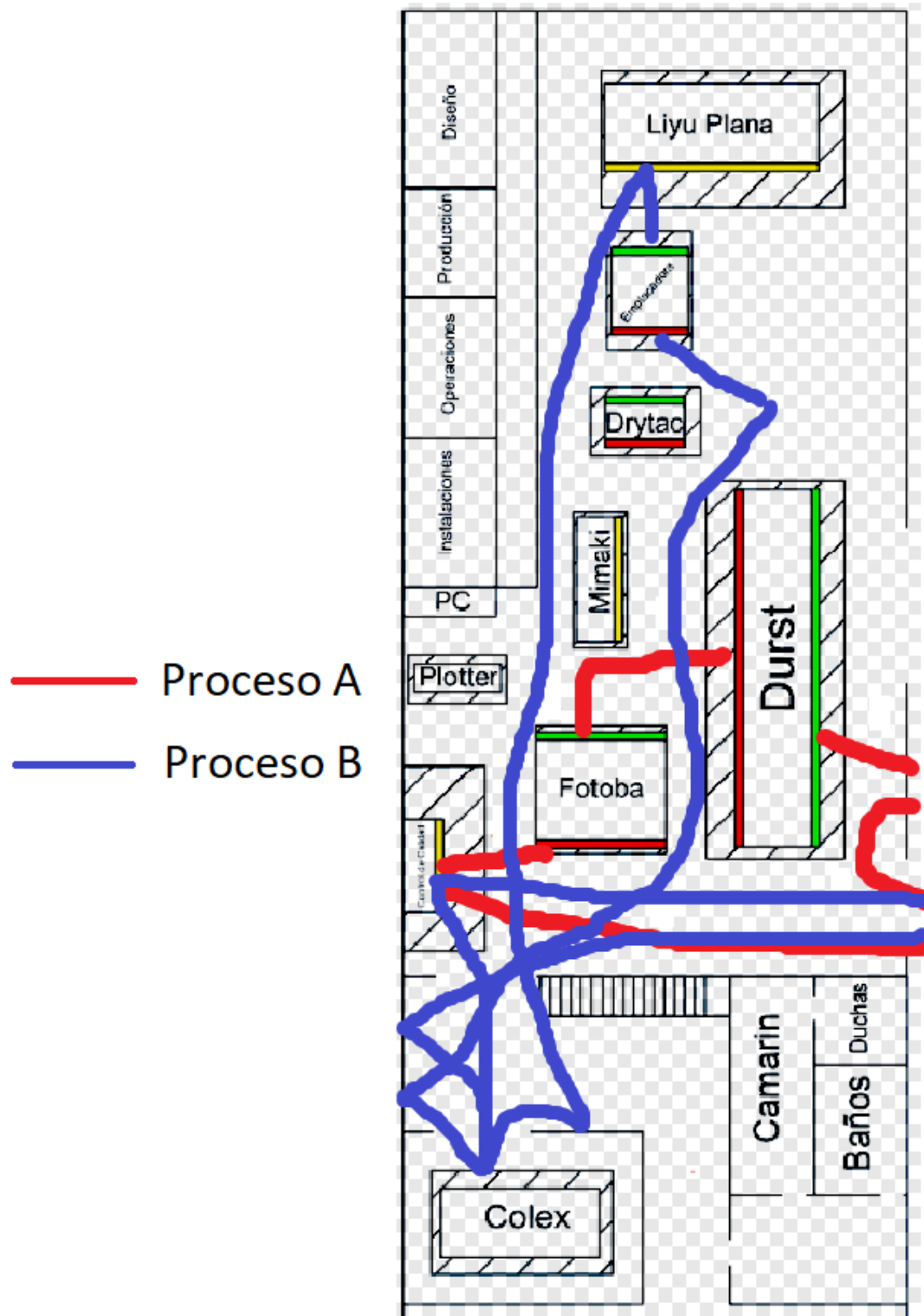


Figura 23. Mapa de spaghetti de procesos A y B.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Transporte realizado por operarios y/o materiales durante el proceso A.

Fuente: Elaboración propia.

Etapas	Acción	Distancia [m]
1	Entrada de MP a procesos	2
2	Carga de MP a impresora	2
3	Descarga de bobina de impresora	3
4	Carga de bobina para corte	1
5	Descarga de gráficas para ser revisadas por	2
6	Gráficas conformes son llevadas a BPT	12
	Total	22

Tabla 6. Transporte realizado por operarios y/o materiales durante el proceso B.

Fuente: Elaboración propia.

Etapas	Acción	Distancia [m]
1	Entrada de MP a procesos	14
2	Carga de MP para ser dimensionada	2
3	Descarga de MP ya dimensionada	1
4	Traslado de MP para ser impresa	20
5	Descarga de plancha impresa, previo a ser emplacada	1
6	Descarga de plancha emplacada	2
7	Traslado de planchas impresas a corte	18
8	Corte de plancha impresa	1
9	Traslado de gráficas para ser revisadas por control de calidad	6
10	Gráficas conformes son llevadas a BPT	12
	Total	77

Al observar la Figura 23 junto con los resultados de la Tabla 5 y Tabla 6 es claro que el proceso B presenta problemas en cuanto a las largas distancias que se deben recorrer. Además, interrumpe el flujo del proceso A lo que genera retrasos y cruce de información. El proceso B al tener una distancia de transporte significativamente mayor al proceso A genera un desgaste extra en los operadores, junto con aumentar las posibilidades de dañar el producto en fabricación o generar accidentes.

En ambos procesos se aprecia la existencia de múltiples zonas designadas para almacenar el producto en fabricación mientras espera poder pasar a la etapa siguiente de fabricación.

Este desperdicio se relaciona directamente con una mala planificación de la planta o por un crecimiento no planificado. Para esta empresa la mala planificación de su crecimiento y adición de nuevas máquinas sin considerar el tiempo de traslado de personal y material han provocado la presencia de este desperdicio.

5.4 Sobre Procesamiento

Este desperdicio se refiere a realizar tareas extras que no le agregan valor al producto y que retrasan las tareas que si le agregan valor. También, pueden ser procesos que necesitan cierta aprobación previa para poder realizarse o una mala comunicación dentro de la empresa.

Dentro de las tareas del proceso se identifican algunos indicios de este desperdicio. Una de ellas es tener que esperar que el jefe de producción actualice o informe tardíamente la planificación de producción, durante este tiempo los operadores deben esperar las instrucciones, lo que genera retrasos posteriores, como no saber que bobina de PVC cargar a la impresora, por ejemplo. Otro sobre procesamiento es cuando no se espera la aprobación del diseño por parte del cliente, sin embargo, se genera una OP y se comienza a imprimir. El problema radica si el cliente realiza cambios al diseño todo lo “avanzado” debe ser desechado, se debe generar una nueva OP lo que se traduce en un aumento de costos.

En la etapa de control de calidad al revisar las gráficas algunas no presentan fallas mayores, por lo que se dejan a un costado para luego ser reevaluadas, esto demora los procesos siguientes y no permite conocer si la OP fue completada. También, provoca una sobrecarga en el operador que debe estar revisando nuevamente las gráficas.

En general la presencia de este desperdicio es producto de una mala coordinación y comunicación entre los departamentos, procesos ineficientes, falta de toma de decisiones e iniciativa propia, y

estándares de calidad pocos claros que provocan repetir la evaluación de las gráficas en control de calidad

5.5 Inventarios

Este desperdicio se refiere a excesos de inventarios dentro de una organización. Puede ser de materias primas, dentro del proceso y/o de productos terminados, lo cierto es que este desperdicio trae consigo una serie de desventajas entre las que están aumento de costos, deterioro de productos, obsolescencias, esconde ineficiencias y problemas crónicos.

En el caso de la empresa se observa que dentro de la zona de producción existe acumulación de productos en procesos de fabricación, esto se debe a la misma naturaleza del proceso que no deja fluir el producto o debido a una urgencia se le da prioridad a otra orden de trabajo, relegando a la que estaba siendo fabricada y estacionándola dentro de la zona de trabajo.



Figura 24. Acumulación de productos antes de control de calidad.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 24 se aprecian gráficas en espera a ser llevadas a control de calidad, luego de haber pasado por el proceso de corte. Debido a que existe un cuello de botella en corte, mencionado anteriormente, es que las gráficas deben “esperar” su turno para pasar a la siguiente etapa.

Como se menciona en el desperdicio sobre producción al ser una práctica común dentro de la empresa, existe una gran cantidad de gráficas que fueron aprobadas por control de calidad, pero debido a que se completó la OP el saldo en buen estado fue guardado para ser usado en un futuro en una nueva OP. Estas gráficas guardadas son apiladas en donde exista un espacio, entorpeciendo el flujo dentro de la empresa, además no existe un registro de las gráficas excedentes por lo que se suele olvidar que existen, provocando que cuando una OP requiera estas gráficas se vuelvan a producir, generando un nuevo excedente y mayor acumulación. Otro problema es que las gráficas, en algunos casos, son actualizadas y modificadas por los clientes frecuentemente por lo que es raro que un logo utilizado en años anteriores se repita, esto provoca que las gráficas guardadas no solo estén desactualizadas, también ocupan espacio, son focos de posibles accidentes, es material desperdiciado y deteriorado. Estos productos deben ser dados de baja lo antes posible.



Figura 25. Excedentes de productos terminados.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la bodega de materias primas es el corazón de toda planta productiva. En las materias primas es donde está la mayor cantidad de dinero invertido, por lo que el stock se debe mantener lo más bajo posible, pero se debe poder asegurar la producción durante un margen de tiempo, es por esto que se analizan los movimientos hechos de todos los elementos que componen el inventario, filtrados por MP y PT, puesto que ambos productos utilizan el mismo espacio físico. Se define como obsoleto a un elemento con inactividad igual o mayor a 6 meses. El resultado se puede ver en el Anexo 11.3 que muestra el detalle por mes de la suma de MP y PT. De la Tabla 22 se crea la tabla resumen Tabla 7.

Tabla 7. Resumen Tabla 22.

Fuente: Información interna de la empresa.

Tipo	Suma de Cantidad	Suma de Costo Total
MP	137,156	\$ 49,468,714
PT	26,325	\$ 31,840,420
Grand Total	163,481	\$ 81,309,134

Como se ve en la Tabla 7 el 61% de los elementos que llevan más de 6 meses sin movimiento corresponde a materia prima, esta materia corre el riesgo de estar deteriorada y obsoleta. Además, presenta un costo extra para la empresa, ya que en cada proceso de inventariado debe volver a ser contabilizada. Otro costo asociado es el movimiento y uso de espacio dentro de la bodega.

La descomposición de las familias de las materias primas se representa en el Gráfico 1.

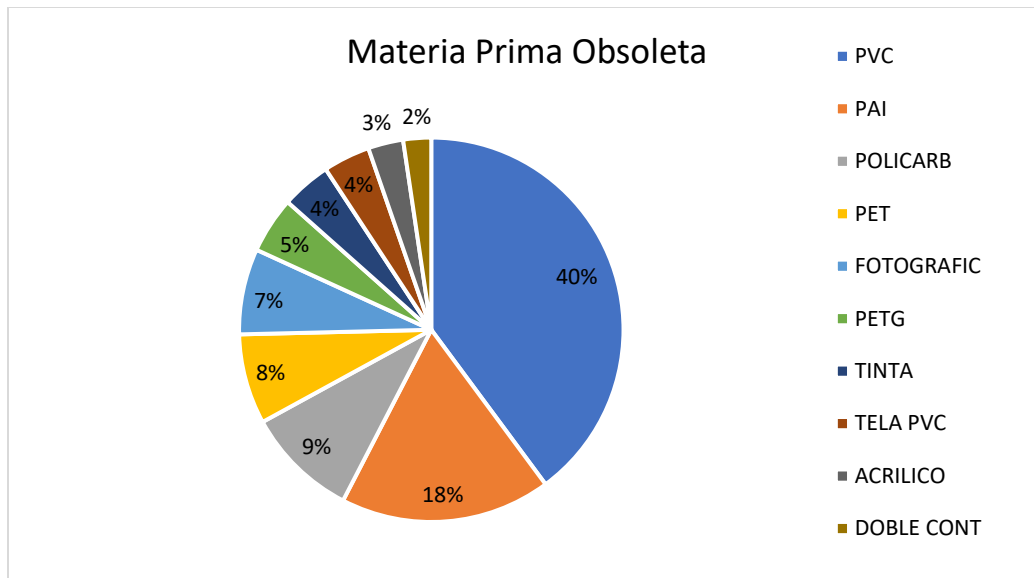


Gráfico 1. Descomposición por familias de materias primas obsoletas.

Fuente: Información interna de la empresa.

Como se observa en el gráfico anterior la mayor cantidad de materia prima corresponde a PVC, esto concuerda con ser la MP principal, la cual es utilizada en el 90% de la producción.



Figura 26. Bobina de PVC dañada por agua.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 26 se observa una bobina con más de 30 meses sin movimiento y que fue retirada de la bodega de materias primas debido al daño que sufrió por una filtración de agua. Esta bobina se debe enviar a la basura ya que no es posible procesarla, no solo cambio de forma también el pegamento perdió su capacidad de adherencia, por lo que no queda otra opción que desecharla.

Se considera aprovechar de estudiar PT para corroborar el desperdicio de sobre producción, cabe recordar que estos son los PT que están contabilizados, el valor aumenta si se consideran los que no han sido contabilizados. Se analiza al igual que el Gráfico 1 las familias que componen los PT obsoletos, teniendo como resultado el Gráfico 2.

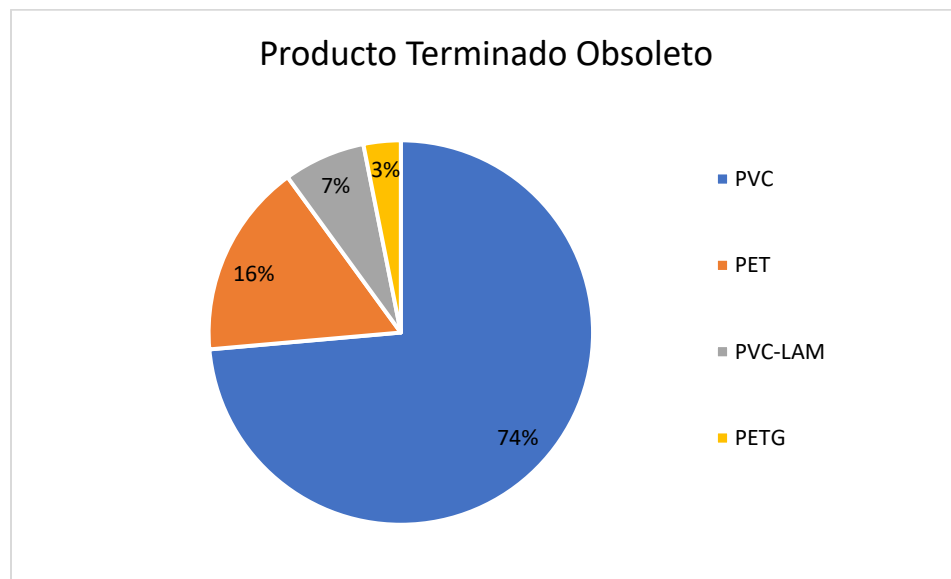


Gráfico 2. Descomposición por familias de productos terminados obsoletos.

Fuente: Elaboración propia.

Se desprende del Gráfico 2 que el PVC nuevamente predomina, lo que corrobora lo mencionado previamente.



Figura 27. Acumulación de MP fuera de la BMP.

Fuente: Elaboración propia.

Observando la Figura 27 se aprecia acumulación de MP fuera de la bodega de materias primas. Al estar fuera de la bodega de materias primas corren el riesgo de sufrir daños, como se ve en la Figura 26.

En total los productos obsoletos, es decir, con seis o más meses de inactividad representan un 14,62% de todos los productos en bodega. El detalle por bodega de los productos inactivos se encuentra en el Anexo 11.3, Tabla 23.

5.6 Movimientos

Este desperdicio se presenta cuando un trabajador no tiene los implementos necesarios cerca de su lugar de trabajo, por lo que debe caminar constantemente para ir a buscarlos. Este desperdicio es difícil de poder cuantificar, pero es sencillo de notar. Cuando uno o varios operadores recorren largas distancias constantemente en búsqueda de una herramienta, se agachan o buscan un banco para alcanzar elementos en altura, equipos mal distribuidos en la planta provocan exceso de movimientos.

Si se observa el layout de la empresa (Anexo 11.2) la oficina de control de calidad corresponde a la misma que la de instalaciones, cada vez que el operador debe colocar etiquetas para los lotes que se arman previos al despacho debe ir a su computador ubicado en la oficina de instalaciones, imprimir las etiquetas (que contienen SKU e información necesaria para el cliente) y volver a la mesa de control de calidad para colocarlas sobre cada lote. Otro caso es el de los impresores, para ambas impresoras (Durst y Liyu) la zona de pre-prensa se ubica donde dice “PC”, por lo que para poder preparar una gráfica que se imprimirá deben realizar el proceso de pre-prensa y después volver a la impresora a cargar las bobinas para recién comenzar a imprimir.

Como se menciona en los casos anteriores el desperdicio de transporte está presente dentro de la empresa y está relacionado a una planeación deficiente del layout de la planta, tampoco existe un proceso de trabajo estandarizado dentro de la planta por lo que el operador define su propia ruta lo que puede provocar movimientos innecesarios, que no agregan valor y un aumento en la posibilidad de accidentes.

5.7 Defectos

Este desperdicio se relaciona con no realizar la operación de manera correcta a la primera vez lo que provoca un error en el producto en fabricación, este desperdicio siempre estará presente mientras exista un proceso productivo, por lo que se debe mantener al mínimo.

La particularidad de trabajar en una empresa de impresión digital es que el producto final no puede ser reprocesado, por lo que si el producto final no cumple con los estándares establecidos es rechazado y debe ser desechado, sin posibilidad de poder reprocesarlo.

En la etapa de control de calidad es cuando se revisan los productos previos a ser despachados. La función de control de calidad es decidir si cada logo cumple o no con los estándares establecidos por la empresa. En esta etapa no se le agrega valor al producto final, como se puede ver en el mapa de flujo de valor (Figura 17), por lo que el tiempo y recurso humano se debe minimizar lo más posible, pero sin perjudicar el flujo.

Durante la producción es común que en las etapas previas (impresión y corte) se detecten fallas en los productos, pero estos no son retirados de la producción o si es que son retirados no son informados al jefe de producción generando una diferencia entre la cantidad que debería tener la orden, lo que informa control de calidad y la cantidad real de productos.

Al consultar a control de calidad y jefe de producción ambos señalan que no existe un registro con los motivos de no conformidad, solo de la cantidad de productos que no son conformes y a que OP corresponde. Es por esto que en los meses de Enero y Febrero de 2020 se lleva un registro de los motivos de rechazo, OP y NV a la que pertenecen, tipo de gráfica, unidades y costo para ambos procesos productivos (proceso A y B). Con los datos de estos meses es posible determinar tendencias en cada proceso y determinar en qué etapa se generan las mayores fallas en los productos. En el Anexo 11.4, Tabla 24 y Tabla 25 para ambos procesos con las que se generan los diagramas de Pareto.

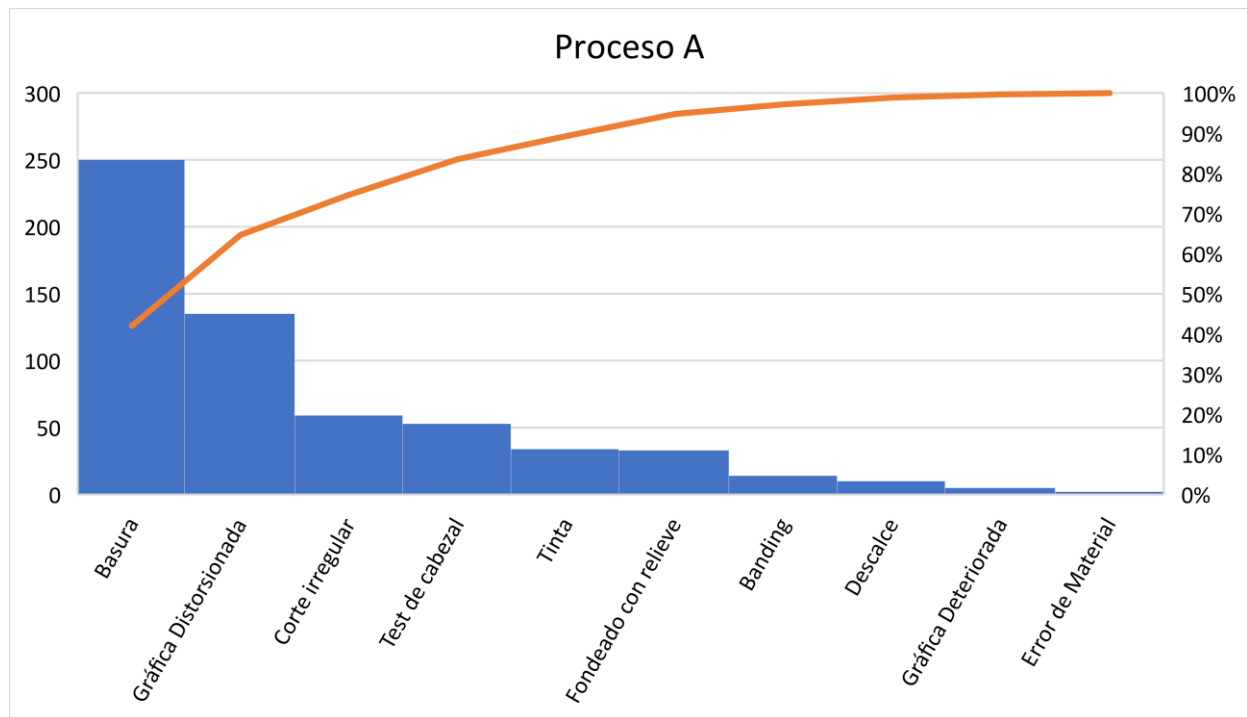


Gráfico 3. Diagrama de Pareto no conformidades proceso A

Fuente: Información interna de la empresa.

Como se mencionó anteriormente este trabajo de título considera solo el estudio del proceso A por lo que el análisis del proceso B no está dentro del alcance. Observando el diagrama de Pareto del proceso A es claro que las no conformidades se concentran en cuatro motivos, los que son descritos a continuación.

1. **Basura:** Dentro del proceso A según el tipo de gráfica puede existir una etapa adicional entre impresión y corte. Esta etapa corresponde al proceso de fondear la gráfica, es decir, aplicar calor a la gráfica para adherir una lámina de doble contacto transparente, esto provoca que la gráfica se vea más reluciente y se realcen los colores. Luego de la impresión las gráficas quedan en bobinas, las que deben ser desenrolladas para agregar doble contacto y posteriormente volver a ser enrolladas. en en el momento en que se desenrolla la gráfica, polvo, pelusas o incluso pelos del operador caen sobre la gráfica, quedando selladas cuando

se aplica el doble contacto. La presencia de esta basura en la gráfica es motivo inmediato de rechazo por parte de control de calidad.

El ambiente en producción debe ser extremadamente limpio, seco y a temperatura controlada para evitar daños en las gráficas cuando se estén imprimiendo o en procesos posteriores.

2. **Gráfica distorsionada:** Corresponde a una baja calidad en la resolución, borrosa, puede ser la gráfica completa o zonas de ésta. Esto se puede deber a una velocidad de avance mayor (mientras menor sea la velocidad de avance mayor será la calidad de la gráfica), mala adherencia de la tinta al PVC o problemas en el cabezal de la impresora.
3. **Corte irregular:** Durante la impresión es posible que la bobina sufra desplazamientos laterales lo que genera que la gráfica no quede en línea recta. Esto afecta directamente al proceso de corte ya que al ser un proceso semi automático, el operador solo debe colocar las cuchillas en su posición y la máquina generará el corte, pero si la gráfica no es recta el corte será recto igual provocando que se corte parte de esta.
4. **Test de cabezal:** Al comenzar y terminar un turno es necesario hacer un test de cabezal para conocer el estado del cabezal de la impresora, pero también se debe hacer al momento de detectar fallas, gráficas distorsionadas, gráficas muy húmedas, entre otros. El problema radica que debido a la antigüedad de la máquina y falta de mantenimiento esto ocurre constantemente y se efectúa sobre la misma gráfica que está siendo impresa.

5.8 Talento sin Utilizar

Este desperdicio se refiere a que en una empresa no se aprovecha la capacidad y habilidades de sus empleados dentro de sus procesos, pero también puede implicar que los trabajadores no estén lo suficientemente capacitados.

Este desperdicio es posible detectarlo dentro de la empresa, en múltiples ocasiones se demuestra que los operarios no saben utilizar los equipos de forma correcta, no entienden los botones, menú y opciones que muestra cada equipo, menos la lógica de funcionamiento de cada máquina, solo saben que siguiendo una determinada secuencia de pasos el equipo cumplirá con la producción. Esto lleva a limitar a los equipos a ciertos procesos, sin poder extraer el potencial de funcionamiento y datos de cada máquina. Lo mencionado anteriormente se resume en una falta de capacitación de los operarios, sumado al poco interés que demuestran por la empresa, es una gran fuente de desperdicio.

Un punto crítico es la falta de personal de mantenimiento. Dentro de la organización no hay personal calificado para realizar mantenimiento correctivo y preventivo a los equipos. Cuando los equipos fallan se debe llamar a técnicos externos, generando retrasos en la producción, costos extras por el cobro del técnico y la compra de repuestos. No se ha evaluado desde el punto de vista monetario el impacto que implica la detención de equipos.

Uno de los principales desperdicios de talento humano dentro de una empresa es la ocurrencia de accidentes laborales debido a que imposibilita al trabajador afectado de realizar sus funciones, le quita un elemento a la empresa. En el caso de esta empresa se tiene una tabla con los siguientes indicadores de accidentabilidad.

Tabla 8. Índices de accidentabilidad en la empresa.

Fuente: Información interna de la empresa.

Año	Promedio N° Trabajadores Mensual	Promedio N° Accidentes Mensual	Promedio Días de Reposo Mensual	Promedio Tasa de Accidentabilidad Mensual	Promedio Tasa de Accidentabilidad Anual
2018	28.83	0.25	1.25	0.88	5.62
2019	27.50	0.00	2.08	0.00	6.52
2020	22.43	0.00	23.86	0.00	0.00
Total	26.87	0.10	6.68	0.34	4.70

Con la Tabla 8 se puede desprender la siguiente información:

- La empresa presenta una tasa de accidentabilidad baja en comparación a empresa del mismo rubro. La tasa de accidentabilidad corresponde a una relación entre el número de trabajadores y la cantidad de accidentes en un período. Como se observa en el año 2019 y 2020 el promedio de accidentes mensuales es cero.
- El promedio de días de reposo en el año 2020 es considerablemente mayor que años anteriores debido a la presencia de un caso COVID confirmado y con contacto estrecho dentro de la empresa. Esto obligó a cerrar la empresa por dos semanas como medida preventiva, provocando un aumento en los días de reposo.
- Con los años se observa una disminución en la cantidad promedio de trabajadores, esto se debe en parte a la automatización de procesos gracias a la implementación de equipos automáticos en los procesos productivos. Lamentablemente no se ha traducido en una mejora en la eficiencia productiva en forma notable. No obstante, en el caso del año 2020 se nota una fuerte caída debido a la situación de la pandemia mundial, en donde la empresa se vio obligada a reducir sus gastos.

6 Definir Oportunidades de Mejora

En este capítulo se estudian las causas raíz obtenidas del diagnóstico de la situación actual de la empresa con el propósito de determinar los síntomas existentes y sus causas. Luego se definen las áreas de mejora con sus respectivas oportunidades de mejora. Finalmente, se realiza un análisis de prioridades de las mejoras y los recursos que serían necesarios para aplicar la mejora.

6.1 Análisis Causa – Efecto

En este capítulo se desarrolla el análisis causa – efecto de los desperdicios identificados en el capítulo anterior, diagnóstico situación actual, para esto se utiliza la herramienta conocida como diagrama de espina de pescado o diagrama de Ishikawa y los cinco por qué.

Luego de identificar los desperdicios presentes en la empresa, se reúne al personal relacionado con producción, jefe de producción, operarios, planificación y gerente general. En la reunión se plantea la pregunta “¿Por qué existen los desperdicios?”. Generando una lluvia de ideas con el fin de identificar posibles causas.

Al identificar las causas raíz de los desperdicios, se llevan a un diagrama de Ishikawa, en donde cada causa raíz relacionada con un desperdicio se clasifica dentro de una de las seis categorías del diagrama de espina de pescado: mediciones, materiales, métodos, medio ambiente, mano de obra y máquinas. Estas categorías son conocidas como las “6M” y definen de manera global todos los procesos productivos y servicios.

En el diagrama causa efecto se agregan marcas de color a cada causa raíz con el motivo de clasificarlas según la criticidad y prioridades que tienen para la gerencia. La clasificación es la siguiente:

Tabla 9. Clasificación de las causas raíz.

Fuente: Elaboración propia.

Color	Significado
	Controlable en un corto plazo y/o requiere una inversión menor
	Controlable en un mediano plazo y/o requiere una inversión media
	Controlable en un largo plazo y/o requiere una inversión mayor

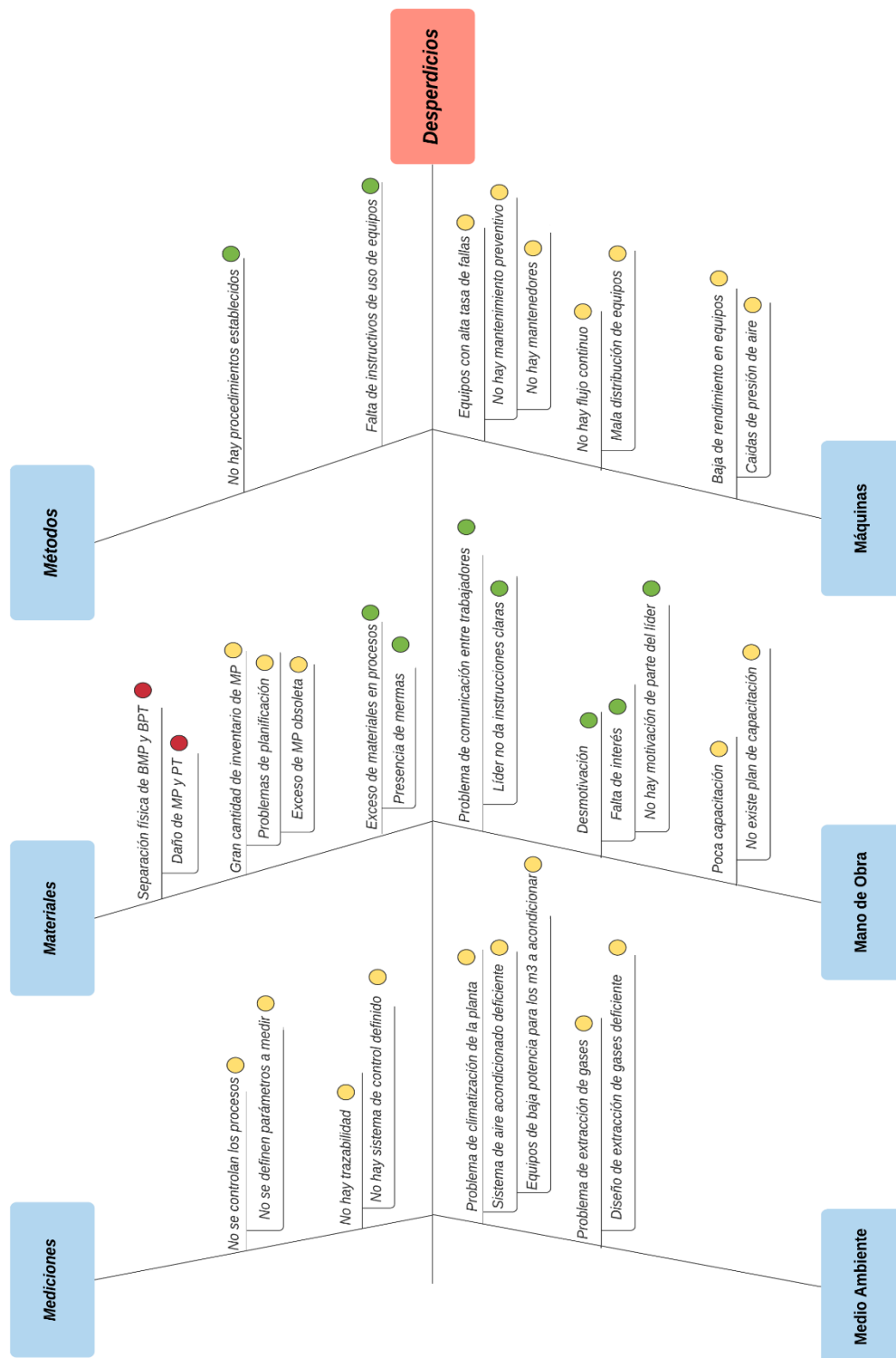


Figura 28. Diagrama causa efecto.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Figura 28 las categorías con mayor cantidad de causas raíz es la de mano de obra que se asocia con la muda de talento humano, mientras que la categoría de mediciones se asocia con los desperdicios de sobre procesamiento, tiempos de espera y sobre producción. Las categorías de medio ambiente y máquinas ambas se relacionan con las mudas de defectos puesto que al tener equipos defectuosos y/o no en óptimas condiciones, en la producción se generan defectos en los productos y fallas de equipos lo que provoca la muda de defectos. En cuanto a la categoría de materiales esta se relaciona con la muda de inventarios ya que no solo existe una acumulación de MP sino también de productos en procesos. Sobre la categoría de métodos esta se relaciona con el desperdicio de sobre procesamiento ya que al no tener procedimientos e instructivos establecidos es sencillo caer en tareas que no agreguen valor o son innecesarias.

Las clasificaciones de las causas raíz resultan beneficiosas para un mejor entendimiento de posibles soluciones.

En este trabajo de título se busca proponer soluciones a las causas identificadas con color verde (controlable en un corto plazo y/o requiere una inversión menor) y color amarillo (controlable en un mediano plazo y/o requiere una inversión media) ya que son de mayor interés para el área de gerencia. En cuanto a las marcadas con color rojo (controlable en un largo plazo y/o requiere una inversión mayor) se mencionarán o incluirán si es que afectan a las otras causas.

6.2 Áreas de Mejora

Desde el análisis causa raíz previamente realizado, el foco de este trabajo de título estará en las causas marcadas con color verde y amarillo ya que se consideran de interés y logrables en un corto/mediano plazo para la gerencia. Se asociarán los desperdicios identificados en la capítulo diagnóstico de la situación actual (Capítulo 5) con las causas probables identificadas en el diagrama de Ishikawa. Desde ahora serán llamadas áreas de mejora a las causas detectadas en la Figura 28.

Tabla 10. Desperdicios y áreas de mejora.

Fuente: Elaboración propia.

Desperdicios	Áreas de mejora
Defectos	• Equipos con alta tasa de fallas • Caídas de presión en suministro de aire • Problema de climatización de la planta • Problema de extracción de gases
Transporte	• Mala distribución de equipos
Sobre Procesamiento	• No hay procedimientos establecidos • Falta de instructivos de uso de equipos
Inventarios	• Gran cantidad de inventario • Exceso de materiales en procesos
Talento Humano	• Problemas de comunicación • Desmotivación • Falta de capacitación
Tiempos de Espera	• No hay control de procesos • No hay trazabilidad

6.3 Oportunidades de Mejora

Con los desperdicios y áreas de mejora de la Tabla 10 es posible determinar oportunidades de mejora.

Tabla 11. Oportunidades de mejora para cada área.

Fuente: Elaboración propia.

Desperdicio	Área de Mejora	Oportunidad de Mejora
Defectos	Equipos con alta tasa de fallas	Diseñar plan de mantenimiento
	Caídas de presión en suministro de aire	Rediseñar red de aire comprimido
	Problema de climatización de producción	Sistema de climatización no cumple con capacidad necesaria
	Problema de extracción de gases	Sistema de extracción de gases mal diseñado
Transporte	Mala distribución de equipos	Rediseñar layout
Sobre procesamiento	No hay procedimientos de trabajo establecidos	Establecer procedimientos de trabajo
	Falta de instructivos de uso de equipos	Crear instructivos de uso de equipos
Inventarios	Gran cantidad de inventario	Revisar planificación de producción
	Exceso de materiales en procesos	Implementar 5S
Talento Humano	Problemas de comunicación	Realizar reuniones de producción regularmente
	Desmotivación	Hacer participativos a los trabajadores de ideas y soluciones.
	Falta de capacitación	Evaluar programa de capacitación para trabajadores
Tiempo de espera	No hay control de procesos	Determinar parámetros a medir
	No hay trazabilidad	Crear sistema de control

Cada oportunidad de mejora conlleva una o varias acciones a realizar junto con su respectivo objetivo, con el fin de poder determinar un plan de mejora. La acción responde a la pregunta: “¿Qué se va a hacer?” mientras que el objetivo responde a la pregunta: “¿Para qué se hace?”.

Tabla 12. Descripción acciones y objetivos para cada oportunidad de mejora.

Fuente: Elaboración propia.

	Oportunidad de mejora	Acción	Objetivo
1	Diseñar un plan de mantenimiento	Diseñar un plan de mantenimiento preventivo que considere personal capacitado, repuestos y tiempos de parada de los equipos.	Disminuir la tasa de falla y aumentar disponibilidad de los equipos.
2	Rediseñar red de aire comprimido	Rediseñar red de aire comprimido y cambiar componentes defectuosos y/o en mal estado.	Mantener una presión de trabajo constante para suministrar a los equipos, disminuir carga de trabajo al compresor y que considere futuras expansiones de la empresa.
3	Sistema de climatización no cumple con capacidad necesaria	Rediseñar y adquirir equipos que cumplan con la capacidad frigorífica requerida. Revisar aislación de paredes, techo y puertas.	Evitar detenciones de equipos por alta temperatura. Controlar deterioro de MP.
4	Sistema de extracción de gases mal diseñado	Rediseñar sistema de extracción de gases.	Hacer más eficiente la extracción de gases.
5	Rediseñar layout	Rediseñar layout.	Reducir movimientos y traslados, además de favorecer el flujo.

6	Establecer procedimientos de trabajo	Crear procedimientos de trabajo.	Estandarizar el trabajo para disminuir la cantidad de no conformidades y aumentar seguridad de trabajadores.
7	Crear instructivos de uso de equipos	Crear instructivos de uso para cada máquina.	Definir el uso correcto de los equipos, eliminar posibles malas prácticas y procedimientos erróneos.
8	Revisar planificación de producción	Levantamiento de inventario y creación de plan de disminución de cantidad de MP en bodega.	Disminuir cantidad de obsoletos y mal aprovechamiento de materia prima.
9	Implementar 5S	Implementar 5S.	Limpiar, ordenar y organizar el lugar de trabajo, junto con definir un estándar de orden.
10	Realizar reuniones de producción regularmente	Definir reuniones diarias y/o semanales.	Informar a los trabajadores sobre seguridad, KPI's y plan de trabajo, calidad y desperdicios de materias primas. (charlas de 5 minutos).
11	Hacer participativos a los trabajadores de ideas y soluciones.	Semanalmente realizar reunión con trabajadores.	Motivar a presentar soluciones a problemas existentes y/o nuevas ideas que aumenten eficiencia de la planta.
12	Evaluar programa de capacitación para trabajadores	Capacitar trabajadores que demuestren interés y capacidades en el uso de equipos	Operar de manera correcta los equipos junto con obtener el máximo potencial de las máquinas.

13	Determinar parámetros a medir	Definir parámetros a controlar, como lo son tiempos de procesos, consumo de material y mermas.	Determinar con mayor precisión los recursos necesarios para la operación.
14	Crear sistema de control	Crear sistema de control con KPI's a definir que indique problemas en la operación.	Detectar problemas en la operación de manera más rápida para poder tomar acción y definir planes a seguir.

6.4 Análisis de Prioridades

Cada oportunidad de mejora mencionada anteriormente tiene asociada, observaciones, limitaciones, costos, impacto en la organización, dificultad de implementación y plazos de ejecución. Estas limitaciones se deben poner a prueba para determinar si las oportunidades de mejora realmente son beneficiosas, generan mejoras, aumentan la rentabilidad y si el costo de oportunidad se justifica.

Para poder determinar la prioridad de ejecución de las oportunidades de mejora se considerarán cuatro ámbitos: dificultad de implantación, impacto en la empresa, tiempo de desarrollo y costo.

Tabla 13. Criterios evaluación oportunidades de mejora.

Fuente: Elaboración propia.

Dificultad	Alta	Media	Baja
Impacto	Bajo	Media	Alto
Tiempo	Mayor a 6 meses	3 a 6 meses	0 a 3 meses
Costo	Alto	Medio	Bajo
Puntaje	1	2	3

Los criterios elegidos y la prioridad de las oportunidades de mejoras se realizaron en conjunto con el dueño de la empresa, gerente general y jefe de producción. A petición del dueño de la empresa en la categoría de costos no se dan a conocer los montos que estos involucran, solo se clasifican en alto, medio y bajo. A continuación, se presenta la tabla de evaluación de oportunidad de mejora para la oportunidad de mejora 1. Los resultados de evaluación de mejora se adjuntan en el Anexo 11.5, Tabla 26.

Tabla 14. Evaluación de prioridad de oportunidad de mejora 1.

Fuente: Elaboración propia.

Área de mejora 1	Equipos con alta tasa de fallas.
Oportunidad de mejora 1	Diseñar un plan de mantenimiento.
Observaciones	Es necesario evaluar capacitación de personal o contratación de un nuevo trabajador para creación de departamento de mantenimiento.
Limitaciones	Se requiere de personal capacitado, repuestos y organizar las paradas de las máquinas para realizar mantención respectiva.
Dificultad	1
Impacto	3
Tiempo	1
Costo	2
Puntaje	7

Con todas las oportunidades de mejora ya evaluadas se define la prioridad de las mismas sumando el puntaje obtenido en cada categoría (dificultad, impacto, tiempo y costo), Se determina que las oportunidades con mayor puntaje son las que cuentan con mayor prioridad, por lo que mientras mayor sea el puntaje obtenido mayor será su prioridad para la organización. Esto se representa en la Tabla 15.

Tabla 15. Priorización oportunidades de mejora.

Fuente: Elaboración propia.

Oportunidad de Mejora	Dificultad	Impacto	Tiempo	Costo	Puntaje	Prioridad
Revisar planificación producción	3	3	3	3	12	1
Realizar reuniones de producción regularmente	3	3	3	3	12	2
Rediseñar layout de la empresa	2	3	3	3	11	3
Hacer participativos a los trabajadores de ideas y soluciones	3	3	3	2	11	4
Sistema de climatización no cumple con capacidad necesaria	2	3	3	2	10	5
Establecer procedimientos de trabajo	3	2	3	2	10	6
Diseñar plan de mantenimiento	2	3	2	3	10	7
Rediseñar red de aire comprimido	2	2	3	2	9	8
Sistema de extracción de gases mal diseñado	2	3	2	2	9	9
Determinar parámetros a medir	2	3	2	2	9	10
Crear sistema de control	2	3	2	2	9	11
Crear instructivos de uso de equipos	2	2	2	2	8	12
Implementar 5S	1	3	1	1	6	13
Evaluar programa de capacitación para trabajadores	1	3	1	1	6	14

Con la Tabla 15 se determina que las cuatro oportunidades de mejora con mayor prioridad son:

- Revisar planificación de producción
- Realizar reuniones de producción regularmente
- Rediseñar layout de la empresa
- Hacer participativos a los trabajadores de ideas y soluciones

7 Proposición Plan de Mejora

En este capítulo se lleva a cabo una propuesta de plan de mejora, considerando la priorización de oportunidades de mejora hecha previamente. Además, se añade la planificación y programación de las acciones de mejora, con los responsables de cada acción y el seguimiento de los resultados de las mejoras.

7.1 Planificación Plan de Mejora

En la propuesta del plan de mejora se consideran todas las oportunidades de mejora descritas anteriormente según la priorización de criticidad. Para esto se utilizará la metodología 5W+H, que responde a las preguntas:

- What (¿Qué?)
- When (¿Cuándo?)
- Who (¿Quién?)
- Where (¿Dónde?)
- Why (¿Por Qué?)
- How (¿Cómo?)

Esta metodología permite indicar recursos necesarios (materiales y humanos), fechas de inicio y termino, y responsables. En el plan de mejora también se considera el desperdicio y causa raíz que afecta. Además, señala el objetivo de la oportunidad de mejora y un indicador (KPI) o entregables esperados. A modo de ejemplo se presenta la Tabla 16. Las tablas de todas las oportunidades de mejora clasificadas por familias se encuentran en el Anexo 11.6.

Tabla 16. Planificación de la oportunidad de mejora 1.

Fuente: Elaboración propia

Oportunidad de mejora		Revisar planificación de producción					
Objetivo	Meta		Control de fechas		Recursos necesarios		
Disminuir cantidad de obsoletos y mal aprovechamiento de materia prima	Indicador (KPI)		Inicio		Humanos		
	Tasa de no conformidades						
	Tasa de sobreconsumo de MP						
		Entregables		Término		Materiales	
Método		Responsable		Gerente General			
Nº	Qué	Por qué	Cómo	Quién	Dónde	Cuándo	Avance
1	Reunión de Producción	Revisar planificación de producción	Reunión	Jefe de Producción	Área de producción	Una vez por semana	
2	Revisar la planificación de Producción	Detectar las desviaciones	Contrastar avance de Producción con lo planificado	Jefe de Producción	Área de producción	Una vez por semana	
3	Detectar desviaciones de Producción	Para informar incumplimientos	Informe de Producción	Jefe de Producción	Área de producción	Diario	
4	Informe de fallas de Equipos	Evitar repitencia de falla	Análisis de falla	Jefe de Producción	Área de producción	Una vez por semana	
5	Informe de Sobreconsumo de MP	Para disminuir el sobreconsumo	Análisis de sobreconsumo	Jefe de Producción	Área de producción	Una vez por semana	

7.2 Seguimiento

Al implementar una mejora independiente del tipo de mejora y el lugar donde se implemente siempre se debe tener en cuenta que se pueda mantener en el tiempo, sino el esfuerzo de identificar e implementar la mejora será en vano. Al hacer un seguimiento de la mejora es posible corroborar si la mejora es efectiva, ver si tiene los resultados esperados, ataca la causa raíz, disminuye realmente el desperdicio o si ocurre todo lo contrario y la mejora en realidad empeora la situación. Es por esto que hacer un seguimiento es fundamental dentro de un plan de mejora.

Con el objetivo de poder controlar los avances de las mejoras se propone realizar evaluaciones de avance según la Tabla 17.

Tabla 17. Ficha de evaluación avance de mejora.

Fuente: Elaboración propia.

Evaluación Avance de Mejora				
Oportunidad de Mejora				
Fecha de Evaluación				
Responsable del Seguimiento	Nombre:			
	Cargo:			
Acción de Mejora	Fecha		KPI Entregable	Nivel de Avance
	Inicio	Fin		
Comentarios				

Como se observa en la Tabla 17, la ficha declara un responsable el cual debe realizar el seguimiento de la mejora y las acciones de mejora que se han generado. Al tener esta ficha es posible medir el nivel de avance de las mejoras con respecto al objetivo que se define en el plan de mejora, esto permite verificar la efectividad de las acciones, es decir, cuantificar los datos. Si se modifican las mejoras con respecto a las previamente establecidas es necesario generar nuevos estándares que se acomoden a las modificaciones.

8 Resultados

En este capítulo se muestran algunas de las mejoras implementadas en la empresa. Cabe mencionar que no todas las mejoras que se implementaron pertenecen al plan de mejora, debido a que estaban fuera del alcance de este trabajo de título, aún así se espera que tengan un impacto positivo dentro de la empresa.

Las mejoras implementadas son las siguientes:

- **Elevador de Rollos**

Como se menciona anteriormente la carga de bobinas en la impresora Durst presenta problemas para manipularlas debido a su gran peso (más de 100 [kg]). Es por esto que se determina un quick win al comprar un elevador de rollos para la carga de las bobinas. Además, se crea una estación de precarga de rollos, con el fin de realizar el cambio de formato lo más rápido posible, dejando lista la siguiente bobina para ser cargada a la impresora, disminuyendo el tiempo de ejecución y ayudando a la planificación previa de la producción.



Figura 29. Elevador de rollos cargando impresora.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 30. Elevador de rollos y estación de precarga de bobinas.

Fuente: Elaboración propia.

- **Ionizador de Aire**

Al imprimir rollos de PET se generaba una gran acumulación de estática en la parte final del proceso, que es cuando se vuelve a enrollar la bobina con la gráfica ya impresa. Las bobinas al ser de gran longitud (250 [m]) acumulaban una gran cantidad de estática, lo que se traducía en descarga eléctrica para los operarios que debían operar la impresora. Se identifica un dispositivo llamado ionizador de aire que ya se usaba en otra impresora para eliminar la carga del sustrato. Se colocan debajo de la bobina que se enrolla, provocando la eliminación de la carga eléctrica de los rollos de la bobina y entregando mayor seguridad para el personal.



Figura 31. Ionizador de aire colocado bajo la bobina.

Fuente: Elaboración propia.

- **Compactador de basura**

En la empresa existen problemas para conocer cuánto es el consumo real de materia prima en sus procesos. En parte se debe a que no existe un control estricto de lo que entra y lo que sale de producción. Es por esto que se propone utilizar un compactador de basura para todas las mermas de PVC generadas en el proceso de corte, con el fin de después pesar la basura compactada y llevar un registro de cuanto es lo que se desperdicia. Al realizar un cruce entre la MP que fue ingresada a procesos, los productos que salieron de procesos, los productos rechazados y las mermas desechadas se tiene una mejor idea del consumo real de la empresa, además es más sencillo detectar posibles problemas.

Otro beneficio del compactador es la disminución en la cantidad de veces que el container destinado a basura es retirado mensualmente. Antes de implementar esta medida se retiraba el container una vez por semana. Luego de implementar la mejor se retira cada dos semanas. Esto se traduce en una disminución de costos inmediata ya que el costo de retirar la basura se disminuye a la mitad. Fotos se encuentran en el Anexo 11.7, Figura 37 y Figura 38.

- **Reuniones Periódicas**

Se determina que una vez por semana, los martes, el jefe de producción se debe reunir con los operadores para dar información sobre el rendimiento de la empresa, indicadores de rendimiento, planificación para la semana de trabajo y futuros trabajos. Son charlas de cinco minutos que fortalecen la comunicación dentro de la empresa, además crea un sentido de responsabilidad en los trabajadores ya que ven reflejado en números su trabajo. También se define que en la reunión del primer martes de cada mes será de diez minutos con el fin de escuchar ideas y solicitudes de los trabajadores con el fin de solucionar posibles problemas o mejorar algunos procesos.

La realización de estas reuniones son bien recibidas por gerencia y por los operarios.

- **Nuevo Layout**

Dentro de las oportunidades de mejora prioritarias estaba rediseñar un nuevo layout, en gran parte por problemas de flujo dentro de la empresa, presencia de desperdicio de movimientos y la llegada de una nueva máquina. Se proponen diferentes diseños de layout a gerencia, llegando al definitivo que se aprecia en el Anexo 11.2, Figura 36.

Los beneficios que se aprecian con el nuevo diseño de layout es la eliminación de dos oficinas, el personal fue trasladado al área administrativa de la empresa, el que también fue rediseñado para acomodar a el personal trasladado, en el Anexo 11.7 se puede ver el layout de administración anterior (Figura 39) y el nuevo layout de administración (Figura 40). Otro beneficio fue disminuir la distancia de traslado del proceso B en un 44,16% con respecto a la distancia recorrida en el layout anterior, lo que se tabula en el Anexo 11.2, Tabla 21.

- **Rediseño Red de Aire Comprimido**

Una de las mayores inquietudes del dueño de la empresa era la sobrecarga que se le entregaba al compresor, lo que estaba provocando un alto consumo de energía y mantenciones con mucha frecuencia, lo que se traduce en un aumento de costos de la empresa, junto con la evidente baja en el rendimiento de los equipos. Es por esto que el

dueño y el gerente general plantean con urgencia diseñar una nueva red de aire comprimido. El diseño final se encuentra en el Anexo 11.7, Figura 41.

Los resultados obtenidos con este nuevo diseño fueron lograr controlar y mantener estable la presión de aire dentro de la línea al cambio manguera de caucho por cañerías de 2'' lo que se comprueba al realizar una medición de presión al día a la misma hora durante 5 días seguidos, Anexo 11.7, Tabla 27. Además, de crear un anillo lo que no solo ayuda a mantener una presión constante, sino que también actúa como un pequeño pulmón en caso de falta de caudal. Se cambiaron las conexiones entre los equipos y la red ya que estaban oxidadas, también se colocan conexiones con cuello de cisne y conjuntos FRL para evitar la entrada de agua a los equipos, asegurar una presión de entrada a las máquinas y lubricación. Por último, se consideran conexiones extras en caso de futuras expansiones de la empresa.



Figura 32. Conexión que se cambió debido a presencia de oxido.

Fuente: Elaboración propia.

9 Conclusiones

En este capítulo se presentan las conclusiones del trabajo de título para propuesta de plan de mejora de eficiencia operacional en una empresa de impresión digital.

En primera instancia para poder implementar un plan de mejora utilizando herramientas de mejoramiento continuo se debe tener un compromiso de todas las partes que conforman la empresa, desde los operadores hasta la gerencia. Este compromiso estuvo presente pero debido a situaciones no controlables como lo es una pandemia mundial que provocan un cambio en las prioridades de la empresa es que la implementación y sostenibilidad de este plan de mejora está demorado.

Al realizar el levantamiento de los procesos productivos de la empresa para conocer en detalle cada uno de estos y sus distintas problemáticas, considerando las características de la empresa, tamaño pequeño, recursos limitados, largos ciclos de actividades y claros indicios de desperdicios es que se selecciona la metodología Lean Manufacturing [1] ya que entrega una forma eficiente de gestionar una empresa, también aporta una mayor flexibilidad y productividad al proceso productivo que concuerda con lo que la empresa está buscando.

A través del levantamiento realizado fue posible identificar las pérdidas en los procesos, cuellos de botellas y actividades que no agregan valor. El cuello de botella identificado es en la etapa de control de calidad donde los productos se acumulan esperando ser inspeccionados para poder ser despachados, como se describe en los capítulos anteriores. Una de las actividades que no agregan valor es la gran cantidad de flujos cruzados como se muestra en el diagrama de spaghetti, Figura 23. Las pérdidas en los procesos se identifican mediante la considerable cantidad de productos con defectos, y los motivos por los que son rechazados, como se muestra en el Gráfico 3.

Con la ayuda del levantamiento de los procesos se identifican los desperdicios presentes dentro de la empresa, donde las causas raíz están plasmadas en el diagrama de Ishikawa, Figura 28. Luego de un análisis de prioridades se determina que la oportunidad de mejora más prioritaria es revisar la planificación de producción y realizar reuniones de producción regularmente, ambas obtuvieron el mayor puntaje. Estas actividades se destacan por tener un alto impacto, bajo costo y dificultad,

y ser de ejecución inmediata. Al aplicarlas se detecta una mejoría notable, ya que se disminuyó el inventario de MP obsoleta en bodega debido a que se dio de baja los productos en mal estado. Lamentablemente producto de la pandemia no se logró verificar y validar esta propuesta.

Se propone un plan de mejora indicado en el Capítulo 7, pero debido a la pandemia no se logra ejecutar por completo.

Teniendo la aprobación del gerente y de el dueño de la empresa junto con los recursos necesarios definidos en el plan de mejora, la implementación total se llevará a cabo una vez que la situación de la empresa mejore debido a la paralización productiva por más de 4 meses. Los recursos se destinaron para cubrir los costos fijos de la empresa. Este proyecto se retomará una vez que la empresa vuelva a tener números azules en su estado de resultado.

En este trabajo de título pese a estar fuera del alcance se crea y define de manera formal el marco estratégico de la empresa, que consiste en el propósito, visión, misión y valores. También se crea un diagrama organizacional reflejando los departamentos y jerarquía que componen a la empresa. La creación de estos elementos fue propuesto y aceptado por el gerente general y tiene un impacto positivo dentro de la empresa puesto que fija un rumbo hacia el que se quiere apuntar y muestra de manera gráfica la organización de la empresa.

Es importante mencionar que a petición del dueño de la empresa es que los datos de inversión económica en las oportunidades de mejora son confidenciales, pese a esto gran parte de las oportunidades de mejora requieren una inversión mínima o no requieren de inversión, sino pequeños cambios en la forma de trabajar, por lo que el factor económico no es de gran relevancia para este trabajo de título.

9.1 Recomendaciones

En este capítulo se mencionan las recomendaciones que están fuera del alcance de los objetivos de la memoria, pero pueden contribuir al desarrollo de la empresa.

- **VSM**

Se recomienda realizar VSM [3] a otros procesos de la empresa, para conocer en detalle las actividades dentro de esos procesos que agregan valor y las que no agregan valor, junto con sentar una línea base para evaluar la futura aplicación de mejoras en este o los procesos. Se podría replicar la metodología utilizada, pero para el proceso B, el segundo más importante dentro de la empresa y que la investigación realizada en esta memoria demostró la presencia el desperdicio de sobre producción. Se podría utilizar este trabajo de título como referencia para desarrollar un estudio en detalle del proceso, se deja como recomendación para un trabajo de título posterior.

- **Estudio SMED**

Se recomienda evaluar la posibilidad de realizar un estudio SMED a la máquina Durst, puesto que como se describe en capítulos anteriores presenta una demora significativa al momento de cambiar de bobina. Se debe considerar dos aspectos, el primero es un aspecto electrónico en donde se debe realizar un estudio completo del cableado y de la electrónica interna de la impresora. El segundo aspecto es mecánico debido a la propia naturaleza de las bobinas que en su mayoría pesan sobre 100 [Kg] por lo que es difícil para un operador manipularlas.

- **Implementación normas ISO**

Se recomienda evaluar la implementación de normas ISO dentro de la empresa, como lo son ISO 9001 para establecer un sistema de gestión de calidad e ISO 14001 para establecer un sistema de gestión de medio ambiente. Al implementar estas normas ISO la empresa aumenta sus posibilidades de adjudicarse licitaciones de grandes clientes, junto con

establecer estándares dentro de la empresa que buscan asegurar la calidad y gestión con el medio ambiente de sus productos y servicios.

- **Aplicar plan de mejora en empresa del holding**

Dentro del holding existe una empresa de similares características dedicada a la inyección de plástico, en donde la aplicación de un plan de mejora de eficiencia operacional podría traer grandes beneficios. La empresa que se recomienda presenta un tamaño, estructura organizacional similar y a priori se detectan desperdicios en su proceso productivo, por lo que se propone para otro trabajo de título la implementación de un plan de mejora de eficiencia operacional en una empresa de inyección de plástico.

- **Cuello de botella**

Como se menciona en capítulos anteriores el cuello de botella se presenta en la etapa de control de calidad ya que este recibe productos a inspeccionar de todos los procesos productivos donde la suma de los tiempos sobrepasa la capacidad del proceso. Se recomienda agregar un segundo inspector de control de calidad, con lo cual se disminuirían los tiempos de este proceso como se muestra en el VSM, Figura 17.

10 Bibliografía

- [1] J. P. Womack and D. T. Jones, “Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation,” *J. Oper. Res. Soc.*, vol. 48, no. 11, pp. 1148–1148, Nov. 1997, doi: 10.1057/palgrave.jors.2600967.
- [2] H. Gutiérrez, R. Dela Vara, R. Perroy, and S. Careas, *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. 2009.
- [3] M. Rother and J. Shook, “Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda (Lean Enterprise Institute),” *Lean Enterprise Institute Brookline*. p. !, 2003, [Online]. Available: http://www.leanenterprises.com/Library/Learning_to_See_Foreword.pdf.
- [4] J. C. Hernández Matías and A. Vizán Idoipe, *Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implementación*. 2005.
- [5] S. Olguín, “Plan de mejora operacional en una maestría pequeña de finalidad académica,” 2018, [Online]. Available: <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/41232/3560902038628UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [6] “gallery-3-1200x800-original.jpg (1200×800).” <https://www.interscreen.cl/images/gallery-3-1200x800-original.jpg> (accessed Jan. 11, 2021).
- [7] “Mimet-_0008_maq-topsy.jpg (500×700).” https://www.mimet.cl/eng/wp-content/uploads/2019/04/Mimet-_0008_maq-topsy.jpg (accessed Nov. 17, 2020).
- [8] Interscreen, “Interscreen.” www.interscreen.cl.
- [9] “Durst Rho 500R | Cestrian.” <https://www.cestrian.co.uk/technology/durst-rho-500r/> (accessed Jan. 04, 2021).
- [10] “PLATINUM KC - RICOH.” <https://www.liyuprinter.com/en/platinum-kc-ricoh> (accessed Jan. 04, 2021).
- [11] “Calex Home | Calex Finishing Solutions.” <https://www.calex.com/?lang=es> (accessed Jan. 04, 2021).
- [12] M. P. Araneda Durán, “Propuesta de un plan de mejora de la eficiencia de los procesos en una empresa metalmecánica,” Universidad Técnica Federico Santa María, 2016.
- [13] H. Gutiérrez Pulido, *Calidad Total y Productividad*. Mc Graw Hill, 2003.
- [14] P. Lledó and R. Mercau, *Administración Lean De Proyectos: Eficiencia en la gestión de múltiples proyectos*. 2006.
- [15] “Metodología 5S - TCM Consultoría y Formación.” <https://www.tcmetrologia.com/cursos/implantacion-5s> (accessed Aug. 09, 2020).

- [16] D. H. Stamatis, *The OEE primer: Understanding overall equipment effectiveness, reliability, and maintainability*. 2017.
- [17] J. Ocampo and A. Pavón, “Integrando la Metodología DMAIC de Seis Sigma con la Simulación de Eventos Discretos en Flexsim,” *LACCEI Lat. Am. Caribb. Conf. Eng. Technol.*, pp. 1–10, 2012, [Online]. Available: <http://www.laccei.org/LACCEI2012-Panama/RefereedPapers/RP147.pdf>.
- [18] N. Alvarez, “Fundamentos del Mejoramiento Continuo,” 2019.
- [19] “3 herramientas para mapear procesos en ISO 9001:2015 - Calidad y ADR.” <https://aprendiendocalidadyadr.com/mapeo-de-procesos-iso-90012015/> (accessed Sep. 12, 2020).

11 Anexos

En este capítulo se presenta los anexos utilizados en el trabajo de título.

11.1 Datos VSM

Tabla 18. Producción por unidades de cada modelo por mes y año.

Fuente: Información interna de la empresa.

	2019		2020		
Modelo	Abril	Septiembre	Febrero	Septiembre	Total
VV-19	4579	6502	3014	1525	15620
VV-38D	2798	5119	1809	916	10642
CV-200AE	2708	3527	1932	1008	9175
CV-350AE	3154	1768	1806	960	7688
CV-280AE	2516	2909	549	1126	7100
VV-66D	460	1865	246	972	3543
CV-580AE	30	21	1102	390	1543
VV-5	0	1097	25	229	1351
VV-8	14	856	14	354	1238
VV-16BTF	208	155	33	0	396
Total	16467	23819	10530	7480	

Tabla 19. Medición de tiempos de cada etapa

Fuente: Información interna de la empresa.

Medición	Diseño [min]	Pre-Prensa [min]	Impresión [seg]	Corte [seg]	Control de calidad [seg]
1	45	33	147	15	33
2	76	39	148	18	16
3	48	21	150	17	16
4	23	30	151	15	39
5	30	18	151	16	15
Mediana	45	30	150	16	16
Media	44.4	28.2	149.4	16.2	23.8
Des. Stand	20.48	8.64	1.82	1.30	11.34

Tabla 20. Medición de presión en línea de suministro de aire.

Fuente: Elaboración propia.

Fecha	06/01/20	07/01/20	08/01/20	09/01/20	10/01/20
Presión [bar]	5.5	5.9	4.8	6.0	5.4

11.2 Diagramas de Spaghetti

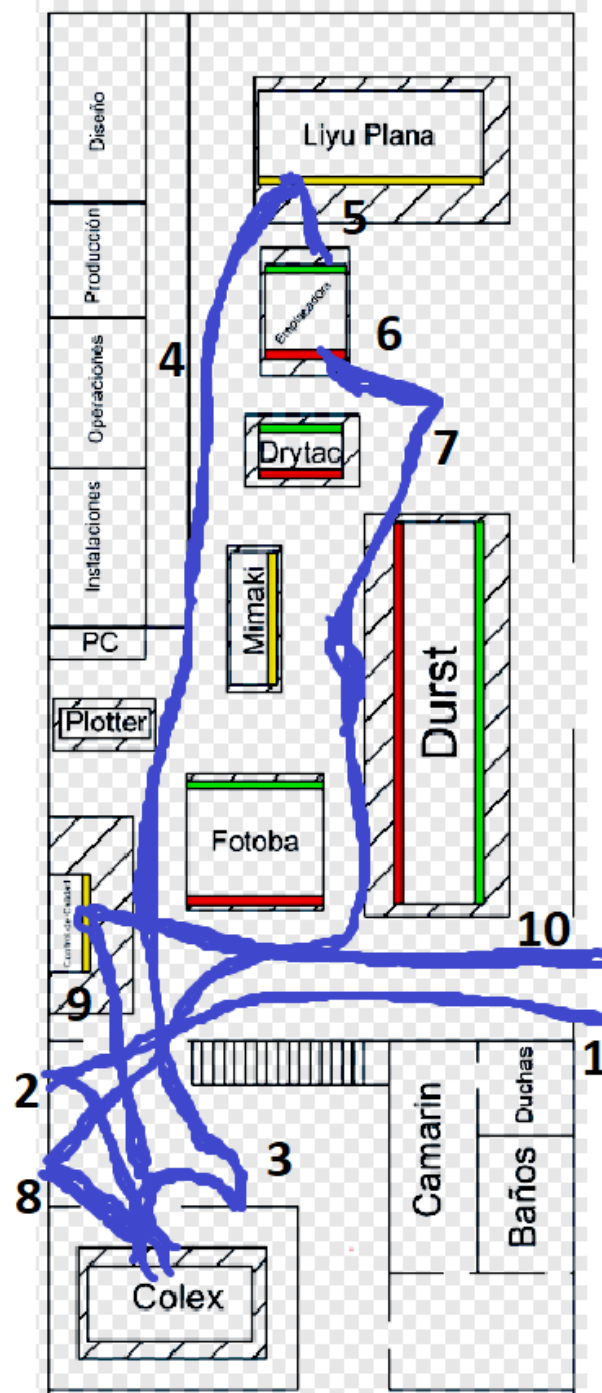


Figura 33. Mapa de Spaghetti del proceso B.

Fuente: Elaboración propia.

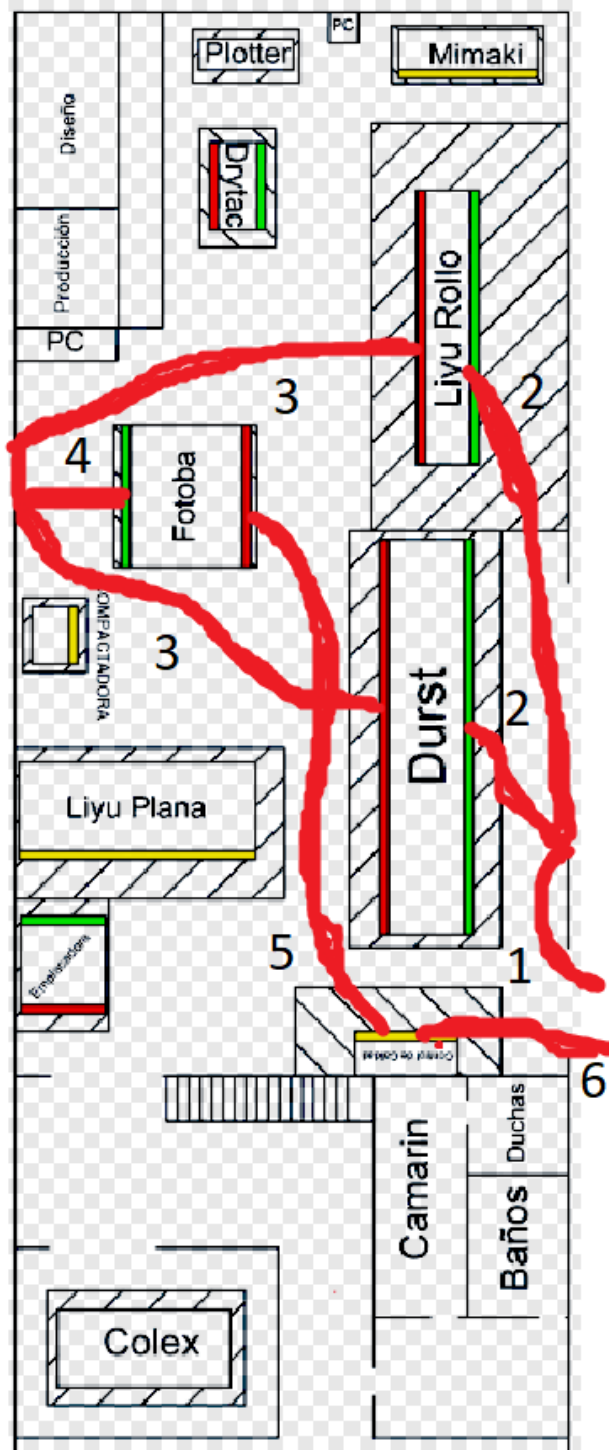


Figura 34. Mapa de Spaghetti del proceso A después del cambio de layout.

Fuente: Elaboración propia.

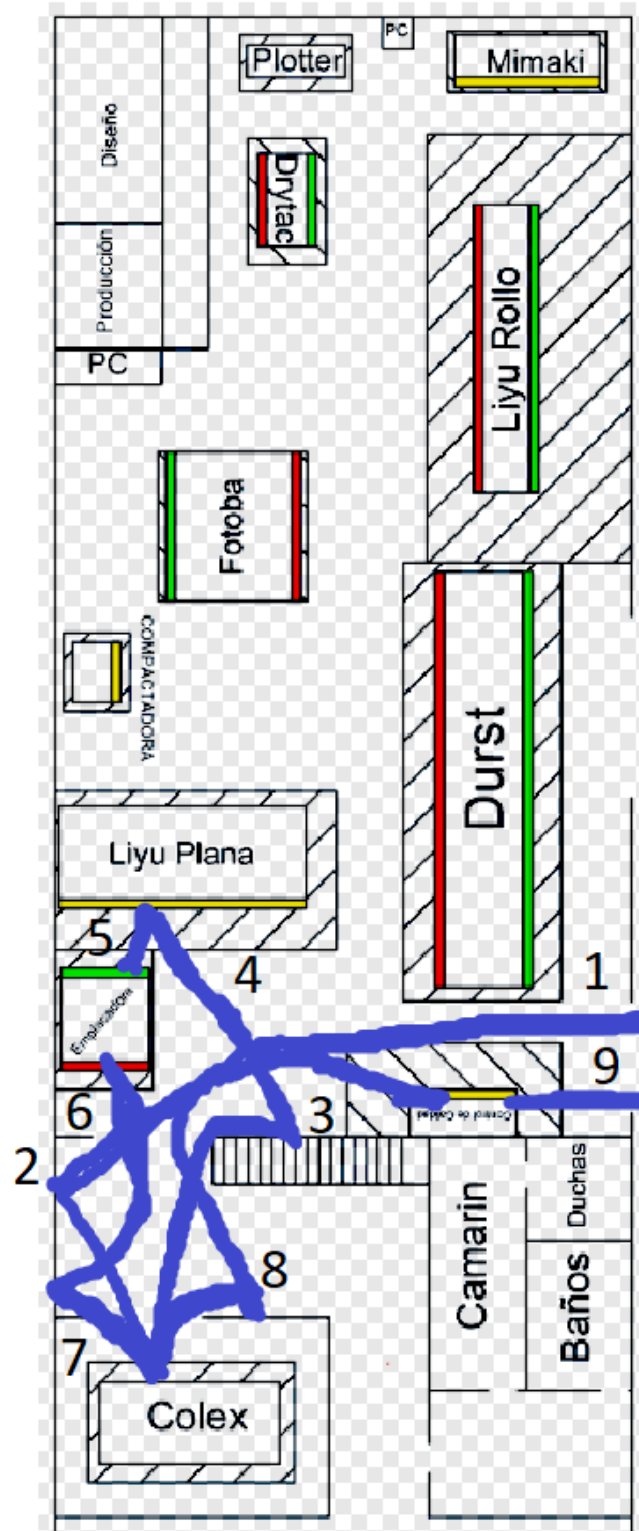


Figura 35. Mapa de Spaghetti del proceso B después del cambio de layout.

Fuente: Elaboración propia.

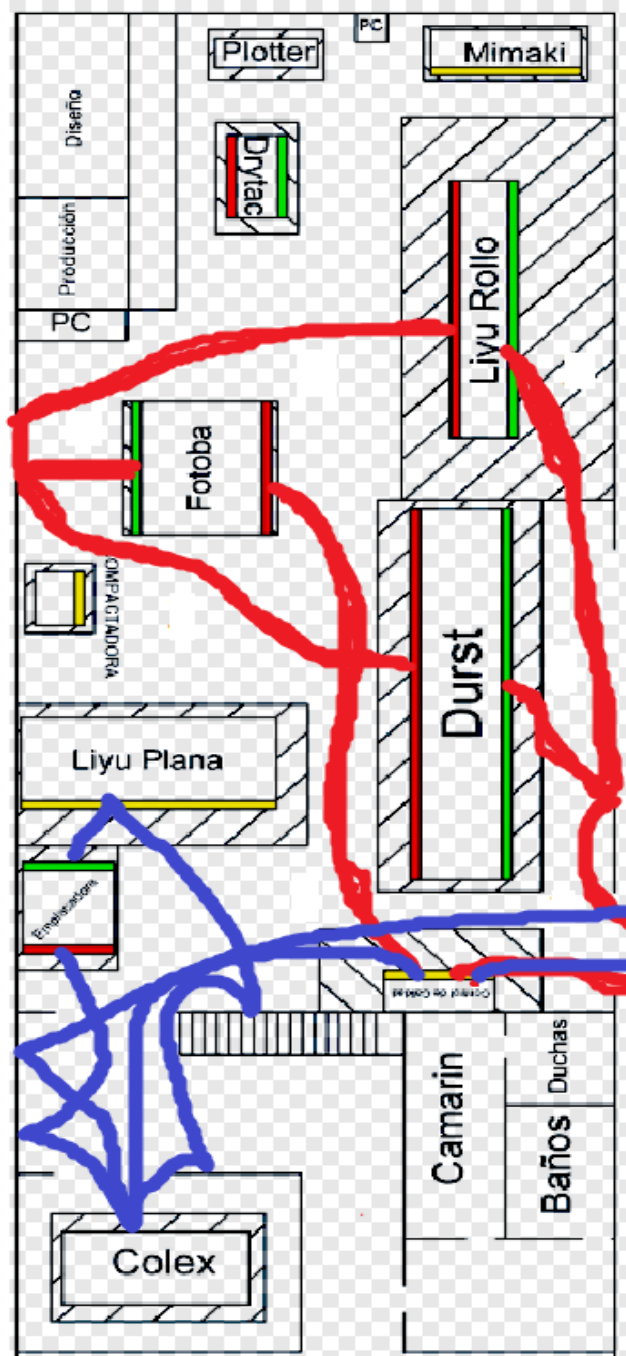


Figura 36. Mapa de Spaghetti de ambos procesos después del cambio de layout.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Transporte realizado por operarios y/o materiales durante el proceso B con el nuevo layout.

Fuente: Elaboración propia.

Etapas	Acción	Distancia [m]
1	Entrada de MP a procesos	14
2	Carga de MP para ser dimensionada	2
3	Descarga de MP ya dimensionada	3
4	Traslado de MP para ser impresa	2
5	Descarga de plancha impresa, previo a ser emplacada	1
6	Descarga de plancha emplacada	3
7	Traslado de planchas impresas a corte	1
8	Traslado de gráficas para ser revisadas por control de calidad	5
9	Gráficas conformes son llevadas a BPT	12
	Total	43

11.3 Datos Inventario

Tabla 22. Detalle de obsoletos por mes de MP y PT.

Fuente: Información interna de la empresa.

Meses S/Movto.	Tipo	Sum of Cantidad	Suma de Costo Total
6	PT	2,901	\$ 6,027,916
	MP	3,263	\$ 2,593,342
6 Total		6,164	\$ 8,621,258
7	MP	5,749	\$ 3,790,843
	PT	293	\$ 1,160,207
7 Total		6,042	\$ 4,951,050
8	PT	2,411	\$ 2,213,086
	MP	3,896	\$ 899,679
8 Total		6,307	\$ 3,112,765
9	PT	2,092	\$ 2,456,011
	MP	7,439	\$ 823,013
9 Total		9,531	\$ 3,279,024
10	MP	13,570	\$ 4,524,760
	PT	1,619	\$ 1,913,792
10 Total		15,189	\$ 6,438,552
11	PT	1,725	\$ 1,289,431
	MP	33	\$ 25,341
11 Total		1,758	\$ 1,314,772
12	MP	904	\$ 829,398
	PT	451	\$ 754,128
12 Total		1,355	\$ 1,583,526

	13	PT	8,896	\$	11,374,387
		MP	90,020	\$	3,868,183
13 Total			98,916	\$	15,242,570
	14	MP	342	\$	624,834
		PT	90	\$	321,091
14 Total			432	\$	945,925
	15	MP	340	\$	530,018
		PT	139	\$	151,421
15 Total			479	\$	681,439
	16	PT	320	\$	100,012
16 Total			320	\$	100,012
	17	PT	490	\$	397,399
		MP	5	\$	140,000
17 Total			495	\$	537,399
	18	PT	71	\$	191,060
18 Total			71	\$	191,060
	19	MP	509	\$	730,616
		PT	74	\$	255,597
19 Total			583	\$	986,213
	20	MP	46	\$	44,740
		PT	6	\$	38,998
20 Total			52	\$	83,738
	21	MP	2,330	\$	170,987
		PT	9	\$	20,109
21 Total			2,339	\$	191,096
	23	MP	816	\$	2,155,056
		PT	5	\$	18,865
23 Total			821	\$	2,173,921
	25	MP	1,099	\$	1,960,640
		PT	2,143	\$	1,851,894
25 Total			3,242	\$	3,812,534
	26	MP	6,006	\$	19,850,985
26 Total			6,006	\$	19,850,985
	27	PT	2	\$	8,602
27 Total			2	\$	8,602
	30	MP	51	\$	353,991
30 Total			51	\$	353,991
	32	PT	5	\$	7,600
32 Total			5	\$	7,600
	33	PT	9	\$	24,111
33 Total			9	\$	24,111
	35	MP	60	\$	70,560
35 Total			60	\$	70,560
	36	MP	61	\$	714,718
36 Total			61	\$	714,718
	37	MP	457	\$	1,507,918
		PT	770	\$	76,242

37 Total			1,227	\$	1,584,160
	38	MP	10	\$	215,990
		PT	100	\$	13,000
38 Total			110	\$	228,990
	39	MP	15	\$	195,570
		PT	164	\$	59,057
39 Total			179	\$	254,627
	43	MP	122	\$	2,194,132
		PT	18	\$	1,007,100
43 Total			140	\$	3,201,232
	46	MP	15	\$	653,400
46 Total			15	\$	653,400
	49	PT	1,522	\$	109,304
49 Total			1,522	\$	109,304
Grand Total			163,481	\$	81,309,134

Tabla 23. Detalle de obsoletos por bodega.

Fuente: Información interna de la empresa.

Bodega	Unidades Sin Movimiento	Unidades Stock	% Sin Movimiento
BTRANSITO	107,254	145,585	73.67%
BPT01	269,807	440,563	61.24%
BMANT	95,203	156,156	60.97%
BINSTALACI	8,696	29,039	29.95%
BMP02	476,801	1,838,783	25.93%
BMP03	40,222	502,274	8.01%
BMERMA	17,692	302,805	5.84%
BSERVICIO	359	6,950	5.16%
BMP04	78,914	2,418,869	3.26%
BPROCESO	395	14,064	2.81%
BMP01	29,276	1,837,342	1.59%
Suma	1,124,619	7,692,430	14.62%

11.4 Datos Pareto

Tabla 24. No conformidades proceso A Enero y Febrero 2020.

Fuente: Información interna de la empresa.

Motivo	Suma de Unidades	Suma de M2
Basura	250	186,14
Gráfica Distorsionada	135	155,24
Corte irregular	59	63,79
Test de cabezal	53	35,83
Fondeado con relieve	33	25,78
Tinta	34	23,66
Banding	14	12,57
Descalce	10	8,83
Gráfica Deteriorada	5	5,53
Error de Material	2	2,33
Grand Total	595	519,74

Tabla 25. No conformidades proceso B Enero y Febrero 2020

Fuente: Información interna de la empresa.

Motivo	Suma de Unidades	Suma de M2
Tinta	392	122,62
Basura	79	26,67
Banding	15	5,18
Fondeado con relieve	21	3,63
Descalce	12	2,76
Corte irregular	40	4,62
Test de cabezal	2	0,69
Grand Total	561	166,2

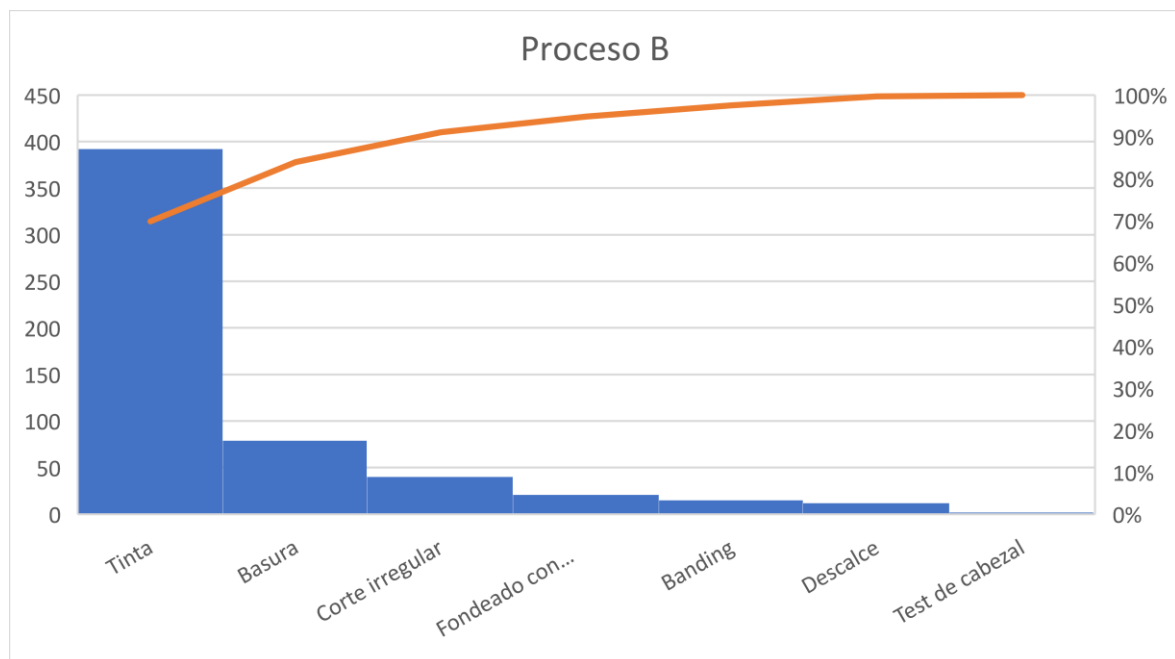


Gráfico 4. Diagrama de Pareto no conformidades proceso B

Fuente: Información interna de la empresa.

11.5 Evaluación de Oportunidades de Mejora

Tabla 26. Evaluación de prioridad de oportunidades de mejora.

Fuente: Elaboración propia.

Área de mejora 2	Caídas de presión en suministro de aire.
Oportunidad de mejora 2	Rediseñar red de aire comprimido.
Observaciones	Cambiar conexiones de mangueras de caucho a cañerías galvanizadas, formando un anillo que estabilice la presión de la línea.
Limitaciones	Considerar nuevo layout y futuro crecimiento de la empresa.
Dificultad	2
Impacto	2
Tiempo	3

Costo	2
Puntaje	9
Área de mejora 3	Problema de climatización de producción
Oportunidad de mejora 3	Sistema de climatización no cumple con capacidad necesaria
Observaciones	Debe considerar crecimiento futuro de la planta, con distintos puntos de salidas de aire y cambio climático (aumento de temperaturas)
Limitaciones	Espacio físico de instalación de ductos y unidad manejadora.
Dificultad	2
Impacto	3
Tiempo	3
Costo	2
Puntaje	10
Área de mejora 4	Problema de extracción de gases
Oportunidad de mejora 4	Sistema de extracción de gases mal diseñado
Observaciones	Sistema de ductos debe considerar posibilidad de ampliación
Limitaciones	Espacio físico de instalación de ductos
Dificultad	2
Impacto	3
Tiempo	2
Costo	2
Puntaje	9
Área de mejora 5	Mala distribución de equipos
Oportunidad de mejora 5	Rediseñar layout de la empresa
Observaciones	Llegada de nueva máquina y debe favorecer el flujo de todos los procesos productivos.

Limitaciones	Impresora Durst no se puede mover de su posición por su alto costo y riesgo de problemas de calibración.
Dificultad	2
Impacto	3
Tiempo	3
Costo	3
Puntaje	11
Área de mejora 6	No hay procedimientos de trabajo establecidos
Oportunidad de mejora 6	Establecer procedimientos de trabajo
Observaciones	Deben ser simples y fáciles de leer para todo el personal.
Limitaciones	Se debe asignar a un trabajador para que los revise y actualice cada cierta cantidad de tiempo. También debe verificar el cumplimiento de los procedimientos.
Dificultad	3
Impacto	2
Tiempo	3
Costo	2
Puntaje	10
Área de mejora 7	Falta de instructivos de uso de equipos
Oportunidad de mejora 7	Crear instructivos de uso de equipos
Observaciones	Deben ser simples y fáciles de leer para los operadores.
Limitaciones	Mayoría de los equipos están configurados en inglés.
Dificultad	2
Impacto	2
Tiempo	2
Costo	2
Puntaje	8

Área de mejora 8	Gran cantidad de inventario
Oportunidad de mejora 8	Revisar planificación producción
Observaciones	Lotes de producción grandes que aprovechen la bobina de PVC al máximo y no producir gráficas excedentes.
Limitaciones	OP pequeñas que obliguen a realizar cambios de formatos de bobina.
Dificultad	3
Impacto	3
Tiempo	3
Costo	3
Puntaje	12
Área de mejora 9	Exceso de materiales en procesos
Oportunidad de mejora 9	Implementar 5S
Observaciones	Definir equipo encargado de implementar 5S.
Limitaciones	Se puede necesitar una alta cantidad de recursos
Dificultad	1
Impacto	3
Tiempo	1
Costo	1
Puntaje	6
Área de mejora 10	Problemas de comunicación
Oportunidad de mejora 10	Realizar reuniones de producción regularmente
Observaciones	Deben ser cortas y precisas. Las debe llevar a cabo gerencia junto con jefe de producción y planificación.
Limitaciones	Encontrar ventana de tiempo para realizar reuniones o definir hora y día
Dificultad	3

Impacto	3
Tiempo	3
Costo	3
Puntaje	12
Área de mejora 11	Desmotivación
Oportunidad de mejora 11	Hacer participativos a los trabajadores de ideas y soluciones
Observaciones	Reunión de gerencia con operadores en sus puestos de trabajo, en producción.
Limitaciones	Encontrar ventana de tiempo para realizar reuniones o definir hora y día
Dificultad	3
Impacto	3
Tiempo	3
Costo	2
Puntaje	11
Área de mejora 12	Falta de capacitación
Oportunidad de mejora 12	Evaluar programa de capacitación para trabajadores
Observaciones	Capacitación debe ser realizada por expertos en máquinas
Limitaciones	Definir trabajadores que se deben capacitar
Dificultad	1
Impacto	3
Tiempo	1
Costo	1
Puntaje	6
Área de mejora 13	No hay control de procesos

Oportunidad de mejora 13	Determinar parámetros a medir
Observaciones	Determinar promedio de cada equipo en [m^2/hr].
Limitaciones	Algunos equipos no cuentan con sistema de control.
Dificultad	2
Impacto	3
Tiempo	2
Costo	2
Puntaje	9
Área de mejora 14	No hay trazabilidad
Oportunidad de mejora 14	Crear sistema de control
Observaciones	Enlazar todos los equipos a un sistema de control que permita obtener datos en tiempo real de producción.
Limitaciones	Implementar sistema de control en máquinas manual.
Dificultad	2
Impacto	3
Tiempo	2
Costo	2
Puntaje	9

11.6 Plan para las Oportunidades de Mejora

A continuación, se muestra el plan de mejora para cada oportunidad de mejora agrupados por familia:

Oportunidad de mejora		Rediseñar layout de la empresa					
Objetivo	Meta		Control de fechas		Recursos necesarios		
Reducir movimientos y traslados, además de favorecer el flujo	Indicador (KPI)		Inicio		Humanos		
			15/01/2020				
	Entregables		Término		Materiales		
	Nuevo Layout		14/02/2020				
		Método	Responsable		Gerente General		
N°	Qué	Por qué	Cómo	Quién	Dónde	Cuándo	Avance
1	Evaluar necesidades de nuevo Layout	Llegada de nueva máquina Procesos sin flujo continuo	Determinando necesidades de cada proceso	Jefe de Producción	Área de producción	15/01/20	Finalizado
2	Definir nuevo Layout	Reducir tiempos en movimientos innecesarios Definir un flujo continuo de Traslado de material	Creando un nuevo plano	Jefe de Producción	Área de producción	3/2/2020	Finalizado
3	Cambio de Layout	Orden lógico de máquinas	Movimiento de máquinas	Jefe de Producción	Área de producción	10/3/2020	Finalizado

- Técnicos:

Oportunidad de mejora		Sistema de climatización no cumple con capacidad necesaria						
Objetivo		Meta		Control de fechas		Recursos necesarios		
Evitar detenciones de equipos por alta temperatura. Controlar deterioro de MP.		Indicador (KPI)		Inicio		Humanos		
		Detenciones por temperatura de equipos. MP dada de baja de producción por deterioro debido a la temperatura ambiente.				Empresa externa		
		Entregables		Término		Materiales		
						Piping Válvulas Equipo de frío/calor		
Método								
Nº	Qué	Por qué		Responsable		Gerente General		
1	Evaluar calor generado por los equipos y temperaturas ambientales extremas	Conocer potencia de refrigeración necesaria		Ficha técnica Historial de temperaturas		Empresa externa		Área de producción
2	Evaluar aislación del edificio	Disminuir pérdidas a través del edificio		Evaluación de materiales aislantes		Empresa externa		Área de producción
3	Proponer nuevo diseño de climatización	Mejora climatización de la planta actual		Reemplazando unidades split (actuales) por UIMA		Empresa externa		Área de producción

Oportunidad de mejora		Diseñar plan de mantenimiento					
Objetivo	Meta		Control de fechas		Recursos necesarios		
Disminuir la tasa de falla y aumentar disponibilidad de los equipos.	Indicador (KPI)		Inicio		Humanos		
	Disponibilidad de equipos Tasa de fallas de equipos				Personal capacitado		
	Entregables		Término		Materiales		
	Informe de mantención				Repuestos Herramientas		
Método			Responsable		Jefe de producción		
Nº	Qué	Por qué	Cómo	Quién	Dónde	Cuando	Avance
1	Levantamiento de equipos	Conocer los equipos y el estado en que se encuentran	Inspección de cada equipo e historial de mantenimiento	Encargado de mantenimiento	Producción		
2	Creación plan de mantenimiento	Mantener los equipos en óptimas condiciones	Estableciendo frecuencia de mantenimiento	Encargado de mantenimiento	Producción		
3	Crear stock de repuesto y herramientas	Realizar mantenimiento correctivo y preventivo	Estableciendo elementos críticos y herramientas necesarias	Encargado de mantenimiento	Producción		

Oportunidad de mejora		Rediseñar red de aire comprimido.								
Objetivo		Meta		Control de fechas		Recursos necesarios				
Mantener una presión de trabajo constante para suministrar a los equipos, disminuir carga de trabajo al compresor y que consideren futuras expansiones de la empresa.		Indicador (KPI)		Inicio		Humanos				
				01/03/20		Empresa externa				
		Entregables		Término		Materiales				
		Medición diaria de presión de aire en la entrada de cada equipo		01/04/20		Piping Válvulas FRL				
Método						Responsable		Gerente General		
Nº	Qué	Por qué		Cómo		Quién		Dónde	Cuándo	Avance
1	Evaluar necesidad de aire comprimido de la empresa	Conocer requerimientos de los equipos		Ficha técnica de cada equipo		Empresa externa		Área de producción	1/3/2020	Finalizado
2	Proponer diseño de nuevo piping	Mejorar piping actual		Cambiando conexiones de caucho por cañerías galvanizadas		Empresa externa		Área de producción	15/03/20	Finalizado

Oportunidad de mejora		Sistema de extracción de gases mal diseñado										
Objetivo		Meta		Control de fechas		Recursos necesarios						
Hacer más eficiente la extracción de gases		Indicador (KPI)		Inicio		Humanos						
		Detenciones por temperatura de equipos. MP dada de baja de producción por deterioro debido a la temperatura ambiente.										
		Entregables		Término		Materiales						
Método												
Nº		Qué		Por qué		Responsable		Gerente General				
1	Evaluar rechazo de calor de cada equipo		Conocer requerimientos de los equipos		Ficha técnica de cada equipo		Empresa externa		Área de producción			
2	Proponer nuevo diseño para extracción de calor		Para evitar sobre calentamiento de los equipos		Creando sistema de extracción de calor		Empresa externa		Área de producción			

• Planificación:

Oportunidad de mejora		Revisar planificación de producción					
Objetivo	Meta		Control de fechas		Recursos necesarios		
Disminuir cantidad de obsoletos y mal aprovechamiento de materia prima		Indicador (KPI)	Inicio		Humanos		
		Tasa de no conformidades					
		Tasa de sobreconsumo de MP					
		Entregables	Término		Materiales		
Método		Responsable		Gerente General			
N°	Qué	Por qué	Cómo	Quién	Dónde	Cuándo	Avance
1	Reunión de Producción	Revisar planificación de producción	Reunión	Jefe de Producción	Área de producción	Una vez por semana	
2	Revisar la planificación de Producción	Detectar las desviaciones	Contrastar avance de Producción con lo planificado	Jefe de Producción	Área de producción	Una vez por semana	
3	Detectar desviaciones de Producción	Para informar incumplimientos	Informe de Producción	Jefe de Producción	Área de producción	Diario	
4	Informe de fallas de Equipos	Evitar repitencia de falla	Análisis de falla	Jefe de Producción	Área de producción	Una vez por semana	
5	Informe de Sobreconsumo de MP	Para disminuir el sobreconsumo	Análisis de sobreconsumo	Jefe de Producción	Área de producción	Una vez por semana	

Oportunidad de mejora		Realizar reuniones de producción regularmente					
Objetivo	Meta		Control de fechas		Recursos necesarios		
Informar a los trabajadores sobre seguridad, KPI's y plan de trabajo, calidad y desperdicios de materias primas. (charlas de 5 minutos).	Indicador (KPI)	Inicio	06/10/20		Humanos		
	Entregables	Término			Materiales		
	Plan de trabajo						
Método			Responsable	Jefe de Producción			
Nº	Qué	Por qué	Cómo	Quién	Dónde	Cuándo	Avance
1	Mantener informado a los trabajadores	Para aumentar la eficiencia de producción	Reunión interna	Jefe de Producción	Área de producción	Una vez por semana	Finalizado

Oportunidad de mejora		Hacer participativos a los trabajadores de ideas y soluciones					
Objetivo		Meta		Control de fechas		Recursos necesarios	
Motivar a presentar soluciones a problemas existentes y/o nuevas ideas que aumenten eficiencia de la planta		Indicador (KPI)		Inicio		Humanos	
				06/10/20			
		Entregables		Término		Materiales	
		Método		Responsable		Gerente general	
N°	Qué	Por qué	Cómo	Quién	Dónde	Cuándo	Avance
1	Reuniones del gerente General con los trabajadores	Para que los trabajadores sientan que son parte de las soluciones a los problemas	Reuniones	Gerente general	Área de producción	Una vez al mes	Finalizado
2	Lograr la participación activa de los trabajadores hacia la proposición de ideas desde su rol	Obtener ideas de todos los trabajadores para mejorar los procesos productivos	Reuniones	Gerente general	Área de producción	Una vez al mes	Finalizado

- Gestión:

Oportunidad de mejora		Establecer procedimientos de trabajo						
Objetivo		Meta		Control de fechas		Recursos necesarios		
Estandarizar el trabajo para disminuir la cantidad de no conformidades y aumentar seguridad de trabajadores.		Indicador (KPI)		Inicio		Humanos		
		Tasa de accidentabilidad No conformidades				Prevencionista de riesgo		
		Entregables		Término		Materiales		
		Procedimientos de trabajo Matriz de riesgo						
Método								
N°	Qué	Por qué	Responsable	Cómo	Quién	Dónde	Cuándo	Avance
1	Creación de procedimientos de trabajo	No existen	Estableciendo protocolos de la forma correcta de operar	Jefe de producción	Área de producción			
2	Creación de matriz de riesgo	Exigencia legal	Evaluación de cada área de trabajo	Prevencionista de riesgo	Toda la empresa			
3	Evaluación de los riesgos asociados a cada operación	Se debe disminuir el riesgo asociado	Implementando mejoras desde el punto de vista de seguridad	Prevencionista de riesgo	En cada área de trabajo			
4	Evaluación procedimientos de trabajo	Evaluar si estandarizan el trabajo y no aumentan el riesgo	A través de KPI	Jefe de producción	Área de producción			

Oportunidad de mejora		Crear instructivos de uso de equipos					
Objetivo	Meta		Control de fechas		Recursos necesarios		
Definir el uso correcto de los equipos, eliminar posibles malas prácticas y procedimientos erróneos.	Indicador (KPI)		Inicio		Humanos		
	Entregables		Término		Materiales		
	Instructivo de cada equipo						
Método			Responsable		Jefe de Producción		
N°	Qué	Por qué	Cómo	Quién	Dónde	Cuando	Avance
1	Crear instructivo de trabajo	Estandarizar metodología de trabajo		Operador de máquina	Área de producción		
2	Evaluar instructivo de cada equipo	Verificar operación correcta	Seguir orden establecido en el instructivo	Jefe de Producción en conjunto de operador	Área de producción		

Oportunidad de mejora		Evaluar programa de capacitación para trabajadores					
Objetivo		Meta		Control de fechas		Recursos necesarios	
Operar de manera correcta los equipos junto con obtener el máximo potencial de las máquinas		Indicador (KPI)		Inicio		Humanos	
		Entregables		Término		Materiales	
		Método		Responsable		Jefe de Producción	
Nº	Qué	Por qué	Cómo	Quién	Dónde	Cuándo	Avance
1	Plan de Capacitación	Desconocimiento en el funcionamiento de los equipos	En una reunión de propuestas	Jefe de Producción	Área de producción	Una vez al año	
2	Capacitar a Operarios	Para reducir tiempos de parada innecesarios, reprocesos y fallas de los equipos	En sala de clases y en el equipo	Empresa externa	Área de producción		
3	Capacitar a Operarios	Para asegurar los tiempos de respuestas y optimizar los procesos	En sala de clases y en el equipo	Empresa externa	Área de producción		

- Recursos Humanos

Oportunidad de mejora		Determinar parámetros a medir					
Objetivo		Meta		Control de fechas		Recursos necesarios	
Determinar con mayor precisión los recursos necesarios para la operación		Indicador (KPI)		Inicio		Humanos	
						Planificación Jefe de producción	
		Entregables		Término		Materiales	
		Tiempos por máquina MP necesaria por máquina					
Método				Responsable		Gerente General	
Nº	Qué	Por qué	Cómo	Quién	Dónde	Cuándo	Avance
1	Definir indicadores de Producción	Estandarizar un sistema de medición	Registre la información de entrega de Logos y detenciones de máquina	Jefe de Producción y Planificación	Área de producción		
2	Medir los registros	Generar una base de datos	sistema informático	Jefe de Producción y Planificación	Área de producción		
3	Controlar los registros	Tomar acciones de mejora	Definición de planes de acción	Jefe de Producción y Planificación	Área de producción		

- Informáticos

Oportunidad de mejora		Crear sistema de control					
Objetivo	Meta		Control de fechas		Recursos necesarios		
Detectar problemas en la operación de manera más rápida para poder tomar acción y definir planes a seguir.	Indicador (KPI)		Inicio		Humanos		
	Entregables		Término		Empresa externa		
					Materiales		
Método							
N°	Qué	Por qué	Cómo	Quién	Dónde	Cuando	Avance
1	Interconectar las máquinas	Obtener información en línea	Instalar sensores en equipos manuales y acceder a la base de los CNC	Empresa externa	Área de producción		
2	Crear sistema de control Producción	Para controlar avance de Producción y poder planificar	Software	Empresa externa	Área de producción		

11.7 Fotos Resultados



Figura 37. Basura compactada siendo pesada.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 38. Compactador de basura.

Fuente: Elaboración propia.

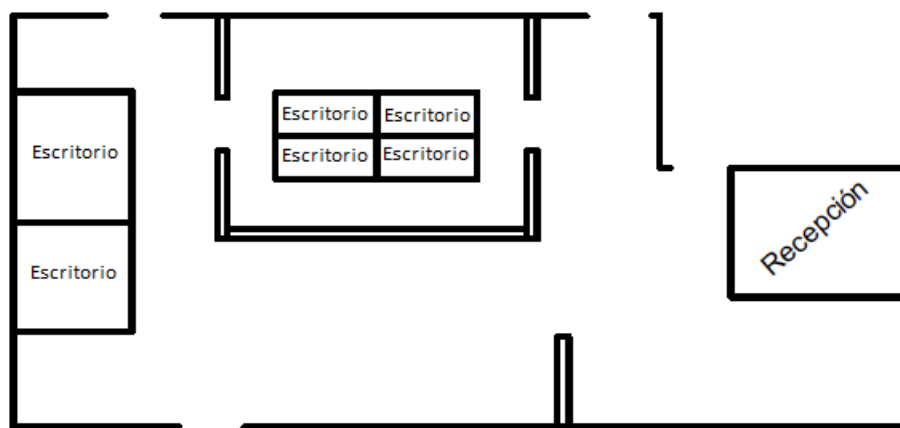


Figura 39. Layout administración previo.

Fuente: Elaboración propia.

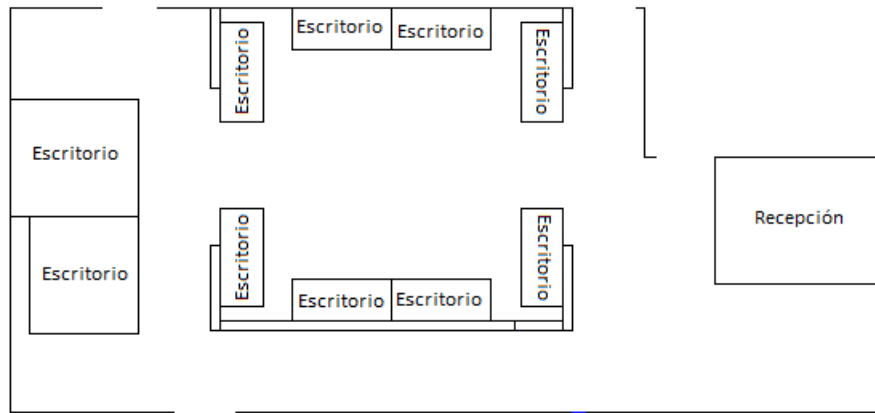


Figura 40. Nuevo layout de administración.

Fuente: Elaboración propia.

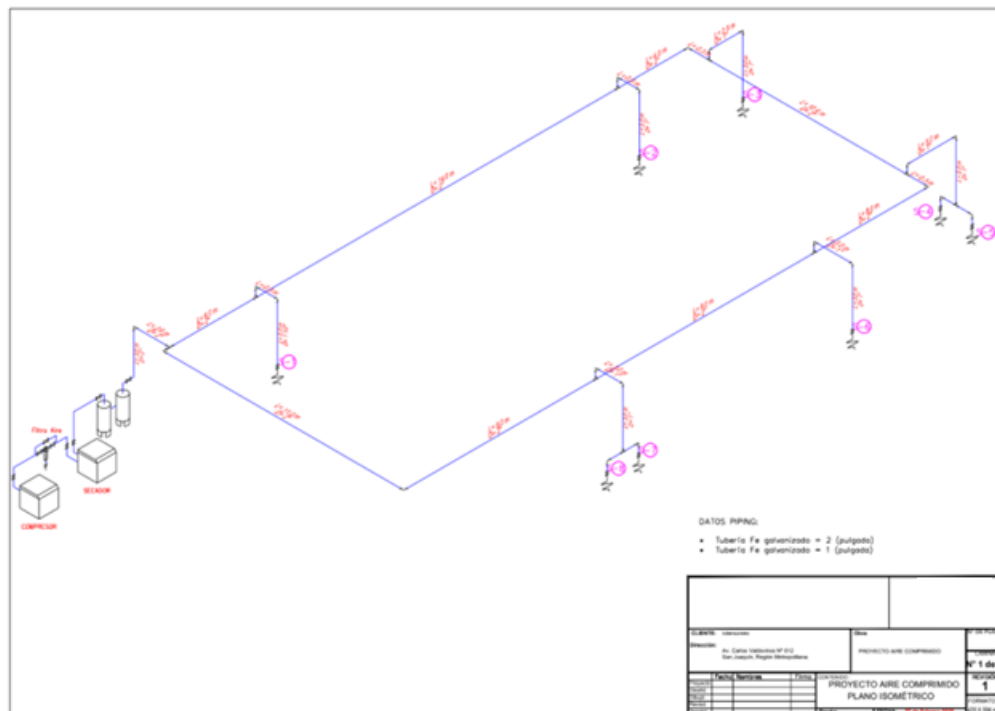


Figura 41. Plano nueva red de aire comprimido.

Fuente: Información interna de la empresa.

Tabla 27. Medición de presión en línea de suministro de aire luego de implementación de nueva red de aire.

Fuente: Elaboración propia.

Fecha	08/03/20	09/03/20	10/03/20	11/03/20	12/03/20
Presión [bar]	6.1	5.9	6.0	6.0	5.9