



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**ÁREA  
SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN**

**TEMA:  
“PROPUESTA DE MEJORA EN LOS PROCESOS DE  
PRODUCCIÓN EN EL DISEÑO DE CUBIERTAS  
METÁLICAS PARA LAS EMPRESAS METAL  
MECÁNICAS”**

**AUTOR  
SOSA BONE ARISTIDES ROBERTO**

**DIRECTOR DE TRABAJO  
ING. IND. SANTOS MÉNDEZ MARCOS MANUEL, MSC.**

**GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE 2019**



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
UNIDAD DE TITULACIÓN**

**CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD**

Habiendo sido nombrado **ING. IND. SANTOS MÉNDEZ MARCOS MANUEL, MSc.**, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **SOSA BONE ARÍSTIDES ROBERTO, C.C. 0918457409** con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **INGENIERO INDUSTRIAL**.

Se informa que el trabajo de titulación: **“PROPUESTA DE MEJORA EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN EL DISEÑO DE CUBIERTAS METÁLICAS PARA LAS EMPRESAS METAL MECÁNICAS.”**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa anti plagio Urkund quedando el 8% de coincidencia.

<https://secure.urkund.com/archive/download/54834654-809926-761830>

  
 \_\_\_\_\_  
 ING. IND. SANTOS MÉNDEZ MARCOS MANUEL, MSc.  
 C.C. 0914133103

### **Declaración de Autoría**

“La responsabilidad del contenido de este trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil”

**Sosa Bone Arístides Roberto**

**C.C. 0918457409**

### **Dedicatoria**

Mi tesis se la dedico con todo mi amor y cariño a mis padres y a mi familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre dándome ejemplos de superación, humildad y sacrificio. A ellos les dedico mi título porque han fomentado en mí, el deseo de superación y de triunfo en la vida.

Lo que ha contribuido a la consecución de este logro. Espero contar siempre con su valioso e incondicional apoyo.

### **Agradecimiento**

Agradezco primero a Dios, a mis formadores personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro, fácil no ha sido el proceso, pero gracias a las ganas de transmitirme sus conocimientos, el tiempo y dedicación, por lo cual he logrado importantes objetivos como culminar el desarrollo de mi tesis con éxitos y obtener una titulación profesional.

## Índice General

N°	Descripción	Pág.
	Introducción	1

### Capítulo I

#### Diseño de la Investigación

N°	Descripción	Pág.
1.1	Antecedentes de la investigación	2
1.2	Problema de Investigación	3
1.2.1	Planteamiento del problema	3
1.2.2	Formulación del problema de Investigación	4
1.2.3	Sistematización del problema de Investigación	4
1.3	Objetivos de la investigación	4
1.3.1	Objetivo General	4
1.3.2	Objetivos Específicos	4
1.4	Justificación de la Investigación	5
1.5	Marco de referencia de la investigación	5
1.5.1	Marco teórico	5
1.5.1.1	Cubiertas Metálicas	5
1.5.1.2	Industrias Metalmecánicas	5
1.5.1.3	Proceso productivo	6
1.5.1.4	Calidad del Proceso y/o Producto	12
1.5.1.5	Descripción del Proceso de Fabricación de Cubiertas	16
1.5.1.6	Diagrama de Flujo	16
1.5.1.7	Diagrama de Recorrido	17
1.5.1.8	Diagrama de Ishikawa	18
1.5.1.9	Gestión de Procesos	18
1.5.2	Marco conceptual	20
1.6	Aspectos Metodológicos de la Investigación	22
1.6.1	Tipo de Estudio	22
1.6.2	Métodos de Investigación	23
1.6.3	Fuentes y Técnicas para la recolección de la Información	23
1.6.3.1	La Observación no Estructurada	23
1.6.3.2	La Entrevista	23
1.6.3.3	Formatos de Calidad	24

1.6.3.4	Diagrama de Ishikawa	24
1.6.4	Tratamiento de la Información	25
1.6.5	Resultados e Impactos Esperados	25

## **Capítulo II**

### **Análisis, presentación de resultados y diagnóstico**

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
2.1	Análisis de la Situación	26
2.1.1	Datos de la empresa de Estudios	26
2.1.2	Recursos	26
2.1.2.1	Humanos	26
2.1.2.2	Maquinarias y Equipos	29
2.1.2.3	Tecnológicos	29
2.1.3	Productos	29
2.1.4	Procesos	29
2.1.4.1.	Diagrama de Procesos	31
2.1.4.2	Diagrama de Flujo de Procesos	30
2.1.4.3	Diagrama de Recorrido	35
2.1.4.4	Diagrama de proceso de Materia Prima	35
2.2	Diagnóstico y Análisis	37
2.2.1	Recolección de la información	37
2.2.2	Análisis	39
2.2.3	Análisis Económico	39
2.3	Resumen de problemas detectados	39

## **Capítulo III**

### **Propuesta, Conclusiones y Recomendaciones**

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
3.1.	Diseño de la propuesta	40
3.1.1	Planteamiento de alternativas de solución	40
3.1.1.1	Objetivo de la Propuesta	40
3.1.1.2	Alcance de la propuesta	40

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
3.1.1.3	Responsables	41
3.2	Desarrollo de la propuesta	41
3.2.1	Descripción de la nueva Matricería	41
3.2.2	Diagrama de operaciones propuesto	41
3.2.3	Costo de la propuesta	45
3.2.3	Diagrama de proceso de compra e instalación de Matricería	45
3.3	Evaluación económica y financiera	47
3.3.1	Plan de Inversión y financiamiento	47
3.3.1.1	Forma de inversión	47
3.3.2	Análisis del beneficio obtenido vs de costos generados	47
3.4	Evaluación y selección de alternativa de solución	49
3.5	Cronograma de la Implementación	49
3.6	Conclusiones y recomendaciones	49
3.6.1	Conclusiones	49
3.6.2	Recomendaciones	50
	<b>Anexos</b>	<b>51</b>
	<b>Bibliografía</b>	<b>56</b>

**Índice de Tablas**

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Distribución del personal	27
2	Maquinarias y Equipos	27
3	Reclamos recibidos en los últimos 3 años	39
4	Costos de pérdidas por reclamos en los últimos 3 años	39
5	Responsables de la Ejecución de la Propuesta	42
6	Costos de la propuesta	58

## Índice de Figuras

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Pelado de Bobina Metálica	7
2	Traslado de Bobina Metálica en Puente Grúa	8
3	Colocación de Bobina Metálica en Desbobinador	8
4	Desenrolle de Bobina Metálica para corte	9
5	Corte de Bobina Metálica con Cizalla	9
6	Conformado de la Cubierta Metálica	10
7	Control de Calidad de la Cubierta Metálica	10
8	Conteo de Cubierta Metálica en Apiladora	11
9	Traslado de Producto Terminado a Bodega Almacenamiento	11
10	Almacenamiento de Producto Terminado	12
11	Género de los Trabajadores	25
12	Organigrama Operativo de la Empresa	26
13	Mapa de Procesos	28
14	Diagrama de procesos de la elaboración del producto	29
15	Diagrama de flujo de la elaboración de cubierta metálica	31
16	Diagrama de Recorrido del proceso productivo	32
17	Diagrama de proceso de materiales	49
18	Diagrama de Ishikawa	51
19	Especificaciones de Roll Former de la paneladora 2	55
20	Diseño del Roll Former de Paneladora 2	56
21	Diagrama de Operaciones propuesto	57
22	Diagrama de compra e instalación de la Matricería	59
23	Cronograma de Actividades	61

**Índice de Anexos**

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Registro de Observación Directa	52
2	Registro de Control de Calidad	53
3	Resultado de la Entrevista	55



## FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

---

---

### UNIDAD DE TITULACIÓN

#### “PROPUESTA DE MEJORA EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN EL DISEÑO DE CUBIERTAS METÁLICAS PARA LAS EMPRESAS METAL MECÁNICAS.”

**Autor:** Sosa Bone Arístides Roberto

**Tutor:** Ing. Ind. Santos Méndez Marcos Manuel, MSc

#### Resumen

Este trabajo de investigación está orientado a presentar una propuesta de mejoramiento del proceso de la cubierta metálica usando las técnicas de recolección de datos tales como la observación no estructurada, entrevistas y formatos de calidad para diagnosticar los problemas y sus causas. En los últimos tres años se ha tenido \$100544,66 de pérdidas económicas por devoluciones de producto no conforme, realizando el respectivo análisis se determina que la causa principal es por el desgaste de la Matricería de la Paneladora dos. La propuesta, tendrá una inversión de \$93800, y haciendo el cálculo de costo beneficio se evidencia la factibilidad de la misma. También se presenta las conclusiones y recomendaciones de esta investigación, dando como resultado la resolución de la problemática planteada reduciendo así costos que han impactado negativamente a la empresa.

**PALABRAS CLAVES:** Quejas, Clientes, Cubierta, Devolución, Producto, Proceso, Costos



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

---

---

**UNIDAD DE TITULACIÓN**

**“PROPOSAL FOR IMPROVEMENT IN PRODUCTION PROCESSES IN THE  
DESIGN OF METAL ROOFS FOR METAL WORKING COMPANIES”**

**Author:** Sosa Bone Aristides Roberto

**Advisor:** Ind. End. Santos Méndez Marcos Manuel, MSc.

**Abstract**

This research work is aimed at presenting a proposal to improve the process of the metal roof using data collection techniques such as unstructured observation, interviews and quality formats to diagnose problems and their causes. In the last three years, there have been \$ 100,544.66 of economic losses for returns of non-compliant product, performing the respective analysis it is determined that the main cause is the wear of the Paneladora Matrix two. The proposal will have an investment of \$ 93800, and the calculation of cost benefit demonstrates the feasibility of it. The conclusions and recommendations of this research are also presented, resulting in the resolution of the problem raised thus reducing costs that have negatively impacted the company.

**KEY WORDS:**

Complaints, Customers, Coverage, Return, Product, Process, Costs

## **Introducción**

Este trabajo de Investigación, presenta la situación actual de una de las empresas metalmecánicas más importantes del país, que tiene presencia a nivel nacional como internacional, dedicada a la fabricación y comercialización de diversos productos de acero utilizados en el sector de la construcción desde casas hasta industrias de todo tipo. Se enfoca en la situación actual y al respectivo diagnóstico de la misma con la finalidad de conocer los problemas que pudieran afectar a la empresa.

Uno de los principales problemas que afectan a estas industrias se presentan en los procesos productivos los cuales no son evaluados desde la recepción de la materia prima hasta el almacenamiento del producto terminado, es o incluye equipos, maquinarias, herramientas, personal, entre otros.

Se procede con la respectiva evaluación y se evidencian que los principales problemas se detectan en las máquinas conformadoras. En esta ocasión se centra la investigación en el proceso productivo de las cubiertas metálicas siendo el producto más vendido en la empresa. Uno de los inconvenientes se detecta en la paneladora 2, que ha producido productos no conforme en un alto porcentaje, generando quejas de los clientes y las respectivas devoluciones, sin contar con los productos que se definen desde el inicio para reprocesos. Esto ha generado pérdidas económicas significativas, que la competencia suba de nivel y que la imagen de la empresa se vea afectada.

Por lo cual se desarrolla este trabajo para establecer una propuesta que permita mejorar este proceso productivo reduciendo así estos costos de pérdidas.

De esta manera se puede establecer este estudio como modelo para la aplicación de las otras áreas operativas de la empresa ya sea de este país como de los otros que integran este grupo corporativo.

En la actualidad, en la empresa donde se está realizando el estudio de investigación ha solicitado que se evalúe y presente los problemas que están generando pérdidas en el proceso productivo. Por lo cual la gerencia ha solicitado esta investigación y que se presente la propuesta incluyendo los costos para incluirlos en el presupuesto anual de la empresa y que se implante inmediatamente.

Una vez revisada y aprobada, la gerencia, analizará y dispondrá fecha de implantación con el respectivo cronograma.

Por lo cual se presenta este trabajo de investigación que presenta un análisis de una problemática del proceso productivo de la cubierta metálica de una empresa metalmecánica líder en el mercado.

# Capítulo I

## Diseño de la Investigación

### 1.1 Antecedente de la Investigación

Para cada una de estas empresas metalmeccánicas, es importante innovar constantemente garantizando que sus productos cumplan con la calidad deseada, es por ello que se centran diversos tipos de investigación para detectar los problemas que pudieran afectar a la productividad de la mismas, así también demostrar que tienen los mejores productos para ofrecer al mercado.

Centrándonos en el producto que se va analizar que es la cubierta metálica, la que se usaba en tiempos antiguos era fabricada de otro material como el cemento asbesto, pero esto con el tiempo debía ser modificado porque afectaba de forma muy crítica la salud de sus usuarios y con el tiempo se tuvo que prohibir su fabricación, también otro inconveniente de la fabricación de este tipo de cubierta era que utilizaban equipos de gran tamaño con más personal. Allí nace la necesidad de innovar otro tipo de material tal como es el acero, que no genera este tipo de problemas pudiendo utilizar maquinarias más tecnificadas, generando más producto en menor tiempo con menos personal que pudiera estar afectado.

En relación a las especificaciones técnicas tales como espesor, estilos y colores dependerá de las necesidades de los clientes, por ello la empresa brinda una gama de productos desde las más económicas como la cubierta de zinc ondulado hasta las más costosa por su diseño como la cubierta inyectada con poliuretano.

Este producto que se pretende estudiar, es uno de los productos líderes en el mercado nacional e internacional, por su costo, comodidad, calidad y versatilidad en su uso, sin embargo, en la empresa de estudio, se han presentado el mayor número de quejas y reclamos de los clientes en este producto, por lo cual es imprescindible analizar las causas básicas del problema para corregirlo inmediatamente, estableciendo las respectivas medidas y presentar a la gerencia los resultados obtenidos.

La empresa cuenta con una gama de productos de acero y actualmente es la líder en Sudamérica, siendo el primer proveedor de materia prima de las demás empresas metalmeccánicas.

A continuación, se presenta todo el desarrollo de un trabajo de investigación que permitirá el análisis de la situación actual de la empresa, diagnóstico y presentación de la propuesta de los problemas presentados con la respectiva propuesta de resolución de los problemas para su corrección.

## **1.2 Problema de Investigación**

### **1.2.1 Planteamiento del problema.**

El diseño actual de la cubierta muestra algunas falencia en la área de la cresta, esto provoca la filtración de aguas en la junta de la unión de las dos cubiertas, este problema se presenta en gran parte por el diseño y la distancias entre pasos de la maquina conformadora, las pruebas en el montaje demuestran que el anclaje con los pernos que sujetan las planchas entres si no se unen en su totalidad, como este tipo de cubierta también se la utiliza para paredes las juntas se ven abiertas dando mal aspecto a la vista.

#### **Síntomas:**

A continuación, mencionaremos algunos de los problemas que presenta las cubiertas metálicas

#### **Paro en la producción:**

Cresta abierta, por mala conformación de las crestas

Pérdida de clientes por quejas y devoluciones

Tiempos improductivos

#### **Causas:**

Identificamos la causa de acuerdo a los síntomas existentes.

Desgaste de Matricería.

Mal diseño de la cubierta.

No entrega de tiempos los pedidos.

#### **Pronostico:**

Las afectaciones que pueden presentarse si no se toman medidas de control a tiempo.

Sanción para la empresa y perdidas económicas.

Oxidación de la cubierta.

Calibración de la máquina.

Afectación en el traslape de la cubierta

#### **Control de pronóstico:**

Las afectaciones que pueden presentarse si no se toman medidas de control a tiempo.

Realizar mantenimiento y corrección a la Matricería.

Mejorar el diseño de la cubierta.

Capacitación al personal en la calibración de la máquina.

### **1.2.2 Formulación del problema de investigación.**

A continuación, se plantea la formulación del problema, que se presenta ante esta interrogante:

¿Cómo se mejoraría la calidad de la cubierta metálica al modificar el proceso de producción de la cubierta?

### **1.2.3 Sistematización del problema de investigación.**

¿Al modificar el proceso productivo, reduciría tiempos muertos de re calibración de las máquinas paneladoras?

¿Al mejorar el diseño de la plancha, reduciría los reclamos y/o quejas de los clientes?

¿Al modificar el proceso productivo, se reducen las actividades de reproceso de productos?

¿Al mejorar el diseño de la cubierta metálica, cumpliría en los tiempos de entrega al cliente interno (bodega)?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo general.**

El siguiente es el objetivo general planteado para el trabajo de investigación:

Establecer una propuesta que permita mejorar las deficiencias de la cubierta metálica generadas en el proceso productivo.

### **1.3.2 Objetivos específicos.**

A continuación, se presentan los objetivos específicos, los cuales permitirán el cumplimiento del objetivo general

- Realizar el levantamiento de la situación actual de la empresa para conocer los procesos productivos.
- Diagnosticar la situación actual para conocer los principales problemas que generan pérdidas o reclamos de los clientes.
- Definir las posibles soluciones y presentar una propuesta para la solución de los problemas.

## 1.4 Justificación de la investigación

El justificativo de esta investigación, es desarrollar un plan que permita a la empresa mejorar en el proceso de calidad y producción, mejorando las maquinarias como plan principal, adaptándolas a las necesidades del mercado para poder entregar una cubierta de cualidades resistente y con buena apariencia.

Algunos de los motivos por los cuales se debe hacer cambios, se debe a que se tiene que cumplir con las normas indicadas.

**Para que:** Para mejorar la unión de las planchas evitando la filtración de aguas, creando un diseño mejorado tanto en apariencia como el mejoramiento de la producción. la filtración de agua es mínima, pero con la creación de corta gotas en la plancha el líquido fluye siguiendo la pendiente.

**Donde lo aplico:** Las cubiertas son aplicadas utilizadas en muchas de las áreas de construcción en general, en la arquitectura por su diseño agradable y resistencia

La propuesta de la investigación es para mejorar en el futuro, ya que no es factible hacer modificaciones seguidas, el diseño es solo una forma de mejorar la pancha pero también modificar los moldes de la máquina, esto mejora mucho la producción y la calidad de la cubierta.

## 1.5 Marco de referencia de la investigación

### 1.5.1 Marco teórico.

#### 1.5.1.1 Cubiertas metálicas.

Los techos, cubiertas y construcciones livianas han tenido un fuerte impulso en el país, ya que en el mundo las construcciones livianas son una solución para sectores industriales, comerciales, agropecuarios, deportivos y residenciales. (Estévez Acosta, 2008).

Antiguamente los artículos que se usaban era de un material (asbesto), muy perjudicial para la salud humana, y con el tiempo fue necesario introducir nuevos materiales que permitan ser amigables para el medio ambiente, es allí que aparece el acero.

#### 1.5.1.2 Industrias Metalmecánicas.

La Metalmecánica abarca un amplio conjunto de actividades manufactureras que utilizan como principales insumos a los materiales provenientes de la siderurgia y sus derivados, aplicándoles a estos diversos procesos para generar productos con alto valor agregado. (es.scribd.com, Autores: Fernández Robbio, Lucas Cesar, Ferrer Carlos Manuel, Pace Federico y Papini Gastón)

Se encuentra muy relacionada con la electromecánica y la electrónica que han cobrado gran importancia en los últimos años. Es a su vez un sector de gran potencial integrador, ya que la producción de bienes de mayor valor agregado requiere en gran medida de partes producidas por el mismo sector, permitiendo esto una articulación con distintos sectores industriales. (es.scribd.com, Autores: Fernández Robbio, Lucas Cesar, Ferrer Carlos Manuel, Pace Federico y Papini Gastón)

Es la encargada de proveer de insumos y equipamiento al resto de las industrias, así como también de proporcionar bienes de uso doméstico. (es.scribd.com, Autores: Fernández Robbio, Lucas Cesar, Ferrer Carlos Manuel, Pace Federico y Papini Gastón).

### ***1.5.1.3 Proceso productivo.***

En el desarrollo de este trabajo además de conocer sobre el acero y las cubiertas metálicas y donde son fabricadas, también es necesario desarrollar el tema del proceso operativo de este tipo de productos.

Un sistema de producción recibe insumos en forma de materiales, personal, capital, servicios e información, y los transforma dentro de un subsistema de conversión en los productos y/o servicios deseados. Además, existen unos productos indirectos que se suelen pasar por alto. Los sistemas productivos generan impuestos, desperdicios, contaminación, empleos, sueldos, y adelantos tecnológicos; estos son algunos ejemplos de productos indirectos de un sistema. Conjuntamente, un subsistema de control debe vigilar el producto resultante para validar que es aceptable en términos de calidad, costo y cantidad, como se muestra en la figura 1. Un subsistema se refiere a sistemas de rango inferior que componen a los sistemas. (Tejeda, 2011).

El sistema productivo debe contemplarse mediante un enfoque holístico en el cual no existen elementos independientes, sino que todo está íntimamente relacionado, como si cada etapa del proceso productivo fuera el eslabón de una cadena que está ligado a etapas posteriores. Las actividades que acontecen en un eslabón son consecuencia de las actividades y decisiones de eslabones anteriores y serán causa de lo que suceda en eslabones posteriores. (Suñe, Gil, & Arcusa, 2004)

En conclusión, es importante conocer todo el sistema productivo que interviene en el desarrollo de un producto.

El proceso productivo inicia con el pelado de la bobina el cuál es realizado manualmente por los trabajadores operativos que tienen muchos años de experiencia para realizar dicha labor.



*Figura 1. Pelado de bobina metálica. Información tomada de la empresa de estudio. Elaborado por el autor*

Para el pelado de la bobina, se lo hace de forma manual por parte del operador usando todos los implementos de seguridad requeridos para que pueda estar protegido. Cada bobina tiene en sus extremos dos cubiertas falsas las cuales protegen la calidad del producto como tal. Todos los residuos metálicos son considerados para ser reciclado siempre y cuando no presente contaminación con hidrocarburos, de ser el caso, se deberá tratar según lo dispuesto en el procedimiento ambiental con el gestor autorizado que realiza toda la gestión ambiental. Luego posterior a ello es colocado en el carro transportador para ser llevado hasta el desbobinador donde inicia el proceso productivo.

El sistema productivo debe contemplarse mediante un enfoque holístico en el cual no existen elementos independientes, sino que todo está íntimamente relacionado, como si cada etapa del proceso productivo fuera el eslabón de una cadena que está ligado a etapas posteriores. Las actividades que acontecen en un eslabón son consecuencia de las actividades y decisiones de eslabones anteriores y serán causa de lo que suceda en eslabones posteriores.(Suñe, Gil, & Arcusa , 2004).

En conclusión, es importante conocer todo el sistema productivo.



**Figura 2.** Traslado de bobina metálica en puente grúa. Información tomada de la empresa de estudio. Elaborado por el autor



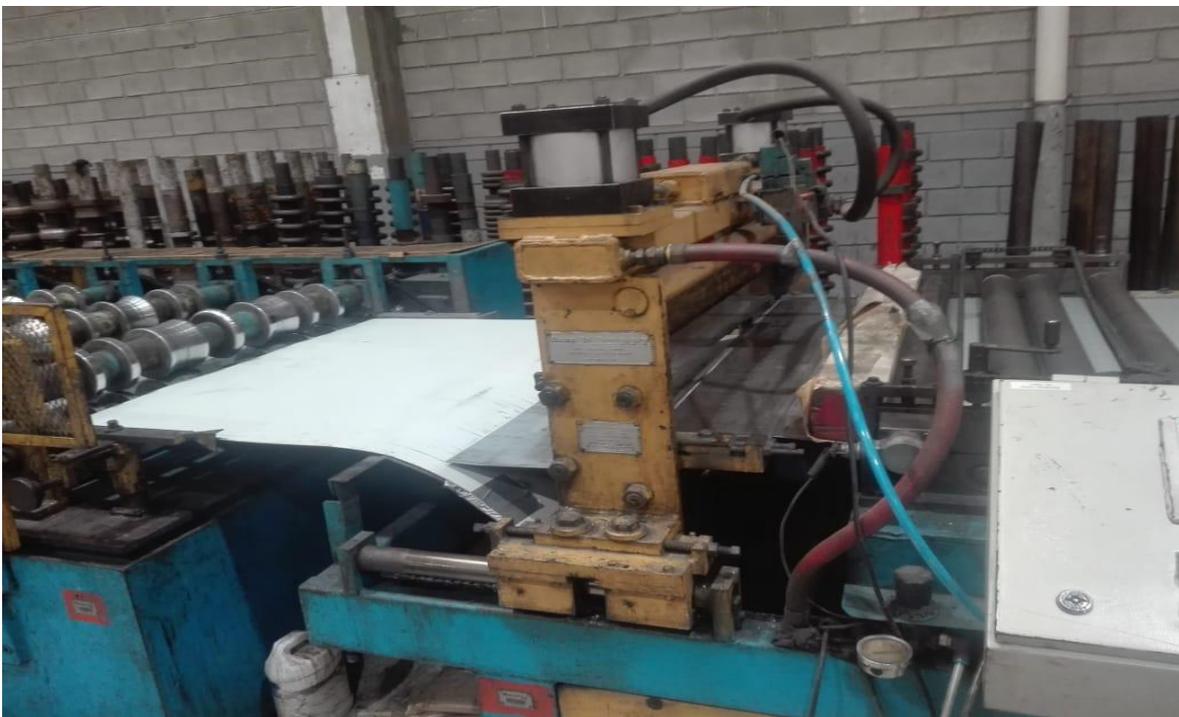
**Figura 3.** Colocación de bobina metálica en desbobinador. Información tomada de la empresa de estudio. Elaborado por el autor

Posterior a ello, se desenrolla la bobina metálica para proceder con el corte a través de la cizalla y pasar por el roll former el cual le da el respectivo diseño a la cubierta metálica.



**Figura 4.** Desenrolle de bobina metálica para corte. Información tomada de la empresa de estudio. Elaborado por el autor

El desenrolle de la bobina es automático, y se extenderá en función de lo requerido según las medidas del producto.



**Figura 5.** Corte de bobina metálica con cizalla. Información tomada de la empresa de estudio. Elaborado por el autor

Una vez que es cortada la lámina metálica con la cizalla, esta pasa por el roll former para tener el conformado especificado.



**Figura 6.** Conformado de la cubierta metálica. Información tomada de la empresa de estudio. Elaborado por el autor

Posterior a ello, el producto es llevado hacia el área de control de calidad para revisar las especificaciones técnicas. Si el producto no cumple es llevado al área de producto no conforme y se debe recalibrar la máquina hasta alcanzar el nivel de calidad esperado



**Figura 7.** Control de Calidad de la cubierta metálica. Información tomada de la empresa de estudio. Elaborado por el autor

Luego que la cubierta metálica cumple con las especificaciones técnicas el proceso sigue en la Apiladora donde se procede con el conteo de las planchas.



**Figura 8.** Conteo de cubierta metálica en Apiladora. Información tomada de la empresa de estudio. Elaborado por el autor

Finalmente son trasladados los paquetes con el puente grúa hasta el área de almacenamiento de producto terminado para ser liberado por el área de producción y manejado por Logística.



**Figura 9.** Traslado de producto terminado a Bodega de Almacenamiento. Información tomada de la empresa de estudio. Elaborado por el autor



**Figura 10.** Almacenamiento de producto terminado. Información tomada de la empresa de estudio. Elaborado por el autor

#### ***1.5.1.4 Calidad del proceso y/o producto.***

Otro de los temas importantes para desarrollar este tema de investigación es la Calidad del producto.

La calidad incide sobre la productividad de una organización, pues el involucramiento de la calidad a lo largo de los procesos de fabricación, desde el diseño mismo del producto y a través de sus etapas de transformación, reduce la aparición de no conformidades, reprocesos, desperdicios, re inspecciones, horas extras, devoluciones a proveedores, garantías y demás, logrando con ello un mayor aprovechamiento de los recursos productivos, lo cual aumenta la productividad. Al lograr mejorarse la productividad gracias al mayor aprovechamiento de los recursos productivos, disminuyen los costos de fabricación y es posible mejorar el precio de venta del producto de cara al cliente, logrando con ello una mayor competitividad para la organización. (López, 2016)

Es decir, el control de calidad del proceso y por supuesto de producto, es un requisito esencial que impacta directamente a la productividad de la empresa, por lo cual es esencial su aplicación para conocer todos los fallos en el proceso y así poder cumplir los requisitos técnicos exigidos.

Al tener un producto inconforme genera desde la insatisfacción del cliente hasta grandes pérdidas económicas e imagen de la empresa. La falta de control de calidad no solo se relaciona en el proceso de fabricación, sino con el personal, el costo de hora/hombre incluyendo costos adicionales por horas extras de trabajo, recursos materiales.

Un producto con niveles bajos del estándar de calidad deseado da como resultado producto que no puede ser entregado al cliente, convirtiéndose en los mejores casos reprocesos (que inclusive allí no se recupera al 100% de la inversión), sino desechos como tal, siendo un gasto para la empresa.

Ahora bien, todo producto no conforme puede llegar a ser reprocesado para su utilidad y así aprovecharlo de cierta forma

El reproceso del producto es la acción tomada sobre un producto no conforme para que cumpla con los requisitos. La norma ISO 9001:2008 hace especial mención a esta necesidad y, respecto al “control del producto no conforme”, explicita que “la organización debe asegurarse de que el producto que no sea conforme con los requisitos del producto, se identifica y controla para prevenir su uso o entrega no intencionados”. Avanza en su conceptualización ya que el enfoque es preventivo: evitar que llegue al mercado y produzca efectos derivados de su uso, no deseados, o que pueda causar perjuicios, por falta de calidad. Asimismo, para su adecuado control, esta norma indica que “se debe establecer un procedimiento documentado para definir los controles y las responsabilidades y autoridades relacionadas para z importancia de establecer en una empresa un Sistema de Gestión de Calidad, ya que a través de la implementación se puede obtener la mejora continua en todos sus procesos para la fabricación de todos los productos y servicios que la empresa ofrece.

El concepto de calidad ha ido evolucionando desde sus orígenes, aumentando objetivos y cambiando su orientación hacia la satisfacción plena del cliente. Comenzó con una necesidad de controlar e inspeccionar hasta convertirse en un elemento fundamental para la supervivencia de las empresas. La evolución histórica de la gestión de la calidad ha estado llena de estudios y puesta en marcha de sistemas de gestión, herramientas y técnicas, impulsados por los autores de la calidad. (San Miguel Alcade, 2009). Actualmente todas las empresas procuran tener un sistema de gestión de la calidad.

Para el control de las especificaciones de un producto en el Ecuador se aplican varias normas de calidad las cuales se presentan a continuación:

Se presentan los siguientes conceptos.

## Normas INEN

Desde el año 2015, el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), mantiene firmado un convenio de cooperación interinstitucional con la Asociación Española de Normalización (UNE), el cual es el organismo de normalización de España designado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, ante la Comisión Europea. Es el representante español en los organismos internacionales ISO/IEC y en los europeos CEN/CENELEC siendo, asimismo, el organismo nacional de normalización del Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI). (INEN, 2019)

El convenio, tiene por objeto establecer los términos y condiciones que regirán un marco de colaboración en el desarrollo de promoción de actividades de normalización, así como de promoción de la armonización técnica e intercambio de normas y del uso de las mismas como apoyo a la reglamentación, además permite la adopción de normas de este organismo. (INEN, 2019)

En ese sentido, y con el objetivo de aportar a la calidad y fomentar la exportación de productos ecuatorianos, el INEN trabaja en la adopción de normas internacionales, al momento el catálogo tiene un 78% de normas adoptadas, de estos, 145 son normas europeas los cuales, junto con la certificación ayudarán a que los productos nacionales ingresen a mercados europeos favoreciendo a la producción nacional. (INEN, 2019)

Es importante, mencionar que los productos y servicios que cumplen con normativas internacionales o nacionales pueden optar por la certificación de sus actividades. Estas certificaciones avalan que los productos o servicios son realizados con calidad y que cumplen las expectativas del consumidor. En particular, deben demostrar su capacidad para controlar los riesgos sanitarios e higiénicos y reducir el efecto de su actividad sobre el medio ambiente, entre otros parámetros. (INEN, 2019)

Apoyar y fomentar la certificación de calidad es un eje fundamental en el trabajo del INEN, pues contribuye a mejorar los productos y servicios que se ofertan, permitiendo el posicionamiento de productos ecuatorianos, en mercados internacionales. (INEN, 2019)

Actualmente existen muchas normas INEN según el tipo de producto a elaborar. En el caso de las cubiertas metálicas se usan la Norma NTE INEN 2221 que es la norma de

paneles, la NTE INEN 2397 que se refiere a todo lo que es placas colaborantes y NTE INEN 1623 que se refiere a las especificaciones para la fabricación de perfiles.

Otra de las normas aplicables en la empresa de estudio de esta investigación son las Normas ISO 9001, a continuación, se detalla una definición de las mismas

#### Normas ISO 9001

La ISO 9001 es una norma internacional que se aplica a los sistemas de gestión de calidad (SGC) y que se centra en todos los elementos de administración de calidad con los que una empresa debe contar para tener un sistema efectivo que le permita administrar y mejorar la calidad de sus productos o servicios. Los clientes se inclinan por los proveedores que cuentan con esta acreditación porque de este modo se aseguran de que la empresa seleccionada disponga de un buen sistema de gestión de calidad (SGC). Esta acreditación demuestra que la organización está recorrida por más de 640000 empresas en todo el mundo. (Yáñez, 2008).

Las Normas ISO son genéricas, es decir adaptables según la necesidad y el alcance de la empresa, pero básicamente aplica los mismos principios para todas las empresas. A continuación, se detalla:

#### Principios de ISO 9001

Se han identificado ocho principios de gestión de la calidad que pueden ser utilizados por la alta dirección con el fin de conducir a la organización hacia una mejora en el desempeño. (Yáñez, 2008)

**Enfoque al cliente:** Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deberían comprender las necesidades actuales y futuras de los clientes, satisfacer los requisitos de los clientes y esforzarse en exceder las expectativas de los clientes. (Yáñez, 2008)

**Liderazgo:** Los líderes establecer la unidad de propósito y la orientación de la organización. Ellos deberían crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización. (Yáñez, 2008)

**Participación del personal:** El personal, a todos los niveles, es la esencia de una organización, y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización. (Yáñez, 2008).

Así como lo dice el autor, sin el personal no se puede desarrollar ninguna actividad en la empresa.

Enfoque basado en procesos: Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso. (Yáñez, 2008)

Enfoque de sistema para la gestión: Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos.

Mejora continua: La mejora continua del desempeño global de la organización debería ser un objetivo permanente de ésta. (Yáñez, 2008)

#### ***1.5.1.5 Descripción del proceso de fabricación de cubiertas metálicas.***

El proceso que se aplica en la empresa de estudio para la producción de cubiertas metálicas es desarrollado en las diferentes paneladoras. El proceso inicia con la recepción de la materia prima y termina con el producto terminado. El proceso en relación a los otros productos que elabora la empresa, varía solo en el tipo de conformado de la plancha que cada roll former de las paneladoras tiene. Todo el proceso ha sido presentado anteriormente describiéndose con las respectivas fotografías.

Es decir, el control de calidad del proceso y por supuesto de producto, es un requisito esencial que impacta directamente a la productividad de la empresa, por lo cual es esencial su aplicación para conocer todos los fallos en el proceso y así poder cumplir los requisitos técnicos exigidos.

Por lo tanto, es importante llevar el respectivo control en cada uno de los procesos.

#### ***1.5.1.6 Diagrama de Flujo.***

Los procesos tienen un alto componente gráfico. La forma más habitual de representarlos son los diagramas de flujo. Un diagrama de flujo es la forma más tradicional para especificar los detalles y pasos de avance, diversificación, retroceso y posibilidades, de un proceso. Se utilizan principalmente en calidad, en programación, en la industria, etc. Los diagramas de flujo utilizan una serie de símbolos con significados especiales. Como representación gráfica de los pasos de un proceso, pretenden que con esa representación se consiga entenderlo mejor por todos y en la misma forma. Se inscriben dentro de los modelos tecnológicos utilizados para comprender los rudimentos de una programación de tipo lineal o ramificada. (Cantón Mayo, 2010).

Según (Alvarez Torres, 2006): Los diagramas de flujo son medios gráficos que sirven principalmente para:

Describir las etapas de un proceso y entender cómo funciona

Apoyar el desarrollo de métodos y procedimientos.

Dar seguimiento a los productos (bienes o servicios) generados por un proceso.

Identificar a los clientes y proveedores de un proceso

Planificar, revisar y rediseñar procesos con alto valor agregado, identificando las oportunidades de mejora.

Diseñar nuevos procesos

Documentar el método estándar de operación de un proceso.

Facilitar el entrenamiento de nuevos empleados

Hacer presentaciones directivas. (Alvarez Torres, 2006)

Considerando lo indicado por (Maldonado, 2018), el diagrama de flujo utiliza la simbología siguiente:

- El inicio y el final son óvalos.
- Los rectángulos se usan para pasos en el proceso.
- Los rombos indican puntos de decisión. En ellos el flujo se bifurca en dos o más direcciones.
- Las flechas significan el transporte
- Los círculos se usan para conectar porciones del diagrama. Pero lo más importante es presentar con claridad las conexiones que existen entre los diferentes pasos que integran el proceso que se gráfica.

Una secuencia de procesos se lee de izquierda a derecha, al igual que un manual. Usando los seis símbolos básicos, es posible ilustrar en forma gráfica los pasos de cualquier proceso: Esta secuencia representa un proceso que contiene siete pasos. Estos son: Operación, Demora, Transporte, Demora, Inspección, Transporte, Almacenaje. (Maldonado, 2018).

#### ***1.5.1.7 Diagrama de Recorrido.***

También otro de los diagramas utilizados en el desarrollo de esta investigación es el diagrama de recorrido, el cual es de gran importancia para graficar todo el proceso productivo.

El diagrama de Recorrido (Diagrama de Circulación o Diagrama de Flujo), es una representación gráfica de la distribución de la planta y los edificios, que muestra la localización de todas las actividades del Diagrama de Proceso de Recorrido.

Su construcción incluye la identificación de cada actividad con el símbolo que lo representa y número correspondiente al que aparece en el Diagrama de Proceso de Recorrido. La dirección del flujo se indica con el sentido de las flechas sobre las líneas. Y su elaboración ideal es sobre un plano existente de la planta donde se realiza el proceso y sobre el delinear el flujo del proceso. Este diagrama es un completo ideal del Diagrama de Proceso de Recorrido, puesto que indica las posibles aéreas congestionadas, los avances y retrocesos del proceso y facilita el desarrollo de una mejor distribución de planta. (La Web del Ingeniero Industrial, 2016)

#### ***1.5.1.8 Diagrama de Ishikawa.***

Para poder representar el análisis o diagnóstico de un problema, se utiliza una de las herramientas de calidad más usadas, debido a que presenta las causas básicas de un efecto que vendría a ser el problema.

#### ***1.5.1.9 Gestión de Procesos.***

los procesos son en realidad los pasos que se realizan de forma secuenciada para conseguir elaborar productos o servicios outputs a partir de determinados inputs. Si las entradas determinan los procesos, las salidas nos muestran su nivel de adecuación. Por el contenido los procesos pueden ser de tres tipos: procesos estratégicos, procesos clave y procesos de soporte. (Cantón Mayo, 2010)

Los procesos pueden ser estratégicos, operativos y de soporte, los cuales se describen a continuación:

Procesos estratégicos: son aquellos que proporcionan directrices a todos los demás procesos y son realizados por la dirección o por otras entidades. Se dirigen a definir u controlar los objetivos que persigue el centro como organización, sus políticas y sus estrategias. Muy relacionados con la misión y visión del centro. Exigen el compromiso de las personas del centro con esos objetivos convertidos en estratégicos. Se suelen derivar a las leyes, normativas, aplicables al centro y de la selección que ha hecho para aplicar en el mismo. En un centro que trabaje en calidad pueden servir de ejemplos de procesos estratégicos la Misión redactada en el Plan de Mejora, el modelo de evaluación, etc. Si se siguen las normas ISO sería un proceso estratégico las Directrices de la Política de Calidad de las Normas UNE/EN/ISO. (Cantón Mayo, 2010)

Procesos operativos o clave: permiten generar el servicio que se da a los usuarios del centro: lo que se hace en las aulas en las diferentes materias. Son procesos que se refieren a diferentes áreas del centro educativo en cuanto servicio y tienen impacto en los usuarios creando valor añadido para éstos. Son las actividades esenciales del centro, su razón de ser. Los procesos fundamentales de un centro educativo pueden ser: el nivel de instrucción de sus alumnos, la recogida de información sobre la satisfacción de los padres, la detección de necesidades de formación, la innovación curricular, etc. (Cantón Mayo, 2010)

Procesos de soporte: dan apoyo a los procesos fundamentales que realiza un el centro o una parte de él. Suelen estar dentro de una función y se dirigen a los usuarios internos. Nos referimos a los trabajos de una parte del centro como puede ser la biblioteca, el aula de informática o la propia secretaría del centro (Cantón y Vargas, 2010).

Procesos críticos: Son aquellos que inciden de forma directa en los resultados que alcance el centro como organización, de tal manera que cualquier variación en los mismos repercute de manera significativa en la prestación del servicio a los usuarios y afecta al impacto. (Cantón Mayo, 2010)

Las herramientas de Ishikawa deben su nombre a Kaoru Ishikawa, quien las recopiló para dotar a los operarios japoneses de armas apropiadas para luchar contra los problemas que afectaban a la calidad de las empresas. (Ruiz & Rojas, 2009).

Ahora bien, para poder desarrollar este trabajo de investigación se aplicará uno de los métodos de investigación que a continuación se detalla el cual será aplicado para el desarrollo de la misma.

#### Método Deductivo

Mediante este método se aplican los principios descubiertos a casos particulares a partir de la vinculación de juicios. El papel de la deducción en la investigación es doble: a. Primero consiste en encontrar principios desconocidos, a partir de los conocidos. Una ley o principio puede reducirse a otra más general que la incluya. Si un cuerpo cae decimos que pesa porque es un caso particular de la gravitación b. También sirve para descubrir consecuencias desconocidas, de principios conocidos. Si sabemos la fórmula para calcular la velocidad, podremos calcular entonces la velocidad de un avión. La matemática es la ciencia deductiva por excelencia; parte de axiomas y definiciones. (Behar Rivero, 2008)

A su vez, este método se divide en dos particulares: Método deductivo directo (inferencia o conclusión inmediata): Se obtiene el juicio de una sola premisa, es decir que se llega a una conclusión directa sin intermediarios. (Behar Rivero, 2008)

Método deductivo indirecto (inferencia o conclusión mediata): Necesita de silogismos lógicos, donde silogismo es un argumento que consta de tres proposiciones, es decir se comparan dos extremos (premisas o términos) con un tercero para descubrir la relación entre ellos. La premisa mayor contiene la proposición universal, la premisa menor contiene la proposición particular, de su comparación resulta la conclusión. (Behar Rivero, 2008)

Este es el método que se aplicará en este trabajo de investigación.

### **1.5.2 Marco conceptual.**

Es necesario establecer el concepto de algunos términos que se aplicarán en este trabajo de investigación:

#### **Calidad**

El término de calidad, se refiere a cumplir con las especificaciones establecidas como necesarias para un bien o servicio, con la finalidad de satisfacer las necesidades del usuario o beneficiario.

#### **Control de Calidad**

El control de calidad es una de las técnicas que se ha aplicado para poder alcanzar los objetivos trazados en relación al cumplimiento de las actividades al realizar un producto o desarrollar un servicio.

#### **Cubierta Metálica**

La cubierta metálica o mejor conocida como plancha, es un producto que sirve para proteger o cubrir una propiedad de la lluvia, sol o cualquier elemento que pudiera afectar, actualmente es muy importante y es usada a nivel mundial, existen varios diseños según las necesidades del usuario.

#### **Entrevista**

La entrevista es una de las técnicas cualitativas más usadas para poder recolectar datos en una investigación y conocer la percepción de cada una de las personas involucradas en el

proceso. Existen diversas formas o tipos, y dependerá de la persona que la haga. Se la ha utilizado bastante para cuando se quiere seleccionar y contratar al personal de una empresa.

### **Industria**

Se considera una organización o empresa que se dedica a la fabricación de diversos tipos de productos con la finalidad de cumplir con las necesidades de las personas, transforma la materia prima en un producto y se la ha utilizado hace muchos siglos atrás. Actualmente existen de diversos modelos.

Actualmente existen pequeñas y grandes industrias de todo tipo que aportan a la economía del país.

### **Observación Directa**

La observación directa es una de las técnicas empíricas más utilizadas y más efectivas, no se requiere de conocimientos técnicos para su aplicación, pero puede recolectar información que permita diagnosticar un problema y analizar sus causas. Se puede establecer un formato específico o solo se la hace visual y luego se resume lo observado.

### **Materia Prima**

Se puede decir que la materia prima, son los materiales naturales que son transformados para elaborar un artículo o producto, estos materiales pueden ser transformados a través de máquinas o manualmente, aunque en su mayoría necesitan de un equipo o maquinaria para su transformación.

### **Proceso**

Cuando se refiere a la definición de un proceso se refiere a un grupo de actividades que están relacionadas unas con otras y que se lo utiliza para transformar una materia prima en producto terminado, aplicando controles y gestionando los recursos que sean necesarios.

### **Productividad**

Cuando se habla de productividad se refiere hacer las cosas bien empleando de forma eficaz todos los recursos evitando desperdicios o tiempos improductivos. Las empresas tienen como finalidad alcanzar la productividad para poder obtener la mejor rentabilidad posible.

La productividad se debe tener como prioridad en cada una de las empresas.

### **Quejas de los clientes**

Cuando al entregar un producto o servicio a la persona que lo solicitó y no cumple con lo esperado, se da lugar a las quejas. Las quejas de los clientes son muy importantes porque dan una retroalimentación de todo lo que se está haciendo y da un punto de partida para mejorarlo. No es conveniente descuidar estas quejas porque pueden impactar de forma muy negativa a la empresa y hacerla perder participación en el mercado.

### **Tiempos muertos**

Todo el tiempo improductivo o perdido ya sea por reproceso, recalibración, distancias no adecuadas, falta de habilidad de los trabajadores o ausentismo por accidentes o enfermedades y que afecte a la productividad de la empresa se refiere a tiempos muertos, los cuales generan pérdidas significativas en las industrias o empresas.

## **1.6 Aspectos metodológicos de la investigación**

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se aplica la siguiente metodología.

### **1.6.1 Tipo de estudio.**

El tipo de estudio es de tipo descriptivo, porque se pretende describir cada uno de los procesos productivos de la empresa en estudio para conocer e identificar cada uno de los problemas que presenta el producto, en este caso la cubierta metálica.

Este tipo de estudios también pueden ser denominados como estudios transversales, de corte, de prevalencia, etc. Independientemente de la denominación utilizada, todos ellos son estudios observacionales, en los cuales no se interviene o manipula el factor de estudio, es decir se observa lo que ocurre con el fenómeno en estudio en condiciones naturales, en la realidad. A su vez sabemos que pueden ser clasificados en transversales y longitudinales. • Estudios transversales: intentan analizar el fenómeno en un periodo de tiempo corto, un punto en el tiempo, por eso también se les denomina “de corte”. Es como si diéramos un corte al tiempo y dijésemos que ocurre aquí y ahora mismo. Un estudio que pretendiera conocer la prevalencia de las caries dentales en los escolares de educación primaria de los colegios de la Comunidad Autónoma de Madrid, sería un estudio de este tipo. • Estudios longitudinales. Estudio de uno o más factores en un periodo de tiempo más largo. Imaginemos en el caso anterior que no queremos conocer la prevalencia de la caries en el mes de marzo

de 2003, sino que la Consejería de Salud la CA de Madrid quiere saber la evolución de la caries en los próximos 10 años, y para ello cuenta con datos sobre la prevalencia a marzo de 2003. Se debe plantear un estudio longitudinal en el tiempo. Otro asunto es el interés o relevancia de este tipo de estudio. A su vez sabemos que los estudios descriptivos también pueden ser:

- Individuales: El típico caso de uno o varios pacientes, que se presenta en una sesión clínica, respondería al modelo de estudio individual, denominado “estudio de casos”.
- Poblacionales: La situación de la caries del epígrafe anterior respondería a un estudio descriptivo poblacional. (García Salinero, 2004)

### **1.6.2 Método de investigación.**

El método aplicado para el desarrollo de este trabajo de investigación es deductivo, debido a que se considera todo el proceso productivo para conocer y resolver un problema específico, considerando de conceptos generales al específico y poder conocer el problema en el proceso productivo. A continuación, se detalla todo el procedimiento a seguir aplicando el respectivo método:

- Levantamiento de información, a través de la realización de un diagnóstico observacional y documental para conocer la situación actual de la organización en el proceso de fabricación de cubiertas metálicas.
- Identificación de los problemas presentes en el proceso productivo.
- Asignación de medidas de control a través de la propuesta planteada.

### **1.6.3 Fuentes y técnicas para la recolección de información.**

A continuación, se presentan las técnicas utilizadas para poder recolectar los datos necesarios para el desarrollo de esta investigación.

#### ***1.6.3.1 La Observación No estructurada.***

Se define como aquella técnica empírica que tiene como objetivo, evaluar de forma visual, un área de trabajo con la finalidad de analizar todo el proceso para diagnosticar los posibles problemas y posterior a ello, establecer medidas de corrección.

En este caso se aplicará esta técnica de la siguiente manera: Consiste en visitar las diferentes áreas de trabajo y observan unos 15 o 20 minutos el proceso productivo para conocer cómo se desarrolla el producto y analizar los problemas. Esta observación se la

realiza con la aprobación del jefe del Área en el tiempo que él estime conveniente. Ver Anexo 1

### ***1.6.3.2 Entrevistas.***

Entrevistas:” La entrevista es una técnica que, entre muchas otras, viene a satisfacer los requerimientos de interacción personal que la civilización ha originado. El término entrevista proviene del francés “entrevoir”, que significa “verse uno al otro”. (Acevedo Ibáñez & López, 2004).

Para la aplicación de esta técnica, se define un formato de preguntas cerradas relacionadas al tema de investigación. Se elige a uno de los supervisores de producción de la empresa, considerando que, por su experiencia y conocimiento técnico, podrá aportar con información muy valiosa.

Estas preguntas son contrastadas con la observación directa aplicada, así como los formatos, procedimientos y registros relacionados con el proceso de producción de las cubiertas metálicas., de esa manera se recopila los datos necesarios para el análisis respectivo.

Esta técnica es muy efectiva para la recolección de datos de cualquier tipo.

### ***1.6.3.3 Formatos de calidad.***

Son aquellos formatos diseñados en la misma empresa que tienen como finalidad, registrar todos los datos relevantes que están relacionados con el proceso de producción. Estos formatos son diseñados en función de las especificaciones técnicas de las normas de fabricación que se apliquen.

La empresa de estudio, aplica el formato de calidad (ver anexo 2), y cada uno de los coordinadores de calidad, registran los datos por cada lote de producción. Cuando uno de los productos no cumple con las especificaciones requeridas, es separado como producto no conforme, el cual al final del día se define si se envía como reproceso, o se envía al centro de acopio de residuos no peligrosos.

### ***1.6.3.4 Diagrama Ishikawa.***

Se aplicará el diagrama de Ishikawa, para analizar las causas básicas y secundarias del problema detectado, y de esta manera poder establecer la propuesta.

El diagrama será presentado más adelante desarrollando todas las causas básicas y secundarias.

#### **1.6.4 Tratamiento de la información.**

Para el tratamiento y análisis, así como la recolección de los datos de la información que se recolectará en este trabajo de investigación se aplicará varias técnicas y métodos para identificar los problemas en el proceso productivo mediante la aplicación de formatos de calidad, entrevistas y observación directa.

Una vez identificada y recolectada la información se hará el respectivo análisis se utilizará el utilitario de Excel aplicando los gráficos y tablas que permitirá visualizar de forma más práctica la síntesis de los resultados.

#### **1.6.5 Resultados e impactos esperados.**

La recolección de datos se refiere al uso de una gran diversidad de técnicas y herramientas que pueden ser utilizadas por el analista para desarrollar los sistemas de información, los cuales pueden ser la entrevistas, la encuesta, el cuestionario, la observación, el diagrama de flujo y el diccionario de datos. (Bautista Delgado, 2019).

Todos estos instrumentos se aplicarán en un momento en particular, con la finalidad de buscar información que será útil a una investigación en común. En la presente investigación trata con detalle los pasos que se debe seguir en el proceso de recolección de datos, con las técnicas ya antes nombradas. (Bautista Delgado, 2019).

Los analistas utilizan una variedad de métodos a fin de recopilar los datos sobre una situación existente, como entrevistas, inspección de registros (revisión en el sitio) y observación. Cada uno tiene ventajas y desventajas. Generalmente, se utilizan dos o tres para complementar el trabajo de cada una y ayudar a asegurar una investigación completa. (Bautista Delgado, 2019).

Por lo cual se considera la aplicación de varias técnicas para la recolección de los datos que servirán para analizar los resultados, y partiendo de ello, establecer las medidas de corrección.

Con la recolección de todos los datos y la presentación de todos los problemas en el proceso productivo se podrá plantear una propuesta que permita la resolución de los problemas detectados, así poder reducir el número de quejas o reclamos que durante los últimos años ha tenido la empresa en estudio, lo cual le ha permitido perder segmento de mercado y le ha generado la baja en la productividad. Esta propuesta será presentada a la gerencia de la empresa para su ejecución.

Con este trabajo se pretende aportar a la empresa de beneficios no solo económicos sino de imagen y de mercado.

## Capítulo II

### Análisis, Presentación de Resultados y Diagnóstico

#### 2.1 Análisis de la situación actual

##### 2.1.1 Datos de la empresa de estudio.

Para el desarrollo de este trabajo de investigación, se ha considerado una empresa de actividad industrial metalmecánica que se dedica a la fabricación y comercialización de productos de acero, tales como cubiertas y perfiles de diferentes modelos según las necesidades del mercado.

Esta empresa tiene en el mercado ecuatoriano, 15 años, generando alianzas estratégicas con otra empresa de la misma actividad, debido a que su origen se dio en otro país, y en el cual se ha desarrollado, varios productos más.

La empresa de estudio, actualmente compite con varias empresas metalúrgicas, lo que exige que cada día deba analizarse todos sus procesos para mantenerse como una de las empresas líderes en el mercado.

Para el desarrollo de las actividades de la empresa de estudio, cuenta con diversos recursos que permiten el respectivo desarrollo.

##### 2.1.2 Recursos.

Para el desarrollo de las actividades se requieren de diversos recursos que se presentan a continuación:

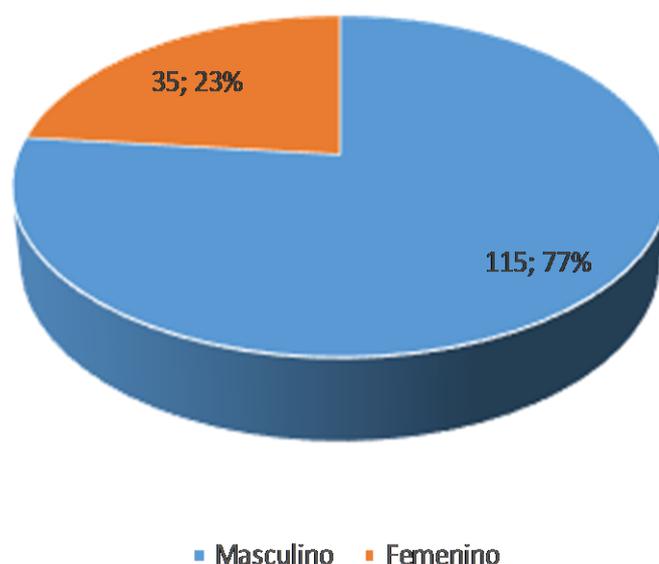
###### 2.1.2.1 Humanos.

La empresa actualmente cuenta con 150 trabajadores, los cuáles están distribuidos de la siguiente manera:

El 77% de los trabajadores es personal masculino, considerando que, por las actividades a realizar en la planta, se considera mayormente la contratación de hombres y el 23% es personal femenino que básicamente es el personal administrativo y comercial. Sin embargo, en las áreas comerciales y administrativas se concentra la población femenina.

A continuación, se presenta el siguiente gráfico para la explicación de lo antes mencionado, especificando la población de estudio, es importante resaltar que esta población solo comprende para este país. En el caso de realizar el estudio en otra planta del mismo grupo, se deberá revisar la población aplicable.

A continuación se presenta la siguiente figura



**Figura 11.** Género de los trabajadores. Información tomada de la empresa de estudio. Elaborado por el autor

Asimismo, en el siguiente cuadro se evidencia la distribución del personal según el área de trabajo.

**Tabla 1.** Distribución de personal

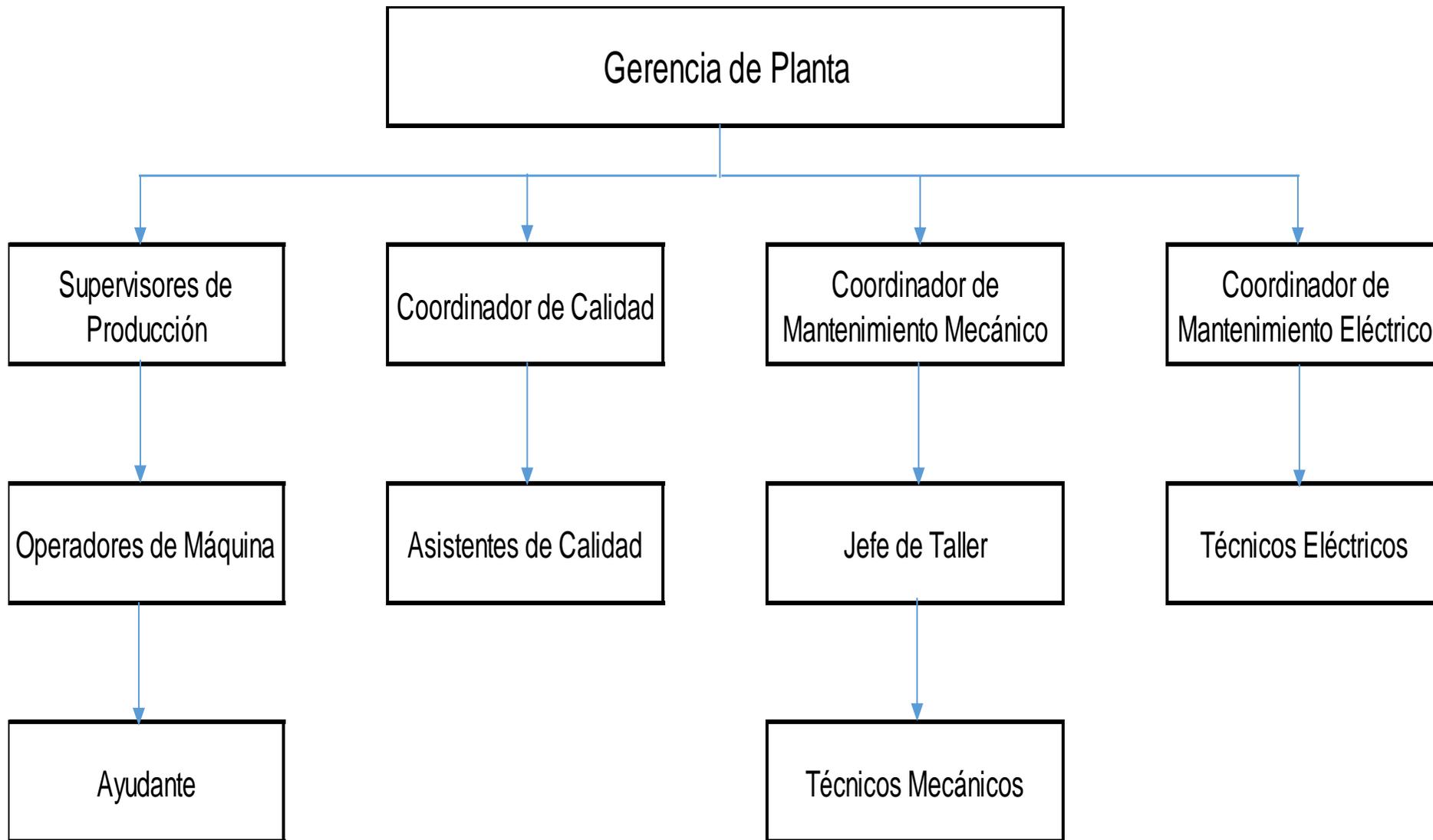
Área	Personal Administrativo	Personal Operativo
Cubiertas		42
Perfiles		42
Slitter		10
Administrativa	30	
Comercial	16	
Logística	10	
<b>TOTAL</b>	<b>56</b>	<b>94</b>

Información tomada de la empresa de estudio. Elaborado por el autor

También se describe a continuación, la estructura organizacional de la empresa, se resalta que se considera solamente el área de producción debido a que el estudio de esta investigación se centrará solamente en el área operativa.

En la siguiente figura se presenta el organigrama operativo de la empresa de estudio, considerado de forma general cada uno de los puestos de trabajo desde el gerente general hasta cada uno de los operarios.

Nota: No se ha considerado los puestos administrativos.



### 2.1.2.2 Maquinarias y Equipos.

La empresa cuenta con una variedad de equipos y maquinarias para el desarrollo de las actividades operativas, a continuación, se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 2.** *Maquinarias y Equipos*

Área de trabajo	Descripción Equipo/Maquinaria	Cantidad
Producción	Perfiladoras	7
	Paneladoras	8
	Slitter	2
	Máquina de Inyección Poliuretano	1
	Dobladora Plana	1
	Dobladora de Curvo	1
	Torno Industrial	1
Mantenimiento	Fresadora	1
	Cepillo Industrial	1
	Máquina de Soldar	3
	Micrómetros	8
	Flexómetros	60
Varios	Herramientas Manuales	

*Información tomada de la empresa de estudio. Elaborado por el autor*

### 2.1.2.3 Tecnológicos.

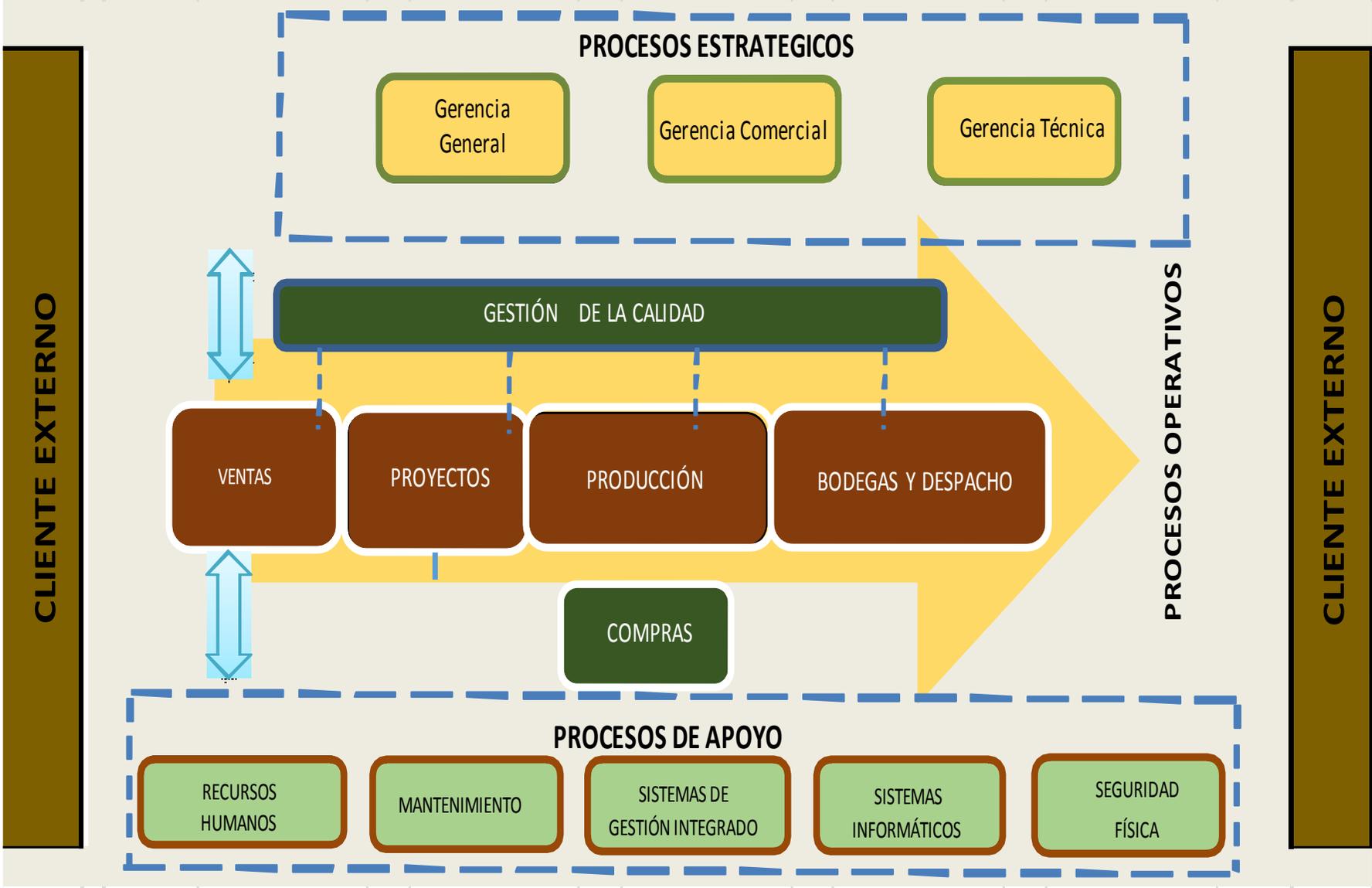
La empresa cuenta con sistemas informáticos en cada una de las maquinarias para manejar el software de las mismas y programar la programación de la producción.

### 2.1.3 Productos.

La Empresa de estudio, desarrolla varios tipos de productos. En Ecuador se centra en la elaboración de cubiertas y perfiles de diferentes modelos, unos estandarizados y otros de forma personalizada según los requerimientos del cliente.

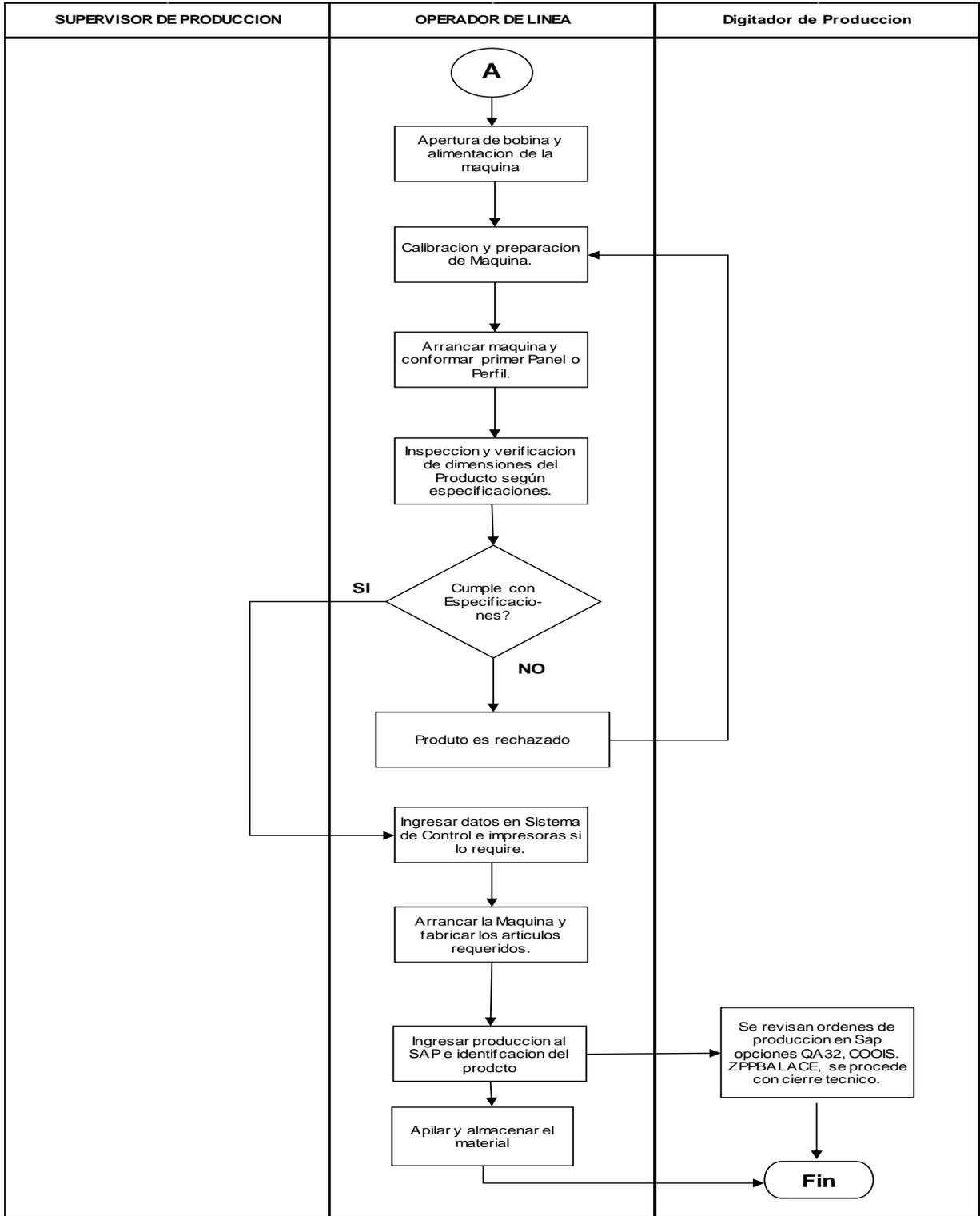
### 2.1.4 Procesos.

Para la descripción de los procesos de la empresa se ha diseñado el mapa de procesos, que describen los estratégicos, operativos y de apoyo, los cuales se desarrollan para todo proceso productivo.



**2.1.4.1. Diagrama de Procesos.**

Para el desarrollo de este trabajo de investigación, se considerará solamente uno de los procesos operativos, específicamente del proceso de elaboración de cubiertas y de perfiles metálicos. A continuación, se presenta el diagrama de flujo.



**Figura 14.** Diagrama de proceso de elaboración del producto. Información tomada de la empresa de estudio. Elaborado por el autor

El proceso para la fabricación de las cubiertas inicia con el abastecimiento de la máquina paneladora, colocando en el alimentador la respectiva bobina según las especificaciones del producto a fabricar (espesor, tipo de material entre otros). Previo a esto se debe verificar que la máquina esté calibrada y preparada (la cual ha sido revisada por el operador y aprobada por Control de Calidad), en el caso de que la misma presente alguna no conformidad inmediatamente deberá ser revisada por el responsable del mantenimiento.

Revisado esto, se proceder con la elaboración del primer panel o perfil, y el encargado de Calidad procede con la Inspección y verificación de dimensiones del Producto según especificaciones. Si el producto cumple con las especificaciones el digitador ingresa los datos en Sistema de Control e impresoras si lo requiere, si no cumple el producto es rechazado y se deberá revisar nuevamente la máquina y verificar su calibración.

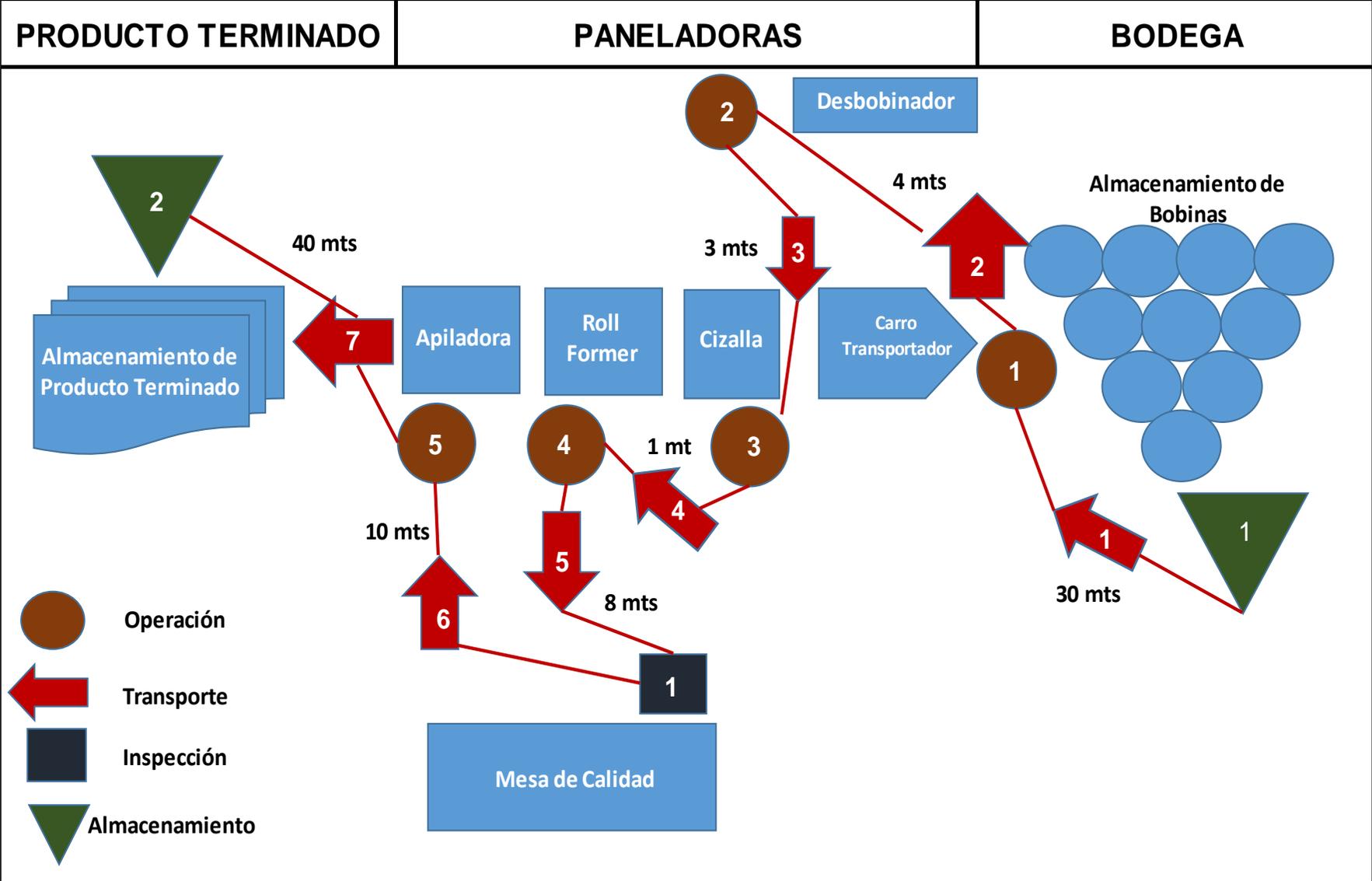
Con la aprobación de la primera parte del proceso se procede a fabricar los productos según orden de trabajo y se ingresa toda la producción al SAP para la identificación del producto y revisan ordenes de producción en SAP opciones QA32, COOIS. ZPPBALACE, finalmente se procede con el cierre técnico y almacenamiento del producto en las respectivas bodegas.

#### ***2.1.4.2 Diagrama de Flujo de Procesos.***

Asimismo, se ha elaborado el diagrama de flujo de procesos, para conocer el tiempo que se demora en todo el proceso de producción de las cubiertas metálicas, así como las distancias recorridas. Según lo indicado en la figura 15, todo el proceso se lo ejecuta en 105,5 minutos. Siendo 30 minutos por la demora en la re-calibración de la máquina que se ejecuta por no conformidades presentadas en el traslape de la cubierta metálica. Esto se debe al desgaste de la Matricería. Este tiempo es un promedio, el cual podría ser más dependiendo del número de veces de la re-calibración, lo que genera un tiempo improductivo afectando a la producción (cantidad de cubiertas a fabricar) y a la calidad de las mismas. Cada lote debe ser evaluado y según la muestra elegida si no cumple con las especificaciones técnicas, todo el lote será considerado como producto no conforme y será enviado al reproceso. Es allí donde debe recalibrarse la máquina hasta alcanzar las medidas requeridas. Actualmente aun con todas las posibles re calibraciones, ciertos productos salen no conforme los cuáles ya no son evidenciados en la empresa, sino que entran en el grupo de las devoluciones de los clientes, esto pasa solo cuando se procede con la instalación que ejecuta el usuario final. A continuación, se presenta el diagrama que fue tomada la información en el mismo sitio de trabajo donde desarrollan el producto.

PROCESO DE FABRICACIÓN DE CUBIERTAS METÁLICAS								
UBICACIÓN	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ACTIVIDAD			MÉTODO ACTUAL			
ACTIVIDAD	PRODUCCIÓN DE CUBIERTAS METÁLICAS	OPERACIÓN		7	26 MIN			
FECHA	ago-19	TRANSPORTE		7	29,5 MIN			
OPERADOR	AUTOR DE TESIS	DEMORA		3	40 MIN			
COMENTARIOS		INSPECCIÓN		2	10 MIN			
		ALMACEN		1				
		TIEMPO (MIN)		105,5				
		DISTANCIA (MTS)		96				
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD		SÍMBOLOS					TIEMPO (MIN)	DISTANCIA (MT)
								
ESPERA DEL PEDIDO							5	
INSPECCIÓN DEL PEDIDO							5	
APERTURA DE BOBINA METÁLICA							10	
TRASLADO DE LA BOBINA CON PUENTE GRÚA							10	30
COLOCACIÓN DE BOBINA EN CARRO TRANSPORTADOR							2	
TRASLADO DE CARRO TRANSPORTADOR A DESBOBINADOR							5	4
CALIBRACIÓN DE MAQUINARIA							5	
PREPARACIÓN DE BOBINA EN DESBOBINADOR							2	
TRASLADO DE DESBOBINADOR A CIZALLA							1	3
CORTE DE MATERIAL CON CIZALLA							5	
TRASLADO DE MATERIAL DE CIZALLA A ROLL FORMER							0,5	1
CONFORMADO DE LÁMINA EN PANELADORA							1	
TRASLADO DE CUBIERTA METÁLICA A MESA DE CONTROL DE CALIDAD							3	8
INSPECCIÓN DE CUBIERTA METÁLICA							5	
DEMORA POR RECALIBRACION DE MATRICERÍA							30	
TRASLADO DE PLANCHA METÁLICA A APILADORA							5	10
CONTEO DE CUBIERTAS							3	
EMBALAJE DE PRODUCTO							3	
TRASLADO DE PRODUCTO TERMINADO A BODEGA							5	40
ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO								

Figura 15. Diagrama de flujo de la elaboración de cubierta metálica. Información tomada de la empresa de estudio. Elaborado por el autor



### ***2.1.4.3 Diagrama de Recorrido.***

El proceso de fabricación de las cubiertas metálicas, inicia desde que el trabajador se dirige al almacenamiento de bobinas y con el puente grúa, traslada la misma hasta el carro transportador, para ingresarla al desbobinador, abre la bobina y la conecta, pasa por el roll former, la plancha es cortada por la cizalla y luego de esto pasa a la conformadora (paneladora). El producto es pasado a la mesa de control de calidad para validar si cumple con las especificaciones técnicas, si cumple pasa al área de la apiladora, para agruparla por paquete y enviarla al área de almacenamiento donde se libera el producto. En el caso de no cumplir con las especificaciones, se debe recalibrar la máquina hasta que se valide el cumplimiento. A continuación, se presenta el diagrama respectivo en la siguiente figura. Considerando el diagrama anterior, se describe la fabricación del producto de cubierta metálica el cual es producido en la paneladora 2.

Uno de los problemas actuales que se tiene en este proceso productivo es en los fillos de las cubiertas metálicas (traslape), los cuáles salen doblados y al momento del montaje o instalación (acabado final) no encajan las planchas.

Este problema genera una serie de reclamos y devoluciones por parte del cliente.

Para esto, el operador procede a realizar la re-calibración de la máquina varias veces lo que genera tiempos muertos y no se cumple con el número de cubiertas que se han programado en la orden de producción.

Lo anteriormente indicado ha generado pérdidas para la empresa, afectando así a la productividad de la empresa.

En el siguiente numeral se presenta con mayor detalle el diagnóstico y análisis de los problemas detectados, aplicando las diferentes técnicas para la recolección de los datos.

### ***2.1.4.4 Diagrama de Proceso de Materia Prima.***

En la siguiente figura se describe todo el proceso de la materia prima que se utiliza para elaborar las cubiertas metálicas, desde la recepción de la bobina hasta el embalaje del producto terminado, indicando los tiempos en cada uno de los procesos requeridos. Este diagrama, permite analizar todo el recorrido que hace la materia prima en el proceso de fabricación de la cubierta metálica, siendo necesario conocer los tiempos para saber en qué parte del proceso, existen inconvenientes con la materia prima y descartar que sea una posible causa del problema.

Es por ello que se considera importante desarrollar este diagrama de operaciones de la materia prima

### DIAGRAMA OPERACIONES DE LA MATERIA PRIMA (BOBINA)



## **2.2 Diagnóstico y Análisis**

### **2.2.1. Recolección de Información.**

Para realizar el diagnóstico de la situación actual de la empresa y conocer los principales problemas que se presentan, se ha considerado aplicar las siguientes metodologías: Observación directa, Aplicación de formatos de inspección y control de calidad, Entrevista al supervisor de producción, Aplicación del diagrama de Ishikawa

#### **Observación directa:**

Se ha realizado varias visitas a la planta para evaluar el proceso productivo y conocer y detectar los problemas. Esta observación ha sido diseñada de forma general, la cual ha sido aplicada por el autor de este trabajo de investigación. Ver Anexo 1

#### **Aplicación de formatos de inspección y control de calidad**

Con la aplicación de este formato, se puede evidenciar los diferentes problemas detectados en los productos elaborados para poder conocer las especificaciones técnicas no cumplidas. Adicional a ello, se ha hecho una inspección de maquinarias para conocer el desarrollo de las mismas y verificar su funcionamiento. Ver Anexo 2

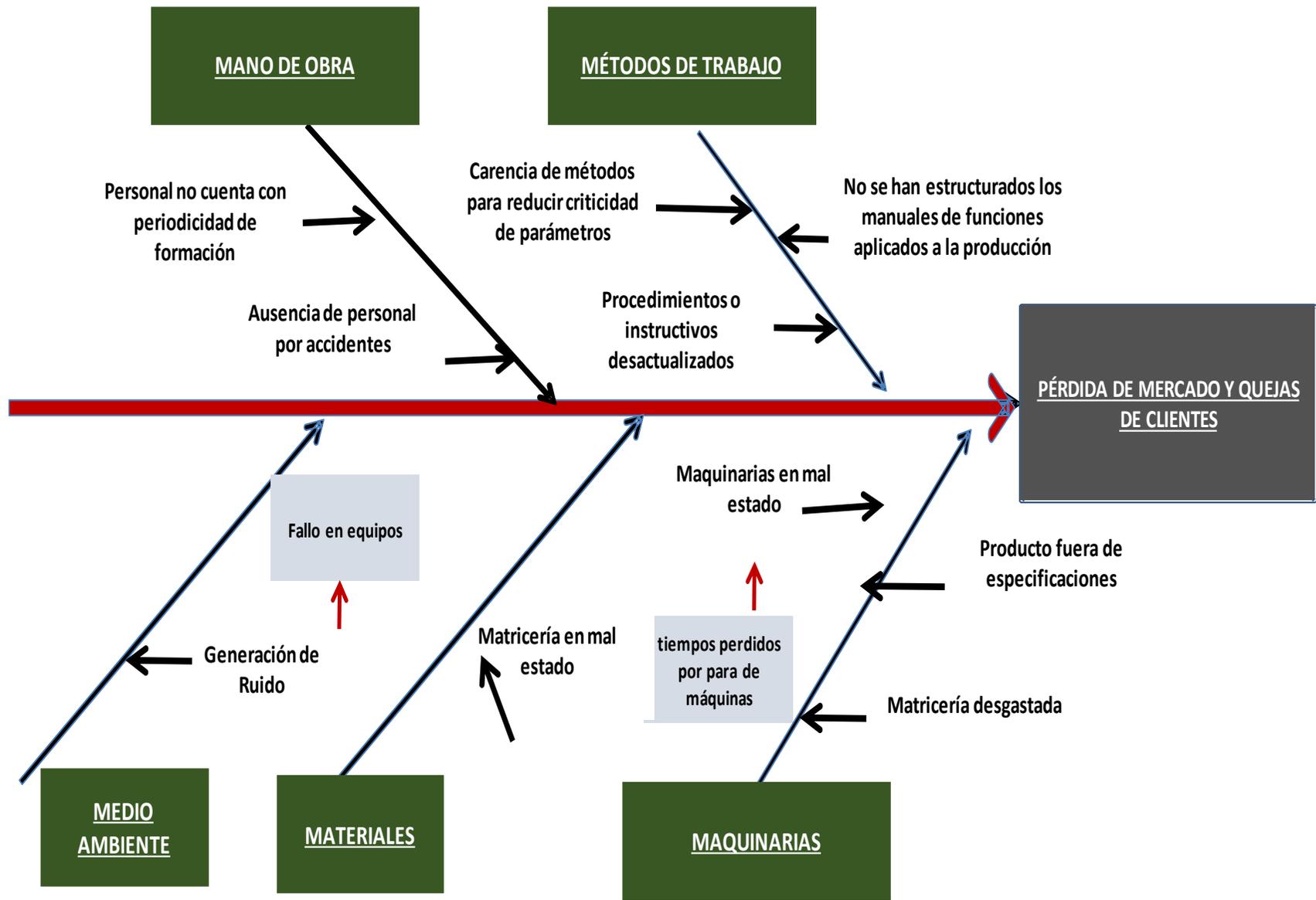
#### **Entrevista al supervisor de producción**

También se ha considerado como parte del levantamiento del diagnóstico, el desarrollo de una entrevista a uno de los supervisores de producción, el cual tiene varios años trabajando para la empresa y conoce de forma muy específica, el desarrollo de las actividades. Ver Anexo 3

#### **Diagrama de Ishikawa**

Una vez aplicado, todas las técnicas de recolección de datos para levantar el diagnóstico de la situación actual de la empresa, se ha desarrollado el diagrama de Ishikawa para conocer las causas principales y su efecto para clarificar todos los problemas detectados y de esta manera establecer en el siguiente capítulo la respectiva propuesta.

A continuación, se presenta el diagrama de causa – efecto del análisis de la investigación y se ha considerado las 5 M según lo indicado por Kaoru Ishikawa, el cual explica que es necesario describir cada una de las situaciones según cada caso en particular, la más crítica es Materiales.



### 2.2.2 Análisis.

Para el respectivo análisis y detección de los problemas se presenta la siguiente tabla donde se evidencia los resultados de las quejas y/o reclamos recibidos en los últimos tres años.

**Tabla 3.** *Reclamos recibidos en los últimos 3 años*

<b>CATEGORIAS DE RECLAMOS</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
Reclamos por problemas de Calidad en el producto	97	84	102
Reclamo por faltante en la producción	38	29	13
Reclamo por manipulación de despacho y transporte	36	44	26
Reclamo por problemas comerciales	43	45	76
Reclamo por problemas de compras	26	33	55
<b>TOTAL</b>	<b>240</b>	<b>235</b>	<b>272</b>

*Información tomada de la empresa de estudio. Elaborado por el autor*

En el respectivo análisis se puede presentar que una de las principales categorías en reclamos se debe por problemas de calidad en el producto, con un total 283 reclamos en los últimos tres años que representa \$100544,66 para la empresa. Este costo de pérdida es significativo para la Organización sin considerar que además de esta pérdida.

### 2.2.3 Análisis económico.

Para conocer si los problemas detectados, tienen un impacto negativo, se presenta en las siguientes tablas, las pérdidas de costos en los últimos tres años. Según los resultados obtenidos se tiene una pérdida de 100544,66 dólares en los tres años anteriores.

**Tabla 4.** *Costos de pérdidas por reclamos en los últimos 3 años*

<b>CATEGORIAS DE RECLAMOS</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>TOTAL</b>
Reclamos por problemas de Calidad en el producto	\$ 32.848,22	\$ 29.232,10	\$ 38.464,34	\$ 100.544,66

*Información tomada de la empresa de estudio. Elaborado por el autor*

## 2.3 Resumen de problemas detectados

Una vez recolectada toda la información para conocer la situación actual de la empresa, se establece que el problema principal que la empresa tiene y que ha generado reclamos y pérdida económica es por problemas de calidad en los productos en procesos y terminados, los cuáles se evidencian por problemas en la Matricería de las paneladoras.

## **Capítulo III**

### **Propuesta, Conclusiones y Recomendaciones**

#### **3.1 Diseño de la propuesta**

##### **3.1.1 Planteamiento de alternativas de solución.**

La empresa de estudio, considerando el análisis de las pérdidas por causa de los problemas detectados, ha considerado importante, establecer una propuesta que permita eliminar o reducir la problemática planteada que es: pérdida de mercado y reclamos de clientes por problemas de calidad en los productos, que se presenta por problemas en la Matricería de las máquinas paneladoras.

Esta propuesta ha sido desarrollada siguiendo los requerimientos de la Gerencia Operativa, debido a que necesitan de forma prioritaria, resolver los problemas de este proceso productivo, por ser uno de los productos más vendidos en la empresa.

Más adelante se presentará todo el desarrollo de la propuesta, con los respectivos costos, diagramas, análisis financiero y las conclusiones y recomendaciones que el autor establece para que sean consideradas en su implantación.

A continuación, se presenta todo el desarrollo de la propuesta iniciando con el objetivo de la propuesta y el alcance la de misma que podría cambiar si la gerencia toma la decisión de hacerlo así.

##### ***3.1.1.1 Objetivo de la Propuesta.***

En la siguiente propuesta se plantea el objetivo general:

Diseñar un plan de mejoramiento de los procesos a través del cambio de Matricería de las paneladoras de la empresa de estudio, para reducir los reclamos de los clientes en relación a la fabricación de las cubiertas metálicas de una empresa metalmecánica líder en el mercado.

##### ***3.1.1.2 Alcance de la propuesta.***

Se ha considerado solamente el proceso de paneladora de la empresa de estudio, la cual fabrica las cubiertas. Para los otros procesos pudiera presentarse recomendaciones que puedan ser consideradas en otro estudio. Este estudio servirá como modelo para las otras plantas que tiene la empresa de estudio en diversos países, siempre y cuando presenten los problemas en este proceso productivo. Se presenta a continuación los responsables.

A continuación, se presenta los responsables de la propuesta.

### 3.1.1.3 Responsables.

Al ser este un proyecto que impacta directamente en el proceso de producción de cubiertas, deberán participar varios responsables que se relacionen en este proceso con la finalidad de que se alcance los resultados esperados. Por lo cual se presenta en la siguiente tabla: los cargos con las responsabilidades que tendrán en la implantación de esta propuesta, los cuales pudieran variar según el Gerente.

**Tabla 5.** *Responsables de la Ejecución de la Propuesta*

<b>Cargo</b>	<b>Detalle de responsabilidades</b>
Gerente de Planta	Aprobar la propuesta técnica planteada
	Asignar Recursos
Supervisor de Producción	Asignar responsabilidades dentro de la ejecución de la propuesta
	Realizar el diseño de la propuesta detallando las actividades
	Realizar la trazabilidad de los procesos
Coordinador de Calidad	Establecer los parámetros de control para evaluar la propuesta
	Realizar el análisis de los productos fabricados con la nueva matricería
Operador de Máquina	Ejecutar las tareas operativas necesarias

*Información tomada de la empresa de estudio. Elaborado por el autor*

## 3.2 Desarrollo de la propuesta

### 3.2.1 Descripción de la nueva Matricería.

Cuando se efectuó el análisis de la problemática, se evidenció que la causa principal que generaba problemas en el traslape de la cubierta metálica era por causa del desgaste de la Matricería del Roll Former de la paneladora o conformadora.

Eso obligaba a que se calibrara una y otra vez la máquina y aun así no se resolvía el problema.

Se realizaron varias reuniones de comité con el departamento de mantenimiento mecánico para programar la rectificación de la misma, pero el desgaste había afectado los rodillos y el costo de la misma era similar al costo de un roll former nuevo.

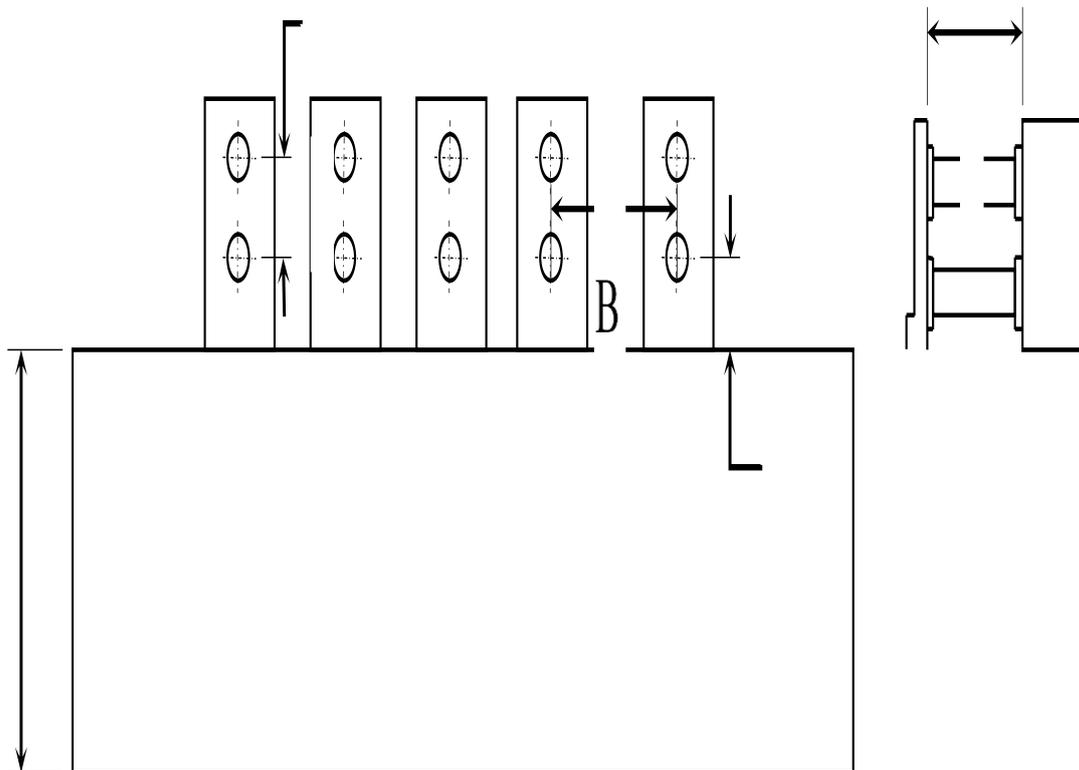
Como propuesta de este trabajo de investigación se plantea la compra de un nuevo roll former. Este nuevo roll former se le adicionan de 11 pasos a 16 pasos, esto permitirá que la conformación de la cubierta metálica sea desde el inicio que ingresa en los rodillos para que al finalizar el proceso se evite el doblaje en las puntas.

Se presentan las medidas técnicas del roll former que se modificar

<b><u>Mill Mfg.:</u></b> <i>ROLL FORMER</i>	PAN 02
<b><u>Number of Stands:</u></b>	16
<b><u>Gear Ratio:</u></b>	1:1
<b><u>Power:</u></b>	30 HP
<b><u>Shaft Diameter:</u></b>	<b>3", 76.2</b> <i>mm</i>
<b><u>Keyway:</u></b>	Si, 12x6mm
<b><u>Line Speed:</u></b>	28- 30m/min
<b><u>Direction of travel:</u></b>	<i>Left to</i> <i>Right</i>
<b><u>Vertical Shaft Centers ("A"):</u></b>	117 mm Min 220 mm Max
<b><u>Horizontal Shaft Centers ("B"):</u></b>	<b>510 mm</b>
<b><u>Roll Space ("C")</u></b>	1265 mm
<b><u>Centerline of bottom spindle to mill bed: ("D"):</u></b>	150 mm
<b><u>Mill bed to floor ("E"):</u></b>	660 mm
<b><u>Pre-Cut or Cut-off</u></b>	<i>Pre-Cut</i>
<b><u>Number of side roll stands</u></b>	0
<b><u>Straightener:</u></b>	no

*Figura 19. Especificaciones de Roll Former de la paneladora 2. Información tomada de la empresa de estudio. Elaborado por el autor*

El diseño de la nueva Matricería para la paneladora 2 se presenta en la siguiente figura.



**Figura 20.** Diseño del Roll Former de Paneladora 2. Información tomada de la empresa de estudio. Elaborado por el autor

### 3.2.2 Diagrama de Operaciones Propuesto.

En el capítulo anterior, se presentó el diagrama de operaciones actual para la fabricación de cubiertas metálicas. Todo el proceso tenía una duración de 105,5 minutos considerando una demora por re-calibración de 30 min (tiempo promedio). Con la implementación de la siguiente propuesta, este tiempo por re-calibración se elimina al cambiar la Matricería. Todo el proceso actualmente tendría una duración de 75,5 min. Además de reducir el tiempo improductivo por demoras se puede producir más número de cubiertas metálicas y se reduce el número de las devoluciones de las mismas, así como las quejas de los clientes. También se reduce en distancias, siendo la inicial de 96 metros y el propuesto de 92 metros, facilitando mejor la ejecución de las actividades.

Por lo cual se evidencia una mejora en el proceso productivo permitiendo así la solución de la problemática planteada en el capítulo 1, también es factible económicamente puesto que vale menos de lo que la empresa ha perdido por motivo de devoluciones y quejas de los clientes.

A continuación, en la siguiente figura se presenta el diagrama de operaciones una vez implementada la propuesta.

PROCESO DE FABRICACIÓN DE CUBIERTAS METÁLICAS PROPUESTO						
UBICACIÓN	ÁREA DE PRODUCCIÓN	ACTIVIDAD			MÉTODO PROPUESTO	
ACTIVIDAD	PRODUCCIÓN DE CUBIERTAS METÁLICAS	OPERACIÓN		7	26 MIN	
FECHA	ago-19	TRANSPORTE		7	29,5 MIN	
OPERADOR	AUTOR DE TESIS	DEMORA		2	10 MIN	
COMENTARIOS		INSPECCIÓN		2	10 MIN	
		ALMACEN		1		
		TIEMPO (MIN)		75,5		
		DISTANCIA (MTS)		92		
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD		SÍMBOLOS			TIEMPO (MIN)	DISTANCIA (MT)
						
ESPERA DEL PEDIDO					5	
INSPECCIÓN DEL PEDIDO					5	
APERTURA DE BOBINA METÁLICA					10	
TRASLADO DE LA BOBINA CON PUENTE GRÚA					10	30
COLOCACIÓN DE BOBINA EN CARRO TRANSPORTADOR					2	
TRASLADO DE CARRO TRANSPORTADOR A DESBOBINADOR					5	4
CALIBRACIÓN DE MAQUINARIA					5	
PREPARACIÓN DE BOBINA EN DESBOBINADOR					2	
TRASLADO DE DESBOBINADOR A CIZALLA					1	3
CORTE DE MATERIAL CON CIZALLA					5	
TRASLADO DE MATERIAL DE CIZALLA A ROLL FORMER CON NUEVA MATRICERÍA					0,5	1
CONFORMADO DE LÁMINA EN PANELADORA					1	
TRASLADO DE CUBIERTA METÁLICA A MESA DE CONTROL DE CALIDAD					3	6
INSPECCIÓN DE CUBIERTA METÁLICA					5	
TRASLADO DE PLANCHA METÁLICA A APILADORA					5	8
CONTEO DE CUBIERTAS					3	
EMBALAJE DE PRODUCTO					3	
TRASLADO DE PRODUCTO TERMINADO A BODEGA					5	40
ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO						

**Figura 21.** Diagrama de Operaciones propuesto. Información tomada de la empresa de estudio. Elaborado por el autor

### 3.2.3 Costos del proyecto.

El costo del proyecto incluye costo de equipo y costos de instalación y funcionamiento de la nueva Matricería para la paneladora 2 del proceso productivo para la elaboración de la cubierta metálica.

La inversión inicial que esa estima es la inversión fija, en relación a la inversión de mantenimientos preventivos no se consideran por cuanto forma parte del presupuesto del programa de mantenimiento preventivo de todos los equipos y maquinarias de toda la empresa.

En el cuadro siguiente se detallan los costos estimados para la propuesta planteada.

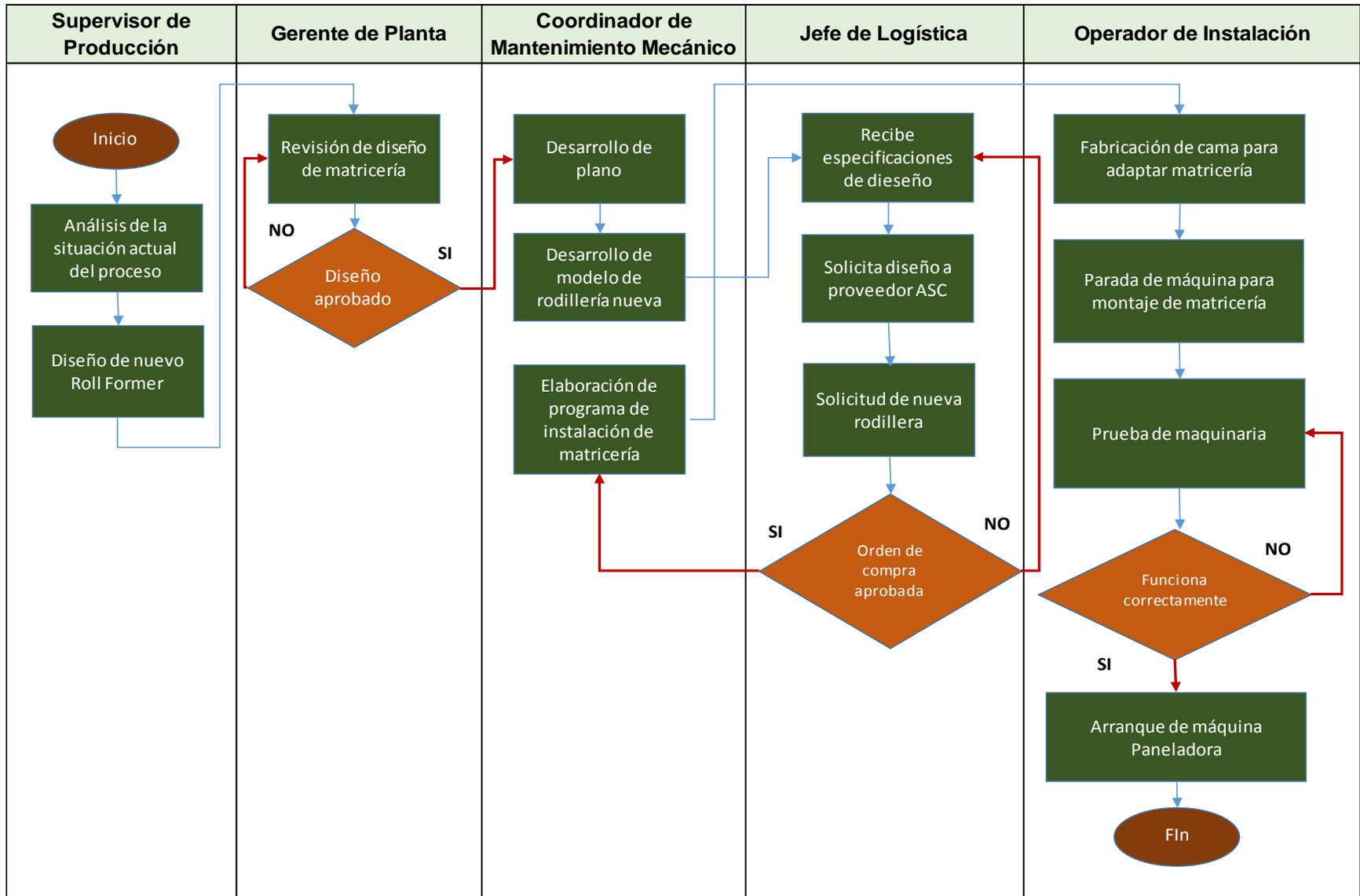
**Tabla 6.** *Costos de la propuesta*

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
1	Matricería	\$79.800,00	\$79.800,00
8	Ejes	\$260,00	\$2.080,00
2	Cajas Reductoras	\$800,00	\$1.600,00
4	Pedestales	\$230,00	\$920,00
24	Rodamientos	\$100,00	\$2.400,00
4	Juego de Cadenas	\$125,00	\$500,00
1	Instalación Mecánica	\$6.500,00	\$6.500,00
<b>Total</b>			<b>\$93.800,00</b>

*Información tomada de la empresa de estudio. Elaborado por el autor*

### 3.2.4. Diagrama de proceso de compra e instalación de Matricería.

Para la respectiva compra del roll former para la paneladora 2 y de esta manera mejorar las no conformidades de la cubierta metálica en el traslape, se sigue el siguiente procedimiento. Análisis de los problemas detectados en máquina paneladora y presentación del modelo del roll former a Gerencia, luego Gerencia revisa y aprueba la compra y coordinador de Mantenimiento Mecánico realiza plano y modelos específicos. El Jefe de Logística recibe orden de compra y solicita proforma a proveedores ASC y Los operadores inician fabricación de cama nueva para adaptar a PAN 02. Una vez aprobada la orden de compra el coordinador de mantenimiento elabora el programa de instalación. Proceden con la parada de máquina.



### 3.3 Evaluación Económica y Financiera

A continuación, se presenta la evaluación económica de la propuesta planteada para conocer si es factible o no la misma.

#### 3.3.1 Plan de inversión y financiamiento.

Aquí se presenta la forma de inversión y el análisis del costo vs beneficio.

##### 3.3.1.1 Forma de Inversión.

La implementación de la nueva Matricería para la paneladora 2 tiene una inversión de \$93800,00.

La empresa de estudio, si cuenta con la liquidez financiera para poder implementar la propuesta planteada, y de esta manera se puede ahorrar los intereses que se generarían si se solicitara un crédito bancario.

#### 3.3.2 Análisis del beneficio obtenido vs costos generados.

Los costos que se han generado como pérdida por devoluciones de producto no conforme por las quejas y/o reclamos de los clientes en los últimos tres años es de \$100544,66 según lo indicado en el capítulo anterior.

Para calcular el costo-beneficio de esta propuesta es necesario la siguiente fórmula.

$$\text{Coeficiente B/C} = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Costo de la propuesta}}$$

Para que la inversión de la propuesta sea favorable o rentable, el resultado deberá ser mayor a 1 y por lo tanto es factible la implantación de la propuesta, pero si es menor a 1 no es rentable por lo tanto no es factible.

Aplicando la fórmula de costo Beneficio se tiene el siguiente resultado:

$$\text{Coeficiente B/C} = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Costo de la propuesta}}$$

$$\text{Coeficiente B/C} = \frac{100544,66}{93800}$$

$$\text{Coeficiente B/C} = 1,07$$

El resultado indica que es mayor que 1, por lo cual indica que por cada dólar invertido se tendrá un beneficio de 1,07 por lo cual la inversión es rentable y si es aplicable para la resolución de los problemas planteados.

**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>
Revisión y aprobación de propuesta por parte de la Gerencia						
Diseño de planos de nueva matricería						
Solicitud de compra de matricería						
Elaboración de matricería por parte del proveedor						
preparación y parada de máquina paneladora						
instalación de nueva matricería						
prueba de maquinarias						
Puesta en marcha del proyecto						

### **3.4 Evaluación y selección de alternativa de solución**

Al implementar esta propuesta, se obtendrá los siguientes resultados:

- Reducir costos de pérdidas por producto no conforme
- Reducir porcentaje de reclamos de clientes en relación al no cumplimiento de las especificaciones del producto
- Reducción de tiempos improductivos.

### **3.5 Cronograma de Implementación**

Para la implementación de la propuesta se propone un cronograma que deberá ser revisado por la alta gerencia.

### **3.6 Conclusiones y Recomendaciones**

#### **3.6.1 Conclusiones.**

A través del desarrollo de este trabajo de investigación se pudo conocer la situación actual de los procesos productivos y los principales problemas que han generado pérdidas económicas y bajo nivel de satisfacción del cliente. A continuación, se presenta:

El principal producto de la empresa en estudio es la cubierta metálica, la cual ha presentado no conformidades en su diseño generando en los 3 últimos años 283 reclamos del cliente y que han generado insatisfacción en cliente pudiendo tener una reducción en el mercado del sector metalmecánico significativo, siendo muy grave para la empresa ya que actualmente ha liderado como una de las empresas pioneras en la fabricación de estos productos. Estos reclamos se han visto reflejado en términos económicos con un valor de \$100544,66. Este costo solo representa la pérdida en dólares de las ventas sin contar los costos que no se reflejan.

#### **3.6.2 Recomendaciones.**

Como recomendaciones de este trabajo de investigación se tiene lo siguiente:

Revisar los demás procesos productivos de los otros productos que se elaboran en la empresa para conocer los diversos problemas que puedan generar afectaciones a la productividad de la empresa.

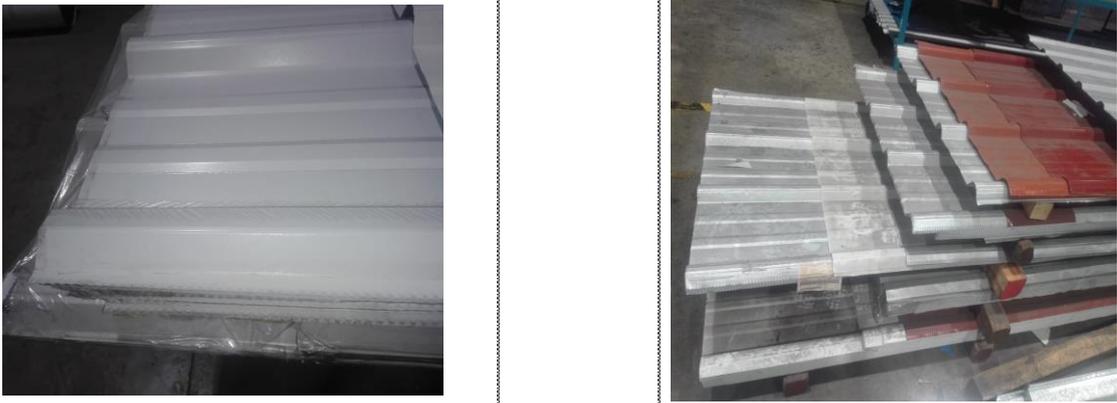
Capacitar al personal técnico considerando la mejora en el roll former para la obtención de un mejor conformado.

Realizar un estudio de tiempo para conocer la situación actual una vez implantada la propuesta para conocer las mejoras obtenidas.

# **ANEXOS**

## Anexo N° 1

## Registro de Observación Directa

FORMATO DE OBSERVACIÓN DIRECTA	
<b>Nombre del Observador:</b>	Aristides Sosa
<b>Nombre del Observado:</b>	Carlos Terán
<b>Fecha:</b>	29 de julio de 2019
<b>Área a observar:</b>	Área de Producción: Cubiertas Metálicas
Descripción	
<p>Se evidenció que la cubierta Master 1000 presenta deformaciones en los bordes, en el lote 00251 y revisando el número de productos con esas condiciones se presentaron 53 planchas.</p>	
Respaldo Fotográfico	
	
	
<b>Firma del Observador</b>	
<b>Firma del Observado:</b>	

Información tomada en empresa de estudio. Elaborado por: El Autor

Anexo N° 2

Registro de Control de Calidad

ACES-CCA-2-087  
2022-04-04

Designación Recubrimientos

Tipo	Recubrimientos
ADVI	Gubalume o AluZinc
Z	Galvanizado
P	Protegiado
Z/RA	Magnético

CONTROL DE CALIDAD - PANEL MASTER 1000

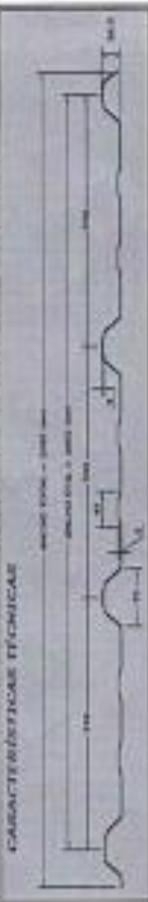


Tabla 1 Tolerancias de Espesores

Espección TCT	Tolerancia
Desde 0,20 hasta 0,30	± 0,03
Mayor 0,30 hasta 0,50	± 0,04
Mayor 0,50 hasta 0,80	± 0,05

Unidad mm

DATOS DE LA INSPECCIÓN		CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES A CONTROLAR						TRAZABILIDAD			
#	Fecha (ARCHIVOS DIA)	Hora	Operador (APLLEDO)	Exponct (mm) Tolo. ver tabla 1	Longitud (mm) Tol. 0 mm/+ 30 mm	Ancho Dxi 1005 mm ± 5 mm		Altura de Costa 36,5mm ± 1,5 mm	No. de Lote (MMP)	Orden o Número de Pedido	Nº. de Lote (Bolsa)
				Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	1			
1	2019-07-25	13:10	Holguito	0,40	4800	4815	1005	1006	35	3022287	5504828
LONGITUDES MITO											
2	2019-07-25	1	Holguito	0,40	4800	4815	1005	1006	35	3022287	5504828
LONGITUDES MITO											
3	2019-07-25	13:40	Holguito	0,40	6400	6414	1005	1006	35	3022287	5395343
LONGITUDES MITO											
4	2019-07-25		Holguito	0,40	4800	4809	1005	1006	35	3022287	5504828
LONGITUDES MITO											
5	2019-07-29		Galarza	0,40	5350	5360	1005	1006	35	309593	5144191
LONGITUDES MITO											
6	2019-07-29		Galarza	0,40	5400	5410	1005	1006	35	309593	5144191
LONGITUDES MITO											
7	2019-07-29		Galarza	0,40	6000	6009	1005	1006	35	3072834	5331328
LONGITUDES MITO											
8	2019-07-29		Galarza	0,35	4300	4310	1007	1009	35	309197	5191854
LONGITUDES MITO											

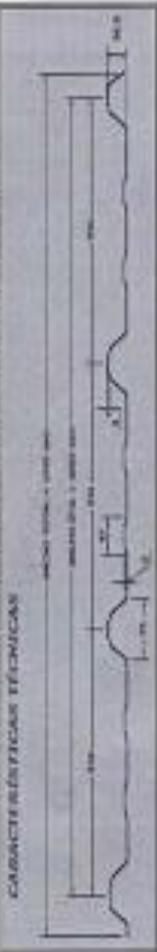
MTS PERM 2221 2020 FUSILS DE ACERO. REQUISITOS Y VER. ESPECIFICACION INTERNA ACES-CCA-007

CONTROL DE CALIDAD SEGÚN MATERIALES MTS (STOCK) Y MITO (PROYECTOS)	
MTS (Stock)	MITO (Proyectos)
<p>Se debe complementar los resultados de calidad a cada lote de impresión, tomando en cuenta las características siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Impresión de 8 de posiciones del ancho en impresión</li> <li>Positivo con 3 pasadas → 50 áreas completamente al lado de impresión.</li> <li>Positivo con 2 a 30 posiciones → 1 lado de impresión completa, los lotes restantes se ingresan en medida de longitud</li> <li>Positivo con 11 a 25 posiciones → 2 lotes de impresión completos, los lotes restantes se ingresan en medida de longitud</li> <li>Positivo con 36 a 20 posiciones → 3 lotes de impresión completos, los lotes restantes se ingresan en medida de longitud.</li> </ul>	

OBSERVACIONES:

ACS-0041-007  
2023-04-04

**CONTROL DE CALIDAD - PANEL MASTER 1000**



**Tabla 1 Tolerancias de Espesores**

Espeor TCT	Tolerancia
Desde 0.20 hasta 0.30	± 0.03
Mayor 0.30 hasta 0.50	± 0.04
Mayor 0.50 hasta 0.80	± 0.05

Unidad mm

**Designación Recubrimientos**

Tipo	Recubrimientos
ADVI	Epoxiureo o Aluminio
Z	Galvanizado
P	Pigmentado
ZAMB	Magnética

DATOS DE LA INSPECCIÓN			CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES A CONTROLAR					TRAZABILIDAD				
#	Fecha	Hora	Operador (APellidos)	Exponct (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)		Altura de Croyda	Nº. de Lotte (LMP)	Nº. de Lotte (Bobbis)		
	(AÑO-MES-DIA)			Todo el tabla 1	Total (mm) ± 30 mm	1005 mm ± 5 mm	35, Seria a 1.5 mm	35, Seria a 1.5 mm				
				Normal	Normal	Total	1	2				
1	2019-07-15	05:00	Holgarrin	0.40	0.40	7057	1004	1005	35	35	30221984	5144190
LONGITUDES MITO												
2	2019-07-15	04:00	Holgarrin	0.40	0.40	3650	1005	1005	35	35	30221984	5144191
LONGITUDES MITO												
3	2019-07-16	03:00	Holgarrin	0.30	0.30	2003	1005	1006	35	35	30222063	5144194
LONGITUDES MITO												
4	2019-07-16	19:40	garcia	0.40	0.38	6003	1004	1008	32	32	30222476	5144197
LONGITUDES MITO												
5			garcia	0.40	0.35	6000	1004	1008	32	32	308758	5188472
LONGITUDES MITO												
6	2019-07-17	00:18	Holgarrin	0.40	0.34	4000	1005	1006	35	35	3022262	5485416
LONGITUDES MITO												
7	2019-07-17	08:15	Holgarrin	0.40	0.39	5350	1005	1006	35	35	30222169	5504838
LONGITUDES MITO												
8	2019-07-17	17:20	garcia	0.40	0.40	6750	1004	1007	32	32	308094	5331331
LONGITUDES MITO												

**CONTROL DE CALIDAD SEGUN MATERIALES MTS (STOCK) Y MITO (PROYECTOS)**

MTS (Stock)	MITO (Proyectos)
Segun el de perfiles del perfil se ingreso	Segun el de perfiles del perfil se ingreso
Se hizo conparacion los resultados	Se hizo conparacion los resultados
de calidad a cada lote de inspeccion	de calidad a cada lote de inspeccion
por lo que se controla las caracteristicas	por lo que se controla las caracteristicas
especificadas	especificadas

OBSERVACIONES:

## Anexo N° 3

## Resultado de Entrevista

PREGUNTAS DE ENTREVISTA	
<b>PERSONA ENTREVISTADA:</b>	Supervisor de Producción
<b>PERSONA QUE ENTREVISTA:</b>	Autor del trabajo de investigación
<b>1.-Cual es la actividad principal y los productos que elabora esta empresa</b>	
Fabrica y comercializa productos de acero, direccionado al sector industrial y arquitectónico.	
<b>2.- Cuál de los productos mencionados es el que más se produce y genera más en la empresa.</b>	
Los perfiles laminado en caliente y el panel Zinc	
<b>3.- Cuáles han sido los problemas que presenta el producto en mención (cubiertas metálicas)</b>	
Problema en el traslape y en el acabado de la cubierta.	
<b>4.- Cómo ha manejado las quejas recibidas por el cliente del producto.</b>	
Se ha recolectado en una base de datos los reclamos mas recurrentes de los clientes y en base ha eso, se ha tratado de trabajar.	
<b>5.-Según su experiencia, cuál podría ser la causa básica que genera las no conformidades de las cubiertas metálicas</b>	
La matriceria que conforma las cubiertas ya se encuentran con desgaste.	
<b>6.- Considera que los trabajadores cuentan con las competencias técnicas necesarias para la fabricación del producto.</b>	
Si la tienen la mayoría de los trabajadores son bachilleres técnicos y cuentan con muchos años de experiencia en la operación de Roll Formers.	
<b>7.- Considera que deba cambiarse el proceso productivo para reducir los problemas detectados en el producto</b>	
El proceso productivo no debería cambiarse, se debería cambiar de matriceria debido a su desgaste y mejorar la forma del traslape.	
<b>8.- En el caso de presentar una propuesta para controlar los problemas detectados, considera usted que la empresa estaría interesada en desarrollarla.</b>	
Si debería hacerla ya que el problema cada vez es mas frecuente y por ende se puede perder la clientela por no atender esa necesidad.	

## Bibliografía

- Acevedo Ibáñez, A., & López, A.** (2004). *El proceso de la entrevista: conceptos y modelos*. Mexico: Limusa.
- Aiteco.** (2019). Obtenido de <https://www.aiteco.com/que-es-un-proceso/>
- Alvarez Torres, M.** (2006). *Manual para elaborar manuales de políticas y procedimientos*. Mexico: Panorama Editorial.
- Aradas, A.** (21 de MARZO de 2016). *Cuestiones Laborales*. Obtenido de Cuestiones Laborales: <https://www.cuestioneslaborales.es/la-enfermedad-profesional/>
- Arnoletto, E. J.** (2000). *Administración de la producción como ventaja competitiva*.
- Behar Rivero, D. S.** (2008). *Introducción a la Metodología de la Investigación*. ISBN 978-959-212-783-7 : A. Rubeiro.
- Bonta, P., & Farber, M.** (1994). *199 preguntas sobre marketing y publicidad*. Norma.
- Cantón Mayo, I.** (2010). Introducción a los procesos de calidad. *REICE*, 8.
- Chipantiza, J.** (2012). *Informe Hospitalario Guayaquil*. Guayaquil: Clínica Rosales.
- Deborah.** (18 de Abril de 2015). *Economía y Negocios*. Obtenido de <https://www.definicion.co/materia-prima/>
- Decreto Ejecutivo N°996.** (2008). *Reglamento a la Ley Orgánica de Salud*. Quito: Decreto Ejecutivo 1395.
- Díaz, O.** (2012). *La cubierta metálica en el clima cálido húmedo: análisis del comportamiento térmico del techo de zinc de la vivienda vernácula dominicana*. Obtenido de [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/16662/DiazOstuh\\_en\\_TFM.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/16662/DiazOstuh_en_TFM.pdf)
- Díaz-Bravo, L., Torruco-García, U., & Mart, M.** (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Scielo*.
- EstévezAcosta, S.P.** (Junio de 2008). Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/651/1/CD-1590%282008-07-15-01-14-35%29.pdf>
- Galán Amador, M.** (29 de MAYO de 2009). *Metodología de la Investigación*. Obtenido de Metodología de la investigación: <http://manuelgalan.blogspot.com/2009/05/la-entrevista-en-investigacion.html>
- García Salinero, J.** (Junio de 2004). *Estudios descriptivos*. Obtenido de <http://webpersonal.uma.es/de/jmpaez/websci/BLOQUEIII/DocbIII/Estudios%20descriptivos.pdf>

- González, A.** (1 de Junio de 2018). *Economía Simple*. Obtenido de <https://www.economiasimple.net/glosario/industria>
- Gustín, E. (1980).** *Estructuras Metálicas*. Barcelona: Técnicos Asociados.
- Hammer, M., & Champy, J.** (2005). *Reingeniería: Olvide lo que usted sabe sobre cómo debe funcionar una empresa. ¡Casi todo está errado!* Bogota: Norma.
- Hansen, B., & Ghare, P.** (1990). *Control de Calidad: Teoría y Aplicaciones*. Madrid: Díaz de Santos.
- Hernando Freile, J.** (Agosto de 2019). *Control del producto no conforme*. Obtenido de WoltersKluwer:<http://diccionarioempresarial.wolterskluwer.es/Content/Documento.aspx?params>
- INEN.** (30 de Julio de 2019). *Con calidad productos ecuatorianos se abren al mercado Europeo*. Obtenido de <http://inen-ecuador.blogspot.com/>
- López, D. C. (2016).** Factores de calidad que afectan la productividad y competitividad de las micros, pequeñas y medianas empresas del sector industrial metalmeccánico. *Entre Ciencia e Ingeniería, ISSN 1909-8367*, 99-107.
- Maldonado, J.** (2018). *Gestión de Procesos*.
- Manene, L. M.** (Julio de 2011). *Diagramas de Flujo: Su Definición, Objetivo, Ventajas, Elaboración, Fases, Reglas y ejemplos de aplicaciones*. Obtenido de <http://www.luismiguelmanene.com/2011/07/28/los-diagramas-de-flujo-su-definicion-objetivo-ventajas-elaboracion-fases-reglas-y-ejemplos-de-aplicaciones/>
- Matos, Y., & Pasek, E.** (2008). La Observación, Discusión y Demostración: Técnicas de Investigación en el Aula. *Revista de Educación, año 14, N° 27*, 41,42.
- Rodríguez Medina, G., Balestrine Atencio, S., & Meleán Romero, R.** (2002). Análisis estratégico del proceso productivo. *Revista de Ciencias Sociales*, 135-156.
- Rodríguez Moreno, R., Vásquez Alamilla, M. A., Flores Jiménez, I., Flores Jiménez, R., & Melchor Chávez, P.** (2019). *Modelo Administrativo Modelo administrativo de calidad y productividad que contribuya al crecimiento económico de las empresas metalmeccánicas de cinco municipios del Estado de Hidalgo*. Obtenido de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/xikua/article/download/2234/4422?inline=1>
- Ruiz, A., & Rojas, F.** (2009). *Herramientas de Calidad*. Madrid: Comillas Madrid.
- San Miguel Alcade, P.** (2009). *Calidad*. España: Parainfo.
- Sangüesa, M., Mateo, R., & Ilzarbe, L.** (2008). *Teoría y práctica de la calidad*. Madrid: Paraninfo.

- Santos Santos, T.** (Noviembre de 2018). *Estudio de factibilidad de un proyecto de inversión: etapas en su estudio.* Obtenido de <http://www.eumed.net/ce/2008b/tss.htm>
- Suñe, A., Gil, F., & Arcusa, I.** (2004). *Manual Práctico de Diseño de Sistemas Productivos.* Madrid: Díaz de Santos.
- Tejeda, A.** (2011). *Mejoras de lean manufacturing en los sistemas.* Obtenido de <http://repositoriobiblioteca.intec.edu.do/bitstream/handle/123456789/1364/Ciso20113602-276-310.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Urbans Brotons, P.** (2012). *Construcción de estructura metálicas.* Club Universitario.
- Villajullca, J. C.** (10 de Agosto de 2011). *El tiempo muerto: dead time en los procesos.* Obtenido de <https://instrumentacionycontrol.net/el-tiempo-muerto-dead-time-en-los-procesos/>
- Yáñez, C. M.** (05 de Diciembre de 2008). *Sistema de Gestión de la Calidad en base a la norma ISO9001.* Obtenido de [https://s3.amazonaws.com/academia.edu/documents/38281896/Calidad\\_Gestión.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3](https://s3.amazonaws.com/academia.edu/documents/38281896/Calidad_Gestión.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3)
- Youssef, C.** (2003). *La cubierta como parte de una obra.* Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3350/35737-5.pdf>