

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL  
DE LAS AMÉRICAS  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

Para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería  
Industrial

**Diseño del sistema de programación y control de la  
producción de rótulos de la empresa Impresiones Amerrique  
S. A.**

**AUTOR**

**Luis Francisco Rodríguez Leiva**

**TUTOR**

**Ing. Allan Maroto**

**SAN JOSÉ, MAYO, 2021**

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El presente proyecto se realizó en la empresa Impresiones Amerrique S. A., ubicada en Guadalupe de Cartago. Específicamente, esta se enfoca en el proceso de fabricación de rótulos.

Se empezó realizando un estudio o análisis de la situación actual de la empresa, por medio del cual se determinó que la empresa no cuenta con procesos formales establecidos ni tampoco cuenta con un sistema de programación y control de la producción. Para poder formalizar un sistema de programación y control de la producción, se implementan herramientas de mejora continua y control.

También se mapeó el proceso a estudiar y se determinan las actuales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas con el fin de seguir creciendo y mejorando como empresa para mantenerse en el mercado y ganar posicionamiento con otros clientes, generando mayor calidad y confianza a sus clientes con sus productos y servicios.

El sistema diseñado permite analizar estadísticamente, monitorear y controlar, aplicando planes de acción que contrarresten cualquier problema que suceda durante el proceso productivo. Finalmente, se presentó la propuesta del plan de acción y la propuesta económica a la empresa para analizar la viabilidad de ejecutarla.

## CONTENIDO

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTOS.....	2
CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL TUTOR.....	3
CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA.....	5
CARTA INCORPORACIÓN DE LAS MODIFICACIONES AL TFG.....	6
DECLARACIÓN JURADA.....	7
SOLICITUD DE DEFENSA.....	8
RESUMEN EJECUTIVO .....	9
CONTENIDO.....	10
TABLAS.....	14
FIGURAS .....	14
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	16
Generalidades de la empresa .....	16
Estructura organizacional de Impresiones Amerrique S. A. ....	17
Departamentos de producción .....	19
Planteamiento del problema .....	20
Objetivos.....	21
Justificación.....	21
Antecedentes.....	22
Proyecciones.....	26
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	27

	11
Balance de línea.....	27
Diagrama de PERT.....	28
El camino crítico.....	30
Ruta crítica.....	31
Optimización .....	31
Inventarios .....	32
Diagrama de flujo .....	33
Método 5S .....	35
Diagrama de Gantt.....	36
Mapeo de procesos .....	38
<b>CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>40</b>
Enfoques de la investigación.....	40
Enfoque cualitativo.....	40
Enfoque cuantitativo.....	40
Enfoque mixto .....	41
Alcance .....	42
Correlacional .....	42
Explicativo.....	42
Descriptivo .....	42
Exploratorio.....	42
Diseño.....	43
Diseño experimental.....	43
Diseño no experimental.....	43
Variables.....	44

	12
Muestra .....	46
Probabilística .....	46
No probabilística .....	46
Instrumentos .....	47
Recolección de datos .....	48
Métodos de análisis .....	49
Cronograma .....	50
<b>CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN.....</b>	<b>52</b>
Diagrama de flujo .....	52
Análisis FODA .....	54
5W y 2H .....	55
Ishikawa.....	55
Pareto.....	56
Falta de un sistema de un sistema de programación y control de la producción: .....	57
Capacidad instalada de producción: .....	57
Control de inventarios: .....	58
Exceso de demanda de trabajos: .....	58
Error en materia prima disponible:.....	58
Falta de capacitación: .....	58
Error en despacho:.....	59
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>60</b>
Conclusiones.....	60
Recomendaciones .....	60
<b>CAPÍTULO VI. PROPUESTA .....</b>	<b>62</b>

Implementación de indicadores.....	62
Capacidad instalada.....	63
Control de inventarios.....	63
Capacitación.....	65
Diagrama de Gantt.....	65
Análisis económico.....	66
Costos de implementación.....	66
Retribuciones esperadas.....	67
Comparativa.....	68
Otros beneficios cualitativos.....	69
APÉNDICE.....	70
Porcentaje de cargas sociales.....	70
REFERENCIAS.....	71

## TABLAS

Tabla 1. Variables de la investigación.....	45
Tabla 2. Muestra.....	47
Tabla 3. Instrumentos de recolección de datos.....	48
Tabla 4. Recolección de datos.....	48
Tabla 5. Métodos de análisis.....	49

## FIGURAS

Figura 1. Organigrama.....	18
Figura 2. Balance de línea, variables.....	28
Figura 3. PERT, Datos.....	29
Figura 4. PERT.....	29
Figura 5. Simbología del diagrama de flujo.....	34
Figura 6. Diagrama de flujo.....	34
Figura 7. 5S.....	36
Figura 8. Diagrama de Gantt.....	36
Figura 9. Ejemplo diagrama de Gantt.....	37
Figura 10. Mapeo de procesos.....	38
Figura 11. WBS.....	50
Figura 12. Gantt.....	51
Figura 13. Diagrama de flujo.....	52
Figura 14. Análisis FODA.....	54
Figura 15. 5W y 2H.....	55
Figura 16. Diagrama de Ishikawa.....	56
Figura 17. Diagrama de Pareto.....	56

Figura 18. Propuesta de indicadores.....	62
Figura 19. Estudio de tiempos. ....	63
Figura 20. Control de inventarios.....	64
Figura 21. Cronograma de capacitación.....	65
Figura 22. Diagrama de Gantt .....	65
Figura 23. Costos de implementación. ....	67
Figura 24. Retribuciones esperadas.....	68
Figura 25. Comparativa de costos. ....	68
Figura 26. Diagrama de Pareto 2.....	70
Figura 27. Porcentaje cargas sociales.....	70

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

Esta investigación consiste en implementar un sistema de programación y control de la producción de rótulos de la empresa Impresiones Amerrique S. A. Para ello, se realiza una valoración del proceso productivo con el fin de generar propuestas de progreso, aplicando herramientas que permitan establecer una mejora continua. Además, se lleva a cabo un análisis de las áreas que necesitan que se les aplique algunas de estas acciones.

Para analizar la situación actual, la empresa proveerá la información necesaria para verificar cómo se realiza el proceso de producción de rótulos, las variables que se ven involucradas, las entradas y las salidas del proceso.

Actualmente la empresa Impresiones Amerrique S. A. no cuenta con un estándar o una norma para realizar el proceso de rotulación, el cual corresponde al arte de dibujar letras, números y demás caracteres de acuerdo con el requerimiento del cliente. Al ser un proceso tan poco estandarizado, esto ha incurrido en que la empresa realice prácticas que simplemente lleguen al objetivo, pero no de forma previamente analizada.

Este análisis se complementa con observaciones a los colaboradores de la empresa para tener los datos pertinentes que permitirán sustentar la información requerida para llevar a cabo estudios tales como métodos, tiempos y balances.

Por otra parte, se determinan, como bien se mencionaba anteriormente, las entradas del proceso que permitirán establecer los indicadores generales en este proceso productivo, mediante el cual se sustentará que la investigación permitirá, como consecuencia de esto, obtener una propuesta que se ajuste a las necesidades de la empresa y que ayude a las personas involucradas de manera que el proceso sea más eficiente. Finalmente, se analiza el impacto generado por la propuesta diseñada.

### **Generalidades de la empresa**

Antes de que esta imprenta adquiriera su actual nombre, se empezó con una empresa más pequeña en el año 1986, la cual nació en Guadalupe de Cartago y contaba con solo una máquina impresora de marca Multilith que imprimía tamaños de 10 x 15 pulgadas y además una guillotina. La compañía se llamaba TyC impresiones y se imprimía formatos de Offset.

A los 6 meses de haberse creado la imprenta, se trasladó a San Pedro de Montes de Oca, la cual se mantuvo con el nombre de TyC hasta el año 1994, cuando adquirió un nuevo socio y por esta razón se cambió el nombre a Impresiones Amerrique S. A. Esta sociedad duró alrededor 3 años, pero para el año 1997 la empresa dividió bienes entre los socios y el socio mayoritario, Luis Rodríguez, continuó en la industria de impresión.

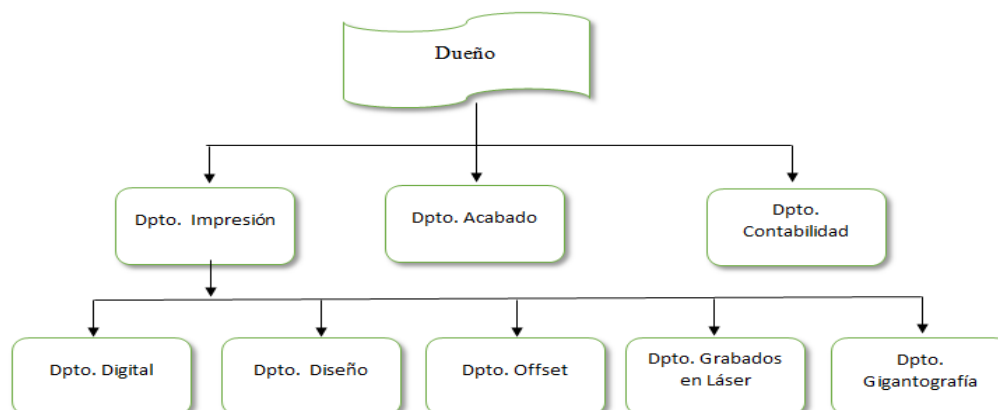
En el año 2013 se ingresó a la industria de la gigantografía, lo cual vino a complementar el área de impresión digital de la empresa. La gigantografía ha llegado a ser una parte muy importante de la empresa, ya que, por motivos de demanda en el mercado, el trabajo en offset ha ido disminuyendo. Para el 2014 la empresa se mudó a Sabanilla y se mantuvo en ese lugar por 2 años. El dueño decidió mudarse una vez más a Guadalupe de Cartago, donde también reside; la razón de esta mudanza fue que en ese nuevo lugar de trabajo no pagarían alquiler.

Actualmente la imprenta es reconocida por sus clientes, ya que el servicio recibido ha sido de buena calidad, donde los clientes que principalmente tienen son los que se han obtenido durante los años que han laborado. Los principales clientes de Amerrique son universidades como Universidad Fidélitas, UCR, Universidad Hispanoamericana y UIA, y empresas como Enersol, Papa John's, Galletas Diana, La Chula, Insumos Agropecuarios, Sports by Campbell, Coopetarrazú, entre otros. La empresa cuenta con cuatro tipos de impresión: digital, offset, gigantografía y grabados en láser.

Asimismo, las unidades de medida corresponden a las típicamente utilizadas en la industria. Toda página impresa proviene de láminas de papel, obtenidas de rollos y procesadas por terceros. Estas láminas se reciben en medidas de 22"x34" y 23"x35", que son seccionadas en piezas de 14"x20", que es la medida usada con mayor frecuencia, ya que se cuenta con una máquina que imprime un color a la vez y otra máquina que imprime dos colores a la vez que trabajan estos tamaños. También se utiliza, en menor proporción, piezas de 18"x25", para una máquina que imprime un color a la vez.

### **Estructura organizacional de Impresiones Amerrique S. A.**

A continuación, en la Figura 1, se presenta el organigrama actual de la empresa.

**Figura 1. Organigrama.**

**Nota: Luis Francisco Rodríguez Leiva**

Primeramente, la imprenta Amerrique no tiene una gran cantidad de operarios, por lo que se reparten las operaciones entre ellos para poder realizar el trabajo diario; por esta razón, se recargan las operaciones. La imprenta no cuenta con un departamento de inspección de calidad, tampoco cuenta con especificaciones durante su proceso de producción; por otro lado, no cuenta con capacitaciones para los operarios, por esto el dueño y el gerente general se encargan de mostrar los conocimientos a sus empleados para poder brindar un mejor acabado sus productos.

El dueño y su hijo (gerente general) son los encargados de coordinar, planificar, programar, controlar y evaluar los procesos de producción que se realizan en las áreas de edición, pre prensa e imprenta, de tal forma que se garanticen los niveles requeridos de calidad, eficiencia y productividad. Entre sus funciones claves se busca:

- Asesorar a la dirección de la imprenta.
- Garantizar el funcionamiento óptimo de los procesos del área a su cargo.
- Controlar y programar el ingreso y despacho de los trabajos que se realizan.
- Coordinar con las áreas involucradas en su proceso de trabajo, las acciones necesarias para asegurar la fluidez y calidad del producto.
- Revisar y avalar el producto terminado de su área, para continuar con el proceso de producción.

A su vez se cuenta con el Departamento de Pre prensa e insolado de planchas, Departamento de Acabados Finales y Despacho de Materiales a cargo de una persona, seguido del Departamento Offset, que está a cargo de dos operarios ya que son dos máquinas, así como el Departamento de Impresión Digital a cargo de solo un operario.

También se cuenta con el Departamento de Edición y Diseño, que es el encargado de la realización de proyectos desde el diseño en diversos formatos hasta la supervisión de los procesos de impresión y acabado de las ediciones, el cual está a cargo de una persona.

Por otra parte, el Departamento de Apoyo Administrativo se encarga de tareas de apoyo y asistencia, aprovechando las distintas herramientas informáticas, relacionadas en particular con un apoyo técnico, operativo y administrativo. Este departamento se encuentra a cargo de la recepción de materiales, asistentes de dirección, compras y licitaciones, así como también está a cargo de la parte contable. En este departamento se encuentran a cargo el dueño, su hijo y su hija.

Como se mencionó anteriormente, como parte de los servicios brindados por la empresa se pueden destacar la impresión offset, la gigantografía, la impresión digital, y también ofrece servicio de flete e instalación de los rótulos y lonas, serigrafía y grabados en láser. De estos, la impresión offset es la línea de producción que tiene más demanda en Amerrique, ya que la mayoría de sus clientes solicitan este servicio y la empresa se dio a conocer por este. Alrededor del 50 % de la producción se maneja en esta área, por esto es el área donde se debe llevar un mayor control.

El área gigantografía tiene un peso muy grande en la producción, ya que el 30 % de esta recae en ella. En ocasiones en las que la demanda baja para las impresiones offset, la producción de la empresa recae en las impresiones en formato de gigantografía. Por otro lado, el área de impresión digital representa un 10 % del trabajo que se recibe. Este tipo de impresión es más rápida que la impresión offset, pero al mismo tiempo es más costosa.

Impresiones Amerrique S. A. no solo da servicios de impresión y gigantografía, por lo general ofrece servicio de flete e instalación de los rótulos y lonas, sin embargo, si el cliente le solicita algún trabajo de estructura para las lonas, se le cotizarán. Hoy en día se han llegado a hacer estructuras metálicas, en PVC, acrílicos y Coroplast. Este tipo de estructuras son creadas en el taller de la empresa, pero se contrata personas que no trabajan regularmente para que lleguen a crearlas. Por otra parte, a los clientes se les ofrece trabajos en serigrafía, pero estos se trabajan con terceros.

La última rama de producción son los grabados en láser, los cuales se pueden hacer en madera, en cuero, en vidrio y en metal. Estos grabados en láser más los servicios adicionales constituyen el 10 % faltante de la producción de la empresa. Aunque en peso no representen mucho, son una parte importante, ya que dan un valor agregado a sus productos y a la empresa como tal.

### **Departamentos de producción**

Para la producción, Impresiones Amerrique S. A. está conformada por diversas unidades o departamentos; entre ellos se encuentran los siguientes:

- Departamento de Diseño y Edición.
- Departamento Digital.
- Departamento Administración y Contabilidad.
- Bodega.
- Taller de Impresión y Acabados.
- Impresión Offset.
- Despacho.
- Departamento de Gigantografía.
- Grabados en Láser.
- Acabados Finales.

### **Planteamiento del problema**

Actualmente existe una competencia global en las empresas, ya que necesitan buscar un valor adicional que les permita mantenerse en un mercado tan competitivo. Es por esta razón que la empresa Impresiones Amerrique S. A. requiere que sus procesos se realicen de una manera productiva, generando una mejora continua.

La empresa Impresiones Amerrique S. A. no cuenta con un sistema que controle sus procesos, se notó que la empresa no tiene manuales de procedimientos, tampoco posee los procesos estandarizados y existe una falta de capacitación para los colaboradores, por lo que se dan problemas con los tiempos de entrega y cumplimiento con los clientes.

El control de procesos se ha convertido en uno de los puntos más determinantes para el desarrollo adecuado de una organización, por lo que las empresas actualmente deben contemplarlo dentro de sus esquemas de trabajo de manera que se controle y verifique cada uno de los procesos, para que esto pueda colaborarles en cada una de las áreas susceptibles dentro de la organización, por medio de la elaboración y desarrollo de procedimientos que busquen la optimización de recursos, así como la calidad deseada por cada uno de sus clientes.

En el caso de la empresa Impresiones Amerrique S. A., cada uno de los procesos que realizan son de gran importancia, por esta razón surge la necesidad de establecer un estándar que permita, con base en los requerimientos del cliente, realizar una estimación de tiempo, teniendo de esta manera un proceso más productivo, generando un servicio de mayor calidad y competitivo, del cual carece la empresa por falta de mediciones para determinar su capacidad instalada.

Debido a lo expuesto, el presente trabajo de investigación busca proponer o determinar el proceso productivo de los requerimientos del cliente de producción de rótulos, de manera tal que permita conocer los problemas existentes y se facilite el detectar mejoras, por medio de lo cual se corrijan los tiempos tan elevados en el proceso y se dé una reducción en la duración.

Con base en lo anterior, se plantea el siguiente problema de investigación:

¿Cómo establecer la programación de la producción de rótulos en la imprenta Impresiones Amerrique S. A.?

### **Objetivos**

Esta investigación se guía a través del cumplimiento de objetivos, en este caso general y específicos, los cuales están relacionados cada uno con las etapas del transcurso de la investigación.

#### **Objetivo general**

Diseñar un sistema de programación y control de la producción de rótulos en la empresa Impresiones Amerrique S. A.

#### **Objetivos específicos**

Se presentan a continuación los objetivos específicos de la investigación:

Identificar los productos no conformes en el proceso de producción de rótulos.

Evaluar la situación actual de la problemática en el proceso de fabricación rótulos.

Analizar las causas de los productos no conformes.

Elaborar el sistema de programación y control de la producción de rótulos.

Controlar la propuesta que involucrará a cada persona que esté directamente relacionada al proceso, definiendo responsabilidades y funciones en el proceso.

### **Justificación**

Debido al grado de competitividad que enfrentan las empresas que prestan servicios gráficos, se deben buscar mecanismos o herramientas que les permitan distinguirse de las demás y les den valor agregado a sus productos o servicios. En este caso, por la naturaleza de los servicios que presta la empresa Impresiones Amerrique S. A. y con base en el principio de mejoramiento continuo, se estima que es posible aplicar herramientas de mejora en el proceso de producción de

rótulos, con el objetivo de mostrarle a la administración que existen maneras de optimizar los procesos otorgándoles mejores rendimientos tanto económicos como humanos.

Todo esto se plantea a partir del uso de herramientas que permitan el análisis de los procesos productivos mediante la aplicación de metodologías sistemáticas y críticas en busca del mejoramiento continuo, desarrollando una propuesta adecuada, efectiva y fácil de aplicar que le permita a la alta dirección de la compañía observar un mejor aprovechamiento tanto del tiempo productivo como de sus instalaciones. Para desempeñar dicho proceso, se propone estudiar los elementos que lo componen y las interrelaciones que se presentan, de manera que se concientice acerca del correcto desarrollo de las actividades propias del proceso productivo de producción de rótulos, mejorando además la ejecución de las tareas y optimizando la utilización del recurso humano.

Este trabajo permitirá que la empresa se enfoque o priorice los elementos del proceso tanto productivos como improductivos, de manera que puedan obtener el criterio necesario para desechar todo aquello que se esté trabajando de manera errónea o que no aporte ningún valor significativo y mejorar todos aquellos procesos que sí aportan de manera correcta a la producción. Mediante la presentación de esta investigación, se pretende demostrar a los dueños y a los colaboradores de la empresa que, así como es posible mejorar esta etapa del proceso, podría ser posible mejorar cualquiera de los procesos que deseen analizar.

### **Antecedentes**

Para un mejor panorama del tema seleccionado, se indagó en diferentes tesis y artículos, a continuación, se presenta resumidamente algunos de los trabajos de investigación pertinentes como antecedentes de esta investigación.

El primer trabajo fue realizado por Gómez (2010), con el tema “Programación de la producción en un taller de flujo híbrido sujeto a incertidumbre: arquitectura y algoritmos. Aplicación a la industria cerámica”, para optar por grado de doctorado, en Valencia, España, para la Universidad Politécnica de Valencia.

Se observa que en la investigación que el autor ve la programación de la producción con una visión bastante cuantitativa en la que su misión consistía en asignar, secuenciar y temporizar los diferentes trabajos del periodo con base en los recursos disponibles. No obstante, sin dejar de

ser válido este planteamiento, en la presente tesis se desea enfatizar que el fin de las técnicas y métodos desarrollados durante años en el ámbito de la programación de la producción constituyen una ayuda a la hora de tomar alguna decisión relevante para los procesos productivos.

El segundo trabajo fue planteado por Gómez (2011), titulado “Elaboración de un plan de control de la producción para incrementar la eficiencia y productividad en una empresa dedicada a la manufactura de colchas y cubrecamas”, para optar por el título de bachillerato en Ingeniería Industrial, en Guatemala, para la Universidad Rafael Landívar. Entre sus principales conclusiones que se pudo observar, se describe una propuesta para el control de la producción, la cual está basada en el círculo de pronóstico, planificación y control, cuyo objetivo es ganar eficiencia y productividad, disminuyendo tiempos muertos, atrasos, así como mejorar la imagen y credibilidad de la empresa.

En tercer lugar, se estudió el artículo escrito por Herrera (2011), titulado “Elementos de gestión en el uso del parque de tractores”, para la revista *Ciencias Técnicas Agropecuaria*. En este, el autor hace referencia a que un sistema de programación del trabajo y de control de las actividades con base en los indicadores productivos, económicos, técnicos, tecnológicos, permite incrementar su eficiencia. También alude a que el balance de la maquinaria como sistema para la planificación y el control esta resulta un medio efectivo para la programación a largo plazo.

En cuarto lugar, se analizó el artículo escrito por Durán (2012), titulado “Administración del inventario”, para la revista *Visión General*. En este, el autor plantea que la administración de los inventarios evita problemas financieros en las empresas, por lo que es un componente fundamental en la cadena de suministros de las organizaciones.

En quinto lugar, se estudió el artículo escrito por Marín (2013), titulado “Implantación de un sistema de calidad 5s en un centro integrado público de formación profesional”, para la *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. El autor define que la implantación de un sistema de gestión de calidad permite a las organizaciones regular su funcionamiento. También aluden a que la herramienta 5s trata de lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y más limpios de forma permanente para conseguir una mayor productividad y un entorno laboral seguro.

En sexto lugar, se consideró el artículo escrito por López et al. (2015), titulado “Reducción del Tiempo de Terminación en la Programación de la Producción de una Línea de Flujo Híbrida

Flexible (HFS)”, para la revista *Información Tecnológica*. Los autores eligieron una empresa del sector textil, donde proponen con base en un modelo de programación, la reducción del tiempo de trabajo.

El séptimo trabajo que se utilizó fue planteado por Figueroa et al. (2016), con el tema “Análisis y propuesta de mejora planificación y programación de la gestión de procura de tres empresas de construcción de Lima Metropolitana”, para optar por el título profesional de Ingeniero Civil, presentado en Lima, Perú, para la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Los principales beneficios de la implementación de la mejora propuesta por los autores fueron: aumentos de niveles de productividad, reducción de costos, mejora en los tiempos de entrega de materiales y suministros, disponibilidad de productos y proveedores más confiables.

En el octavo lugar, se utilizó el trabajo elaborado por Balcazar (2016), con el tema “Implementación de un sistema de planeamiento y control de la producción”, para optar por título profesional de Ingeniero Empresarial y de Sistemas, en la empresa Packaging products del Perú, presentado en Lima, para la Universidad San Ignacio Loyola. Con respecto a las conclusiones de este trabajo de investigación, se pudo evidenciar una reducción de costos en: los gastos de almacenaje que se redujeron en 66.82 %, los gastos en el uso de material alternativo en 76.80 %, los gastos en sobrecostos de personal en 48.57 %, los gastos en merma en 94.36 %, los gastos en reproceso en 97.78 % y los gastos de sobretiempo en producción en 43.57 %. Se ha podido determinar que la implementación del sistema de Planeamiento y Control de Producción ha beneficiado en la mejora de procesos de la empresa.

En la novena posición, se analizó el trabajo desarrollado por Ponce De Leon (2016), con el tema “Propuesta de Implementación de un Sistema de Planeamiento y Control de la Producción (PCP) para una empresa del sector gráfico”, para optar por el título de Ingeniero Industrial, en Lima, Perú, para la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Se identificó que el autor, para poder hacer métricas, tuvo que usar una unidad de medida, en este caso fue metros cuadrados para poder comparar y estimar sus proyecciones.

En décimo lugar, se estudió el artículo escrito por Hernández et al. (2017), titulado “Planificación de la producción industrial con enfoque integrador asistido por las tecnologías de la información”, para la revista *Retos de la dirección*. Los autores deducen que la planificación de las operaciones es un instrumento de dirección básico que coordina e integra los aspectos productivos,

económicos, sociales y financieros, de manera que potencia la iniciativa y los esfuerzos de la empresa para cumplir sus funciones y objetivos económicos, con el máximo de eficiencia y la activa participación de los trabajadores.

## **Proyecciones**

Esta investigación se delimitará a las áreas que se ven involucradas en el proceso de rotulación para la empresa Impresiones Amerrique S. A. Se tomará en consideración que la información de las entradas y salidas del proceso esté disponible en la empresa y sea correctamente suministrada.

1. Definir el inicio y el final del proceso de producción de rótulos.
2. Establecer tiempos estándar del proceso de producción de rótulos.
3. Determinar la capacidad instalada de producción de rótulos.
4. Diseñar un flujo de procesos para la producción de rótulos.
5. Proveer una herramienta para el control del proceso de producción de rótulos.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se presentan teóricamente los conceptos relacionados con las herramientas, técnicas y métodos a utilizar, basándose en ingeniería industrial para el desarrollo del proyecto. En este capítulo se explicarán las herramientas que se utilizarán en el desarrollo para el diseño de un sistema de programación y control de la producción de rótulos en la empresa Impresiones Amerrique S. A.

Las herramientas elegidas ayudarán a establecer una programación y planeación de la producción, desde un balance de líneas, un diagrama de PERT, el diagrama de flujo, entre otras herramientas que se explicarán en el capítulo.

### **Balance de línea**

El balance o balanceo de línea, según Salazar (2019), se define de la siguiente forma:

Es una de las herramientas más importantes para la gestión de la producción, dado que de una línea de fabricación equilibrada depende la optimización de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso, variables tales como lo son los inventarios de producto en proceso, los tiempos de fabricación y las entregas parciales de producción.

El autor plantea, que el objetivo fundamental de un balanceo de línea corresponde a igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso. Establecer una línea de producción balanceada requiere de una juiciosa consecución de datos, aplicación teórica, movimiento de recursos e incluso inversiones económicas.

Esta herramienta ayuda a definir el cuello de botella, a evaluar cuantos operarios se requiere por línea, analizar las causas del problema, elaborar soluciones para establecer la capacidad instalada de la planta y a diseñar un adecuado programa de la producción. (pp. 2-3)

En el método que se utilizará, es importante tener en cuenta para el desarrollo de la herramienta las siguientes variables: el minuto total del operario, el ciclo de control, el número de operarios, el porcentaje de balance, el ciclo de control ajustado, unidades entre hora, unidades entre turno, costo por unidad y el desempeño de la línea que se muestran en la

Figura 2 con sus respectivas fórmulas.

**Figura 2. Balance de línea, variables.**

Minuto Total del Operario	$\sum_{i=1} (\min x Op)$	Sumatoria del producto entre el tiempo de cada operación y la cantidad de operarios que la realizan.
Ciclo de Control	$\min >$	Es el tiempo mayor entre los tiempos de cada operación.
N° de Operarios	$\sum Op$	Sumatoria de los operarios que ejecutan las operaciones.
Total Minutos por Línea	$Ciclo\ de\ Control\ x\ N^{\circ}\ de\ Op$	Tiempo que toma la línea en relación a su ciclo de control.
% de Balance	$\frac{Minuto\ Total\ del\ Operario}{Total\ del\ minutos\ por\ línea} \times 100$	% del Balance de la línea. Este es mayor a medida que los tiempos de las distintas operaciones se aproximan.
Ciclo de Control Ajustado	$\frac{Ciclo\ de\ Control}{Desempeño\ de\ la\ línea} \times 100$	Ciclo de control ajustado según el desempeño de la línea
Unidades / Hora	$\frac{60\ minutos}{Ciclo\ de\ Control\ Ajustado}$	Cantidad de unidades por cada hora de trabajo.
Unidades / Turno	$(Unidades\ /\ Hora) \times (Horas\ /\ Turno)$	Cantidad de Unidades por cada turno de trabajo.
Costo x Unidad	$\frac{(N^{\circ}\ de\ Op) \times (Salario\ diario)}{Unidades/Turno}$	Costo de mano de obra por cada unidad producida
Desempeño de la línea	$1 - \left( \frac{Tolerancias\ Hombre}{Tiempo\ por\ turno} \right) + \left( \frac{Tolerancias\ Máquina}{Tiempo\ por\ turno} \right)$	

**Nota: Tomado de (Salazar, 2019)**

### Diagrama de PERT

De acuerdo con Chaves y Espitia (2017):

La técnica de evaluación y revisión de programas (PERT), fue creada para manejar estimaciones inciertas de tiempo, por lo que en la aplicación de este modelo se cuenta con tres estimaciones de tiempos para cada actividad, estas estimaciones se utilizan para calcular los valores esperados y las desviaciones estándar de cada actividad y tiempos probables para la culminación del mismo.

Este método utiliza la distribución de probabilidad con base en tres estimaciones de tiempo para cada actividad, los cuales son, tiempo optimista, tiempo pesimista y tiempo más probable.

Ventajas del método PERT:

- Enseña una disciplina lógica para planificar y organizar un programa detallado de largo alcance.
- Proporciona una metodología Standard de comunicar los planes del proyecto mediante un cuadro de tres dimensiones (tiempo, personal; costo).
- Identifica los elementos (segmentos) más críticos del plan, en que problemas potenciales puedan perjudicar el cumplimiento del programa propuesto.

- Ofrece la posibilidad de simular los efectos de las decisiones alternativas o situaciones imprevistas y una oportunidad para estudiar sus consecuencias en relación a los plazos de cumplimiento de los programas.
- Aporta la probabilidad de cumplir exitosamente los plazos propuestos. (pp. 11-12)

Además, según Perossa (2015), el método PERT consta de tres actividades primordiales:

1. Definir las actividades.
2. Indicar los requisitos necesarios antes de comenzar cada actividad.
3. Conocer el tiempo de cada actividad. (p. 4)

Considerando un ejemplo, en la Figura 3 se puede desarrollar un PERT con los siguientes datos:

**Figura 3. PERT, Datos.**

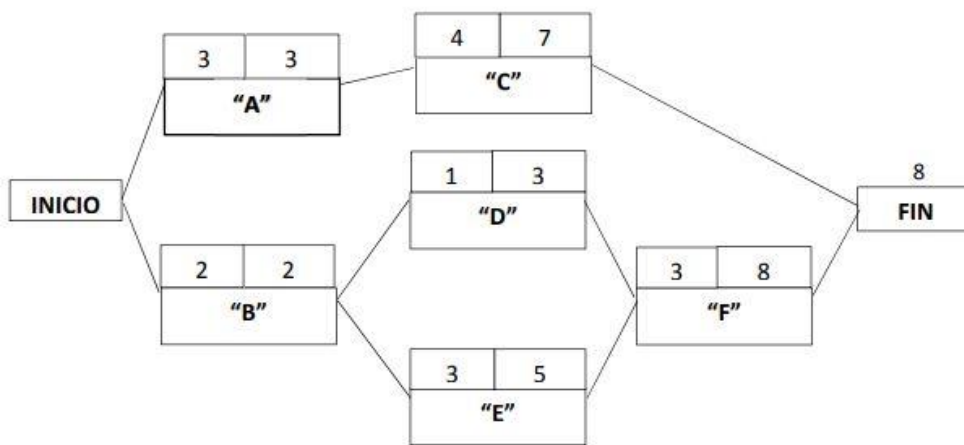
Actividad	Requisito	Duración
A	-	3
B	-	2
C	A	4
D	B	1
E	B	3
F	D, E	3

**Nota: Tomado de (Perossa, 2015)**

Según muestra la :

Figura 4, la estructura básica, siguiendo el modelo de celdas antes vistas en la Figura 3, queda de la siguiente manera:

**Figura 4. PERT.**



### **Nota: Tomado de (Perossa, 2015)**

De acuerdo con Perossa (2015), se deben observar las siguientes características:

1. Todas las casillas intermedias deben estar conectadas, al menos con una precedente y otra posterior.
2. El gráfico inicia con la casilla INICIO y termina con la sola casilla FIN.
3. Las rectas que indican la unión entre las casillas no se cruzan.
4. Cada casilla lleva una letra que identifica la actividad en la parte inferior, mientras que en la parte superior a la izquierda está el tiempo propio de la actividad y en la parte superior derecha se encuentra la sumatoria del tiempo necesario hasta esa actividad.
5. Cuando una casilla tiene dos predecesores (ejemplo “F”, que precede de “D” y “E”), para alcanzar el tiempo total debe tomar como válido al predecesor de más tiempo acumula (en el caso de “F”, suma las 5 unidades de tiempo de “E”).
6. La sumatoria de los tiempos de las actividades, no es igual al tiempo total de obra.
7. El número que se encuentra arriba de FINAL, es el tiempo total de obra que se necesita para completar la obra. (p. 4)

### **El camino crítico**

Perossa (2015) alude que,

si se observa cuidadosamente la Figura 4, es posible ver que el tiempo total de 8 unidades de tiempo proviene por las actividades que se encuentran en la parte inferior del gráfico: a la casilla FINAL se llega por dos actividades: “C” (con 7 unidades de tiempo) y “F” (con 8 unidades de tiempo).

Debido a que el antecesor de FINAL con mayores unidades es “F”, es esta actividad la que comienza con el camino crítico. En forma práctica, el camino crítico se construye desde atrás hacia adelante: se comienza por la casilla FINAL, y se retrocede con la que le dio valor (en este caso “F”, que es la de mayor valor), INICIO FIN “B” “A” “C” “E” “D” “F” 3 3 8 3 3 7 1 5 2 2 4 3 luego a “F” se llega por “D” y por “E”, el camino crítico sigue por aquella de mayor valor temporal, es este caso “E” que tiene 5 unidades, a “E” se llega por “B”, quien precede de INICIO.

Entonces, reordenando, el camino crítico queda formado por CC1: B, E y F, esto significa que, si alguna de estas actividades se demora una unidad de tiempo más, toda la obra se va a demorar una unidad de tiempo más, ya que son las actividades que marcan el tiempo total de la obra. Obsérvese que, si alguna otra

actividad que se encuentre fuera del camino crítico se demora una unidad de tiempo más, el resultado final no cambia. Por lo tanto, las actividades críticas son aquellas que se encuentran en esta ruta, y son las que los administradores del proyecto deben poner mayor énfasis en cuidar. (p. 5)

### **Ruta crítica**

Filev (2018) señala lo siguiente:

La ruta crítica está formada por la secuencia más larga de actividades, desde el inicio hasta el final del proyecto, que tiene que empezar y terminar exactamente cuándo se ha previsto para garantizar la finalización del proyecto en una fecha determinada. Las actividades de la ruta crítica deben gestionarse minuciosamente. Si las tareas fallan, hay que tomar medidas inmediatas para que el proyecto siga según lo programado. De lo contrario, no se podrá completar a tiempo.

Puede haber más de una ruta crítica en un proyecto, de forma que haya varias rutas que se ejecuten en paralelo. Por ejemplo, en nuestro caso, elegir un cuadro y colgar el cuadro, así como comprar los tacos", colocar los tacos y colgar el cuadro, forman otras secuencias de tareas que también son importantes para que podamos completar el proyecto. (p. 2)

### **Optimización**

Ramos et al. (2010) argumenta que

definir el término investigación operativa no es una tarea fácil ya que su evolución permanente hace que sea difícil dar con precisión una definición. La investigación operativa se puede definir como la aplicación de métodos científicos en la mejora de la efectividad en las operaciones, decisiones y gestión, o como la ciencia de aplicar los recursos disponibles para conseguir la satisfacción óptima de un objetivo específico deseado.

Otra definición más extensa es la siguiente: la investigación operativa es la aplicación, por grupos interdisciplinarios, del método científico a los problemas complejos producidos en la dirección y gestión de grandes sistemas de hombres, máquinas, etc. La principal característica consiste en construir un modelo científico

del sistema del cual se pueden predecir y comparar los resultados de diversas estrategias, decisiones, incorporando medidas del azar y del riesgo. (pp. 3-4)

También, Ramos et al. (2010) deducen lo siguiente:

La investigación operativa tiene sus orígenes en la Segunda Guerra Mundial, debido a la necesidad urgente de asignación de recursos escasos en las operaciones militares, en problemas tácticos y estratégicos. Estas mismas técnicas se han extendido con posterioridad a las empresas. Disciplinas típicas de la investigación operativa son la optimización con sus múltiples sabores teoría de la decisión y de juegos, teoría de colas y simulación, teoría de grafos o flujos de redes.

Otras disciplinas como algoritmos meta heurísticos y lógica borrosa, redes neuronales artificiales, reconocimiento de patrones y otras técnicas de inteligencia artificial, aunque conceptualmente se encuadran dentro de la investigación operativa, habitualmente se estudian dentro de otras disciplinas ligadas a la ingeniería informática como la inteligencia artificial. (pp. 3-4)

### **Inventarios**

Los inventarios, según Durán (2012), se definen de la siguiente manera:

Son todos aquellos artículos o stocks usados en la producción (materia prima y productos en proceso), actividades de apoyo (suministro de mantenimiento y reparación) y servicio al cliente (productos terminados y repuestos).

El inventario representa una de las inversiones más importantes de las empresas con relación al resto de sus activos, ya que son fundamentales para las ventas e indispensables para la optimización de las utilidades. En la práctica empresarial, muchos gerentes cometen el error de no reconocer la importancia de llevar a cabo una eficiente administración del mismo. (pp. 55-56)

De acuerdo con Durán (2012):

Los inventarios tienen su origen en los egipcios y demás pueblos de la antigüedad, donde acostumbraban almacenar grandes cantidades de alimentos para ser utilizados en los tiempos de sequía o de calamidades. Es así como surge el problema de los inventarios, como una forma de hacer frente a los periodos de

escasez. Estos permiten asegurar la subsistencia del negocio y el desarrollo de sus actividades operativas.

Esta forma de almacenamiento de todos los bienes y alimentos necesarios para sobrevivir fue lo que motivó la existencia de los inventarios. La administración del inventario es un tema central para evitar problemas financieros en las organizaciones, es un componente fundamental en la productividad de una empresa, ya que es el activo corriente de menor liquidez que manejan y que además contribuye a generar rentabilidad. Es el motor que mueve a la organización, pues es la base para la comercialización de la empresa que le permite obtener ganancias. (pp. 55-56)

### **Diagrama de flujo**

Manene (2013) plantea que un diagrama de flujo se define como:

La representación gráfica del flujo o secuencia de rutinas simples. Tiene la ventaja de indicar la secuencia del proceso en cuestión, las unidades involucradas y los responsables de su ejecución, es decir, viene a ser la representación simbólica o pictórica de un procedimiento administrativo.

Representar gráficamente las distintas etapas de un proceso y sus interacciones, para facilitar la comprensión de su funcionamiento. Es útil para analizar el proceso actual, proponer mejoras, conocer los clientes y proveedores de cada fase, representar los controles, etc. (pp. 2-3)

Según Manene (2013), el diagrama de flujo

ayuda al análisis a comprender el sistema de información de acuerdo con las operaciones de procedimientos incluidos, le ayudara analizar esas etapas, con el fin tanto de mejorarlas como de incrementar la existencia de sistemas de información para la administración.

Para ayudar a su comprensión por cualquier persona de la organización, se utilizan distintas formas de interpretación, a través de dibujos de ingeniería, figuras geométricas, etc. Lo que quiere lograr es transmitir una indicación de lo que se quiere interpretar. (p. 3)












El diagrama de flujo de acuerdo con el mismo autor consta de 5 fases:

1. Definir el proceso y concretar su alcance (su inicio y final)
2. Representar las etapas intermedias y su relación (proceso actual)
3. Documentar cada una de las etapas: Responsable/ Proveedor y Cliente
4. Analizar el proceso actual desde el punto de vista deseado.
5. Proponer alternativas y definir las nuevas etapas y sus relaciones
6. Representar el diagrama del nuevo proceso e indicar las diferencias con el actual.  
(Manene, 2013, p. 4)

En la poniente al diagrama de flujo:

Figura 5 se presenta la simbología correspondiente al diagrama de flujo:

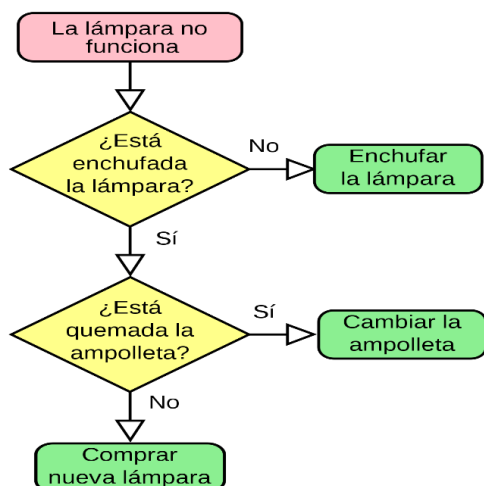
**Figura 5. Simbología del diagrama de flujo**

Simbología Estándar: Diagramas de Flujo de Datos.	
Inicio / Fin	
Procesos	
Entrada Datos	
Condición	
Conector	
Cinta Magnética	
Disco Magnético	
Conector de Pagina	
Líneas de Flujo	
Display, Mostrar Datos	
Enviar Datos a Impresora	

**Nota: Tomado de Google Imágenes.**

En la Figura 6 se muestra un ejemplo de un diagrama de flujo de un proceso.

**Figura 6. Diagrama de flujo**



## **Nota: Tomado de Google Imágenes.**

### **Método 5S**

De acuerdo con Marín et al. (2013):

El método de las 5S trata de lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y más limpios de forma permanente para conseguir una mayor productividad y entorno laboral seguro. Este trabajo describe las fases de la implantación del método en el laboratorio de Hematología, en un centro educativo de Formación Profesional de la provincia de Valencia.

Los resultados obtenidos a posteriori de la implantación del método 5S, demuestran una gran diferencia en cuanto al orden, la ubicación de los materiales y el mejor clima en el aula, en comparación con los resultados de la prueba piloto antes de su implantación. (p. 150)

Según Marín et al. (2013):

Las 5S deriva de las palabras japonesas seiri (separar), seiton (ordenar), seiso (limpiar), seiketsu (sistematizar) y shituke (estandarizar) y es un método que hace visibles las anomalías. Se inició en Toyota en los años 1960 con el objetivo de lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y más limpios de forma permanente para conseguir una mayor productividad y un mejor entorno laboral. (pp. 150-151)

Marín et al. (2013) plantean que los objetivos generales de esta metodología son los siguientes:

- Eliminar del espacio de trabajo todo aquello que sea inútil.
- Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz.
- Mejorar el nivel de limpieza de los lugares.
- Prevenir la aparición de la suciedad y el desorden.
- Fomentar los esfuerzos en este sentido.
- Mejorar las condiciones de trabajo y la moral del personal (es más agradable trabajar en un sitio limpio y ordenado).
- Reducir los gastos de tiempo y energía.
- Reducir los riesgos de accidentes sanitarios.
- Mejorar la calidad de la producción y la seguridad en el trabajo. (p. 151-152)

La metodología contempla 5 fases, teniendo en cuenta que, en cada una de ellas, se realizan distintas tareas, como se muestra en la Figura 7. 5S.

**Figura 7. 5S**

ORGANIZACIÓN (Fase 1S)	ORDEN (Fase 2S)	LIMPIEZA (Fase 3S)	CONTROL VISUAL (Fase 4S)	DISCIPLINA Y HÁBITO (FASE 5S)
Planificación de la fase -Reunión de departamento -Ejecución de acciones Procedimentar y controlar	Planificación de la fase -Reunión de consenso -Ejecución de acciones Procedimentar y controlar	Planificación de la fase -Reunión de consenso -Ejecución de acciones Procedimentar y controlar	Planificación de la fase -Reunión de consenso -Ejecución de acciones Procedimentar y controlar	Planificación de la fase Reunión de consenso -Ejecución de acciones Procedimentar y controlar

**Nota: Tomado de (Marín, Ruano, Latorre, & Ballester, 2013)**

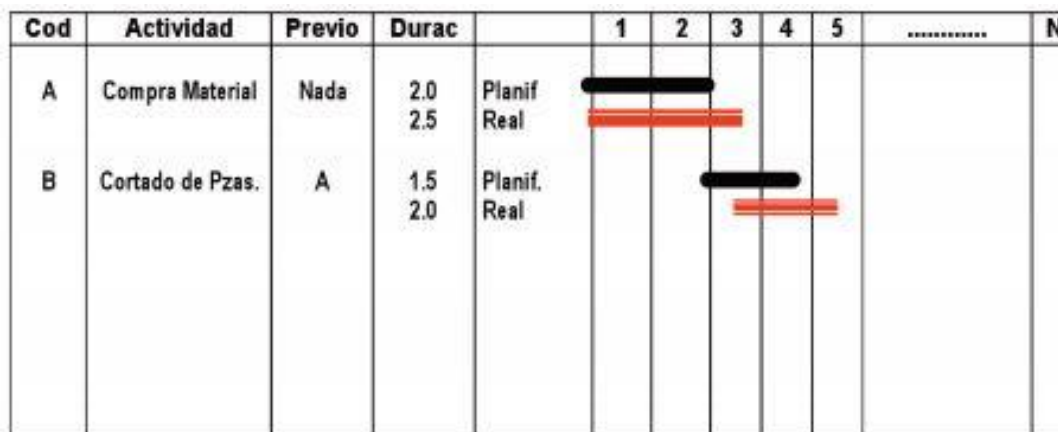
### **Diagrama de Gantt**

Según Terrazas (2011), los diagramas de Gantt se definen de la siguiente forma:

Son un sistema gráfico que se ejecuta en dos dimensiones; en el eje de abscisas se coloca el tiempo y en el eje de ordenadas se colocan las actividades a desarrollar. Este diagrama es muy útil para mostrar la secuencia de ejecución de operaciones de todo un paquete de trabajo y tiene la virtud de que puede utilizarse tanto como una herramienta de planificación, así como una herramienta de seguimiento y control. (p. 10)

En la Figura 8 se observa un ejemplo del diagrama de Gantt:

**Figura 8. Diagrama de Gantt**



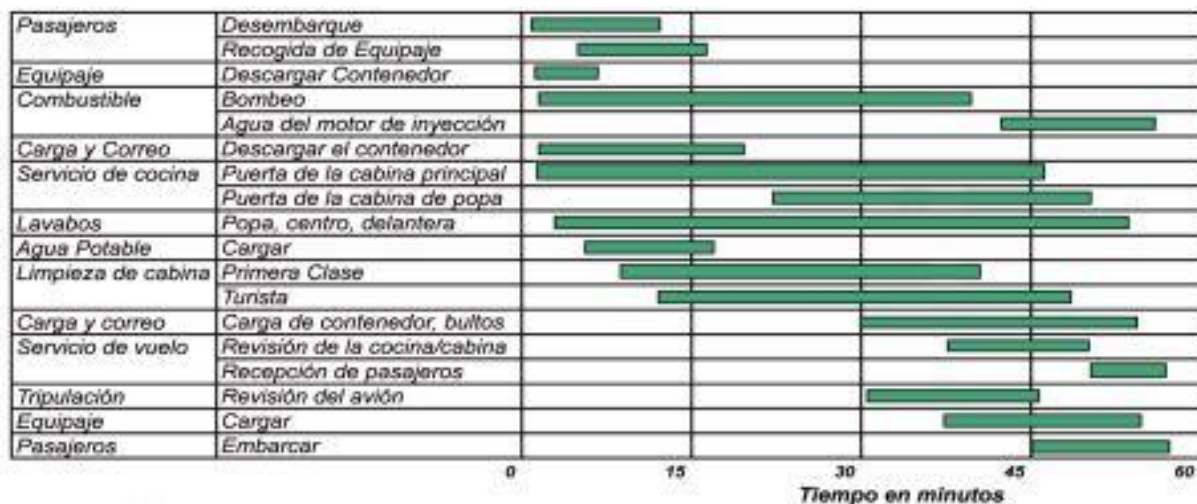
**Nota: Tomado de (Terrazas , 2011)**

De acuerdo con Terrazas (2011), los diagramas de Gantt,

pueden ser utilizados muy apropiadamente en la planificación de la ejecución de actividades previas para el desarrollo de proyectos. En este sentido, se debe hacer primero, una lista de todas las actividades a considerar para el proyecto; calcular los tiempos de ejecución y secuencia, luego estimar los costos asociados y los tiempos totales hasta la puesta en marcha. Todas estas actividades se plantean en un calendario o cronograma de ejecución usando los diagramas de barras. (pp. 10-13)

Una aplicación interesante de la utilización de este diagrama, es a la operación de escala de un avión, donde se desarrollan las actividades y tiempos mostrados en la Figura 9.

**Figura 9. Ejemplo diagrama de Gantt**



**Nota: Tomado de (Terrazas , 2011)**

### **Mapeo de procesos**

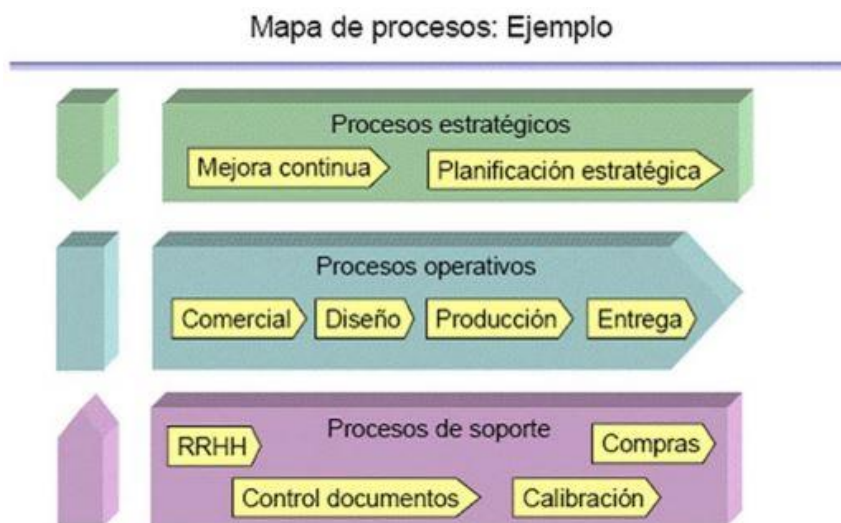
Rojas y Gladys (2019) lo describen de la siguiente forma:

mapeo de procesos es, entonces, la acción de realizar representaciones gráficas de los procesos de una empresa y organización primero a nivel macro y después a nivel de detalle indicando a través de estos diagramas el inicio y el fin de cada proceso, los subprocesos contenidos, así como las actividades y los sujetos o áreas organizacionales que la desarrollan, ejecutan o controlan. (p. 14).

A continuación, en la procesos:

Figura 10 se visualizar la descripción de los tipos de procesos:

**Figura 10. Mapeo de procesos.**



**Nota: Tomado de (Rojas & Gladys, 2019).**

De acuerdo con Rojas y Gladys (2019), los procesos estratégicos se definen de esta manera:

Son los procesos transversales a los demás procesos de la empresa. Los procesos operativos son los procesos que llevan a cabo los objetivos de la empresa. No pueden ejecutarse solos necesitan de los procesos de dirección o estratégicos y de los de soporte.

Hay una constante interacción entre ellos. Y los procesos de soporte o apoyo, proporcionan las personas y los recursos para el resto de los procesos y conforme a los requisitos de sus clientes internos. (p. 15)

## CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

A continuación, se presentarán las definiciones de las rutas de investigación, tipos de enfoques, de alcance, de diseño, entre otros términos, que se utilizarán para el desarrollo de este capítulo.

### **Enfoques de la investigación**

Tal como indican Hernández et al. (2018), “los enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto constituyen rutas posibles para resolver problemas de investigación. Todos resultan igualmente valiosos y son, hasta ahora, los mejores métodos para investigar generar conocimientos” (p. 41).

#### **Enfoque cualitativo**

Según Hernández et al. (2018), en el enfoque cualitativo

también se estudian fenómenos de manera sistemática. Sin embargo, en lugar de comenzar con una teoría y luego “voltar” al mundo empírico para confirmar si esta es apoyada por datos y resultados, el investigador comienza con el proceso examinando los hechos en sí y revisando los estudios previos, ambas acciones de manera simultánea, a fin de generar una teoría que sea consistente con lo que se está observando que ocurre.

De igual forma, se plantea un problema de investigación, pero normalmente no es tan específico con la indagación cuantitativa. Va enfocándose paulatinamente. La ruta se va descubriendo o construyendo de acuerdo al contexto y los eventos que ocurren conforme se desarrolla el estudio. Las investigaciones cualitativas suelen producir preguntas antes, durante o después de la recolección y análisis de los datos.

La acción indagatoria se mueve de manera dinámica entre los hechos y su interpretación, y resulta un proceso más bien “circular” en el que la secuencia no siempre es la misma, puede variar en cada estudio. (p. 46-47)

#### **Enfoque cuantitativo**

De acuerdo con Hernández et al. (2018), actualmente, este enfoque

representa un conjunto de procesos organizado de manera secuencial para comprobar ciertas suposiciones. Cada fase precede a la siguiente y no podemos

eludir pasos, el orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna etapa. Parte de una idea que se delimita y, una vez acotada, se generan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o perspectiva teórica.

De las preguntas se derivan hipótesis y determinan y definen variables; se traza un plan para probar las primeras (diseño, que es como “el mapa de la ruta”); se seleccionan casos o unidades para medir en estas las variables en un contexto específico (lugar y tiempo); se analizan y vinculan las mediciones obtenidas (utilizando métodos estadísticos), y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis.

La ruta cuantitativa es apropiada cuando queremos estimar las magnitudes u ocurrencia de los fenómenos y probar hipótesis. Por ejemplo, determinar la prevalencia de una enfermedad (número de individuos que la padecen en un periodo y zona geográfica) y sus causas; predecir quién de los candidatos va a triunfar en la próxima elección para presidente del país; comprobar cuál de dos métodos de enseñanza incrementa en mayor medida el aprendizaje de algo (por ejemplo, robótica elemental) en cierta población, etcétera. (p. 45)

### **Enfoque mixto**

Hernández et al (2018) consideran, que esta tercera vía,

para realizar investigación entrelaza a las dos anteriores (cuantitativa y cualitativa) y las mezcla, pero es más que la suma de las dos anteriores e implica su interacción y potenciación. Los métodos mixtos o híbridos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (denominadas meta inferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio. (p. 49)

El enfoque cuantitativo es el seleccionado para la realización del proyecto, los datos se analizarán de manera cuantitativa, se obtienen productos de mediciones, analizándolos con métodos estadísticos.

## **Alcance**

Hernández et al. (2018) establecen lo siguiente, con respecto al alcance de la investigación:

Una vez que hemos reevaluado el planteamiento del problema a raíz de la revisión de la literatura y el investigador lo mantiene, ajusta o modifica, la siguiente etapa en la ruta cuantitativa es visualizar el alcance que tendrá la investigación. (p. 106)

## **Correlacional**

De acuerdo con Hernández et al. (2018), se deduce que “este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular”. (p. 109)

## **Explicativo**

Hernández et al (2018) manifiestan que

los estudios explicativos van más allá de la descripción de fenómenos, conceptos o variables o del establecimiento de relaciones entre estas; están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos de cualquier índole (naturales, sociales, psicológicos, de salud, etc.). Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables. (p. 112)

## **Descriptivo**

Hernández et al. (2018) señalan que

los estudios descriptivos pretenden especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, miden o recolectan datos y reportan información sobre diversos conceptos, variables, aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o problema a investigar (p. 108)

## **Exploratorio**

Hernández et al (2018) expresan que,

los estudios exploratorios se llevan a cabo cuando el propósito es examinar un fenómeno o problema de investigación nuevo o poco estudiado, sobre el cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan solo hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas. (p. 106)

En este proyecto se utilizará el método explicativo de forma que sea entendible para el lector, explicando las causas del problema.

### **Diseño**

Hernández et al. (2018) establecen que “el término diseño, se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que deseas con el propósito de responder al planteamiento del problema.” (p. 150)

#### **Diseño experimental**

De acuerdo con Hernández et al. (2018), los diseños experimentales

se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula. Pero, para establecer influencias (por ejemplo, decir que una terapia de duelo ayuda a fortalecer el sentido de vida y aceptar la pérdida de un ser amado), se deben cubrir varios requisitos que a continuación te comentaremos. Desde luego, hay ocasiones en que no podemos o no debemos experimentar. Por ejemplo, es imposible evaluar las consecuencias que una supernova provocada por nosotros podría tener sobre un conjunto de planetas (¿qué ser humano puede hacerlo?).

Tampoco es factible experimentar con hechos pasados, así como no debemos realizar cierto tipo de experimentos por cuestiones éticas (por ejemplo, experimentar en seres humanos con un nuevo virus para conocer su evolución). Ciertamente se han efectuado experimentos con armas bacteriológicas y bombas atómicas, castigos físicos a prisioneros, deformaciones al cuerpo humano, etc.; sin embargo, son situaciones que no deben permitirse bajo ninguna circunstancia. (p. 152)

#### **Diseño no experimental**

Hernández et al. (2018) argumentan que el diseño no experimental

podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no haces variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que efectúas en la investigación no experimental es observar o medir fenómenos y variables tal como se dan en su contexto natural, para analizarlas. En un experimento, el investigador prepara de manera premeditada una situación a la que son expuestos varios casos o individuos.

Esta situación consiste en recibir un tratamiento, una condición o un estímulo en determinadas circunstancias, para después evaluar los efectos de la exposición o aplicación de dicho tratamiento o tal condición. Por decirlo de alguna manera, en un experimento se construye una realidad. En cambio, en un estudio no experimental no se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza. En la indagación no experimental las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir en ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos.

Y la investigación no experimental puede o no poseer un alcance explicativo: más bien se trata de un parteaguas de varios estudios cuantitativos, como las encuestas de opinión, los estudios *ex post facto* retrospectivos y prospectivos, etc. (p. 174)

El diseño que se utilizará para este proyecto es no experimental, el muestreo será tomado de forma aleatoria y en diferentes turnos de producción de la empresa.

### **Variables**

De acuerdo con Villa (2015), las variables constituyen

un elemento básico sobre la base de relaciones entre variables referentes a determinadas unidades de observación. Por medio de las variables se caracterizan los fenómenos que se estudian. También se entiende por variable una característica

observable ligada, con una relación determinada, a otros aspectos observables. (p. 3).

Según Villa (2015), existen varias formas de clasificar las variables, según las distintas funciones que cumplen dentro del proceso de investigación:

Una de ellas son las variables cualitativas: reciben este nombre aquellas variables cuyos elementos de variación tienen un carácter cualitativo no susceptible de medición numérica. Por otra parte están las variables cuantitativas: son aquellas en que las características o propiedades pueden presentarse en diversos grados o intensidad y tienen carácter numérico o cuantitativo.

Estas se dividen en variables continuas: son aquellas que pueden tomar cualquier valor de un intervalo dado. Las discontinuas, también llamadas discretas, son las que no pueden tomar valores intermedios entre dos valores dados, han de hacerlo siempre con valores enteros. (pp. 3-4)

A continuación, se presenta la Tabla 1, donde se muestran las variables a utilizar para el desarrollo de este proyecto, los objetivos, concepto, operación e instrumento a utilizar.

**Tabla 1. Variables de la investigación**

Objetivos específicos	Variable	Conceptual	Operacional	Instrumental
Identificar los productos no conformes en el proceso de producción de rótulos.	Producto no conforme	Es todo producto o servicio cuyo resultado no cumple con las disposiciones planificadas por las partes.	Porcentaje de producto no conforme.	Hoja de recolección de datos
Evaluar la situación actual de la problemática en el proceso de fabricación de rótulos.	Problemática en el proceso de fabricación.	Fenómeno que afecta a una determinada población y cuya solución beneficia a la misma.	Porcentaje de pérdidas económicas.	Hoja de recolección de datos
Analizar las causas del problema.	Causas del problema.	Las causas son las condiciones que determinan o influyen en la aparición del problema.	Porcentaje de causas.	Hoja de recolección de datos
Elaborar el sistema de programación y control de la producción de rótulos.	Sistema de programación y control de la producción de rótulos	Permiten determinar cómo se deben asignar a diversos recursos de la empresa para la producción eficiente de un determinado bien o servicio.	Se necesita evaluar el total de producto programado en el sistema entre el total de producto fabricado.	Hoja de recolección de datos
Controlar la propuesta que involucrará a cada persona que esté directamente relacionada al proceso definiendo responsabilidades y funciones en el proceso.	Propuesta de diseño.	Es el proceso de módulos, interfaces y datos de un sistema para satisfacer unos requisitos previamente especificados.	Se necesita medir el total de productos no conformes entre el total de productos.	Hoja de control, checklist

**Nota: Elaboración propia, Luis Francisco Rodríguez Leiva**

En la Tabla 1 se observa los indicadores elegidos, su respectivo desarrollo y el instrumento a utilizar para el desarrollo de la investigación.

### **Muestra**

Hernández et al. (2018) destaca que en la ruta cuantitativa “una muestra es un subgrupo de la población o universo que te interesa, sobre la cual se recolectarán los datos pertinentes, y deberá ser representativa de dicha población” (p. 196).

### **Probabilística**

De acuerdo con Hernández et al. (2018):

Las muestras probabilísticas tienen muchas ventajas. Quizá la principal sea que puede medirse la magnitud del error en nuestras predicciones. El principal objetivo del diseño de una muestra probabilística es reducir al mínimo este error, al que se le llama error estándar. Las muestras probabilísticas son esenciales en los diseños de investigación transaccionales, tanto descriptivos como correlacionales-causales (las encuestas de opinión, por ejemplo), donde se pretende hacer estimaciones de variables en la población.

Estas variables se miden y se analizan con pruebas estadísticas en una muestra, la cual, se presupone, es probabilística, y todos los elementos de la población tienen una misma probabilidad de ser elegidos. Consecuentemente, las unidades o elementos muestrales tendrán valores muy parecidos a los de la población, de manera que las mediciones en el subconjunto nos darán estimados precisos del conjunto mayor. La precisión de dichos estimados depende del error en el muestreo, que es posible calcular. (p. 202)

### **No probabilística**

Hernández et al. (2018) mencionan que las muestras no probabilísticas,

también denominadas muestras dirigidas, como ya te mencionamos, suponen un procedimiento de selección orientado por las características y contexto de la investigación, más que por un criterio estadístico de generalización. Se utilizan en diversas investigaciones cuantitativas y cualitativas. (p. 215)

La muestra a utilizar en este proyecto es la probabilística y el muestreo será aleatorio simple para los productos disponibles durante las mediciones y será tomado en diferentes turnos de producción de la empresa.

En la

Tabla 2 se puede observar el tipo de muestra, la unidad de muestreo y la fórmula.

**Tabla 2. Muestra**

Indicador	Tipo de muestra	Unidad de muestreo	Fórmula
Porcentaje de producto no conforme	Muestreo aleatorio simple	Producto no conforme	$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * pq}$
Porcentaje de pérdidas económicas	Muestreo aleatorio simple	Reprocesos	$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * pq}$
Porcentaje de causas	Muestreo aleatorio simple	Productos atrasados	$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * pq}$
Total de producto programado en el sistema entre el total de producto fabricado	Muestreo aleatorio simple	Producto programado	$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * pq}$
Porcentaje de producto no conforme	Muestreo aleatorio simple	Producto no conforme	$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * pq}$

**Nota: Elaboración propia, Luis Francisco Rodríguez Leiva**

En la Tabla 2 se puede observar el tipo de muestra que se va a utilizar para el desarrollo del trabajo y la fórmula será seleccionar los productos que estén disponibles en el momento de hacer la medición.

### **Instrumentos**

Según Hernández et al. (2018), el instrumento es el que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o variables que el investigador tiene en mente y además es indispensable que toda medición o instrumento a utilizar reúna los requerimientos de confiabilidad, validez y objetividad (p. 250).

A continuación, en la

Tabla 3, se muestra los instrumentos a utilizar para las variables que se desarrollarán en el proyecto.

**Tabla 3. Instrumentos de recolección de datos**

Indicador	Tipo de muestra	Unidad de muestreo	Recurso requeridos
Porcentaje de producto no conforme	aleatorio simple	Rótulos no programados	Computadora
Porcentaje de pérdidas económicas	aleatorio simple	Consecuencia de las pérdidas económicas	Computadora. Excel
Porcentaje de causas	aleatorio simple	Evaluación de las causas en la no conformidad del producto	Computadora. Excel
total de producto programado en el sistema entre el total de producto fabricado	aleatorio simple	Requerimientos del sistema	Computadora. Excel. Cronómetro
Porcentaje de producto no conforme	aleatorio simple	Rótulos no programados	Computadora.

**Nota: Elaboración propia, Luis Francisco Rodríguez Leiva**

En la Tabla 3 se observa el indicador seleccionado y los recursos requeridos para su implementación.

### **Recolección de datos**

Hernández (2018) define “que la recolección de los datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que te conduzcan a reunir datos con un propósito específico” (p. 226).

Con respecto a la recolección de los datos, se cuenta con la disposición de la empresa para poder analizar los procesos productivos que sean requeridos para poder tener una mejor visión y exactitud de las mediciones que se van a necesitar. La empresa cuenta con un solo turno de trabajo y con 4 operarios que serán medidos en sus respectivas labores si así se requiere.

La empresa definió una directriz para poder realizar las mediciones ya sean los días miércoles o jueves de la semanas que se requieran y también para que se les informe con anticipación a cuál operario se va a medir o necesitar en cada semana.

**Tabla 4. Recolección de datos.**

Indicador	Fuente de los datos	Método de recolección de datos	Beneficios esperados
Porcentaje de producto no conforme	Línea de producción	Se van a analizar los productos que estén disponibles cada semana. Los jueves durante cinco semanas.	Determinar cuál es nivel actual de la empresa con relación a los productos no conformes.
Porcentaje de pérdidas económicas	Proceso de fabricación de rótulos	Por medio de una hoja de recolección de datos, se solicitará a la empresa que de los productos no conformes tomen las características para calcular las pérdidas económicas.	Determinar cuál es nivel actual de la empresa con relación a las pérdidas económicas
Porcentaje de causas	Proceso de fabricación de rótulos	Los jueves durante cinco semanas se analizarán las causas de los reprocesos.	Determinar cuál es nivel actual de la empresa con relación a las causas
Total de producto programado en el sistema entre el total de producto fabricado	Órdenes de trabajo solicitado	Después de las cinco semanas, y seguidamente durante cinco semanas, se analizarán los productos programados.	Determinar cuál es nivel actual de la empresa con relación al avance
Porcentaje de producto no conforme	Órdenes de trabajo solicitado	Se van a analizar los productos que estén disponibles cada semana. Los jueves durante cinco semanas.	Determinar cuál es nivel que se tiene con respecto al inicio de la investigación de la empresa con relación a los productos no conformes.

**Nota: Elaboración propia, Luis Francisco Rodríguez Leiva**

En la Tabla 4 se logra ver que la fuente de los datos son en cada proceso que se va a hacer las mediciones, también el método de recolección de datos y sus respectivos beneficios esperados.

### Métodos de análisis

De acuerdo Hernández et al. (2018), por la cantidad de datos que se obtienen en la actualidad el método de análisis se desarrolla por medio computadoras y no de manera manual (p. 310). A continuación, en la Tabla 5, se muestran las herramientas a utilizar para medir las causas.

**Tabla 5. Métodos de análisis.**

Indicador	Análisis a realizar	Programa	Uso
Porcentaje de producto no conforme	Diagrama de dispersión	Excel	Permite mostrar cómo dos variables se relacionan entre sí.
Porcentaje de pérdidas económicas	Diagrama de Pareto	Excel	Identificar cuáles son los puntos de mejora, prevenir pérdidas económicas.
Porcentaje de causas	Diagrama de Pareto	Excel	Identificar cuáles son los puntos de mejora y las causas críticas.

Total de producto programado en el sistema entre el total de producto fabricado	Análisis OTD (on time to delivery)	Excel	Permite mostrar cómo dos variables se relacionan entre sí.
Porcentaje de producto no conforme	Diagrama de control	Excel	Permite identificar si el proceso está estable.

**Nota: Elaboración propia, Luis Francisco Rodríguez Leiva**

En la Tabla 5 se observan los análisis a realizar, que serían los diferentes diagramas a utilizar, también el programa o sistema informático que se utilizará y su respectivo uso.

### Cronograma

Para obtener una mejor visualización del proyecto, en la

Figura 11 se muestra el WBS del proyecto a realizar.

**Figura 11. WBS**



**Nota: Elaboración propia, Luis Francisco Rodríguez Leiva**

En este esquema se puede observar cada parte que integra los capítulos y su respectiva secuencia, de una manera ordenada, que permite diferenciar o seguir secuencialmente el proceso que se llevará a cabo en este trabajo de investigación.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra el diagrama de Gantt que se realizará en el proyecto, se puede observar en las diferentes semanas las actividades a realizar y su duración, para conocer tiempo previsto en cada actividad y la finalización total del trabajo de investigación.

**Figura 12. Gantt.**

Semana	Actividad	Duración	Semanas 1er ciclo						semanas 2do ciclo			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 hasta semana 15 del siguiente cuatrimestre
1	Capitulo 1	1 semana	■									
2	Capitulo 2	1 semana		■								
3	Capitulo 3	1 semana			■							
4	Capitulo 4	1 semana				■						
5	Capitulo 5	1 semana					■					
6	Capitulo 6	1 semana						■				
7	Libre	1 semana							■			
8	Libre	1 semana								■		
9	Libre	1 semana									■	
10 del primer cuatrimestre hasta semana 9 el siguiente cuatrimestre	Capitulo 6 Capitulo 6 Capitulo 6 Capitulo 6	15 semanas										■

**Nota: Elaboración propia, Luis Francisco Rodríguez Leiva**

Para una visualización más sencilla, en el diagrama de Gantt se puede notar la duración de cada capítulo y sus actividades en semanas.

## **CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN**

Para una mejor comprensión de lo que sucede en el proceso productivo a estudiar, en este capítulo se realiza un análisis de la situación actual del proceso en la empresa Impresiones Amerrique S. A., para establecer un punto de inicio para la investigación y de esta manera establecer un precedente de los datos para poder medir en el futuro si las mejoras propuestas lograrían un impacto positivo en el proceso.

La empresa trabaja con un método de criterio experto, donde sus productos son cotizados por el dueño con base en la experiencia que tiene, por este motivo es que se desea establecer el sistema de control y programación de producción de rótulos.

El actual proceso se basa en los requerimientos o solicitud del cliente, preparar y enviar la cotización, verificar la materia prima a utilizar, hacer y entregar la orden de producción a los involucrados en el proceso, delegar funciones: los Departamento de Diseño, Departamento de Impresión y Departamento de Producción serían los encargados de hacer las estructuras metálicas y acabaos de los rótulos, posteriormente coordinar la entrega, facturar y cobrar el producto.

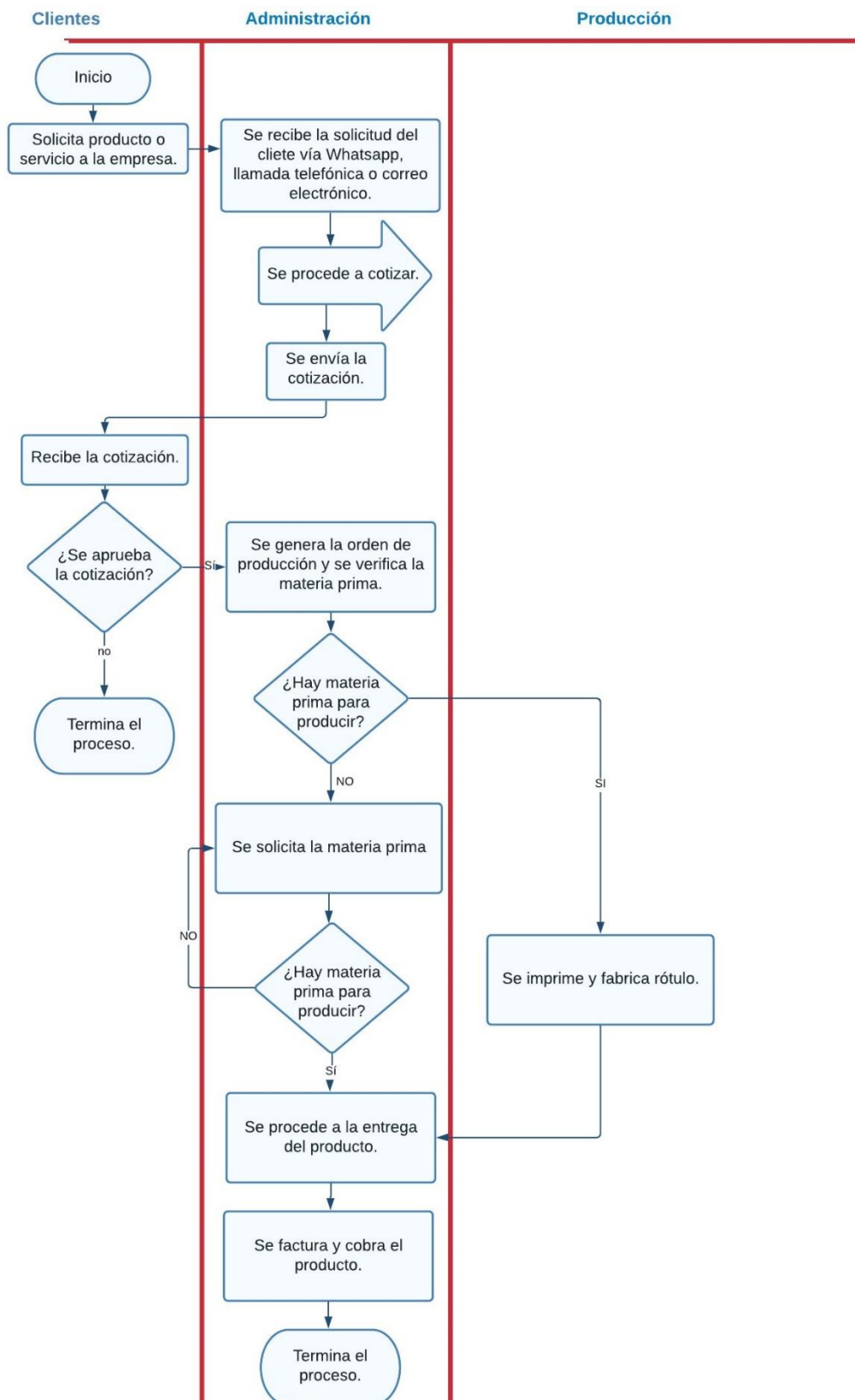
### **Diagrama de flujo**

En la Figura 13. Diagrama de flujo, se puede observar el proceso actual para el desarrollo de rótulos en la empresa Impresiones Amerrique S. A.

### **Figura 13. Diagrama de flujo**

**Diagrama de Flujo.**

Impresiones Amerrickue S.A | January 24, 2022



### Nota: Impresiones Amerrique S. A.

Se puede observar el proceso actual que inicia con una solicitud de producto o servicio por parte del cliente, donde la persona encargada de revisar el correo, celular o atender las llamadas telefónicas recibe la solicitud para proceder con la cotización. Seguidamente, la cotización le es enviada al cliente y si este la aprueba, se sigue con el proceso de producción, pero si no la aprueba, entonces termina el proceso. Si la cotización es aprobada, se genera una orden de producción y se verifica la materia prima y los productos a utilizar, si estos no están disponibles, se procede a solicitar la materia prima. Posteriormente, procede a fabricar el producto o dar el servicio, luego se factura y se entrega lo solicitado. Elaboración propia con base en la información aportada por Impresiones Amerrique S.A

### Análisis FODA

Se procede a realizar un análisis FODA, para analizar las características internas y externas de la empresa Impresiones Amerrique S. A. A continuación, se presenta en Figura 14. Análisis FODA.

Figura 14. Análisis FODA



**Nota: Elaboración propia, Luis Francisco Rodríguez Leiva.**

La figura anterior muestra las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas obtenidas con la realización de análisis FODA en la empresa Impresiones Amerrique S. A. En esta se puede observar que las fortalezas de la empresa son bastantes y es de mucha importancia mantenerlas para poder dar un buen servicio. En la parte de oportunidades, se nota que se puede potenciar la

oportunidad de dar un buen servicio para atraer más clientes por recomendación de ellos mismos. Un punto de mejora es cada una de las debilidades que tiene la empresa, desde capacitar a los colaboradores hasta contar con un presupuesto para el mantenimiento de las máquinas. Por último, se debe tratar de encontrar una forma de convertir las amenazas en una ventaja, ya que también esas amenazas pueden ser una amenaza para la competencia.

### 5W y 2H

Para iniciar este análisis se realiza una entrevista al gerente de producción para poder comprender de la mejor manera el ciclo productivo y los problemas que se están presentando actualmente en este.

Gracias a esto se obtiene información valiosa, ya que se observa que lo que la empresa busca es mejorar el proceso productivo de fabricación de rótulos. Con esto presente, en el estudio se desarrollará la herramienta de los cinco W y dos H, para profundizar un poco más en el desarrollo de este análisis. La aplicación de esta herramienta se puede apreciar en la Figura 15. 5W y 2H.

**Figura 15. 5W y 2H**

5 W, 2H	
¿Qué?	Problemas con tiempos de entrega.
¿Quién?	Encargados de producción de la compañía.
¿Cuándo?	Cada vez que se recibe una orden de producción.
¿Dónde?	Empresa Impresiones Amerrique S. A.
¿Por qué?	No hay tiempos establecidos ni controles sobre los mismos
¿Cómo?	Se realiza una entrevista con el gerente y se estudia el proceso de fabricación de rótulos.
¿Cuánto?	Todos los proyectos de fabricación.

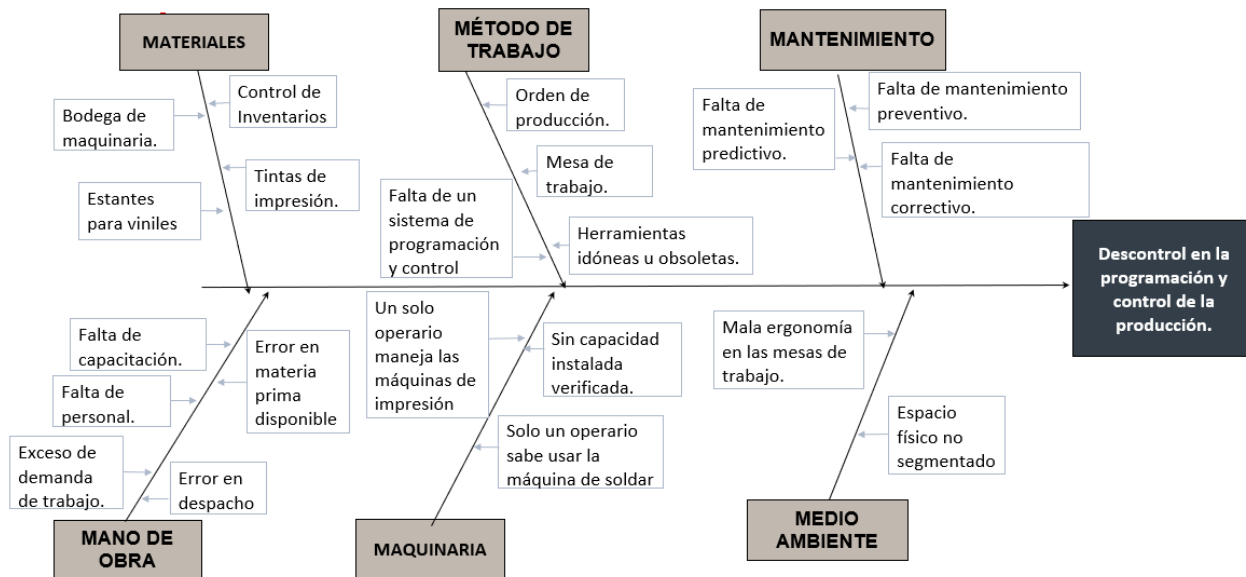
**Nota: Elaboración propia, Luis Francisco Rodríguez Leiva.**

En esta herramienta se observa que la compañía carece de métodos de control e incurre en atrasos constantes en la entrega de sus pedidos, esto implica inconformidades con los clientes y pérdidas económicas, debido a que se incurre en gastos innecesarios como lo son el pago de horas extra para poder concluir los trabajos pendientes.

### Ishikawa

En la Figura 16. Diagrama de Ishikawa, se puede observar las diferentes causas que potencializan el problema actual en el proceso de fabricación de rótulos.

**Figura 16. Diagrama de Ishikawa**



**Nota: Elaboración propia, Luis Francisco Rodríguez Leiva.**

En el diagrama expuesto se puede visualizar los diferentes problemas en las seis áreas a valorar en el proceso, donde evidencia que la empresa tiene problemas con el bodegaje de su maquinaria, ya que este es un cuarto pequeño y la cantidad de maquinaria es bastante. También se visualiza que la empresa no cuenta con un sistema de control de la producción, siendo este el problema más importante y el que se va a atacar.

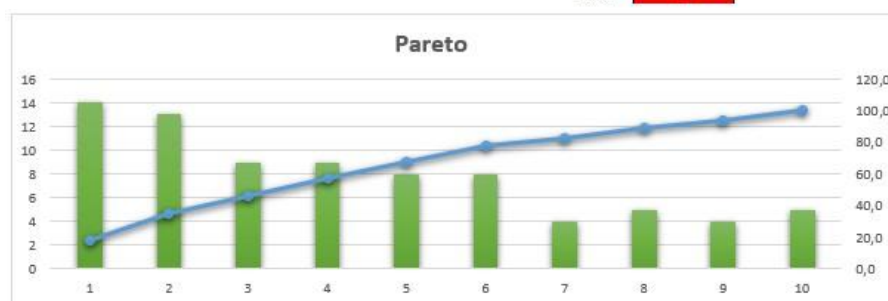
Por otra parte, se observa que la empresa carece de procesos de capacitación al personal y procesos de mantenimiento, no se aplica ninguno de los tres tipos de mantenimiento. La empresa no cuenta con una capacidad instalada, por lo que la capacidad de producción se desconoce. Por último, la segmentación de las áreas es nula.

### Pareto

En la Figura 17. Diagrama de Pareto, se visualiza dónde se muestran las irregularidades y los puntos de mejora para priorizar el plan de acción.

**Figura 17. Diagrama de Pareto.**

Pareto de Factores									
No.	Causas	1	2	3	4	5	Total	Porcentaje	% Acumulado
1	Falta un sistema de programación y control				1	2	14	17,7	17,9
2	Sin capacidad instalada verificada				2	1	13	16,5	34,4
3	Control de inventarios		1	1	1		9	11,4	45,7
4	Exceso de demanda de trabajo			3			9	11,4	57,1
5	Error en materia prima disponible		1	2			8	10,1	67,3
6	Falta de capacitación		1	2			8	10,1	77,4
7	Error en despacho	2	1				4	5,1	82,5
8	Falta de personal	1	2				5	6,3	88,8
9	Bodega de maquinaria	2	1				4	5,1	93,8
10	Estantes de para viniles	1	2				5	6,3	100,2
Total							79		



**Nota: Elaboración propia, Luis Francisco Rodríguez Leiva.**

En el diagrama anterior se puede observar que, una vez realizado el diagrama de Ishikawa, se pueden priorizar en el diagrama de Pareto las causas de mayor importancia y así atacarlas. Se puede visualizar que a cada causa se le asignó una puntuación de 1 a 5, siendo 1 de poca importancia y 5 de mucha importancia.

#### **Falta de un sistema de un sistema de programación y control de la producción:**

Según lo que muestra el gráfico, la causa más crítica es la ausencia de un sistema programación y control de la producción, evidencia de esto son los desórdenes que se visualizan en la producción de la empresa, generando reprocesos y devoluciones en trabajos. Según el gerente, tienen problemas en 3 de cada 20 trabajos realizados, siendo un 15 % de los trabajos realizados mensualmente. Esto representa doble inversión en mano de obra y suministros para finalizar correctamente el trabajo a entregar, lo que representa pérdidas de un rango de €210,000 a €250,000 mensualmente entre mano de obra y materiales.

#### **Capacidad instalada de producción:**

Al igual que la causa más importante, otra causa a analizar es que la empresa no cuenta con una capacidad instalada establecida y, conforme entran las órdenes de trabajo, no se puede estimar

una fecha de entrega confiable, por lo que se genera disconformidad con los clientes ya que algunas de estas se atrasan o no cumple la fecha de entrega establecida. Esto sucede en 6 de cada 20 trabajos realizados, lo cual representa un 30 % al mes, y monetariamente corresponde a unos ¢140,000 también en forma mensual.

### **Control de inventarios:**

También, por no contar con un control de inventario, la empresa pierde materia prima debido a que cuando los rollos de lona o vinil se van gastando, no se contabiliza o descuenta lo que se utiliza en cada trabajo y en algunas ocasiones se debe de desechar lo restante de los rollos porque caduca su vida útil. La empresa consume por mes 4 rollos de 50 m de vinil y en promedio se desechan 2 m en cada rollo, lo que corresponde a 8 m mensualmente y, en el caso de la lona, la empresa consume 3 rollos de 50 m por mes y se desechan 3 m en cada 1 de los rollos. Es decir, del vinil se pierde el 4 % y de los rollos de lona se pierde el 6 % mensualmente, lo que resulta en una pérdida mensual aproximada de ¢15,000 en rollos de vinil y ¢20,000 en el caso de los rollos de lona.

### **Exceso de demanda de trabajos:**

La demanda de trabajo no está bien distribuida, hay operarios que tienen asignadas una mayor cantidad de responsabilidades que otros, por lo que su capacidad se excede y debido a esto es que algunos trabajos se atrasan o pueden terminar defectuosos. La empresa incurre en invertir en horas extras de algunos operarios para ser eficaces y más eficientes, lo que corresponde a un 15 % de los trabajos mensuales y, por lo tanto, que genera pérdidas en la empresa de ¢102,500 aproximadamente por mes, esto representa 8 horas extra por semana.

### **Error en materia prima disponible:**

También, por el mal control de inventario, ya que no contabilizan la materia prima disponible y hay trabajos o proyectos que sobrepasan la capacidad para iniciar el proyecto, en algunos casos la empresa debe de optar por conseguir la materia prima con asunto de urgencia, por lo que debe contratar un transporte o un flete para enviar por la materia prima cuando se necesite y no haya disponible. Esto sucede 2 veces por mes y genera un costo de ¢40,000.

### **Falta de capacitación:**

La falta de capacitación genera que solo 1 operario del área de acabado o producción esté capacitado para ciertos procesos en algunos trabajos, a lo que se suma el ser el único que maneja las máquinas de impresión, por lo tanto, esto genera que este operario trabaje 8 horas extra por semana y que su carga de trabajo sea más amplia que la de sus compañeros. Esto representa un total de ¢102,500 mensualmente.

**Error en despacho:**

El error en el despacho de productos o trabajos finalizados genera reprocesos en la empresa, lo cual sucede en 2 de cada 20 trabajos realizados y corresponde a un 10 % de la producción mensual. Esta situación atrasa los demás trabajos y consume el tiempo de los trabajadores, aproximadamente 8 horas mensuales, lo cual representa mensualmente ¢17,100.

Estas causas son las principales responsables del descontrol en la programación y control de la producción en la empresa.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Seguidamente, después de analizar con detalle la situación actual del proceso de fabricación de rótulos en la empresa Impresiones Amerrique S. A., se consideraron aspectos tales como el método de trabajo, sus procesos y cómo estos se relacionan. El objetivo es presentar las recomendaciones como oportunidades de mejora y, en la medida de lo posible, implementar el plan de trabajo para optimizar el proceso estudiado.

### **Conclusiones**

La empresa Impresiones Amerrique S. A. se ha mantenido durante los años ofreciendo sus productos y servicios, conservando sus clientes y generando nuevos, sin embargo, para seguir por este camino o uno mejor es necesario mejorar los procesos, el método de trabajo y el control de la empresa para ofrecer cada día un mejor servicio y calidad en sus productos.

- Como se observa en el análisis realizado, la empresa no cuenta con un sistema formal de programación y control de la producción, por lo cual su desarrollo se desempeña de manera empírica y esto provoca desórdenes y reprocesos.
- Con base en lo analizado, la empresa tiene problemas en las fechas estipuladas de entrega. Esto sucede en el 15 % de los trabajos mensuales, lo que genera insatisfacción del cliente y hasta la pérdida de clientes.
- La empresa está perdiendo 4 % en los rollos de vinil y 6 % en los rollos de lona, lo que afecta mensualmente en ₡35,000 en pérdidas en materia prima.
- La empresa cuenta con 3 operarios de producción de los cuales solo uno está capacitado para algunos procesos en específico, por lo cual la empresa incurre en el pago de 32 horas extras por mes por un monto de ₡102,500.
- La empresa carece de un departamento de despacho, por lo que el 10 % de los trabajos mensualmente tienen algún error, esto genera reprocesos y, por ende, representa pérdidas para la empresa de ₡17,000 mensuales.

### **Recomendaciones**

A continuación, se darán algunas recomendaciones con el fin de poder dar soluciones correctivas para la empresa:

- Implementar indicadores que permitan medir la ejecución diaria de los trabajos, con el objetivo establecer un parámetro de punto de partida.
- Calcular la capacidad actual de producción de la empresa, esto permitirá establecer un compromiso de entrega estimada más real con los clientes.
- Capacitar al encargado de producción y los colaboradores que tiene a cargo o que están involucrados en el proceso, con el objetivo de que el grupo de trabajo esté preparado para el desenvolvimiento de las actividades.
- Implementar un control de inventarios para controlar las materias primas y saber con exactitud la cantidad de insumos con que cuenta la empresa y cuándo solicitar a los proveedores que abastezcan de sus productos.
- Definir o seleccionar a un colaborador para que haga la función de inspector de calidad, ya que pocas veces se revisan los trabajos durante la producción y antes de la entrega.

## CAPÍTULO VI. PROPUESTA

En este capítulo se desarrollará la propuesta de mejora para el proceso de fabricación de rótulos en la empresa Impresiones Amerrique S. A., donde se busca mejorar los procesos involucrados y la calidad de producción de la empresa para satisfacer la necesidad y los requerimientos de los clientes.

### Implementación de indicadores

Para la confección de los indicadores, estos se almacenarán en una hoja de Excel con el fin de guardar o almacenar históricos que permitan medir y comprobar la mejora a implementar, como se presenta en la Figura 18. Propuesta de indicadores.

**Figura 18. Propuesta de indicadores.**

Fecha	Cliente	Tipo de trabajo	Fecha estimada entrega	Fecha real entrega	Cliente Satisfecho
			Total de trabajos satisfactorios		

Cantidad de trabajos	% de trabajos satisfactorios

**Nota: Elaboración propia, Luis Francisco Rodríguez Leiva.**

En el cuadro anterior la idea es que se registre información continua, esto lo hará el encargado o supervisor de producción, y los indicadores que se medirán son los siguientes:

- Satisfacción del cliente.
- Entrega a tiempo.
- Crecimiento en las ventas.
- Progreso de proyectos.

Como se puede observar en la propuesta a implementar, se puede controlar con indicadores, tal como es en el caso de la satisfacción del cliente, la cual se medirá con una llamada telefónica

una semana después de entregar el trabajo. En el caso del indicador de entrega a tiempo, esto se determinará con base en el cumplimiento de la fecha estimada. El indicador de crecimiento de ventas se puede medir mes a mes, comparando las ventas y los objetivos de cada mes. El último indicador es el progreso de proyectos, que se puede medir con el cumplimiento y avance de cada proyecto. Con base en estos indicadores, la empresa puede controlar sus porcentajes de indicadores y compararlo con los otros meses y con esto llevar una mejor medición de sus trabajos.

### Capacidad instalada

Con el fin de determinar o establecer la capacidad instalada de la empresa, se procede a desarrollar un balance de líneas, determinando la necesidad de operarios en cada proceso. Se trabajará en una hoja de Excel y se medirá cada actividad del proceso, como se presenta en la Figura 19. Estudio de tiempos.

**Figura 19. Estudio de tiempos.**

ESTUDIO DE TIEMPOS POR ELEMENTO DEL PROCESO IMPRESIÓN DE VINILOS													Calificación		Tolerancia	
Acciones	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Promedio	Desv. Estandar	T. Normal	T. Estandar		
Impresión																
Laminar adhesivos																
Cortar adhesivos																
Cortar lonas																
Ruedos a lonas																
Ojetes a lonas																

**Nota: Elaboración propia, Luis Francisco Rodríguez Leiva.**

Como se observa en la figura adjunta, así es la tabla que se utilizará para medir tiempos del proceso de fabricación de rótulos. Se medirá cada actividad de este proceso, tal como impresión, que es exactamente lo mismo para lonas y adhesivos, laminación de adhesivos, corte de adhesivos, corte de exceso de lonas, ruedo de lonas y ensamble de ojetes a la lona. Se hará una toma de 10 tiempos por actividad, determinando tiempos promedio, desviación estándar, tiempo normal y tiempo estándar, para así medir el rendimiento y productividad de la empresa. En el porcentaje de tolerancia y la calificación, se valorará ergonomía, iluminación, medioambiente, ruido, fatiga, necesidades personales, esfuerzo estático, esfuerzo dinámico, esto con base en el género de la persona.

### Control de inventarios



## Capacitación

Para un mejor control de las capacitaciones, se implementa un cronograma con las 4 actividades que se van a llevar a cabo. Para este objetivo, se crea el siguiente cronograma que se visualiza en la Figura 21. Cronograma de capacitación.

**Figura 21. Cronograma de capacitación.**

Cronograma de capacitación						
Temas	Horas	4/3/2022	5/3/2022	6/3/2022	7/3/2022	8/3/2022
Explicación del Procedimiento	1	1h				
El uso de indicadores	3	3h				
Explicación del sistema control de inventarios.	8		4h	4h		
Uso del sistema.	12		2h	2h	4h	4h
Total	24					

**Nota: Elaboración propia, Luis Francisco Rodríguez Leiva.**

El cronograma de capacitación consta de 24 horas divididas dentro de una semana laboral de 5 días, se tratarán 4 temas donde se capacitará a los colaboradores involucrados para que tengan los conceptos más amplios, claros y puedan hacer uso de las herramientas de programación y control de la producción del proceso, para una correcta gestión del proceso de fabricación de rótulos de la empresa.

## Diagrama de Gantt

Se presenta en la Figura 22. Diagrama de un cronograma de actividades para visualizar las actividades que se llevarán a cabo durante la aplicación de la propuesta.

**Figura 22. Diagrama de Gantt**

Actividad	Inicio	Fin	Número Días	4-abr	5-abr	6-abr	7-abr	8-abr	9-abr	10-abr	11-abr	12-abr	13-abr	14-abr	15-abr	16-abr	17-abr	18-abr	19-abr	20-abr	21-abr	22-abr	23-abr	24-abr	25-abr	26-abr	27-abr	28-abr	5-may	6-may	19-may	20-may	2-jun	3-jun	16-jul	17-jul	30-jul	31-jul	14-jul	15-jul	21-jul	22-jul				
				Explicación de procedimiento	4-abr	4-abr	1	■																																						
Medición de tiempos actuales	5-abr	8-abr	4		■	■	■	■																																						
Medición de tiempos actuales	11-abr	15-abr	5							■	■	■	■	■																																
Revisión de materia prima	18-abr	22-abr	5															■	■	■	■	■																								
Explicación del sistema	25-abr	25-abr	1																					■																						
Capacitación (indicadores)	26-abr	26-abr	1																						■																					
Capacitación (Inventarios)	27-abr	27-abr	1																							■																				
Capacitación (Sistema)	28-abr	28-abr	1																								■																			
Controlar datos del personal	5-may	6-may	2																									■	■																	
Controlar datos del personal	19-may	20-may	2																											■	■															
Controlar datos del personal	2-jun	3-jun	2																												■	■														
Controlar datos del personal	16-jun	17-jun	2																													■	■													
Controlar datos del personal	30-jun	1-jul	2																														■	■												
Controlar datos del personal	14-jul	15-jul	2																																											
Establacer alcances logrados	21-jul	22-jul	2																																											

**Nota: Elaboración propia, Luis Francisco Rodríguez Leiva.**

En la figura 22 se observa cronológicamente las actividades a desarrollar en la propuesta expuesta, dónde las primeras 3 semanas de abril del presente año serán las semanas críticas del proyecto. La primera semana abarca la explicación del proyecto a los colaboradores involucrados y la toma de tiempos actuales por parte del ingeniero responsable, esto en la primera y segunda semana de abril. En la Figura 21. Cronograma de capacitación, se puede observar su distribución. En la tercera semana, el ingeniero seguirá con la medición de tiempos; seguidamente, en la semana 4, el ingeniero tomará datos de la cantidad de materia prima. En las semanas 1,2 y 3 correspondientes a la medición de tiempos y revisión de materia prima, el ingeniero trabajará 3 horas durante 14 días. A partir del 25 de abril al 28 de abril y el día 5 de mayo, el ingeniero procederá con las respectivas capacitaciones del personal a cargo del proceso. Posteriormente, a partir del 5 de mayo, cada 15 días el ingeniero trabajará los jueves y viernes en el proyecto, invirtiendo 2 horas por día durante 7 semanas, se revisarán los datos recolectados durante la investigación para al final del proyecto establecer los alcances logrados del proyecto.

### **Análisis económico**

En este apartado se buscará determinar los costos con los que se incluirán la implementación de la propuesta expuesta para el desarrollo del proyecto.

### **Costos de implementación**

Para el costo de implementación de la propuesta, se presupuesta un costo de ₡611,021, tomando en cuenta a los colaboradores involucrados en el proceso de fabricación de rótulos, en este caso serían 4 personas las que estarán involucradas en las diferentes sesiones de trabajo y al ingeniero a cargo de dichas sesiones. Se tomará en cuenta los rubros como el salario y sus respectivas cargas sociales, así como se detalla en la Figura 23. Costos de implementación.

**Figura 23. Costos de implementación.**

Colaborador	Puesto	Salario Neto	Cargas Sociales	Salario Bruto	Horas Laborales	Costo por hora	Horas	Costo Propuesta
			26,50%					
1	Supervisor de producción	₡485 000,00	₡128 525,00	₡613 525,00	192	₡3 195,44	24	₡76 690,63
2	Operario de producción	₡390 000,00	₡103 350,00	₡493 350,00	192	₡2 569,53	24	₡61 668,75
3	Operario de producción	₡390 000,00	₡103 350,00	₡493 350,00	192	₡2 569,53	24	₡61 668,75
4	Diseñadora	₡445 000,00	₡117 925,00	₡562 925,00	192	₡2 931,90	24	₡70 365,63
5	Ingeniero a cargo	₡550 000,00	₡145 750,00	₡695 750,00	192	₡3 623,70	94	₡340 627,60
							<b>Total</b>	<b>₡611 021,35</b>

**Nota: Elaboración propia, Luis Francisco Rodríguez Leiva.**

En la tabla anterior se puede visualizar los salarios actuales de los colaboradores involucrados en el proceso de fabricación de rótulos y la cantidad de horas y dinero que debe invertir la empresa por cada uno de ellos para poder desarrollar el proyecto.

### **Retribuciones esperadas**

Se pretende reducir al 100 % el desorden de producción y reprocesos implementado un control de inventario y un control de fechas estipuladas de entrega, ya que el 15 % de los trabajos mensuales no cumplen con dicha fecha y las pérdidas son en un rango de ₡210,000 a ₡250,000 mensualmente, entre mano de obra y materiales. También se estima solventar el problema del incumplimiento de fechas estimadas de entrega, ya que representan ₡140,000 mensuales en reprocesos para la empresa.

Con base en el control de inventario, se pretende reducir la pérdida de material en los rollos de vinil y rollos de lona un 1 % en ambos casos. Actualmente se está perdiendo 4 % en cada rollo de vinil y 6 % en cada rollo de lonas, que representan ₡35,000 mensuales.

También se pretende reducir un 100 % las horas extras actuales, las cuales son 32 horas extras mensualmente y representan ₡102,500 por mes. Asimismo, se pretende solventar el problema que la empresa tiene de pagar fletes extraordinarios, son 2 fletes por mes por un monto de ₡40,000.

La idea es capacitar al supervisor de producción para que pueda verificar y encargarse de la calidad de los trabajos para evitar reprocesos en devoluciones de trabajos, ya que actualmente sucede en un 10 % de la totalidad de trabajos por mes y representan ¢17,000 mensualmente.

Como se puede observar en la Figura 24. Retribuciones esperadas, se detallan los costos que se espera retribuir por mes.

**Figura 24. Retribuciones esperadas.**

Problema	Costo
Desorden de producción	¢235 500
Incumplimiento de fechas estimadas.	¢140 000
Pérdida de materia prima.	¢35 000
Horas extra.	¢102 500
Pago de fletes.	¢40 000
Devoluciones de trabajos.	¢17 000
<b>TOTAL</b>	<b>¢570 000</b>

**Nota: Elaboración propia, Luis Francisco Rodríguez Leiva.**

La reducción de costos se estima que sea de ¢570,000 mensuales como se observa y se detalla cada problema en la Figura 24. Retribuciones esperadas.

### Comparativa

Se expone los costos comparativos en la Figura 25. Comparativa de costos.

**Figura 25. Comparativa de costos.**

Costos incurrentes actuales a 4 meses	Costo de propuesta
¢2 850 000	¢611 021

**Nota: Luis Francisco Rodríguez Leiva.**

En la figura se pueden observar los costos en los que incurre la empresa mensualmente por un monto de ¢570,000 para un total de ¢2,850,000 en los 5 meses que durará la implementación de la propuesta y el costo de la propuesta es de ¢611,021, los cuales se detallan en la Figura 22. Diagrama de Gantt, donde se muestra el cronograma de implementación.

Se expone que la implementación sea de 5 meses, y la inversión sea recuperada 1 mes después, con el objetivo de no gastar los ¢570,000 que se están gastando por el desorden y falta del sistema de programación y control de producción.

### **Otros beneficios cualitativos**

Con este proyecto se pretende crear u obtener no solo ganancias económicas, sino, también beneficios cualitativos, tales como:

- Crear un ordenamiento a la producción.
- Determinar la capacidad de la empresa.
- Controlar los inventarios de la empresa.
- Controlar y medir la satisfacción del cliente.
- Crear una cultura de mejora continua.
- Crear un hábito de responsabilidad por parte de los colaboradores.
- Tener un personal más capacitado con mayores y mejores funciones.

## APÉNDICE

Se agregan algunos materiales de apoyo que se utilizaron para el desarrollo del proyecto.

### Diagrama de Pareto 2

En la Figura 26. Diagrama de Pareto 2, se observan los datos recolectados en el departamento de producción.

**Figura 26. Diagrama de Pareto 2**

Datos Gerente de Producción						Datos Operario #1						A cada causa se le asignará una valoración de 1 a 5, siendo 1 sin importancia y 5 muy importante.	
No.	Causas	1	2	3	4	5	No.	Causas	1	2	3		4
1	Falta un sistema de programación y control					x	1	Falta un sistema de programación y control					x
2	Sin capacidad instalada verificada				x		2	Sin capacidad instalada verificada					x
3	Control de inventarios				x		3	Control de inventarios			x		
4	Exceso de demanda de trabajo			x			4	Exceso de demanda de trabajo			x		
5	Error en materia prima disponible			x			5	Error en materia prima disponible		x			
6	Falta de capacitación		x				6	Falta de capacitación			x		
7	Error en despacho		x				7	Error en despacho	x				
8	Falta de personal		x				8	Falta de personal		x			
9	Bodega de maquinaria	x					9	Bodega de maquinaria		x			
10	Estantes de para viniles	x					10	Estantes de para viniles		x			

Datos Operario #2						Pareto de Factores										
No.	Causas	1	2	3	4	5	No.	Causas	1	2	3	4	5	Total	Porcentaje	% Acumulado
1	Falta un sistema de programación y control					x	1	Falta un sistema de programación y control				1	2	14	17,7	17,9
2	Sin capacidad instalada verificada					x	2	Sin capacidad instalada verificada				2	1	13	16,5	34,4
3	Control de inventarios		x				3	Control de inventarios		1	1	1		9	11,4	45,7
4	Exceso de demanda de trabajo			x			4	Exceso de demanda de trabajo			3			9	11,4	57,1
5	Error en materia prima disponible				x		5	Error en materia prima disponible		1	2			8	10,1	67,3
6	Falta de capacitación				x		6	Falta de capacitación		1	2			8	10,1	77,4
7	Error en despacho	x					7	Error en despacho	2	1				4	5,1	82,5
8	Falta de personal	x					8	Falta de personal	1	2				5	6,3	88,8
9	Bodega de maquinaria	x					9	Bodega de maquinaria	2	1				4	5,1	93,8
10	Estantes de para viniles	x					10	Estantes de para viniles	1	2				5	6,3	100,2
													Total	79		

**Nota: Elaboración propia, Luis Francisco Rodríguez Leiva.**

Los datos se recolectaron entrevistando al gerente de producción y a 2 operarios de producción.

### Porcentaje de cargas sociales

En la Figura 27. Porcentaje cargas sociales se puede observar los porcentajes de los pagos y reducciones correspondientes a las obligaciones con la CCSS.

**Figura 27. Porcentaje cargas sociales**

	Patrono	Trabajador	Total
PORCENTAJES TOTALES	26,5%	10,5%	37,00%

**Nota: Página web CCSS.**

## REFERENCIAS

- Balcazar, D. (2016). *Implementación de un sistema de planeamiento y control de producción. Caso empresa packaging products del Perú.* USIL.  
[http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/2435/1/2016\\_Balcazar\\_Implementacion\\_de\\_un\\_sistema\\_de\\_planeamiento\\_y\\_control.pdf](http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/2435/1/2016_Balcazar_Implementacion_de_un_sistema_de_planeamiento_y_control.pdf)
- Chaves, L., y Espitia, J. (2017). *Automatización de reportes para gestión de proyectos PERT-CPM.* Bogotá: SISNAB.  
<https://alejandria.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/1605/Automatizaci%C3%B3n%20de%20Reportes%20para%20Gesti%C3%B3n%20de%20Proyectos%20CPM%20-%20PERT.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Durán, Y. (2012). Administración del inventario. *Visión General*, 11(1), 55-56.  
<https://www.redalyc.org/pdf/4655/465545892008.pdf>
- Figueroa, A., Ramírez, D., y André, E. (2016). *Análisis y propuesta de mejora a la planificación y programación de la gestión de procura de tres empresas de construcción de Lima Metropolitana.* Univeridad Peruana de Ciencias Aplicadas.  
[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/621279/ALIAGA\\_F\\_D-RAMIREZ\\_M\\_E.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/621279/ALIAGA_F_D-RAMIREZ_M_E.pdf?sequence=5&isAllowed=y)
- Filev, A. (2018). *Gestión de proyectos.*
- Gómez, K. (2011). *Elaboración de un plan de control de la producción para incrementar la eficiencia y productividad en una empresa dedicada a la manufactura de colchas y cubrecamas.* Universidad Rafael Landívar.  
[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44599036/Gomez-Karen\\_tesis\\_de\\_guatemala.pdf?1460313025=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DUNIVERSIDAD\\_RAFael\\_LANDIVAR.pdf&Expires=1622951081&Signature=ZvVeNeIQqtVwoAX3dAfLNWttOaRrbMzc8TNPpGYkvnyK9OnzkR](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44599036/Gomez-Karen_tesis_de_guatemala.pdf?1460313025=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DUNIVERSIDAD_RAFael_LANDIVAR.pdf&Expires=1622951081&Signature=ZvVeNeIQqtVwoAX3dAfLNWttOaRrbMzc8TNPpGYkvnyK9OnzkR)

- Gómez, P. (2010). *Programación de la producción de un taller de flujo híbrido sujeto a incertidumbre: Arquitectura y algoritmos. Aplicación a la industria cerámica*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. doi:10.4995/Thesis/10251/7728
- Hernández Sampieri, R. et al. (2018). *Metodología de la Investigación*. Mc Graw Hill.
- Hernández, N., Lora, R., Moreno, R., Parra, K., y Fajardo, E. (2017). Planificación de la producción industrial con enfoque integrador sistido por las tecnologías de la información. *Retos de la dirección*, 11(1), 38-59. <http://scielo.sld.cu/pdf/rdir/v11n1/rdir04117.pdf>
- Herrera, M. (2011). Elementos de gestión en el uso del parque de tractores. *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 20(1), 20-24. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v20n1/rcta04111.pdf>
- Karolina, O., y Caicedo, Á. (2014). Procedimiento para la programación y control de la producción de una pequeña empresa de calzado. *Scientia et Technica*, 19(4), 377-384. doi:<https://doi.org/10.22517/23447214.8537>
- Lopez, J., Giraldo, J., y Arango, J. (2015). Reducción del Tiempo de Terminación en la Programación de la Producción de una Línea de Flujo Híbrida Flexible (HFS). *Información Tecnológica*, 26(3), 157-172. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v26n3/art19.pdf>
- Manene, L. (2013). *Los Diagramas de Flujo*. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/60656037/Los\\_diagramas20190920-8696-u4r0qz-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1624246033&Signature=ITFjiFuFNFRxCBvY3v8O7WSdpVDdw9BvVdqYkfiUi6dmSpvc6i9UuE1WEJBsKPVb59TDQmi0dh-wxVOhBsd0umUcJiyYIByALzm3GYzYwaeX~K-EvEWpyhXRfF2](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/60656037/Los_diagramas20190920-8696-u4r0qz-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1624246033&Signature=ITFjiFuFNFRxCBvY3v8O7WSdpVDdw9BvVdqYkfiUi6dmSpvc6i9UuE1WEJBsKPVb59TDQmi0dh-wxVOhBsd0umUcJiyYIByALzm3GYzYwaeX~K-EvEWpyhXRfF2)
- Marín, A., Ruano, L., Latorre, E., y Ballester, L. (2013). Implantación de un sistema de calidad 5sen un centro integrado público de formación profesional. *Revista electrónica interuniversitaria ed formación del profesorado*, 16(2), 150-152. <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/53396/1/Implantacion%20del%20sistema%20de%20calidad%20S%20en%20un%20centro%20integrado%20publico%20de%20FOrmacion%20Profesional.pdf>
- Perossa, M. (2015). *El PERT Cost. Una herramienta para maximizar tiempo y reducir costos*. Buenos Aires: Maimonides University. doi:10.13140/RG.2.1.5082.1849

- Ponce De Leon, F. (2016). *Propuesta de Implementación de un Sistema de planeamiento y control de la producción para una empresa del sector gráfico*. UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR.  
[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/621707/PONCE\\_LF.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/621707/PONCE_LF.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Raffino, M. (2020). *Concepto de variable*. <https://concepto.de/variable/>
- Ramos, A., Sánchez, P., Ferre, J., Barquín, J., y Linares, P. (2010). *Modelos Matemáticos de Optimización*. Universidad Pontífica de Comillas.  
[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34357606/modelado\\_en\\_gams-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1624235807&Signature=YCsY2973UGONgK9y0~M8r~47EUFFvWUrimMub3dVoRu0CxMonELYLDSwDZhHGMGBMnRcQGIWq422TEs2~CeUcKarKmSSpWYV115Qfva2AqvfrI~4QBu-YSDu7KyO9w0ZHU4UdFs2IMD](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34357606/modelado_en_gams-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1624235807&Signature=YCsY2973UGONgK9y0~M8r~47EUFFvWUrimMub3dVoRu0CxMonELYLDSwDZhHGMGBMnRcQGIWq422TEs2~CeUcKarKmSSpWYV115Qfva2AqvfrI~4QBu-YSDu7KyO9w0ZHU4UdFs2IMD)
- Rojas, L., y Gladys, D. (2019). *Mapeo de procesos de la universidad AQP sede Arequipa y propuesta de tablero de mando integral para el proceso de enseñanza-aprendizaje*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.  
[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626594/Le%C3%B3n\\_RG.pdf?sequence=11](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626594/Le%C3%B3n_RG.pdf?sequence=11)
- Salazar, B. (2019). *Ingeniería Industrial*.  
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/produccion/balanceo-de-linea/>
- Silva, J., Díaz, C., y Galindo, J. (2017). Herramientas cuantitativas para la planeación y programación de la producción. *Actualidad y nuevas tendencias*, 5(18), 99-114.  
<https://www.redalyc.org/pdf/2150/215052403008.pdf>
- Terrazas, R. (2011). Planificación y programación de operaciones. *Revista Perspectivas*, 2(28), 10-13. <http://www.scielo.org.bo/pdf/rp/n28/n28a02.pdf>
- Westreicher, G. (2020). *Economipedia.com*.  
<https://economipedia.com/definiciones/optimizacion.html>