



UNIVERSIDAD  
**SAN IGNACIO  
DE LOYOLA**

**FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES**

**Carrera de Administración De Empresas**

**ESTUDIO PARA REDUCIR LAS FALLAS EN EL  
PROCESO PRODUCTIVO EN LA EMPRESA  
“MEGABANDA” DESARROLLADO EN CHOSICA,  
ENERO A JULIO DEL 2017**

**Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional  
de Licenciado en Administración de Empresas**

**GUSTAVO ANDRES ORCADA LIRA**

**Asesor:**

**Carlos Alejandro Ledesma Durand**

**Lima – Perú  
2018**

## Índice de contenido

Introducción .....	7
Capítulo 1 Introducción y Antecedentes de la Empresa.....	1
1.1 Datos generales.....	1
1.2 Nombre o razón social de la empresa.....	1
1.3 Ubicación de la empresa (dirección, teléfono y mapa de ubicación). .....	1
1.4 Giro de la empresa.....	1
1.5 Tamaño de la empresa.....	2
1.6 Breve reseña histórica .....	2
1.7 Organigrama de la empresa .....	2
1.8 Misión, visión y política .....	3
1.9 Productos y clientes .....	3
1.9.1 <i>Productos que se elaboran en la empresa megabanda</i> .....	4
1.9.2 <i>Principales clientes</i> .....	4
1.10 Premios y certificaciones. ....	5
1.11 Relación de la empresa con la sociedad.....	5
Capítulo 2 Definición y justificación del problema .....	5
2.1 Caracterización del área analizada. ....	6
2.1.1 Seguridad Ocupacional Medio Ambiente y Calidad .....	12
2.2 Antecedes y definición del problema.....	13
2.3 Objetivos: general y específico. ....	14
2.3.1 <i>Objetivo general</i> . ....	14
2.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	14
2.4 Justificación.....	14
2.5 Alcances y limitaciones. ....	15
Capítulo 3 Marco teórico .....	16
Capítulo 4 Metodología de la investigación.....	20

4.1 Estadística de producción del año 2015.....	20
4.2 Estadística de producción del año 2016.....	21
4.3 Estadística de producción del año 2017.....	21
4.4 Fallas de los 3 sub-procesos analizados.....	25
Capitulo 5 Análisis crítico y planteamiento de alternativas.....	27
5.1 Análisis de la eficiencia de los tres sub-procesos.....	27
5.2 Análisis de la valorización de las fallas de los tres sub-procesos.....	28
5.3 Aplicación de las herramientas de calidad a las fallas del sub-proceso de prensado.....	31
5.4 Análisis de las causas que influyen en las 6M de la falla “quemado”.....	34
Capitulo 6 Justificación de la solución escogida.....	37
6.1 Automatización y compra de nuevos equipos.....	37
6.2 Contratación de mano de obra calificada.....	38
6.3 Implementación de procedimiento de selección y capacitación del personal.....	39
6.4 Valorización económica de las alternativas propuestas.....	40
6.5 Alternativa elegida.....	41
Capitulo 7 Implementación de la propuesta.....	42
7.1 Calendario de actividades.....	42
7.2 Recursos.....	42
7.3 Presupuesto.....	43
Glosario de términos.....	47
Anexos.....	51

## Índice de tablas

Tabla 1: Porcentaje de efectividad del sub-proceso de mezclado y acelerado 2017. ....	22
Tabla 2: Porcentaje de efectividad del sub-proceso de extruido y habilitado 2017.....	23
Tabla 3: Porcentaje de efectividad del sub-proceso de prensado 2017.....	24
Tabla 4: Resumen de los promedios de eficiencia de los 3 sub-procesos analizados. ....	25
Tabla 5: Listado de fallas del sub-proceso de prensado de enero a julio del 2017.....	26
Tabla 6: Resumen de los promedios y variación porcentual de los 3 sub-procesos analizados.....	27
Tabla 7: Costo de las fallas del sub-proceso pesado y acelerado del año 2017. ....	28
Tabla 8: Costo de las fallas del sub-proceso extruido y habilitado del año 2017. ....	28
Tabla 9: Costo de las fallas del sub-proceso prensado del año 2017. ....	29
Tabla 10: Porcentaje de ineficiencia de los tres sub-procesos.....	29
Tabla 11: Valorización de las fallas de los tres sub-proceso. ....	30
Tabla 12: Cuantificación del número de causas por cada una de las 6M.....	34
Tabla 13 : Cuantificación del número de causas por cada una de las 6M y porcentaje asignado. ....	35
Tabla 14: Costo de implementación de la automatización de los tres sub-procesos.....	37
Tabla 15: Sobre-Costo anual de contratación de operarios calificados. ....	38
Tabla 16: Costo de implementación del procedimiento de capacitación y selección de personal. ....	39
Tabla 17 Flujo de caja .....	40
Tabla 18 Evaluación Financiera.....	41
Tabla 19: Calendario de actividades, escala temporal: quincenas. ....	42
Tabla 20: Presupuesto detallado para la implementación del procedimiento de capacitación y selección de personal operativo. ....	43
Tabla 21: Porcentaje de efectividad del sub-proceso de mezclado y acelerado 2015. ....	54
Tabla 22: Porcentaje de efectividad del sub-proceso de extruido y habilitado 2015.....	55
Tabla 23: Porcentaje de efectividad del sub-proceso de prensado 2015. ....	56

Tabla 24: Porcentaje de efectividad del sub-proceso de mezclado y acelerado 2016. ....	57
Tabla 25: Porcentaje de efectividad del sub-proceso de extruido y habilitado 2016.....	58
Tabla 26 : Porcentaje de efectividad del sub-proceso de prensado 2016. ....	59
Tabla 27: Tipos de fallas del sub-proceso de mezclado y acelerado. ....	60
Tabla 28: Reproceso en el sub-proceso de extruido y habilitado.....	60

## Índice de figuras

<i>Figura 1</i> Organigrama general de la empresa megabanda. ....	2
<i>Figura 2</i> Listado de productos e imágenes. ....	4
<i>Figura 3</i> Organigrama proceso de producción. ....	7
<i>Figura 4:</i> Flujograma del sub-proceso de mezclado y acelerado .....	8
<i>Figura 5:</i> Flujograma del sub-proceso de extruido y habilitado. ....	9
<i>Figura 6:</i> Flujograma del sub-proceso de prensado. ....	10
<i>Figura 7:</i> Ratio estandar y real del sub-proceso de mezclado y acelerado 2017.....	22
<i>Figura 8:</i> Ratio estándar y real del sub-proceso extruido y habilitado 2017.....	23
<i>Figura 9:</i> Ratio estándar y real del sub-proceso prensado 2017. ....	24
<i>Figura 10:</i> Total de fallas por mes en el sub-proceso de prensado. ....	26
<i>Figura 11.</i> Diagrama de pareto aplicado a las fallas del sub-proceso de prensado.....	31
<i>Figura 12:</i> Diagrama de ishikawa aplicado a la falla quemado. ....	33
<i>Figura 13:</i> Diagrama de pareto aplicado al numero de causas de las 6M. ....	34
<i>Figura 14:</i> Ratio estándar y real del sub-proceso de mezclado y acelerado 2015.....	54
<i>Figura 15:</i> Ratio estándar y real del sub-proceso de extruido y habilitado 2015.....	55
<i>Figura 16:</i> Ratio estándar y real del sub-proceso de prensado 2015. ....	56
<i>Figura 17:</i> Ratio estandar y real del sub-proceso de mezclado y acelerado 2016.....	57
<i>Figura 18:</i> Ratio estándar y real del sub-proceso de extruido y habilitado 2016.....	58
<i>Figura 19:</i> Ratio estándar y real del sub-proceso de prensado 2016. ....	59
<i>Figura 20:</i> Diagrama de ishikawa aplicado a la falla estirado. ....	65

## Introducción

Actualmente nuestro país ha venido presentando una disminución continua en el ranking del foro económico mundial, ocupando el puesto 72 el año 2017, el 68 el año 2016 y el 61 el 2013, si bien es cierto que el presente ranking toma en cuenta 12 pilares para su determinación, podemos tomar en cuenta para el presente trabajo 2 pilares que muestran retroceso continuo: educación superior-capacitación y eficiencia del mercado laboral.

La capacitación y el mercado laboral están ligados dentro de una perspectiva de dependencia directa, ya que una adecuada capacitación genera una adecuada inserción en el mercado laboral, sin embargo, presentamos problemas en estos dos pilares, muestras del mal funcionamiento son: la gran cantidad de trabajadores informales que actualmente hay en nuestro país, trabajadores con conocimientos inadecuados para el puesto, falta de personal técnico, etc.

Respecto a la disminución nacional de la productividad, bajo el enfoque de los dos pilares mencionados con anterioridad podemos mencionar estas causas: el aumento de fallas dentro del proceso, y se conjetura que esté vinculado a la alta rotación de personal, bajo nivel educativo de los operarios, a la ausencia de procesos de captación adecuados y otras causas. Se ha podido comprobar que pocas empresas miden la efectividad o eficiencia de sus procesos, ya que no existe una cultura de mejora continua, esto se refleja cuando comparamos el número de empresas certificadas en sistemas de gestión de la calidad a nivel sudamericano y nuestro país se encuentra muy por debajo de la media.

Finalmente el objetivo del presente trabajo será presentar detalladamente una de las causas de la baja productividad en una empresa manufacturera nacional, que tiene un sistema de gestión de la calidad certificado y en funcionamiento y se analizara las posibles causas de la baja productividad en los sub-procesos productivos que involucra la fabricación de su principal producto, la banda precurada.

## Capítulo 1 Introducción y Antecedentes de la Empresa

### 1.1 Datos generales.

Megabanda es una empresa industrial dedicada a la fabricación de cubiertas y cámaras de caucho, recauchutado y renovación de cubiertas de caucho, para vehículos industriales.

Representante : José Eloy Lino Salas

RUC : 20462829737

Provincia : Lima

Departamento : Lima

Giro : Fabricación de cubiertos de caucho

Área de la planta : 9268.69 m<sup>2</sup>

### 1.2 Nombre o razón social de la empresa.

El nombre de la empresa es Megabanda SAC

### 1.3 Ubicación de la empresa (dirección, teléfono y mapa de ubicación).

La empresa se encuentra ubicada en el distrito de Chosica, en la Parcela 1 lote 1c parcelación rustica Cajamarquilla km 3.8 s/n.

El teléfono es 7177111.

### 1.4 Giro de la empresa.

Como se ha mencionado en el punto 1.1 la empresa se dedica a la fabricación de coberturas de caucho, para neumáticos de vehículos de uso industrial, tales como camiones, volquetes y buses.

### 1.5 Tamaño de la empresa.

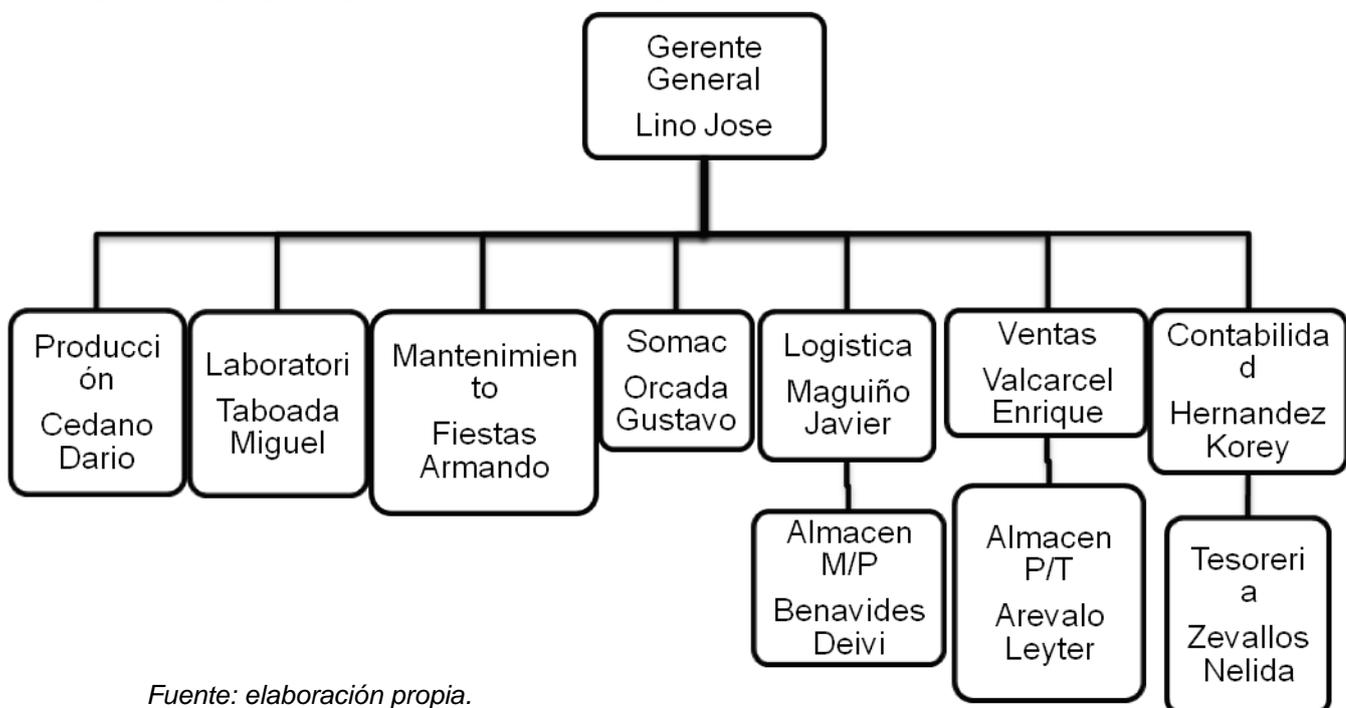
Megabanda es una mediana empresa con ventas por más de 50 millones de soles al año y da trabajo a cerca de 100 colaboradores 67 propios y los demás a partir de sus empresas afiliadas como lo son Jamael Import y Relino Otr.

### 1.6 Breve reseña histórica

Megabanda es una empresa industrial peruana con más de 16 años de experiencia en el mercado del caucho, dedicada a la producción y comercialización de bandas e insumos para el servicio del reencauche, el cual cuenta con un amplio local ubicado en la ciudad de Lima implementado con maquinarias de alta tecnología en la industria del caucho y desarrolla productos de calidad. Además contamos con personal altamente calificado y contribuimos con el desarrollo socio – económico del país a partir de la creación de puestos de trabajo.

### 1.7 Organigrama de la empresa

Figura 1 Organigrama general de la empresa megabanda.



Fuente: elaboración propia.

## 1.8 Misión, visión y política

### Misión:

“Somos una empresa industrial, dedicada a la producción de materiales de caucho para el sector transporte, con calidad, garantía y seguridad; contando con el personal altamente calificado, tecnología de última generación e instalaciones modernas; coadyuvando al desarrollo socio-económico del país”.

### Visión:

“Afianzarnos en el mercado nacional e internacional mediante la mejora continua, certificación de calidad de nuestros procesos y la calidad de nuestros productos”.

### Política:

Megabanda es una empresa industrial líder en la fabricación de bandas de rodamiento y otros materiales complementarios para el reencauche y reparación de llantas; orientado al mercado interno y de exportación, para ello desarrolla sus procesos con un sistema de gestión de la calidad (SGC), para lo cual asume los siguientes compromisos:

Gestionar los procesos generando valor a los negocios, asegurando que nuestros productos satisfagan los requisitos de nuestros clientes y grupos de interés pertinentes.

Mejorar continuamente la eficacia de nuestros procesos, productos y nuestro sistema de gestión de la calidad.

Mejorar permanente nuestros objetivos de la calidad, para así satisfacer y exceder las expectativas de nuestros clientes.

Difundir, comunicar y aplicar permanentemente nuestra política de la calidad dentro de nuestra organización, proveedores y clientes.

Cumplir las normas legales vigentes aplicables a nuestro sector, la norma internacional ISO 9001 y a otras a los que nos suscribimos voluntariamente.

## 1.9 Productos y clientes

### 1.9.1 Productos que se elaboran en la empresa megabanda

Figura 2 Listado de productos e imágenes.

1.- Bandas precuradas.



2.-Cemento



3.- Camel back.



4.- Goma cojín laminado.



### 1.9.2 Principales clientes

La lista de clientes esta conformada por cerca de 60 clientes entre nacionales y extranjeros, los cuales están diferenciados por zonas para poder ofrecerles una mejor y mas rápida atención, ya que tienen necesidades logísticas diversas por el factor geográfico, en el anexo 3 mostramos la lista de nuestros 10 clientes mas representativos, a continuación describiremos a dos de nuestros clientes más representativos:

Megarepresentaciones, la cual es una empresa del grupo Ferreyros y tiene altos estándares de calidad para sus clientes y también para sus proveedores, por ello tenemos una homologación con esta empresa, cuyo certificado mostramos en el anexo.

Relino, grupo de reencauchadoras del grupo Lino, las cuales están presentes en 5 provincias del país y poseen una importante cuota del mercado, asimismo esta empresa tiene altos estándares de calidad ya que trabajan con empresas de buses interprovinciales e internacionales, lo que la obliga a innovar constantemente en su atención.

### 1.10 Premios y certificaciones.

Dentro de los premios y certificaciones, el más representativo es la obtención del ISO 9001-2008, certificación internacional para un sistema de gestión, lo que certifica a la empresa con un sistema de gestión de la calidad óptimo y funcional, la cual comprende desde la producción hasta la venta de los productos para reencauche.

El tener una certificación de calidad como la mencionada anteriormente, genera confianza a los clientes de que la empresa posee un sistema de mejora continua certificado, lo que la pone a la altura de empresas extranjeras podemos visualizarla en el anexo 2.

Asimismo la empresa posee homologaciones con sus principales clientes, como la empresa Megarepresentaciones anexo 1, la que nos exige este proceso anual, en la que le permite tener la certeza que somos una empresa que sigue sus procedimientos y cumple las normativas y regulaciones vigentes según la materia .

### 1.11 Relación de la empresa con la sociedad.

La empresa megabanda está comprometida con la población aledaña impartiendo ayuda a través del serenazgo y a los centros de salud , además se presta apoyo económico para las actividades sociales, así como en momentos de desastre; También tiene un compromiso con el medio ambiente ya que la empresa es de las pocas que tiene un instrumento de regulación ambiental y lo aplica a todos sus procesos, concientiza a sus colaboradores respecto al impacto ambiental y los convoca a las diferentes actividades educativas dentro de la empresa para promover el uso sostenible de recursos y la adecuada disposición de residuos.

## **Capitulo 2 Definición y justificación del problema**

## 2.1 Caracterización del área analizada.

El área analizada es la del proceso de producción específicamente el producto terminado banda precurada, la cual es una banda de rodamiento similar a una alfombra que se coloca en una llanta. Este proceso comprende la integración de tres sub-procesos productivos, los cuales son:

- mezclado y acelerado
- extruido y habilitado
- prensado

El proceso de producción es el principal proceso de la empresa, ya que se dedica a la fabricación de productos para reencauche, proceso en el que se adhiere una banda de rodamiento nueva a una llanta usada con la finalidad de disminuir los costos, por ello se considera que todos los demás procesos son de soporte para el principal.

El proceso de producción está liderada por un encargado, el que tiene como principal función generar las ordenes de producción donde se detalla las consignas a producir por cada máquina, turno y sub-proceso.

Además entre sus otras funciones está la de seguimiento a los lotes de producción, interactuar con el área de laboratorio, la cual hace las pruebas intermedias y finales a los procesos y demás actividades que demande el área.

Figura 3 Organigrama del área de producción.



Como se puede apreciar en el organigrama la empresa tiene reducido personal administrativo para las funciones del área de producción donde podemos apreciar que hay un solo encargado y dos asistentes.

Por ello analizaremos y presentaremos a continuación el flujograma detallado de los 3 principales procesos que se realiza en el área de producción.

Figura 4: Flujograma del sub-proceso de mezclado y acelerado

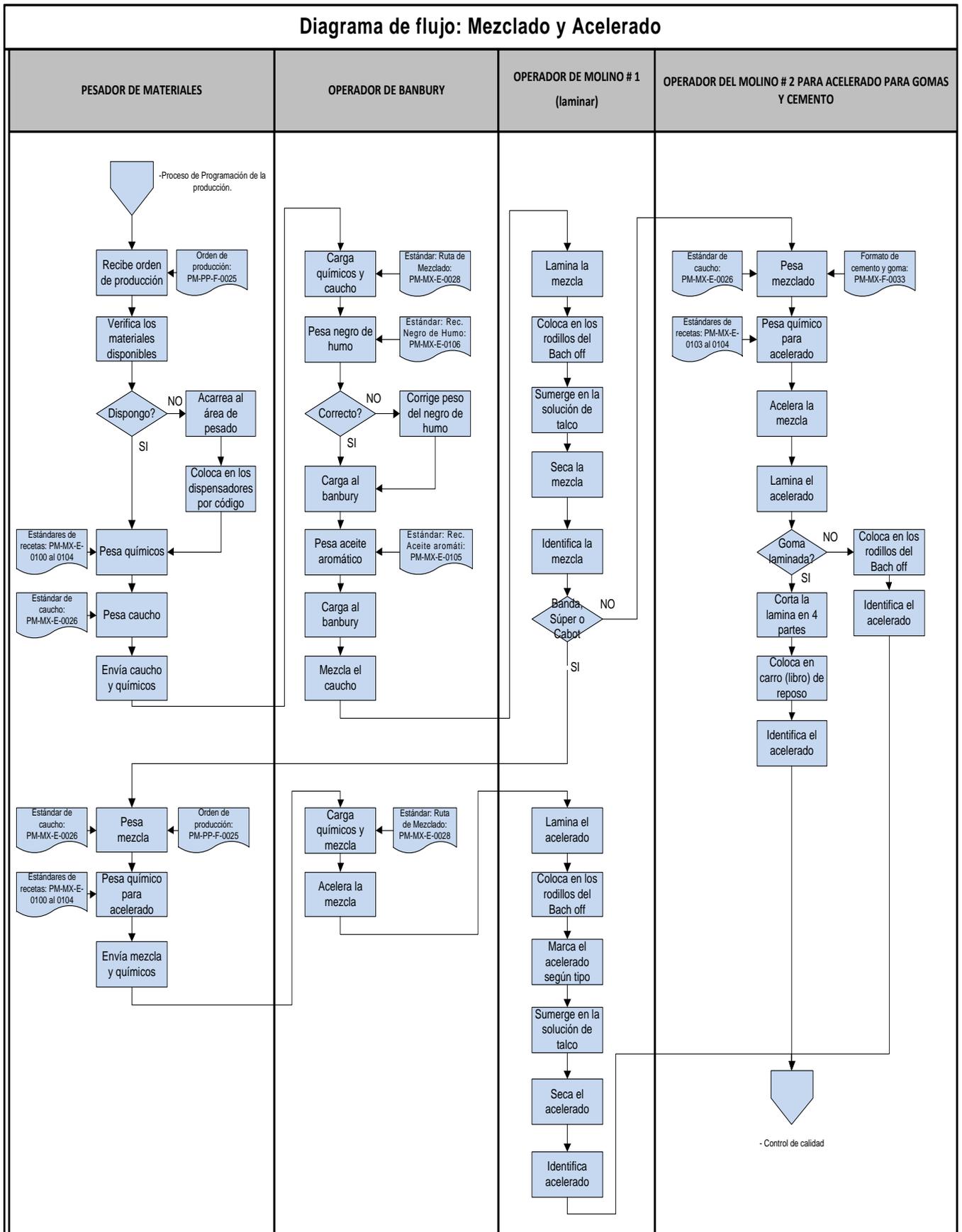
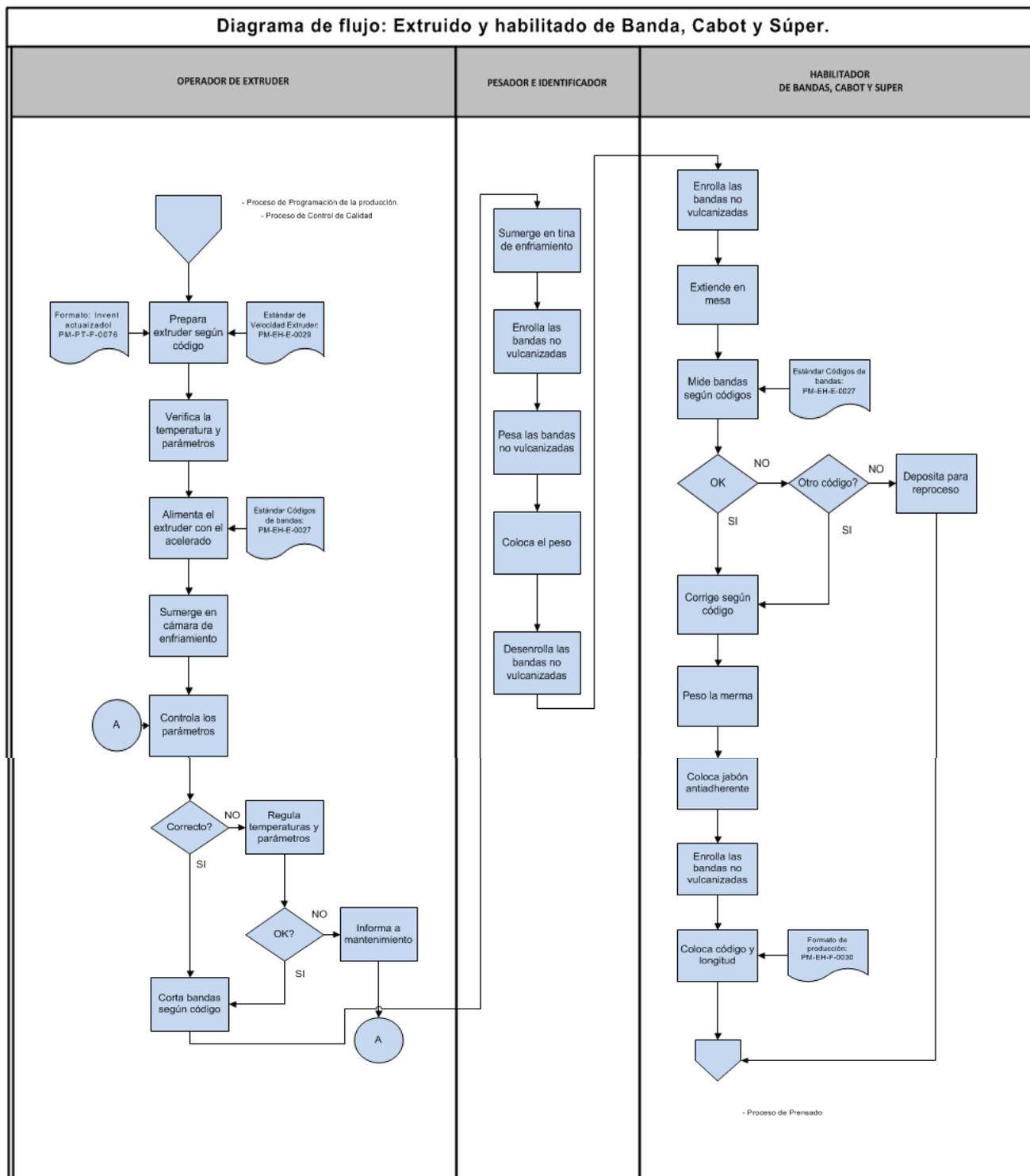
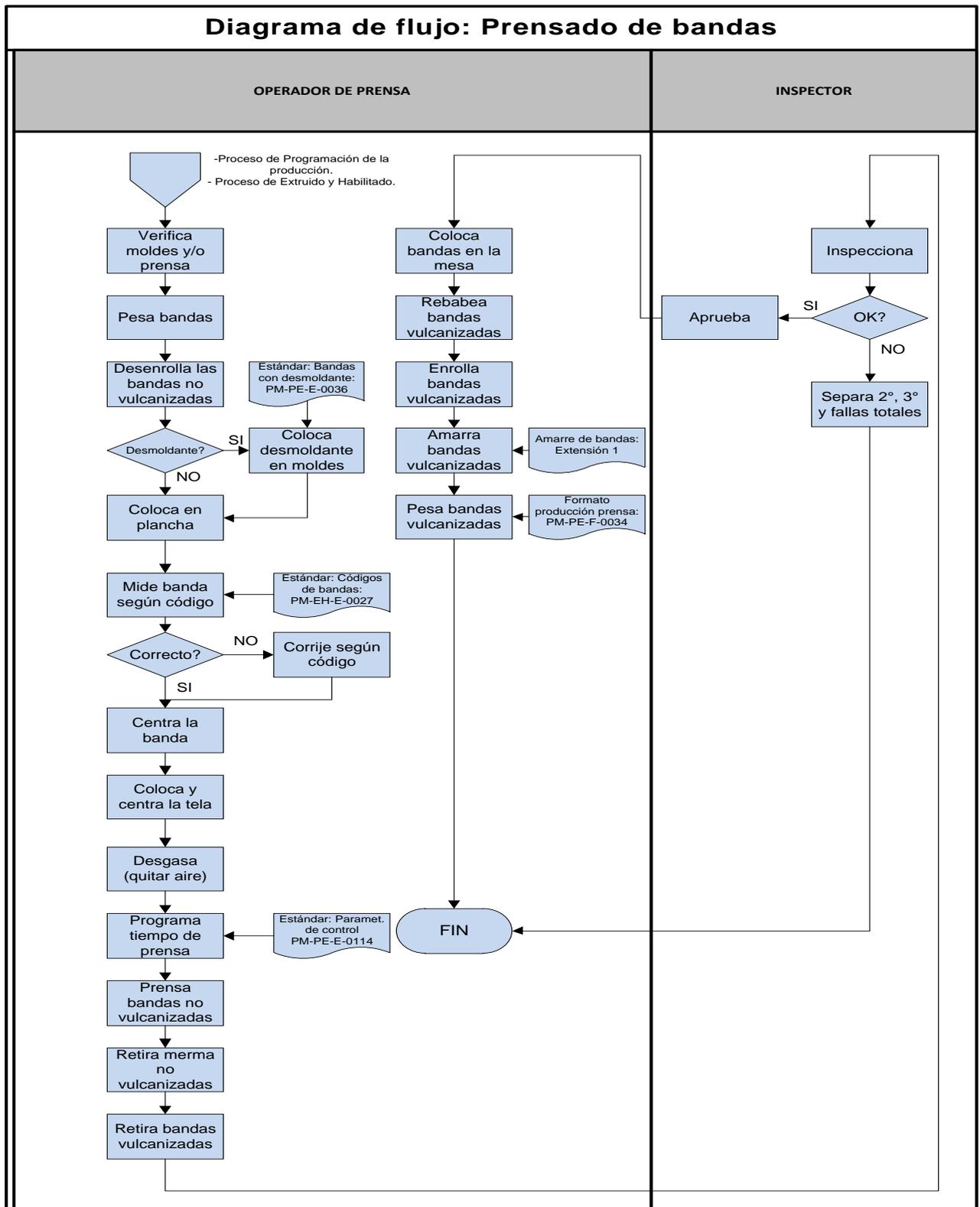


Figura 5: Flujograma del sub-proceso de extruido y habilitado.



Fuente: elaboración propia.

Figura 6: Flujograma del sub-proceso de prensado.



Fuente: elaboración propia.

La capacidad instalada del sub-proceso de mezclado y acelerado es de 65% , la capacidad instalada del sub-proceso de extruido y habilitado es de 72% y el del sub-proceso de prensado es de 68%,esta capacidad instalada fue calculada por 7 días de trabajo de 24 horas cada una.

En cuanto a las demoras generadas por los reprocesos, estos no se detectan sino hasta finalizado toda la cadena del sub-proceso por ende no generan interrupción del círculo productivo.

Como podemos apreciar en la figura 4 del sub-proceso de mezclado y acelerado, es el primero por el que transita la materia prima en el camino de transformarse en banda precurada en este proceso toman parte 5 colaboradores, los cuales desarrollan 3 tipos de actividades: la de bamburista, molinero y pesador, este sub-proceso transforma la materia prima en material mezclado que a su vez se transforma en material acelerado por ello el sub-proceso lleva el nombre de “mezclado y acelerado”.

Como podemos apreciar en la figura 5 del sub-proceso de extruido y habilitado, es el segundo por el cual transita el material acelerado del proceso anterior, este proceso tiene como principal actor al extruder, la cual es una máquina que perfila el caucho, el que muele el material acelerado del proceso anterior y luego lo enfría en agua, para finalmente perfilarlo y pesarlo.

Este sub-proceso es liderado por el “operador de extruder” el cual regula la velocidad de la máquina y es el encargado de alimentarla, así como de identificar posibles fallas en el material extruido.

Como podemos apreciar en la figura 6 del sub-proceso de prensado de bandas es el tercero por el que transita el material acelerado y perfilado para convertirse en banda precurada, lleva el nombre de precurada debido a que no está vulcanizada, proceso en donde se aplica azufre al caucho totalmente y, este proceso se desarrolla en unas máquinas llamadas prensas las cuales trabajan a presión, temperatura y tiempo determinado, según el modelo, este proceso es liderado por los prensistas y es de donde saldrá el producto final directo al almacén.

El número de operadores en esta área está distribuido de la siguiente manera:

1.-Prensado: 6 operadores

2.-Extruido: 4 operadores

3.-Pesado y acelerado: 5 operadores

Adicionalmente está integrado por el encargado de producción y su asistente.

#### 2.1.1 Seguridad Ocupacional Medio Ambiente y Calidad

El área encargada de desarrollar este estudio es el área de seguridad ocupacional, medio ambiente y calidad (SOMAC), la cual también asume la tarea de capacitación y selección del personal operativo.

El área en mención depende directamente de la Gerencia General, por lo cual la interacción entre el gerente y el encargado es muy fluida, la política de trabajo es libre en cuanto a toma de decisiones de acuerdo al nivel jerárquico, esta política genera mucha flexibilidad para la ejecución de tareas y pequeños proyectos y le da versatilidad al área.

El presupuesto del área varía de acuerdo a la solicitud y requerimiento, normalmente no se trabaja con un presupuesto asignado, sin embargo al año se gasta cerca de 20 mil soles en capacitación externa, 10 mil soles en certificaciones y 20 mil soles en equipos como proyectores, impresiones y la señalética, haciendo un total de 50 mil soles en promedio.

El área SOMAC cuenta con 3 trabajadores, las cuales son:

-Encargado del área.

-Dos asistentes.

Los cuales se encargan de programar y ejecutar las actividades del área como son:

-seleccionar el medio de propaganda para la convocatoria de personal nuevo

- entrevistar al personal postulante a la plaza de operario
- charlas de mantenimiento del sistema de gestión de calidad ISO 9001
- charlas de seguridad y salud en el trabajo
- charlas sobre la gestión de medio ambiente.
- otras charlas específicas diseñadas en el plan de capacitación anual.

## 2.2 Antecedes y definición del problema

A través de los años se ha ido incrementando la percepción general de que el proceso de producción no desarrolla una mejora continua visible y que adolece por temporadas de productos no conformes, el cual es el concepto amplio para definir las fallas, que impactan rápidamente en las ventas de manera negativa e incrementan los almacenes con productos de calidad inferior. Este alto índice es el que se pretende reducir con este estudio.

El material no conforme al que hacemos mención está formado por bandas precuradas que no se pueden reprocesar y van a engrosar el almacén de productos de segunda y hasta tercera categoría.

Almacenar y comercializar productos de segunda y tercera categoría, genera un problema a largo plazo, ya que la percepción del cliente se modifica con estas dos ideas: la primera, que puede conseguir bandas más baratas por tener algunos defectos y segundo se incrementa el capital designado al valor de existencias, finalmente esto repercute en el valor de la marca a corto plazo.

Como se ha definido anteriormente la producción de bandas precuradas comprende la integración de 3 sub-procesos, mezclado-habilitado, extruido-habilitado y prensado, estos sub-procesos consumen el 95% de la mano de obra asignada a producción, la venta de este producto además representa el 90% del ingreso total por ventas, por ello este producto y sus tres sub-procesos serán los objetos de estudio.

Para el estudio se elaborara estadística referente a la efectividad de cada sub-proceso, paralelamente se elaborara un cuadro de fallas de los 3 sub- procesos analizados, asimismo valorizaremos económicamente las fallas en los mismos sub-procesos que integran la producción de este producto.

## 2.3 Objetivos: general y específico.

### 2.3.1 *Objetivo general.*

- Reducir las fallas en el proceso de producción de bandas precuradas a partir del análisis estadístico de datos.

### 2.3.2 *Objetivos específicos.*

- Reducir las fallas en el sub-proceso de mezclado y acelerado utilizando las herramientas de gestión.
- Reducir las fallas en el sub-proceso de extruido y habilitado utilizando las herramientas de gestión.
- Reducir las fallas en el sub-proceso de prensado utilizando las herramientas de gestión.

## 2.4 Justificación.

El proyecto tiene gran relevancia debido a que analizará de manera precisa la estadística de eficiencia y el cuadro de fallas, de los tres sub-procesos que involucra la producción de bandas.

Asimismo se valorizará las fallas, esto nos dará el valor económico de cada falla de acuerdo al proceso y permitirá tomar en cuenta las fallas que impactan más en la economía de la empresa

Al analizar la eficiencia de los sub-procesos podemos determinar cuál es el menos eficiente, y poder estudiar las fallas específicas del sub-proceso.

El proyecto es de gran importancia ya que al reducir la incidencia de fallas se incrementara la eficiencia del proceso, generando mayor rentabilidad, estos sub-procesos son los de más relevancia dentro de la producción ya que son los finales y es donde suele estar las fallas más costosas ya que no puede ser reprocesado aunque aún no se ha analizado su valorización.

Es de vital importancia para la continuidad de la empresa una gestión eficiente del control estadístico de datos y un procedimiento que asegure su análisis frecuente. Las opciones de mejora y/o solución se obtendrán del análisis de fallas y una transferencia adecuada de conocimiento dentro de la empresa.

Finalmente la relevancia de empoderar y designar un área específica para la tarea del estudio y seguimiento de la gestión es fundamental para la continuidad de la empresa y su expansión en los mercados extranjeros.

## 2.5 Alcances y limitaciones.

El presente proyecto, abarca a la empresa Megabanda SAC. , al producto banda precurada y a sus tres sub-procesos, el cual ocupa a 30 operarios, y es el proceso más representativo.

El proyecto abarcara además el análisis de la eficiencia, análisis de errores, y su cuantificación monetaria.

El proyecto presentara alternativas de solución, que generen gran impacto a bajo costo.

El proyecto no abarcara las demás áreas productivas, ni administrativas.

Dimensión temporal: Del 2013 al 2017.

Dimensión espacial: Perú – Lima – Chosica

Área de conocimiento: -Recursos Humanos-Selección y capacitación del personal-Producción.

### Capítulo 3 Marco teórico

Pareto (1906) en su enunciado “80-20” también conocido como los “muchos triviales pocos vitales” estudia la concentración de la posesión de las tierras basándose en el conocimiento empírico y pudo comprobar que el 80% de las tierras pertenecía al 20% de la población, este enunciado es ampliamente usado como una herramienta de calidad, la cual asegura que el 20 % de causas genera el 80% de fallas.

El primer paso para la elaboración de un diagrama de Pareto es definir “estratificación”, este término aplicado a términos de calidad, es la acción de agrupar fallas y relacionarlos a las causas probables.

El segundo paso es la obtención de datos en el proceso a estratificar, que se van a agrupar y relacionar.

En tercer lugar se cuantificará los datos estratificados y se generará el diagrama.

Finalmente se analizará este diagrama y se propondrá soluciones o medidas correctivas.

Esta herramienta de gestión de la calidad es muy importante debido a que permite detectar los errores más relevantes dentro de un proceso. Muchas veces nos enfocamos en errores que pueden ser muy visibles pero no significativos. Nos ayuda a seleccionar el error de mayor relevancia e impacto.

Esta herramienta la podemos usar en todos los procesos ya que es una herramienta de uso universal en los sistemas de gestión de calidad.

De otro lado, Ishikawa (1943) y su diagrama del mismo nombre, es considerado como el fundador del análisis científico causal, este diagrama es esencial en la búsqueda de causas de un determinado problema.

Para la utilización de este diagrama es necesario previamente tener una adecuada identificación del problema, el cual se puede extraer del diagrama de Pareto y se puede trabajar de forma complementaria.

El diagrama de Ishikawa trabaja en la identificación de causas en 6 ramas, es también conocida como las “6M”, las cuales indagan las causas que influyen en un problema desde distintas perspectivas, las cuales son:

- método
- mano de obra
- maquinaria
- material
- medio ambiente
- mediciones

El beneficio de aplicar esta herramienta de calidad es que involucra a personas de diversas áreas ya que toma diversas perspectivas y las reúne, de por si este proceso ya es educativo y beneficioso porque permite la interacción de diversas áreas en un objetivo común.

Aplicaremos el diagrama de Ishikawa al proceso de prensado ya que es el proceso que concentra la mayor relevancia de fallas en producción.

Nonaka y Takeuchi (1999) y el modelo de conversión del conocimiento nos brindan una explicación sobre el proceso de conocimiento aplicado a una organización desde una perspectiva ontológica y epistemológica, la primera indica que el conocimiento solo puede ser creado a partir de los colaboradores ya que una empresa no puede crear conocimiento por si misma sino a partir de los que forman parte de ella. Y la segunda nos dice que el conocimiento organizativo es práctico y si es codificado es transferible.

El modelo de conversión de conocimiento también conocido como “Seci” o sociabilización, exteriorización, combinación y externalización, es desarrollado en el contexto de organizaciones japonesas y nos brinda un modelo que facilita

el aprendizaje dentro de las empresas, algunos alcances específicos son las fases para la creación de conocimiento:

- compartir conocimiento tácito
- crear conceptos
- justificar conceptos
- construir un arquetipo
- nivelación transversal del conocimiento.

Finalmente también nos señala que el sistema se genera a partir de líderes, los cuales son personas que han podido aplicar y desarrollar destrezas para mejorar las prácticas de trabajo, las cuales serán recogidas, aplicadas y transmitidas a toda la organización, con un sistema ya establecido.

En mi experiencia a través de los años trabajados en el área de producción de la empresa he podido determinar que el bajo nivel educativo es un común denominador en los operarios, los cuales solo tienen como máximo, un grado de instrucción de tercero de secundaria. Esto influye en la capacidad de aprendizaje, el entendimiento de las órdenes diarias y la interpretación de los procedimientos.

Asimismo se ha podido comprobar a través de las evaluaciones escritas el bajo dominio de las operaciones matemáticas básicas, las cuales deberían ser dominadas. Esto trae problemas directos con la producción, ya que cada máquina tiene parámetros numéricos de control, el interpretar mal las variaciones genera desviaciones en las curvas de calidad de cada producto.

El personal que se presenta como candidato a las plazas vacantes es reducido, debido a que la zona de Cajamarquilla, en donde se encuentra la empresa, se ha convertido en una zona industrial y la competencia ofrece beneficios a corto plazo como los sueldos altos, aunque sin contrato abundan. Muchas veces las personas prefieren sueldos más altos sin beneficios sociales a la estabilidad, este factor prevalece muchas veces en el personal que postula.

De otro lado, el personal encargado de la dirección del área de producción, no tiene los recursos académicos suficientes para poder realizar a cabalidad la función de dirección que el puesto requiere, este vacío académico se refleja en el modelo de gestión que se aplica, el cual tiene deficiencias a nivel técnico, tanto de fondo como de forma.

El control estadístico de la producción se inició en el año 2011, con la cuantificación y estratificación de las fallas, anteriormente no se tenía registro de las fallas mensuales, ni estadística de cuanto material de segunda y tercera había. Una vez realizados los inventarios correspondientes se inicio un proceso de reportes diarios, con estadística mensual, el proceso se fue ordenando hasta la implementación del sistema de gestión del ISO 9001-2008, en donde se profundizo en la estratificación de las fallas por proceso, es donde se pudo llevar la eficiencia hasta los niveles reportados en el capítulo anterior.

El sistema de mejora continua obliga a mejorar cada año, por ende la utilización de las herramientas de la calidad antes descritas, ayuda a elegir el problema que genera mayor impacto económico y también el que genera menor costo de implementación, ya que es de conocimiento que la tecnología en el área de la producción es constante por ende existen plantas productivas que trabajan con un mínimo de mano operativa, pero llegar a este nivel de tecnificación y sintonización es muy costoso, ya que en nuestro país la mano de obra no es tan cara comparada a los países altamente industriales donde la alternativa es factible debido al alto costo de la mano de obra.

Utilizar el diagrama de Pareto para poder seleccionar los errores a analizar y posteriormente aplicar el diagrama de Ishikawa, en la búsqueda de las causas es el camino para encontrar la solución, capacitar a los trabajadores para que puedan usar estas herramientas formara parte del área SOMAC, la cual ya tiene experiencia en la capacitación del área operativa de la empresa.

## Capítulo 4 Metodología de la investigación

Se analizará la efectividad de los sub-procesos de mezclado-acelerado, extruido-habilitado y prensado de los años 2015 al 2017, para poder determinar el más crítico, analizarlo y generar alternativas de solución.

Adicionalmente presentaremos la data de los mismos sub-procesos para los años 2013 y 2014, para generar una tendencia.

Iniciaremos con la presentación de los porcentajes de eficiencia anuales de los tres sub-procesos desde el año 2015.

### 4.1 Estadística de producción del año 2015

En las anexo 4 ubicamos la tabla 19 del sub-proceso mezclado y acelerado, se puede ver que el mes de enero existió una gran reducción de la eficiencia, y esta se debió a la alta temperatura del mes en el año, generando que el material fluyera en exceso, se regulo la temperatura, y se corrigió el procedimiento para prever casos similares, finalmente podemos apreciar que el máximo de eficiencia es de 96.8 % y el mínimo 67.7%.

En las anexo 6 ubicamos la tabla 20 del sub-proceso extruido y habilitado, se puede ver que el mes de febrero y marzo tienen el porcentaje de eficiencia más bajo, esto se debe a que se operaba con personal nuevo y esto incidió en la baja producción, finalmente podemos apreciar que el máximo de eficiencia es de 95.4 % y el mínimo 62.7%.

En la figura 15 del sub-proceso de extruido y habilitado, ubicado en el anexo 7 podemos apreciar la desviación del ratio real y estándar, se evalúa el mayor tiempo que toma un personal nuevo en hacer la misma actividad y se recalcula el ratio estándar, por ello se reduce en los 4 primeros meses del año este ratio, luego se regresa al ratio original.

En las anexo 8 ubicamos la tabla 21 del sub-proceso prensado, se puede ver que en el mes de enero y junio tienen la efectividad más alta, esto se debe a

que la temperatura fue alta en esos meses y aceleró la cura, finalmente podemos apreciar que el máximo de eficiencia es de 96.46 % y el mínimo 76.61%.

#### 4.2 Estadística de producción del año 2016.

En las anexo 10 ubicamos la tabla 22 del sub-proceso mezclado y acelerado, se aprecia que los meses de octubre, noviembre y diciembre el ratio estándar aumenta, debido a que el personal produce más cargas, debido al aumento en el factor de los premios por destajo, el cual premia económicamente por mayor cantidad de cargas producidas, finalmente podemos apreciar que el máximo de eficiencia es de 95.26 % y el mínimo 89.16%.

En las anexo 12 ubicamos la tabla 23 del sub-proceso extruido y habilitado, se aprecia que a partir de mayo el ratio estándar es aumentado, debido a una mejora al motor eléctrico al que se le añade un variador electrónico el cual desarrolla mayor potencia en las bajas de la intensidad eléctrica, finalmente podemos apreciar que el máximo de eficiencia es de 95.40 % y el mínimo 62.69%.

En las anexo 14 ubicamos la tabla 24 del sub-proceso prensado, se observa que el mes julio y diciembre el ratio real disminuye, no se ha podido determinar las causas, finalmente podemos apreciar que el máximo de eficiencia es de 92.10 % y el mínimo 75.79%.

#### 4.3 Estadística de producción del año 2017.

En las tabla 1 del sub-proceso de mezclado y acelerado ubicado, podemos apreciar que los meses de febrero y marzo son los meses de mayor eficiencia, se pudo comprobar que en los meses mencionados el personal recibió gran cantidad de horas de capacitación en sensibilización al trabajo, ya que el contexto era la cercanía de auditorías, finalmente podemos apreciar que el máximo de eficiencia es de 98.24 % y el mínimo 92.06%.

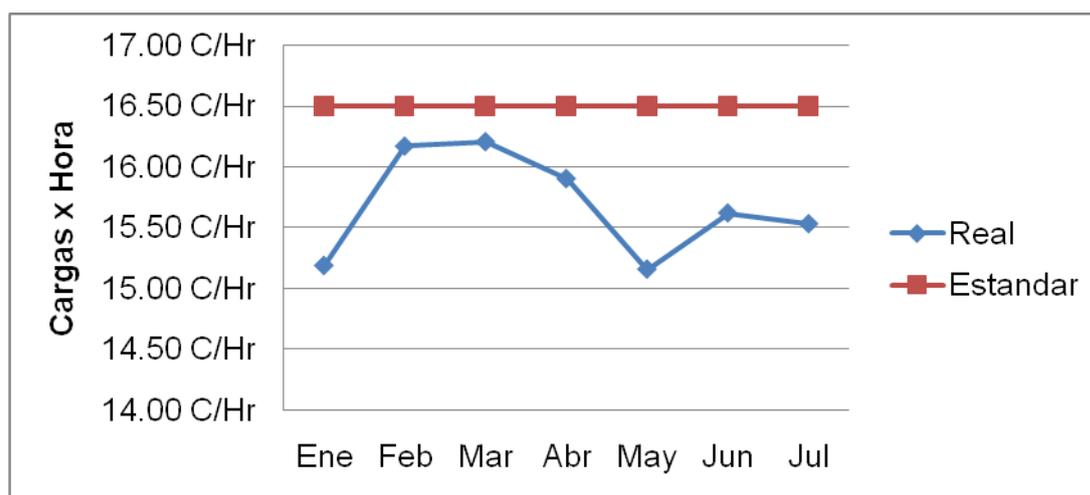
Tabla 1: Porcentaje de efectividad del sub-proceso de mezclado y acelerado 2017.

MES	Horas	Ratio Estandar	Cargas		Ratio Real	Porcentaje
			Estandar	Real		
Ene	364.00 Hr	16.50	6006.00 C	5529.00 C	15.19 C/Hr	92.06%
Feb	300.00 Hr	16.50	4950.00 C	4852.00 C	16.17 C/Hr	98.02%
Mar	329.00 Hr	16.50	5428.50 C	5333.00 C	16.21 C/Hr	98.24%
Abr	360.00 Hr	16.50	5940.00 C	5726.00 C	15.91 C/Hr	96.40%
May	439.00 Hr	16.50	7243.50 C	6655.00 C	15.16 C/Hr	91.88%
Jun	421.00 Hr	16.50	6946.50 C	6577.00 C	15.62 C/Hr	94.68%
Jul	371.00 Hr	16.50	6121.50 C	5763.00 C	15.53 C/Hr	94.14%

Fuente: elaboración propia.

Nota: En la tabla 1 se muestra los datos que generan el porcentaje de efectividad del proceso entre los meses de Enero y Julio del año 2017, en este proceso el ratio es cargas por hora.

Figura 7: Ratio estándar y real del sub-proceso de mezclado y acelerado 2017.



Fuente: elaboración propia.

En la tabla 2 del sub-proceso de extruido y habilitado, podemos apreciar que el mes de enero, el ratio real es bajo, se determina que es debido a que se colocó un grupo de trabajo donde el 90% eran nuevos y muchos aun no habían completado la capacitación, lo que generó retrasos finalmente podemos apreciar que el máximo de eficiencia es de 90.39 % y el mínimo 57.04%.

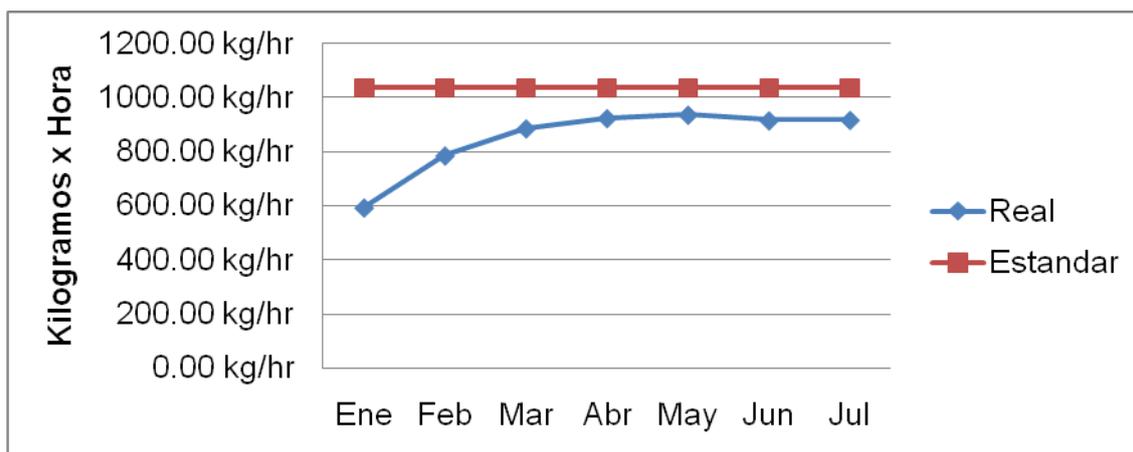
Tabla 2: Porcentaje de efectividad del sub-proceso de extruido y habilitado 2017.

MES	Horas	Ratio Estandar	Kilogramos		Ratio Real	Porcentaje
			Estandar	Real		
Ene	301.00 hr	1,036.00	311836.00 kg	177871.94 kg	590.94 kg/hr	57.04%
Feb	190.00 hr	1,036.00	196840.00 kg	149082.10 kg	784.64 kg/hr	75.74%
Mar	169.00 hr	1,036.00	175084.00 kg	149654.45 kg	885.53 kg/hr	85.48%
Abr	220.00 hr	1,036.00	227920.00 kg	183230.17 kg	832.86 kg/hr	80.39%
May	234.30 hr	1,036.00	242734.80 kg	219403.74 kg	936.42 kg/hr	90.39%
Jun	226.00 hr	1,036.00	234136.00 kg	206902.13 kg	915.50 kg/hr	88.37%
Jul	200.00 hr	1,036.00	207200.00 kg	183432.36 kg	917.16 kg/hr	88.53%

Fuente: elaboración propia.

Nota: En la tabla 2 se muestra los datos que generan el porcentaje de efectividad del proceso entre los meses de enero y julio del año 2017, en este proceso el ratio es kilogramos producidos por hora.

Figura 8: Ratio estándar y real del sub-proceso extruido y habilitado 2017.



Fuente: elaboración propia.

En la tabla 3 del sub-proceso de prensado podemos apreciar que el mes de marzo, tiene el ratio estándar más bajo, se determina que el personal operativo a cargo de las pruebas de laboratorio estaba tomando incorrectamente la lectura esta se dio en el mes de enero, marzo y junio, se procede a capacitar nuevamente al operario encargado, evaluarlo y corregir procedimiento, finalmente podemos apreciar que el máximo de eficiencia es de 91.53 % y el mínimo 66.28%.

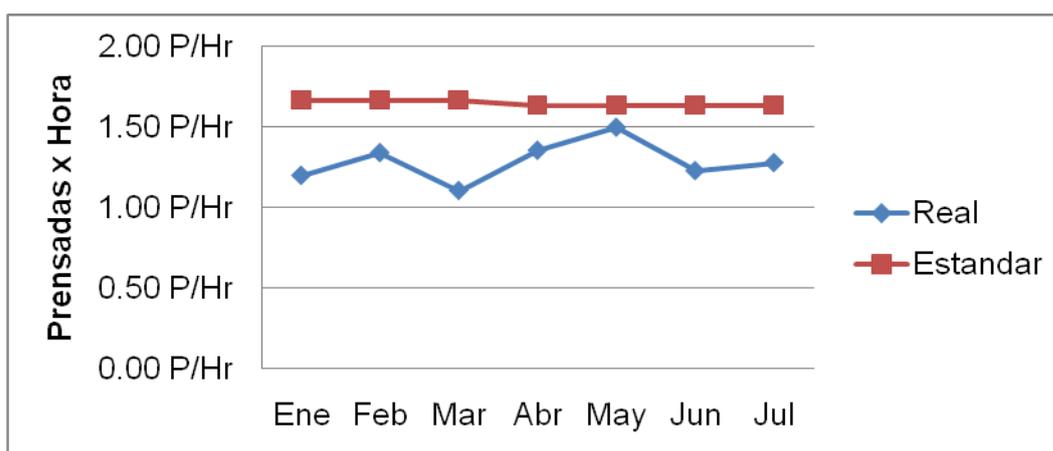
Tabla 3: Porcentaje de efectividad del sub-proceso de prensado 2017.

MES	Horas	Ratio	Prensadas		Ratio	Porcentaje
		Estandar	Estandar	Real	Real	
Ene	864.00 Hr	1.67	1438.56 P	1035.00 P	1.20 P/Hr	71.95%
Feb	800.30 Hr	1.67	1332.50 P	1072.00 P	1.34 P/Hr	80.45%
Mar	859.00 Hr	1.67	1430.24 P	948.00 P	1.10 P/Hr	66.28%
Abr	990.30 Hr	1.64	1620.72 P	1341.00 P	1.35 P/Hr	82.74%
May	850.50 Hr	1.64	1391.93 P	1274.00 P	1.50 P/Hr	91.53%
Jun	989.00 Hr	1.64	1618.60 P	1214.00 P	1.23 P/Hr	75.00%
Jul	870.50 Hr	1.64	1424.66 P	1112.00 P	1.28 P/Hr	78.05%

Fuente: elaboración propia.

Nota: En la tabla 3 se muestra los datos que generan el porcentaje de efectividad del proceso entre los meses de enero y julio del año 2017, en este proceso el ratio es prensadas realizadas por hora.

Figura 9: Ratio estándar y real del sub-proceso prensado 2017.



Fuente: elaboración propia.

Finalmente hemos revisado los 3 sub-procesos detalladamente por dos años y medio, para poder comparar la eficiencia de los mismos utilizaremos el método promedio, añadiremos los promedios finales de los años 2013 y 2014, ya que solo disponemos del resultado anual y no tenemos detalles mensuales de los mismos, pero nos servirán para generar una tendencia a través del tiempo.

Tabla 4: Resumen de los promedios de eficiencia de los 3 sub-procesos analizados.

Porcentaje de eficiencia y su variación 2013-2017					
Sub-Procesos	2013	2014	2015	2016	2017
Mezclado y acelerado	95.71%	94.38%	92.31%	93.47%	95.06%
Extruido y habilitado	83.43%	82.76%	81.30%	81.17%	80.85%
Prensado	85.25%	83.15%	81.61%	82.15%	78.02%

*Fuente: elaboración propia.*

Como se observa en la tabla 4 el sub-proceso con menor eficiencia el año 2017 es el sub-proceso de prensado con 78.02% de eficiencia.

#### 4.4 Fallas de los 3 sub-procesos analizados.

Ahora listaremos las fallas de los 3 sub-procesos de los últimos meses del año 2017

En la tabla 25 del sub-proceso de mezclado y acelerado ubicada en el anexo 16 podemos apreciar la lista de fallas, hay que precisar que en este proceso las fallas se reprocesan, podemos ver que la falla recurrente es la de retardado con fuerte incidencia en el mes de enero, aunque también presenta valores altos en el mes de mayo, junio y julio.

En la tabla 20 del sub-proceso de extruido y habilitado ubicado en el anexo 17 podemos apreciar la cantidad de reprocesos, acción de reingresar el material sobrante al inicio del sub-proceso, ya que en este proceso solo existe un tipo de falla causada por el exceso de material en la boca de la máquina, se visualiza que enero y abril tiene los mayores valores con 110 cada uno, los reprocesos se miden en cargas, es un lote de material semi-procesado de 60 kg aproximadamente, además podemos ver que los valores más altos están relacionados con altas temperaturas, como las hay en el mes de enero febrero y marzo.

En la tabla 5 podemos apreciar la lista de fallas del sub-proceso de prensado, hay que precisar que en este proceso las fallas ya no se pueden reprocesar, por lo que se considerara pérdida total, ya que la banda debe ser cortada y

vendida como desperdicio, las bandas en promedio pesan 50 kg. Podemos ver que la falla “quemado” es la que más contribuye a la lista con 22 unidades en los 7 meses analizados.

Tabla 5: Listado de fallas del sub-proceso de prensado de enero a julio del 2017.

Tipo de Falla	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Total de Fallas
Quemado	2	3	2	4	2	3	6	22
Estirado	1	1	2	3	1	1	3	12
Contaminado	1	0	1	1	2	2	2	9
Deforme	0	0	0	0	0	2	2	4
Sin Tela	0	1	0	0	0	1	2	4
Otros	1	1	1	1	1	1	1	7
<b>Total de Fallas</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	<b>58</b>

Fuente: elaboración propia.

Nota: En la tabla 5 se muestra la frecuencia de las fallas del sub-proceso prensado durante el periodo enero-julio del año 2017.

En la figura 10 podemos observar el comportamiento del total de fallas del sub-proceso prensado desde enero hasta julio del 2017 teniendo en julio el mayor número de bandas falladas que serán desechadas.

Figura 10: Total de fallas por mes en el sub-proceso de prensado.



Fuente: elaboración propia.

Podemos observar que en los subprocesos de mezclado-acelerado y extruido-habilitado, las fallas pueden ser reprocesadas, sin embargo en el sub-proceso

de prensado no, estas fallas se consideran pérdida total, por ello debemos analizar y valorizar los cuadros para poder compararlos entre sí.

## Capítulo 5 Análisis crítico y planteamiento de alternativas

### 5.1 Análisis de la eficiencia de los tres sub-procesos.

En el análisis del proceso productivo del producto terminado “banda precurada” hemos podido apreciar sus tres sub-procesos productivos y observar su desempeño mensual durante 2 años y medio, adicionalmente mostraremos el promedio de los años 2013 y 2014 como se observa en la tabla 6, hemos analizado el indicador de eficiencia según la nomenclatura asignada, se ha realizado un cuadro con los promedios añadiendo la variación porcentual respecto al año anterior, y se ha colocado en un casillero color rojo las que disminuyeron y en verde las que aumentaron.

Tabla 6: Resumen de los promedios y variación porcentual de los 3 sub-procesos analizados.

Porcentaje de eficiencia y su variación 2013-2017									
Sub-Procesos	2013	2014	Δ%	2015	Δ%	2016	Δ%	2017	Δ%
Mezclado y acelerado	95.71%	94.38%	-1.4%	92.31%	-2.2%	93.47%	1.2%	95.06%	1.7%
Extruido y habilitado	83.43%	82.76%	-0.8%	81.30%	-1.8%	81.17%	-0.2%	80.85%	-0.4%
Prensado	85.25%	83.15%	-2.5%	81.61%	-1.9%	82.15%	0.7%	78.02%	-5.3%

Fuente: elaboración propia.

Podemos observar que los sub-procesos extruido-habilitado y prensado presentan una reducción de 0.4% y 5.3% respecto al año anterior y una ineficiencia de 19% y 21.98% respectivamente. Siendo estos dos sub-procesos los más resaltantes.

La información de la tabla 6 confirma la percepción de los capítulos anteriores respecto a la disminución de la eficiencia durante los últimos años, ya que podemos apreciar que existe una disminución considerable en el sub-proceso de prensado.

## 5.2 Análisis de la valorización de las fallas de los tres sub-procesos.

Habiendo elaborado este cuadro resumen, procederemos cuantificar el costo de las fallas de los tres sub-procesos para poder compararlos ya que en alguno sub-procesos las fallas pueden ser reprocesadas y en otros como el sub-proceso de prensado no se puede.

Tabla 7: Costo de las fallas del sub-proceso pesado y acelerado del año 2017.

Costo de fallas en el proceso de pesado y acelerado				
	N ° Cargas	Costo X Carga		Total
Fallas reprocesadas	376	8.79		\$3,305.0

*Fuente: elaboración propia.*

Como se observa en la tabla 7 se visualiza el costo del reproceso del sub-proceso pesado y acelerado, podemos ver que en el lapso de enero a julio del 2017 ha acumulado 376 cargas de reproceso cada carga tiene un peso de 60kg el costo de cada carga es el costo del consumo de energía de las maquinas, mano de obra e insumos por cada carga, dando un valor acumulado de 3305 dólares.

Tabla 8: Costo de las fallas del sub-proceso extruido y habilitado del año 2017.

Costo de fallas en el proceso de extruido y habilitado				
	N ° Cargas	Costo X Carga		Total
Fallas reprocesadas	696	6.06		\$4,217.8

*Fuente: elaboración propia.*

Como se observa en la tabla 8 se visualiza el costo del reproceso del proceso extruido y habilitado, podemos ver que en el lapso de enero a julio del 2017 ha acumulado 696 cargas de reproceso cada carga tiene un peso de 60kg el costo de cada carga es el costo del consumo de energía de las maquinas, mano de obra e insumos por cada carga, dando un valor acumulado de 4217 dólares.

Tabla 9: Costo de las fallas del sub-proceso prensado del año 2017.

Costo de fallas en el proceso de prensado				
	N ° Bandas	Kg X Banda	Costo X Kg	Total
Fallas sin reprocesar	58	50	5	\$14,500.0

Fuente: elaboración propia.

Finalmente tenemos el cuadro del proceso de prensado en la tabla 9, el cual consta de 58 bandas precuradas inservibles, las cuales tienen 50kg en promedio a un costo de 5 dólares, dando un total de 14500 dólares en lo que va del año.

Podemos concluir que el proceso de prensado es que representa el mayor costo de los tres sub-procesos valorizados en cuanto a material reprocesado o perdido, superando ampliamente a los procesos de pesado-acelerado y el extruido-habilitado juntos, lo que significa que el proceso es crítico a nivel económico.

En resumen, habiendo analizado primero la eficiencia de los tres sub-procesos, determinamos que el sub-proceso prensado presenta una reducción de 5.3% respecto al año anterior frente al 1.7% y 0.4% que presenta los otros sub-procesos, asimismo presenta un 22% de ineficiencia frente a 19% y 5% de los demás.

Tabla 10: Porcentaje de ineficiencia de los tres sub-procesos.

Porcentaje de ineficiencia 2017		
Sub-Procesos	eficiencia	ineficiencia
Mezclado y acelerado	95%	-5%
Extruido y habilitado	81%	-19%
Prensado	78%	-22%

Fuente: elaboración propia.

Adicionalmente se ha determinado que el sub-proceso prensado presenta además las fallas más costosas con una suma de \$ 14500 en el presente año frente a \$4207 y \$3305 de los otros sub-proceso, como se puede apreciar en la tabla 11.

Tabla 11: Valorización de las fallas de los tres sub-proceso.

Valorización de las fallas según sub-proceso					
Sub-Procesos	Reproceso	Un	Costo unitario	Total	Total Anual
Mezclado y acelerado	si	376	8.79	\$3,305.0	\$5,665.8
Extruido y habilitado	si	696	6.06	\$4,217.8	\$7,230.4
Prensado	no	58	250	\$14,500.0	\$24,857.1
Total proyectado anual por los tres sub-procesos					\$37,753.4

*Fuente: elaboración propia.*

Podemos apreciar en el anexo 25 el costo de cada sub-proceso, hay que observar que el costo de los dos primeros sub-procesos está calculado en base a 60 kg y el del último sub-proceso de 50 kg esto debido a la merma que existe por evaporación, asimismo el costo total de cada sub-proceso es la materia prima del siguiente.

El costo de reproceso del sub-proceso mezclado y acelerado es de \$ 8.79 por lote de 60 kg dando un costo por kg de \$ 0.15.

El costo de reproceso del sub-proceso de extruido y habilitado es de \$ 6.06 por lote de 60 kg dando un costo por kg de \$ 0.10.

El costo de la falla del sub-proceso de prensado es el costo total de la banda precurada ya que es el último sub-proceso y no puede reprocesarse, dando un costo de \$ 250 por lote de 50 kg y un costo de \$ 5.00 por kg.

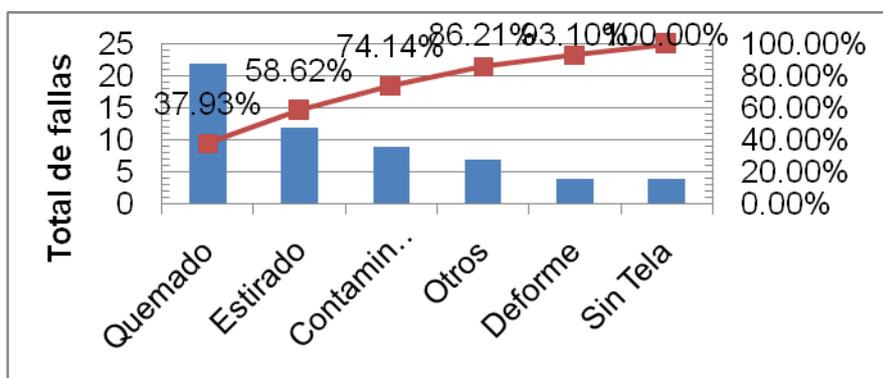
Como hemos revisado, los lotes de producción son de 60 y 50 kg respectivamente y debido a la merma por evaporación, asimismo los dos primeros sub-procesos pueden reprocesarse dando como costo solo la MO Y CIF, a diferencia del último sub-proceso prensado el cual debe considerar MP , MO y CIF, ya que es perdida total y no se puede reprocesar.

### 5.3 Aplicación de las herramientas de calidad a las fallas del sub-proceso de prensado.

A continuación aplicaremos el diagrama de Pareto y de Ishikawa al sub-proceso de prensado, para poder encontrar las causas de las fallas que afectan esta etapa de la producción.

En la figura 11 podemos observar el diagrama de Pareto aplicado al listado de fallas del sub-proceso, observamos que las fallas denominadas “quemadas” y “estiradas” corresponden al 58.62% del total de fallas.

Figura 11. Diagrama de Pareto aplicado a las fallas del sub-proceso de prensado.



Fuente: elaboración propia.

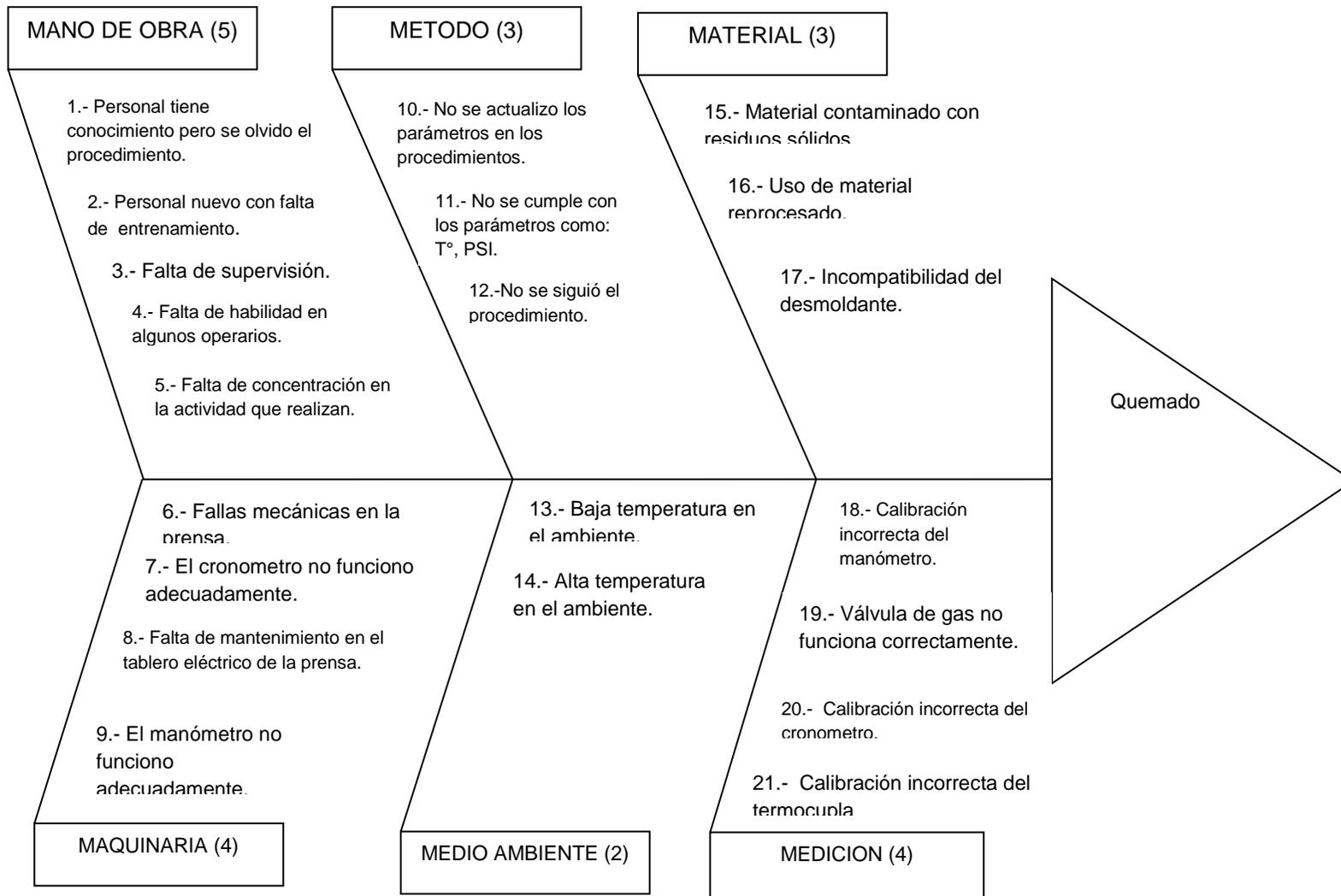
El diagrama de Pareto aplicado a los tipos de fallas del sub-proceso de prensado, ha dejado un valioso aporte ya que podemos determinar que dos clases de fallas generan más de la mitad de las fallas totales, este dato es muy significativo en el estudio de las fallas.

Habiendo determinado que las fallas “quemado” y “estirado” anexo 18; son las más representativas del sub-proceso aplicaremos el diagrama de Ishikawa a cada uno de estas fallas mencionadas para poder analizarlas a detalle, la forma de trabajo será la siguiente: se reunirá a los 32 trabajadores del área productiva

y se hará 8 grupos de trabajo, donde se les explicara nuevamente el diagrama y los tiempos, una vez terminado se debatirá cada diagrama, y se redactara un diagrama final.

Como podemos observar en la figura 12, se colocó las causas raíces o también conocidas como “M” y cada una de las causas secundarias el objeto en este trabajo es profundizar el detalle de las fallas y buscar todas las causas posibles según cada “M”, es por ello que tiene que analizarse detalladamente y desde diversos puntos de vista, lo mejor es hacerlo con la participación de todos los involucrados.

Figura 12: Diagrama de ishikawa aplicado a la falla quemado.



Fuente: elaboración propia.

#### 5.4 Análisis de las causas que influyen en las 6M de la falla “quemado”.

Con la participación de los 32 trabajadores y el personal técnico se analizó mediante el diagrama de Ishikawa las dos principales fallas como se muestra en la figura 12 donde podemos observar que mano de obra, maquinaria y medición contienen la mayor cantidad de causas, procederemos a analizarlas.

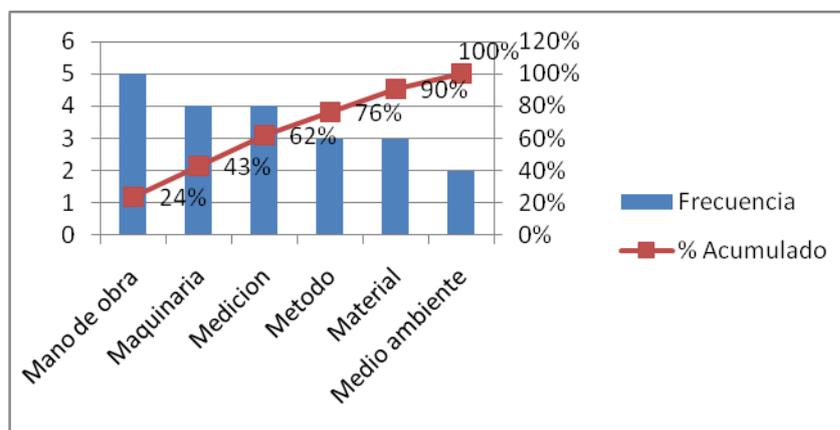
Tabla 12: Cuantificación del número de causas por cada una de las 6M

Causas	# de Causas	% de Causas
Mano de obra	5	24%
Maquinaria	4	19%
Medición	4	19%
Metodo	3	14%
Material	3	14%
Medio ambiente	2	10%
Total	21	100%

Fuente: elaboración propia.

Como se aprecia en la tabla 12 hemos cuantificado los números que contiene cada rama de las 6M y podemos apreciar que mano de obra agrupa 5 causas, maquinaria agrupa 4, y medición 4.

Figura 13: Diagrama de Pareto aplicado al número de causas de las 6M.



Fuente: elaboración propia.

Adicionalmente hemos efectuado un diagrama de Pareto para cada uno de los factores de Ishikawa como podemos apreciar en los anexos del 19 al 24 donde hemos desarrollado una cuantificación del número de incidencias de las causas de cada “M” y se puede apreciar que mano de obra, medición y maquinaria

repiten la causa raíz “entrenamiento de personal” por ello encontramos dicha causa raíz como la repitente entre las “M”.

Continuando con el uso de las herramientas de calidad, podemos ver la figura 13 en donde apreciamos el diagrama de Pareto aplicado a la cuantificación de causas de las 6M en donde podemos visualizar que mano de obra, maquinaria y medición representan el 62% del total de causas.

Complementariamente se les pidió a los participantes que otorgaran un valor porcentual a cada rama de las 6M, para poder determinar las más críticas, podemos ver que adicionalmente a las 3 primeras, los trabajadores indicaron que la rama “método” tiene una valoración importante con el 20% de peso como causa de las fallas en el sub-proceso como se puede visualizar en la tabla 13.

Tabla 13 : Cuantificación del número de causas por cada una de las 6M y porcentaje asignado.

Causas	# de Causas	% de Causas	% Asignado
Mano de obra	5	24%	30%
Maquinaria	4	19%	20%
Medicion	4	19%	10%
Metodo	3	14%	20%
Material	3	14%	10%
Medio ambiente	2	10%	10%
Total	21	100%	100%

Fuente: elaboración propia.

Podemos analizar que el traspaso de conocimiento en la empresa se dio a todo nivel con el ejercicio anterior, los trabajadores con mayor experiencia aportaron con mayor fluidez en el desarrollo de la valorización, asimismo en la elaboración de las causas principales de cada “M”, generando datos concluyentes para el presente estudio.

Finalmente hemos aplicado las herramientas de calidad como lo son: el diagrama de Pareto y el de Ishikawa con éxito en la búsqueda de las causas de las fallas en el sub-proceso de prensado, con la ayuda del personal técnico y de los asesores del área se profundizó más en el tema y pudimos llegar a

relacionar las diferentes ramas con procesos de la empresa, los cuales son los que influyen directamente en las ramas sombreadas de celeste.

- Mano de obra - capacitación y selección de personal.
- Maquinaria - Diseño y desarrollo, programa preventivo y correctivo.
- Medición - capacitación y selección de personal.
- Método - capacitación y selección de personal.

Como podemos observar las ramas: mano de obra, medición y método tienen una relación directa con la capacidad operativa del operario, la cual está determinada por su nivel académico, retención de la capacitación y otros siendo en este sentido la que prima en la mayoría de las 4 ramas con mayor influencia; como también podemos apreciar la rama maquinaria está determinada por el diseño y desarrollo la que tiene a su cargo la planeación a mediano plazo con los proyectos de modernización, ampliación y otros.

## Capítulo 6 Justificación de la solución escogida

En el proceso de elaboración del proyecto ha surgido tres posibilidades para poder reducir fallas en los sub-procesos, específicamente en el sub-proceso de prensado, estas están relacionadas a las ramas analizadas en el capítulo anterior, a continuación las presentaremos junto a sus respectivas valorizaciones.

### 6.1 Automatización y compra de nuevos equipos.

- Automatización y renovación de los equipos, se contempla la compra de equipos de prensa, molinos y extruder nuevos, los cuales reducen la actividad manual, ya que manejan una automatización del 80% respecto a una maquina actual.

Tabla 14: Costo de implementación de la automatización de los tres sub-procesos.

Costo de implementacion automatizacion sub-proceso de pesado y acelerado	
Bambure 80 KG	\$130,000.0
Molino 80 KG	\$90,000.0
Enfriador	\$60,000.0
Cortador .C	\$25,000.0
Pesador aut	\$45,000.0
Costo total sub-proceso	\$350,000.0
Costo de implementacion automatizacion sub-proceso de extruido y habilitado	
Estruder 20"	\$185,000.0
Bandeja de enfriado	\$15,000.0
Perfilador aut	\$35,000.0
Costo total sub-proceso	\$235,000.0
Costo de implementacion automatizacion sub-proceso de prensa	
Prensa 11MT	\$450,000.0
Prensa 11 MT	\$450,000.0
Costo total sub-proceso	\$1,135,000.0
<b>Total costo de los 3 sub-procesos</b>	<b>\$1,720,000.0</b>

Fuente: elaboración propia.

El porcentaje de efectividad de esta alternativa seria de 75%, se llega a este porcentaje luego de analizar la efectividad de la automatización y renovación de equipos en los siguientes dos sub-procesos:

La primera, en el sub-proceso de “tiras” en el que se cambio un motor eléctrico el cual era controlado electrónicamente, lo cual genero un incremento del 9.5% de la efectividad del proceso o la reducción del 50% de las fallas en el periodo enero a julio del 2017.

La segunda, es cuando en el sub-proceso “calandria” se compra una maquina que automatiza todo el proceso a un 90%, la cual redujo el índice de fallas en un 88% el año 2016 y de un 90% el 2017 manteniendo una efectividad del sub-proceso de 94% en los dos periodos.

Es por ello que con la automatización de los tres sub-procesos se espera una reducción moderada de fallas de 75%, el cual creemos será alcanzado sin dificultad.

## 6.2 Contratación de mano de obra calificada.

- Mediante la captación de este personal en diversos medios publicitarios y de búsqueda especializada, como internet, periódicos, portales laborales y donde se establezca requisitos acordes a la de mano de obra calificada, como experiencia comprobada, estudios técnicos y otros requisitos.

Tabla 15: Sobre-Costo anual de contratación de operarios calificados.

Costo anual de contratacion de personal calificado				
	Exceso Mensual	# Sueldos	N ° Operarios	Total
Operario calificado	\$152.0	15	18	\$41,040.0

*Fuente: elaboración propia.*

El porcentaje de efectividad de esta alternativa es de 45%, tenemos de referencia un nuevo sub-proceso llamado “cámaras” para lo cual se contrato personal calificado ya que este sub-proceso era más complejo, posteriormente el sub-proceso perdió rentabilidad y este personal calificado fue reemplazado

por personal ya existente, pudiéndose apreciar que las fallas se incrementaron en un 50% , se volvió a colocar a personal calificado en el sub-proceso y las fallas regresaron a su índice original, es decir bajaron un 50% respecto a la cantidad de fallas cuando trabajo personal existente y no calificado, por ello la valorización para esta alternativa será de 45% .

### 6.3 Implementación de procedimiento de selección y capacitación del personal.

- Mediante el levantamiento de la información para la elaboración adecuada de uno o dos procedimientos, para que el área establezca requisitos y parámetros en la aplicación de esta herramienta y evitar las desviaciones propias de un proceso sin procedimiento.

Tabla 16: Costo de implementación del procedimiento de capacitación y selección de personal.

Costo de implementación de los procedimientos de capacitación y selección de personal				Total
Presupuesto de implementación				\$5,999.4
Presupuesto de mantenimiento anual				\$2,540.0

*Fuente: elaboración propia.*

Esta alternativa contempla una reducción del 35% de las fallas totales, hemos llegado a esta valorización tomando como referencia las dos siguientes situaciones:

La primera, se da en el periodo de preparación para las auditorias, donde se imparte una gran cantidad de horas de capacitación, el porcentaje de efectividad subió de 92% a 98% en el sub-proceso de mezclado y acelerado del año 2017 como se visualiza en la tabla 1, el índice de fallas se reduce en más del 100% en los meses de febrero y marzo.

La segunda, cuando en el sub-proceso de extruido y habilitado como se aprecia en la tabla 2, apreciamos que hay una reducción de la efectividad llegando a 57% en el periodo, debido a que se coloco un grupo de trabajo con personal nuevo y que aun no había completado su capacitación, verificamos

que hay una reducción de la eficiencia de 23% respecto al promedio del sub-proceso, lo que significa que hubo un aumento de más del 100% en el número de fallas como podemos apreciar en la tabla 25 anexo 16, es por ello que proyectamos que la reducción de fallas en este proceso será de 35% para tener una expectativa conservadora y realizable.

Esta alternativa va acorde a la estrategia buscada por la empresa la de liderazgo en costos, ya que la opción es la económicamente mas rentable como podremos demostrar líneas mas abajo.

#### 6.4 Valorización económica de las alternativas propuestas.

Luego de haber valorizado la implementación de cada uno de las tres alternativas, procedemos a elaborar el flujo de caja en un periodo de evaluación de 5 años, hay que considerar que la alternativa A, adicionalmente a su efectividad en la reducción de fallas, hay que adicionar un ahorro en mantenimiento y reducción de personal, el cual asciende a \$ 425,000.

Como podemos apreciar en la tabla siguiente, el COK utilizado asciende a 18% el cual es la rentabilidad esperada por los accionistas de la empresa.

Tabla 17 Flujo de caja

Flujo de caja									
	Costo anual de fallas	\$37,753.4							
	COK	18%							
	Alternativa	Flujo adicional	% Efectividad	Inversion	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
A	Automatizacion	425000	75%	-\$ 1,720,000.00	\$453,315.0	\$453,315.0	\$453,315.0	\$453,315.0	\$453,315.0
B	Mano obra calificada	-41040	45%	-\$ 41,040.00	-\$24,051.0	-\$24,051.0	-\$24,051.0	-\$24,051.0	-\$24,051.0
C	Procedimentacion	-2540	35%	-\$ 5,999.4	\$10,673.7	\$10,673.7	\$10,673.7	\$10,673.7	\$10,673.7

Fuente: elaboración propia.

Podemos apreciar en el anexo 18 el cuadro proporcionado por un banco local para la mejor inversión en la que se puede obtener por un monto aproximado, siendo este alrededor de 14%, es por ello que la gerencia solicita un COK de 18% para este proyecto.

Para complementar la evaluación hemos proyectado el VPN, TIR y el periodo de recuperación, podemos visualizar que la opción B, mano de obra calificada no genera flujo de caja positivo, por ello la descartamos.

Analizaremos el VPN y la TIR de las opciones A y C, quedando evidencia que la opción C, implementación de un procedimiento de selección y capacitación, es el mas rentable en el periodo de tiempo evaluado.

Tabla 18 Evaluación Financiera

Evaluacion financiera					
	Alternativa	% Efectividad	VPN	TIR	P/R
A	Automatizacion	75%	-\$302,406.4	10%	4 Años
B	Mano obra calificada	45%	-\$110,348.5	0%	No recupera
C	Procedimientacion	35%	\$27,379.0	177%	1 Año

Fuente: elaboración propia.

## 6.5 Alternativa elegida

Se ha elegido la alternativa de “implementación de procedimiento de selección y capacitación del personal operativo”, debido a que es una alternativa de bajo costo y gran impacto, y puede generar una mayor rentabilidad en el plazo analizado, una alternativa de renovación de maquinaria implicaría un plan de inversión a largo plazo y no es factible debido al contexto actual. Asimismo tener algunos trabajadores con un sueldo diferente a los otros generaría conflictos internos además de no ser una alternativa rentable.

## Capitulo 7 Implementación de la propuesta

Habiendo elegido la propuesta de “implementación de procedimiento de selección y capacitación del personal operativo” desarrollaremos el calendario de actividades propuesto, enunciaremos los recursos necesarios para desarrollarlo y finalmente el presupuesto requerido para la misma.

### 7.1 Calendario de actividades.

- El proyecto tiene una duración de 12 semanas entre la elaboración de gabinete y la aplicación de los procedimientos elaborados.

Tabla 19: Calendario de actividades, escala temporal: quincenas.

Cronograma						
Actividades	Escala Temporal (quincenas)					
	1	2	1	2	1	2
	Setiembre		Octubre		Noviembre	
Elaboracion de gabinete						
Aceptacion del proyecto(presupuesto)						
Compra de test psicologicos y ambiente lab						
Aplicación de test psicologico y de conocimiento						
Eleccion del psicologo para pruebas						
Examen psicologico y de conocimiento base(personal)						
Elaboracion de procedimiento escrito para capacitacion						
Elaboracion del perfil del puesto						
Elaboracion de procedimiento escrito para la selección.						
Revision de resultados por psicologo						
Revision de los procedimientos por psicologo especialista						
Revision de los procedimientos por gerencia						
Aplicación de los procedimientos generados.						

*Fuente: elaboración propia.*

### 7.2 Recursos.

- Se pueden clasificar en 3 grupos, como son: los humanos, los económicos y los de infraestructura, debemos especificar que al mencionar infraestructura nos referimos a la disposición de ambientes ya existentes que tienen un fin específico, los cuales deben ser cedidos mientras dure la implementación. En el recurso humano tendremos a los profesionales externos a la empresa que apoyen la elaboración y toma de pruebas, finalmente el financiamiento por parte de gerencia es determinante en el presente proyecto ya que debemos hacer compra de equipos multimedia, pruebas psicológicas y pagos de honorarios.

### 7.3 Presupuesto.

- A continuación detallamos los principales gastos y compras que se harán para la implementación de la propuesta, podemos observar que la contratación de los servicios externos representan casi el 50% del total.

Tabla 20: Presupuesto detallado para la implementación del procedimiento de capacitación y selección de personal operativo.

Presupuesto						
Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total (S/.)	TOTAL S./	Total \$
Aplicación de tests psicologicos	hr	10	100	1,000.00	S/1,000.0	\$303.0
Aplicación de evaluacion .c	hr	4	250	1,000.00	S/1,000.0	\$303.0
Revisión de procedimiento de capacitación y selección por psicólogo	hr	4	200	800.00	S/800.0	\$242.4
Tiempo usado por los operarios para las evaluaciones (30 operarios)	hr	1200	4.6	5,520.00	S/5,520.0	\$1,672.7
<b>TOTAL SERVICIOS EXTERNOS S/.</b>					<b>S/8,320.0</b>	<b>\$2,521.2</b>
Costo del tiempo usado por el alumno (permisos laborales)	hr	150	40	6,000.00	S/6,000.0	\$1,818.2
refiregerios(32*2)	un	64	2	128.00	S/128.0	\$38.8
Compra de test psicologicos				500.00	S/500.0	\$151.5
				-	S/0.0	\$0.0
<b>TOTAL ALUMNO S/.</b>					<b>S/6,628.0</b>	<b>\$2,008.5</b>
Impresiones				350.00	S/350.0	\$106.1
Implementación (equipos, proyector, mat didactico)				4,500.00	S/4,500.0	\$1,363.6
				-	S/0.0	
<b>TOTAL MATERIALES S/.</b>					<b>S/4,850.0</b>	<b>\$1,469.7</b>
<b>TOTAL GENERAL S/.</b>					<b>S/19,798.0</b>	<b>\$5,999.4</b>

Fuente: elaboración propia.

## Capítulo 8 Conclusiones y recomendaciones

A continuación, presentamos las conclusiones y recomendaciones a las que se ha llegado luego de elaborar este proyecto:

- El diagrama de Pareto nos permitió conocer los “pocos vitales” del sub-proceso seleccionado, pudiendo determinar que dos tipos de fallas representan más del 58% de las fallas totales del sub-proceso de prensado pudiendo así dirigir el estudio en la búsqueda de la solución de estos.
- El diagrama de Ishikawa nos condujo a analizar cada falla a detalle haciendo uso de las “6M” para poder asociar el origen primario de cada falla, esto permitió determinar que la mano de obra era el factor determinante en las fallas, posteriormente se analizó alternativas de solución para corregirlo.
- El modelo de conversión de Nonaka y Takeuchi, nos dio la perspectiva adecuada para poder recoger la información de la manera óptima, llevándose acabo de manera grupal y con líderes de los sub-procesos, los cuales pudieran transmitir su experiencia y conocimiento en los trabajos de grupo, específicamente en la elaboración del diagrama de Ishikawa.
- El control estadístico de los procesos, nos llevó a generar conciencia de la situación que tenemos, nos generó la necesidad de revisar y profundizar la estadística de años anteriores y nos puso de tarea impartir las consignas adecuadas para generar la estadística venidera y pueda ser procesada para los estudios futuros, ya que sin estadística no puede haber mejora.
- La aplicación de las herramientas de calidad mejoro el clima de trabajo, mejoro la disposición del personal a la estadística, ya que había una resistencia y temor al control numérico, una vez que se integraron al

sistema a partir de los grupos de trabajo la percepción y disposición mejoro notablemente.

- Se recomienda aplicar el presente trabajo a todos los sub-procesos productivos ya que permitirá tener un análisis situacional de la eficiencia y de las fallas de cada uno, posteriormente se llegara a las propuestas de solución como el presente proyecto.
- Se recomienda incluir el control estadístico de los procesos, en la lista de tareas según el puesto, para que se lleve una estadística de manera formal y ordenada, asimismo se genere un procedimiento para que este disponible en la red de la forma y tiempo adecuado.
- Se recomienda implementar el presente trabajo, ya que se justificó económicamente su viabilidad y rentabilidad ya que generara valor a la empresa, además de todas las mejoras que aporta la inversión en capacitación.
- Se determinan los 3 factores determinantes en la fallas de las bandas precuradas, las cuales son:

Mano de obra

Maquinaria

Método.

- Se concluyó como solución 3 alternativas:
  - A.- Automatización del proceso de producción de bandas precuradas.
  - B.-Contratación de mano de obra calificada.
  - C.-Capacitación y selección de personal.
- De las alternativas propuestas se concluyó que:
  - A.- La alternativa “Automatización del proceso de producción de bandas precuradas”, presenta un VPN negativo, una TIR de 10% y el periodo de

recuperación es de 4 años, convirtiéndola en una opción no viable económicamente.

B.-La alternativa “Contratación de mano de obra calificada”, presenta VPN negativo, una TIR menor al 1%, y no tiene periodo de recuperación.

C.-La alternativa “Capacitación y selección de personal”, presenta un VPN positivo una TIR DE 117% y el periodo de recuperación es de un año.

- Se concluye que la alternativa C es la más conveniente debido a la evaluación económica anteriormente detalla, es por ello que se recomienda la implementación durante los próximos 3 meses, de los procedimientos de capacitación y selección de personal.
- Es necesaria el empoderamiento del área encargada de la aplicación del presente proyecto para que pueda ser el motor de la gestión administrativa y su mejora continua a partir del control estadístico de la producción.
- El costo anual de las fallas es e \$ 38 000 dólares y representa el 0.26% de las ventas anuales, sin embargo si lo comparamos con el costo de producción es de 1.292%, ambos porcentajes relativamente bajos sin embargo los principios de calidad hacen hincapié en la mejora continua y seguridad del cliente, la cual exige acercarse a la excelencia.

## **Glosario de términos**

**Vulcanizado:** La vulcanización es un proceso en donde se aplica azufre al caucho caliente para endurecerlo, en su significado común expresa la aplicación de altas temperaturas en alguna parte del proceso de fabricación.

**Reencauche:** Proceso integral mediante el cual se adhiere la banda de rodamiento o banda precurada nueva a la llanta con la finalidad reducir costos.

**Banda precurada:** Banda de rodamiento, similar a una alfombra, que se coloca en una llanta para ser reencauchada, es el producto final del sub-proceso prensado.

**Goma cojín:** pegamento semi-sólido fabricado a base de caucho y solvente, la cual se usa para pegar la banda precurada a la llanta.

**Extruder:** máquina que perfila el caucho y le da dimensiones de una banda de rodamiento.

**Prensa:** máquina que prensa las bandas perfiladas salidas de la máquina extruder, a la que se le aplica, una presión y temperatura determinada para obtener la banda precurada.

**Curado:** el curado es la etapa final del reencauche, en donde se aplica temperatura y presión determinada para obtener el producto terminado, la llanta reencauchada.

**Ratios:** es la diferencia porcentual entre dos factores, en el presente trabajo es la producción por horas ya sea expresada en kilogramos, cargas o unidades.

**Indicadores:** son las herramientas de medición que poseen los procesos para medir su nivel de eficiencia, están expresados en porcentajes.

**ISO 9001:2008:** Sistema de gestión de la calidad, versión 2008.

**Reproceso:** es la acción de re-ingresar un material al mismo proceso.

Cargas: es el lote de material de un sub-proceso pueden ser de 60kg aproximadamente cada una.

Calibración: es la acción de verificar y/o calibrar mediante algún procedimiento u equipo patrón, las herramientas que se usan en los sub-procesos.

SOMAC: es el área definida como seguridad ocupacional, medio ambiente y calidad

Retardado: significa que el material no ha alcanzado el nivel de vulcanización necesario para el determinado sub-proceso.

Torque máximo bajo: significa que un material tiene demasiada resistencia a la fuerza.

Acelerado: significa que el material tiene mucho azufre u otro acelerante.

Muy retardado: exceso de *retardado*, el cual fue definido anteriormente.

Torque máximo alto: exceso de *torque*, el cual fue definido anteriormente.

Muy acelerado: exceso de *acelerado*, el cual fue definido anteriormente.

Reproceso "extruido": se refiere al material sobrante del proceso extruido, el cual puede ser nuevamente ingresado a la línea de producción.

Quemado: es cuando la banda precurada ha sido expuesta a excesiva temperatura, lo que origina signos de destrucción por temperatura en su superficie.

Estirado: es cuando la banda precurada presenta alargamiento en algunos sectores.

Contaminado: es cuando la banda precurada tiene agentes particulados extraños, como madera, metal, etc.

Deforme: es cuando la banda precurada presenta formas irregulares en los dibujos.

Sin tela: es cuando la banda precurada no tiene la tela de protección.

## Referencias bibliográficas

- Ayala P (Setiembre,2012) Los 14 pasos para el mejoramiento de la calidad de Crosby,  
(<http://maestrosdelacalidadac103611.blogspot.pe/p/philip-crosby.html>)
- Gutierrez P (2001) Calidad total y productividad.
- Batalla D (Octubre 2012) El Fordismo la producción en cadena(<https://nocionesdeeconomaiyempresa.wordpress.com/2012/10/24/el-fordismo-la-produccion-en-cadena-que-puso-en-marcha-henry-ford/>)
- Braidot N. (2013) De la capacitación a la neurocapacitación.([http://www.braidot.com/upload/papers/693\\_neuroaprendizaje\\_y\\_neuroeducaci%C3%B3n,\\_n.\\_braidot\\_140521.pdf](http://www.braidot.com/upload/papers/693_neuroaprendizaje_y_neuroeducaci%C3%B3n,_n._braidot_140521.pdf))
- Diario Gestión (febrero, 2016) CCL: productividad laboral mantendría bajo crecimiento que no alcanzaría el 2% este año. Gestion (<http://gestion.pe/economia/ccl-productividad-laboral-mantendria-bajo-crecimiento-que-no-alcanzaria-2-este-ano-2154868#comentarios>)
- Diario Gestión (Marzo, 2016) Adex: crecimiento económico debe basarse en la productividad .Gestion (<http://gestion.pe/economia/adex-crecimiento-economico-basarse-productividad-2156646>)
- Díaz A (2009) La gestión compartida universidad-empresa en la formación del capital humano, su relación con la competitividad y el desarrollo sostenible (<http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2009/amdi/Teoria%20del%20Capital%20Humano.htm>)
- Gudiño. V (2015) Neurociencia aplicada a la educación del siglo XXI. Tomado de  
(<http://www.neurocapitalhumano.com.ar/shop/detallenot.asp?notid=199>)
- La Rosa. E, Velázquez F Mayo, 2013) El enfoque de calidad de Deming (<https://enfocdecalidad.wordpress.com/>)

- Mallqui, G,J(2015) Optimización del proceso de selección e implementación de metodología técnica para la selección de Personal Operativo en una planta de confecciones de tejido de punto para incrementar la productividad (Tesis de titulación) Recuperada de (<http://cybertesis.unmsm.edu.pe/xmlui/handle/cybertesis/4505>)
- Hitpass, B(2014) Business Process Management fundamentos y conceptos de implementación.
- Norma ISO 9001-2015 (2015)  
[http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail?csnumber=62085](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=62085)
- Peñaranda .C (2016) Programa económico 2016-2021 instituto de economía y desarrollo empresarial.  
(<http://www.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/pptpe2016-2021/presentaci%C3%B3n%20per%C3%BA%20programa%20econ%C3%B3mico%202016-2021.pdf>)
- Rosales, P.P(2012) Uso del test de aptitudes Mecánicas de Mac Quarrie en la selección de personal para mejorar la productividad.(Tesis de maestría). Recuperada de <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/xmlui/handle/cybertesis/1745>
- Sánchez J (2016) Ley de los Rendimientos decrecientes (<http://economipedia.com/definiciones/ley-de-rendimientos-decrecientes.html>)
- Teoría de la Motivación (2015) Teoría de la Motivación. Universidad de Oriente-Puebla-México  
(<http://uovirtual.com.mx/licenciatura/lecturas/direc/15.pdf>)

## Anexos

### Anexo 1 Certificado de homologación de la SGS



FOLIO  
01

## Constancia de Homologación

N° 03459/14

SGS DEL PERU SAC certifica que ha llevado a cabo el proceso de evaluación de proveedores, por solicitud de MEGA REPRESENTACIONES S.A., a:

**MEGABANDA S.A.C.**

Lima

Fabricación de Materiales para la Industria del Reencauche

ASPECTO	PUNTAJE	ASPECTO	PUNTAJE	ASPECTO	PUNTAJE
SITUACIÓN FINANCIERA Y OBLIGACIONES LEGALES	93.33	CAPACIDAD OPERATIVA	92.86	GESTIÓN DE LA CALIDAD	85.42
ASPECTO	PUNTAJE	ASPECTO	PUNTAJE		
SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIOAMBIENTE	89.00	GESTIÓN COMERCIAL	88.56		
<b>Total:</b>	<b>88.10%</b>	<b>Nivel:</b>	<b>B+</b>		

Periodo de Validez Del: 26/06/2014 al 27/06/2015

Emitido: 1 - PST

#### CONDICIONES DE EMISIÓN

- 1) La información consignada en la presente constancia es un resumen y fiel reflejo de nuestros hallazgos en el lugar y fecha de evaluación, los que se indican en el informe de evaluación adjunto.
- 2) El alcance de la presente constancia se extiende exclusivamente a la actividad evaluada.
- 3) La responsabilidad de nuestra empresa se extiende a garantizar únicamente que el proveedor ha sido evaluado y calificado de acuerdo a un procedimiento establecido por SGS. SGS del Perú S.A.C. no asume responsabilidad alguna si el proveedor falla en algún producto o servicio, que fue objeto de evaluación.

DL 24460-1014



SGS del Perú S.A.C.

Anexo 2 Certificado de Sistema de gestión de la calidad ISO 9001



Anexo 3:

Listado de principales clientes:

- Devol Tires sac.
- Reencauchadora Reflot Industria.
- Revulcan.
- Reencauchadora Zaga.
- Inversiones Banda Express eirl.
- Reencauchadora Anders sac.
- Reencauchadora Andino Caucho sac.
- Ruedaman srl.
- Reencauchadora Palomino sac.
- Reencauchadora del Norte sac.
- Grupo Multibandas.

## Anexo 4

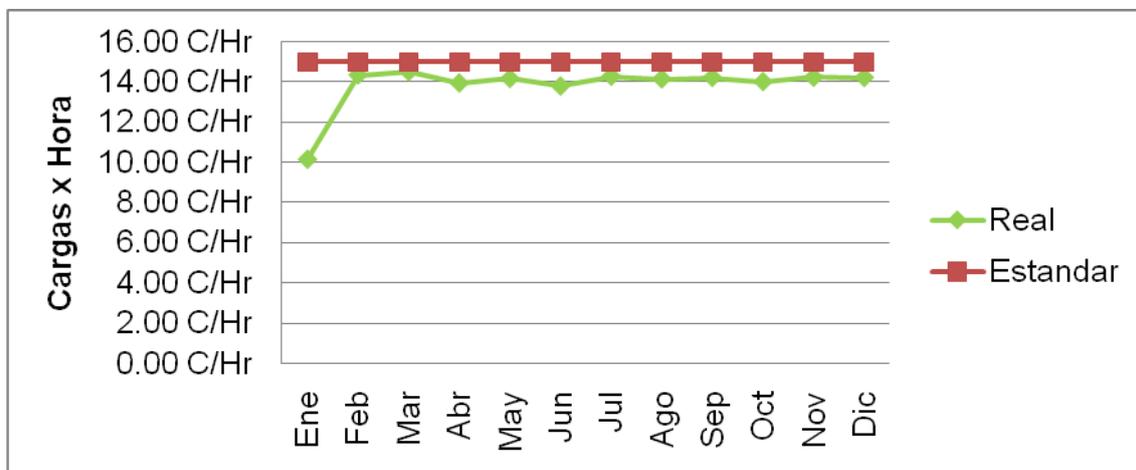
Tabla 21: Porcentaje de efectividad del sub-proceso de mezclado y acelerado 2015.

MES	Horas	Ratio Estandar	Cargas		Ratio Real	Porcentaje
			Estandar	Real		
Ene	498.00 Hr	15.00	7470.00 C	5060.95 C	10.16 C/Hr	67.75%
Feb	490.00 Hr	15.00	7350.00 C	7035.00 C	14.36 C/Hr	95.71%
Mar	400.00 Hr	15.00	6000.00 C	5808.00 C	14.52 C/Hr	96.80%
Abr	370.00 Hr	15.00	5550.00 C	5164.00 C	13.96 C/Hr	93.05%
May	453.00 Hr	15.00	6795.00 C	6424.00 C	14.18 C/Hr	94.54%
Jun	429.00 Hr	15.00	6435.00 C	5921.75 C	13.80 C/Hr	92.02%
Jul	523.00 Hr	15.00	7845.00 C	7473.50 C	14.29 C/Hr	95.26%
Ago	426.00 Hr	15.00	6390.00 C	6032.75 C	14.16 C/Hr	94.41%
Sep	545.00 Hr	15.00	8175.00 C	7755.75 C	14.23 C/Hr	94.87%
Oct	360.00 Hr	15.00	5400.00 C	5049.25 C	14.03 C/Hr	93.50%
Nov	388.00 Hr	15.00	5820.00 C	5526.00 C	14.24 C/Hr	94.95%
Dic	429.00 Hr	15.00	6435.00 C	6105.00 C	14.23 C/Hr	94.87%

Fuente: elaboración propia.

## Anexo 5

Figura 14: Ratio estándar y real del sub-proceso de mezclado y acelerado 2015.



Fuente: elaboración propia.

## Anexo 6

Tabla 22: Porcentaje de efectividad del sub-proceso de extruido y habilitado 2015.

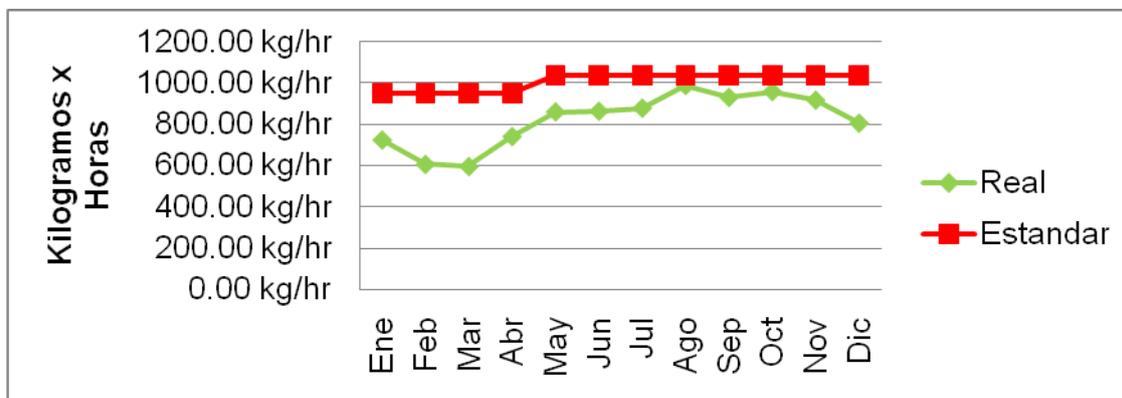
MES	Horas	Ratio Estandar	Kilogramos		Ratio Real	Porcentaje
			Estandar	Real		
Ene	289.00 hr	950.00	274550.00 kg	209069.10 kg	723.42 kg/hr	76.15%
Feb	342.50 hr	950.00	325375.00 kg	207464.93 kg	605.74 kg/hr	63.76%
Mar	367.00 hr	950.00	348650.00 kg	218566.04 kg	595.55 kg/hr	62.69%
Abr	297.00 hr	950.00	282150.00 kg	219980.74 kg	740.68 kg/hr	77.97%
May	247.00 hr	1,036.00	255892.00 kg	212510.86 kg	860.37 kg/hr	83.05%
Jun	183.50 hr	1,036.00	190106.00 kg	158439.56 kg	863.43 kg/hr	83.34%
Jul	206.00 hr	1,036.00	213416.00 kg	180915.92 kg	878.23 kg/hr	84.77%
Ago	216.00 hr	1,036.00	223776.00 kg	213478.67 kg	988.33 kg/hr	95.40%
Sep	217.00 hr	1,036.00	224812.00 kg	201905.92 kg	930.44 kg/hr	89.81%
Oct	219.50 hr	1,036.00	227402.00 kg	210329.38 kg	958.22 kg/hr	92.49%
Nov	198.00 hr	1,036.00	205128.00 kg	181509.16 kg	916.71 kg/hr	88.49%
Dic	224.00 hr	1,036.00	232064.00 kg	180351.77 kg	805.14 kg/hr	77.72%

Fuente: elaboración propia.

Nota: En la tabla 2 se muestra los datos que generan el porcentaje de efectividad del proceso entre los meses de enero y diciembre del año 2015, en este proceso el ratio es kilogramos producidos por hora.

## Anexo 7

Figura 15: Ratio estándar y real del sub-proceso de extruido y habilitado 2015.



Fuente: elaboración propia.

## Anexo 8

Tabla 23: Porcentaje de efectividad del sub-proceso de prensado 2015.

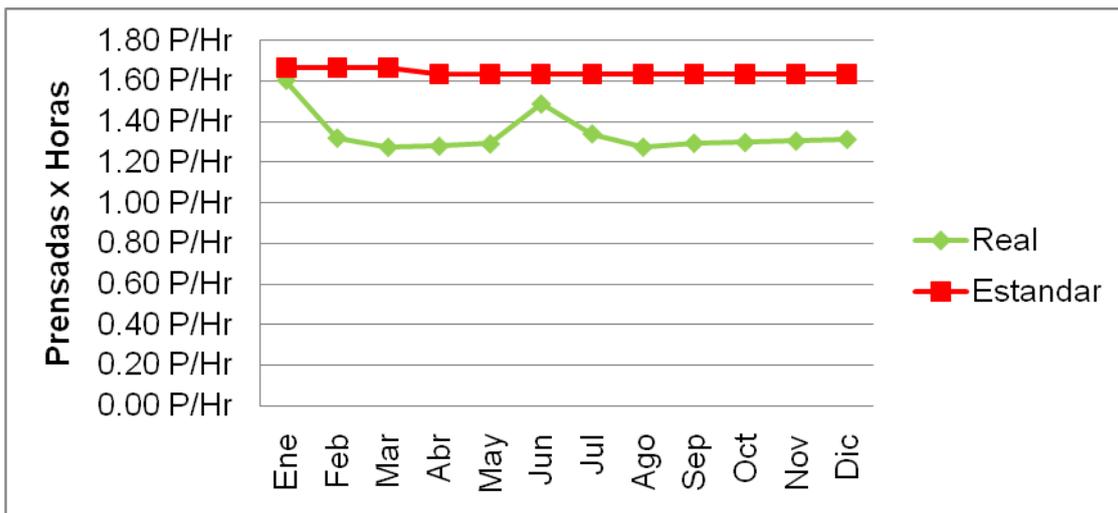
MES	Horas	Ratio Estandar	Prensadas		Ratio Real	Porcentaje
			Estandar	Real		
Ene	1068.00 Hr	1.67	1778.22 P	1715.25 P	1.61 P/Hr	96.46%
Feb	1203.00 Hr	1.67	2003.00 P	1589.25 P	1.32 P/Hr	79.34%
Mar	1152.00 Hr	1.67	1918.08 P	1469.50 P	1.28 P/Hr	76.61%
Abr	996.00 Hr	1.64	1630.05 P	1276.00 P	1.28 P/Hr	78.28%
May	1179.00 Hr	1.64	1929.55 P	1523.50 P	1.29 P/Hr	78.96%
Jun	992.00 Hr	1.64	1623.51 P	1477.00 P	1.49 P/Hr	90.98%
Jul	960.00 Hr	1.64	1571.14 P	1288.00 P	1.34 P/Hr	81.98%
Ago	951.00 Hr	1.64	1556.41 P	1214.00 P	1.28 P/Hr	78.00%
Sep	947.00 Hr	1.64	1549.86 P	1227.00 P	1.30 P/Hr	79.17%
Oct	1089.00 Hr	1.64	1782.26 P	1415.00 P	1.30 P/Hr	79.39%
Nov	925.00 Hr	1.64	1513.86 P	1208.00 P	1.31 P/Hr	79.80%
Dic	1009.00 Hr	1.64	1651.33 P	1326.50 P	1.31 P/Hr	80.33%

Fuente: elaboración propia.

Nota: En la tabla 3 se muestra los datos que generan el porcentaje de efectividad del proceso entre los meses de enero y diciembre del año 2015, en este proceso el ratio es prensado realizadas por hora.

## Anexo 9

Figura 16: Ratio estándar y real del sub-proceso de prensado 2015.



Fuente: elaboración propia.

## Anexo 10

Tabla 24: Porcentaje de efectividad del sub-proceso de mezclado y acelerado 2016.

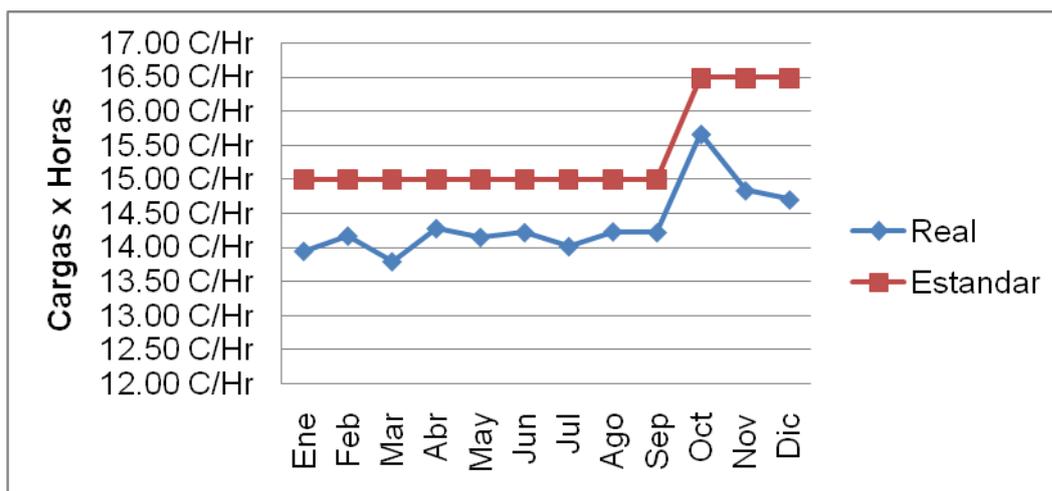
MES	Horas	Ratio Estandar	Cargas		Ratio Real	Porcentaje
			Estandar	Real		
Ene	370.00 Hr	15.00	5550.00 C	5164.00 C	13.96 C/Hr	93.05%
Feb	453.00 Hr	15.00	6795.00 C	6424.00 C	14.18 C/Hr	94.54%
Mar	429.00 Hr	15.00	6435.00 C	5921.75 C	13.80 C/Hr	92.02%
Abr	523.00 Hr	15.00	7845.00 C	7473.50 C	14.29 C/Hr	95.26%
May	426.00 Hr	15.00	6390.00 C	6032.75 C	14.16 C/Hr	94.41%
Jun	545.00 Hr	15.00	8175.00 C	7755.75 C	14.23 C/Hr	94.87%
Jul	360.00 Hr	15.00	5400.00 C	5049.25 C	14.03 C/Hr	93.50%
Ago	388.00 Hr	15.00	5820.00 C	5526.00 C	14.24 C/Hr	94.95%
Sep	429.00 Hr	15.00	6435.00 C	6105.00 C	14.23 C/Hr	94.87%
Oct	360.00 Hr	16.50	5940.00 C	5642.00 C	15.67 C/Hr	94.98%
Nov	375.00 Hr	16.50	6187.50 C	5566.75 C	14.84 C/Hr	89.97%
Dic	295.00 Hr	16.50	4867.50 C	4339.75 C	14.71 C/Hr	89.16%

Fuente: elaboración propia.

Nota: En la tabla 4 se muestra los datos que generan el porcentaje de efectividad del proceso entre los meses de octubre y diciembre del año 2016, en este proceso el ratio es cargas realizadas por hora.

## Anexo 11

Figura 17: Ratio estandar y real del sub-proceso de mezclado y acelerado 2016.



Fuente: elaboración propia.

Anexo 12:

Tabla 25: Porcentaje de efectividad del sub-proceso de extruido y habilitado 2016.

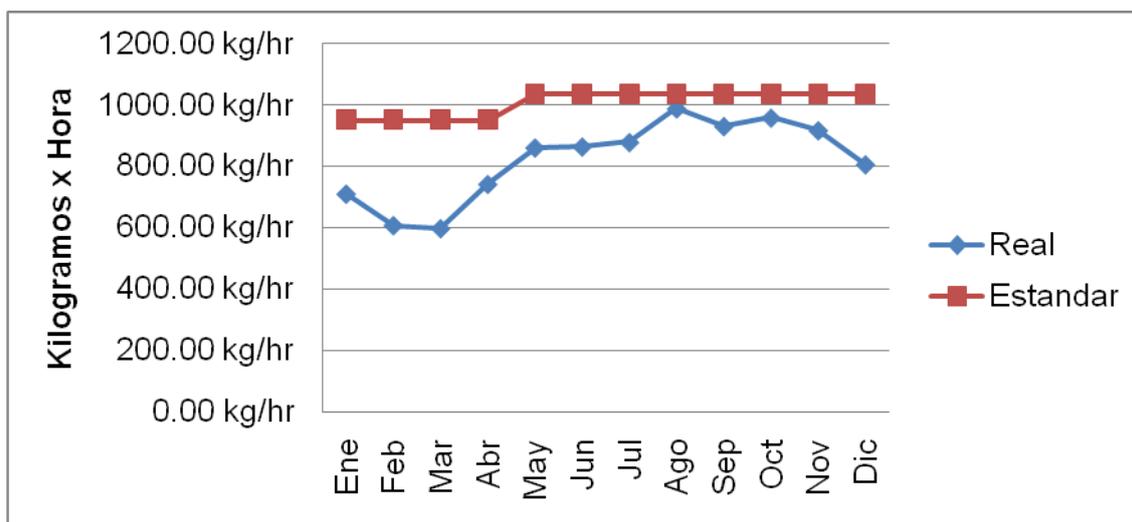
MES	Horas	Ratio	Kilogramos		Ratio	Porcentaje
		Estandar	Estandar	Real	Real	
Ene	295.00 hr	950.00	280250.00 kg	209069.10 kg	708.71 kg/hr	74.60%
Feb	342.50 hr	950.00	325375.00 kg	207464.93 kg	605.74 kg/hr	63.76%
Mar	367.00 hr	950.00	348650.00 kg	218566.04 kg	595.55 kg/hr	62.69%
Abr	297.00 hr	950.00	282150.00 kg	219980.74 kg	740.68 kg/hr	77.97%
May	247.00 hr	1,036.00	255892.00 kg	212510.86 kg	860.37 kg/hr	83.05%
Jun	183.50 hr	1,036.00	190106.00 kg	158439.56 kg	863.43 kg/hr	83.34%
Jul	206.00 hr	1,036.00	213416.00 kg	180915.92 kg	878.23 kg/hr	84.77%
Ago	216.00 hr	1,036.00	223776.00 kg	213478.67 kg	988.33 kg/hr	95.40%
Sep	217.00 hr	1,036.00	224812.00 kg	201905.92 kg	930.44 kg/hr	89.81%
Oct	219.50 hr	1,036.00	227402.00 kg	210329.38 kg	958.22 kg/hr	92.49%
Nov	198.00 hr	1,036.00	205128.00 kg	181509.16 kg	916.71 kg/hr	88.49%
Dic	224.00 hr	1,036.00	232064.00 kg	180351.77 kg	805.14 kg/hr	77.72%

Fuente: elaboración propia.

Nota: En la tabla 5 se muestra los datos que generan el porcentaje de efectividad del proceso entre los meses de octubre y diciembre del año 2016, en este proceso el ratio es kilogramos producidos por hora.

Anexo 13:

Figura 18: Ratio estándar y real del sub-proceso de extruido y habilitado 2016.



Fuente: elaboración propia.

Anexo 14:

Tabla 26 : Porcentaje de efectividad del sub-proceso de prensado 2016.

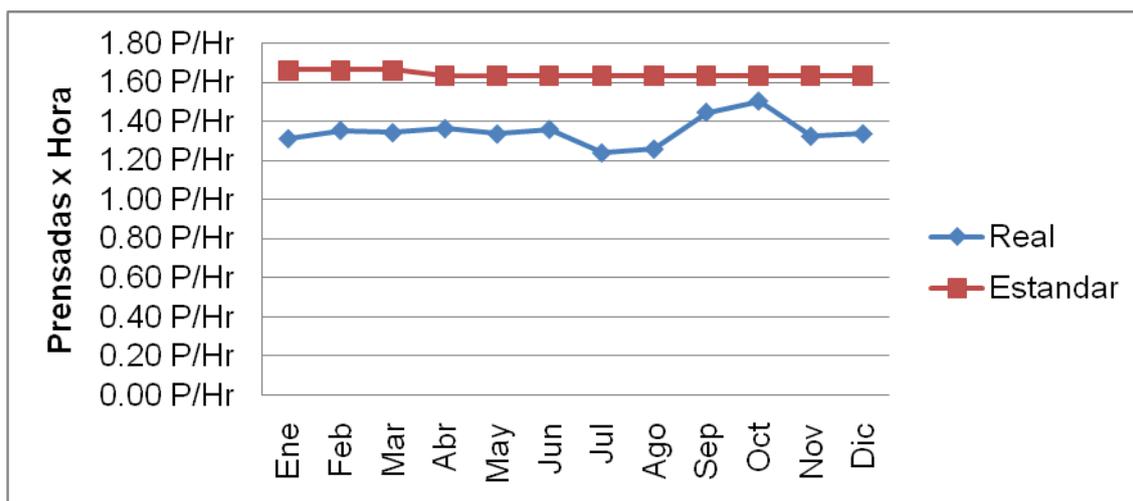
MES	Horas	Ratio Estandar	Prensadas		Ratio Real	Porcentaje
			Estandar	Real		
Ene	994.00 Hr	1.67	1655.01 P	1306.00 P	1.31 P/Hr	78.91%
Feb	952.00 Hr	1.67	1585.08 P	1291.00 P	1.36 P/Hr	81.45%
Mar	951.50 Hr	1.67	1584.25 P	1279.00 P	1.34 P/Hr	80.73%
Abr	948.50 Hr	1.64	1552.32 P	1295.00 P	1.37 P/Hr	83.42%
May	953.00 Hr	1.64	1559.68 P	1275.00 P	1.34 P/Hr	81.75%
Jun	728.50 Hr	1.64	1192.26 P	992.00 P	1.36 P/Hr	83.20%
Jul	882.00 Hr	1.64	1443.48 P	1094.00 P	1.24 P/Hr	75.79%
Ago	950.00 Hr	1.64	1554.77 P	1197.00 P	1.26 P/Hr	76.99%
Sep	863.50 Hr	1.64	1413.20 P	1252.00 P	1.45 P/Hr	88.59%
Oct	759.00 Hr	1.64	1242.18 P	1144.00 P	1.51 P/Hr	92.10%
Nov	959.00 Hr	1.64	1569.50 P	1272.00 P	1.33 P/Hr	81.04%
Dic	1050.00 Hr	1.64	1718.43 P	1406.00 P	1.34 P/Hr	81.82%

Fuente: elaboración propia.

Nota: En la tabla 6 se muestra los datos que generan el porcentaje de efectividad del proceso entre los meses de octubre y diciembre del año 2016, en este proceso el ratio es prensadas realizadas por hora.

Anexo 15

Figura 19: Ratio estándar y real del sub-proceso de prensado 2016.



Fuente: elaboración propia.

Anexo 16:

Tabla 27: Tipos de fallas del sub-proceso de mezclado y acelerado.

<b>Tipos de Fallas</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>
Retardado	57	15	0	7	37	34	30
Torque máximo bajo	13	4	8	53	40	18	1
Acelerado	0	1	0	9	1	0	1
Muy retardado	14	3	2	6	7	0	0
Torque máximo alto	1	0	0	0	2	0	0
Muy acelerado	0	4	6	0	0	0	2
<b>Total</b>	<b>85</b>	<b>27</b>	<b>16</b>	<b>75</b>	<b>87</b>	<b>52</b>	<b>34</b>

Fuente: elaboración propia.

Anexo 17:

Tabla 28: Tipo de falla en el sub-proceso de extruido y habilitado.

<b>Tipo de falla</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>
Reproceso	110	141	130	110	36	92	77
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>141</b>	<b>130</b>	<b>110</b>	<b>36</b>	<b>92</b>	<b>77</b>

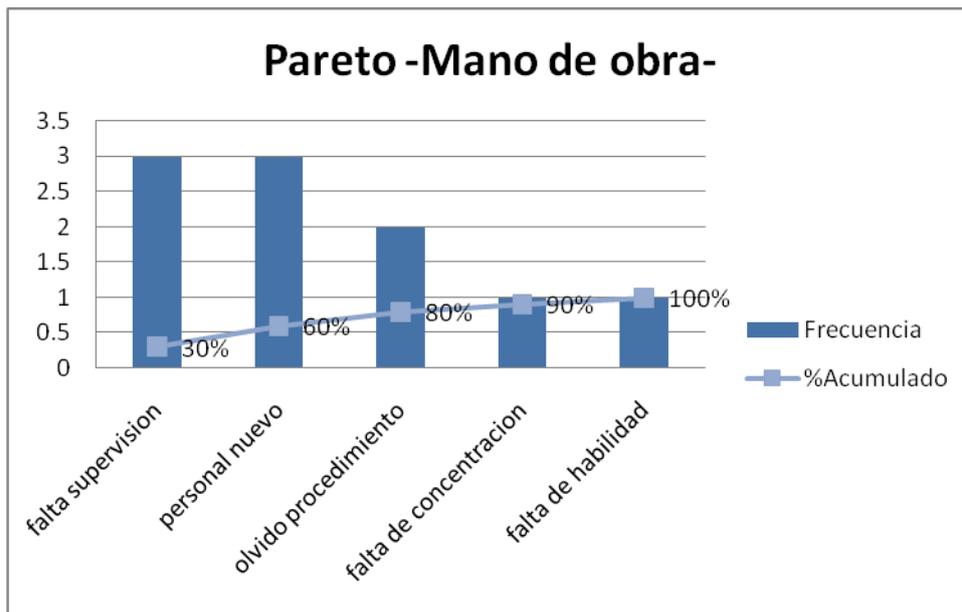
Fuente: elaboración propia.

Anexo 18:

SCOTIABANK PERU S.A.A		PAG	1
DEPOSITO A PLAZO EMPRESARIAL			
REFERENCIA	93425343		
MONEDA	SOLES		
IMPORTE	450,000	FECHA DE INICIO	18/06/2018
TASA	13%	FRECUENCIA	60 DIAS
T.C.E.A	14.50%	TASA DE BIEN	0%

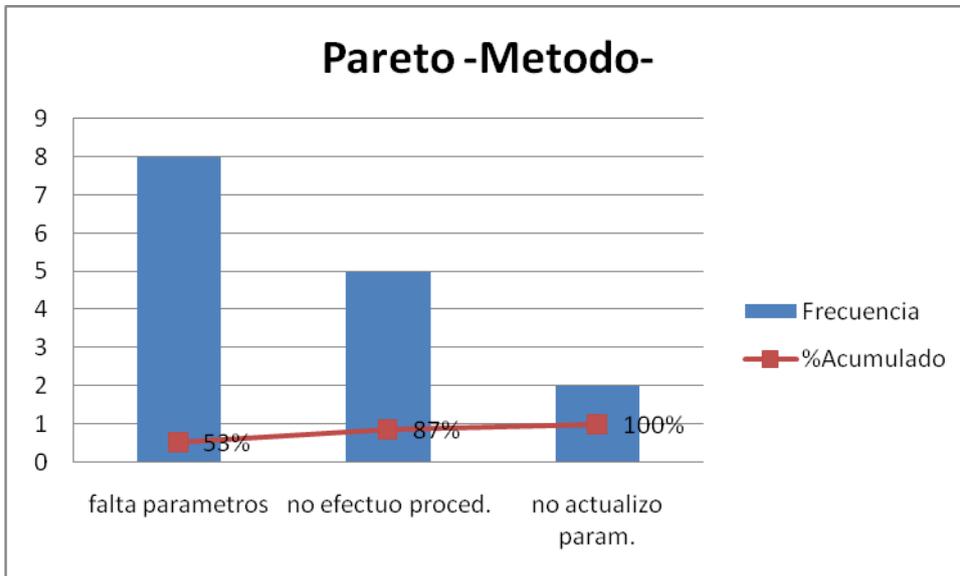
Fuente: elaboración propia.

Anexo 19:



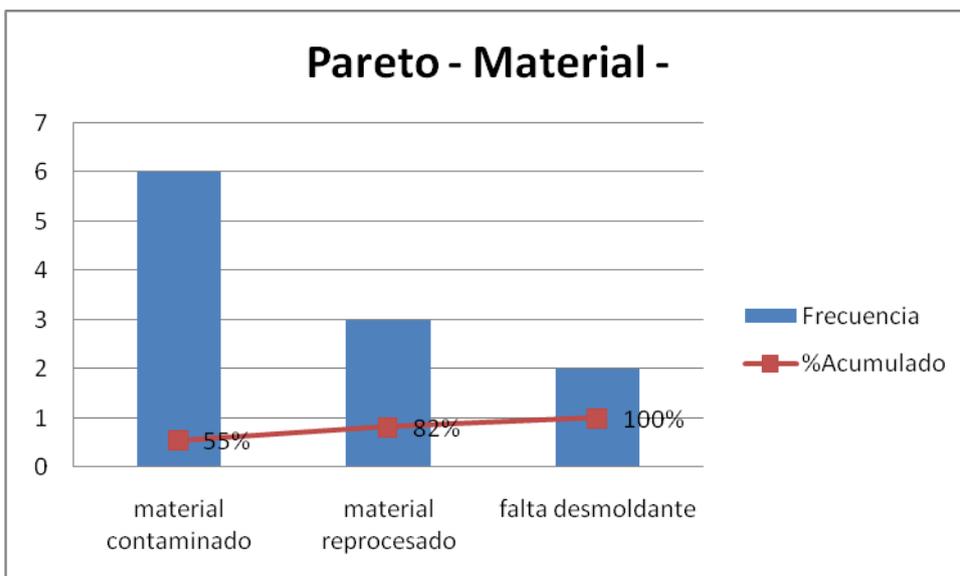
Fuente: elaboración propia.

Anexo 20:



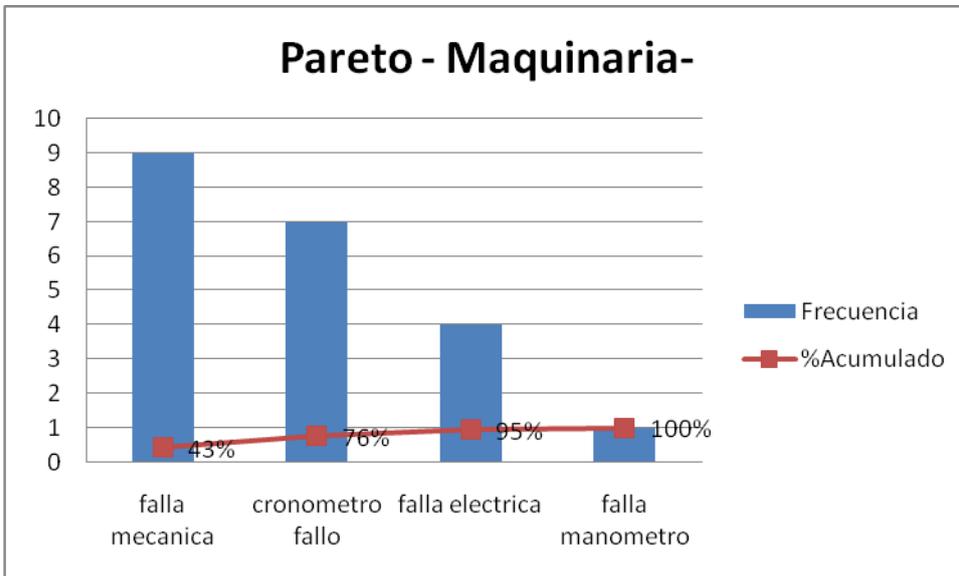
Fuente: elaboración propia.

Anexo 21:



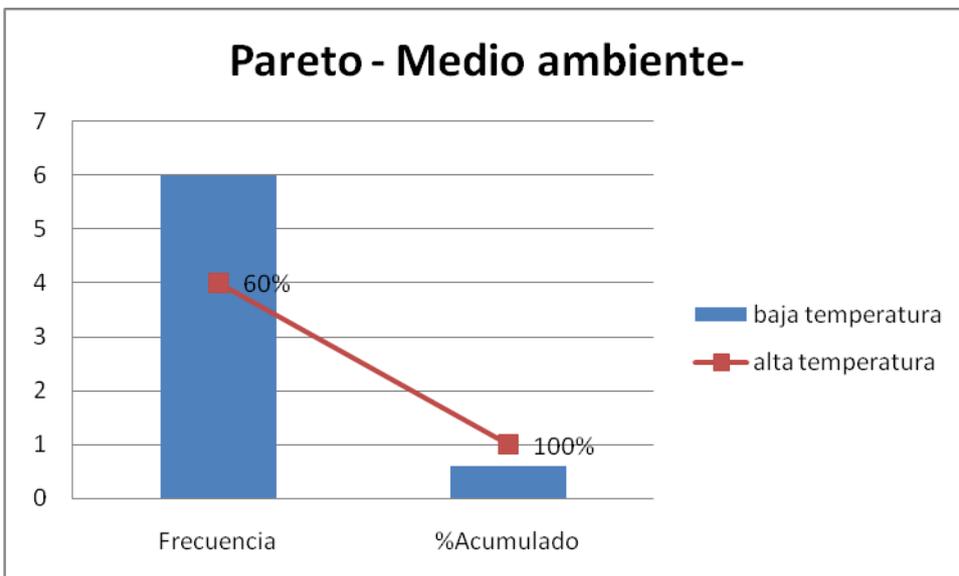
Fuente: elaboración propia.

Anexo 22:



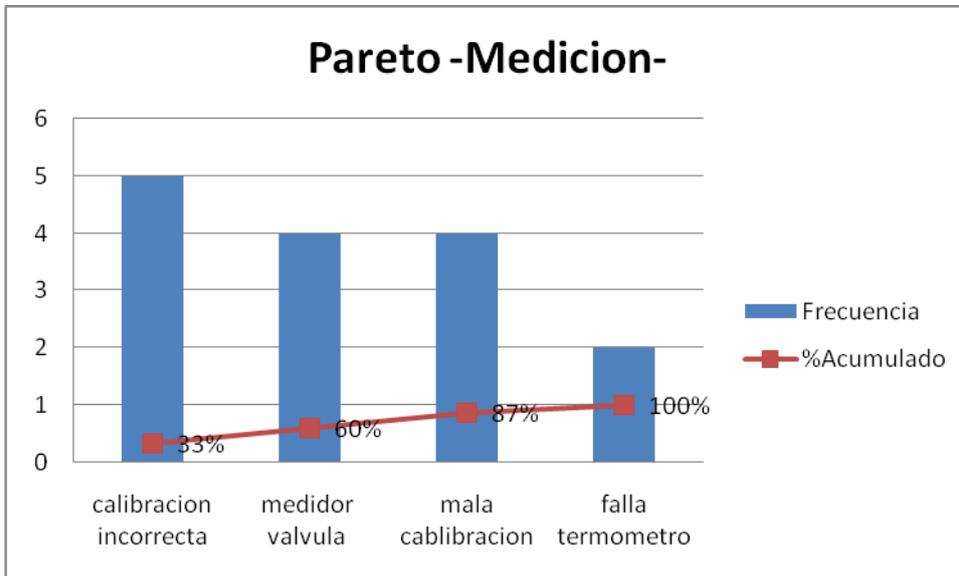
Fuente: elaboración propia.

Anexo 23:



Fuente: elaboración propia.

Anexo 24:



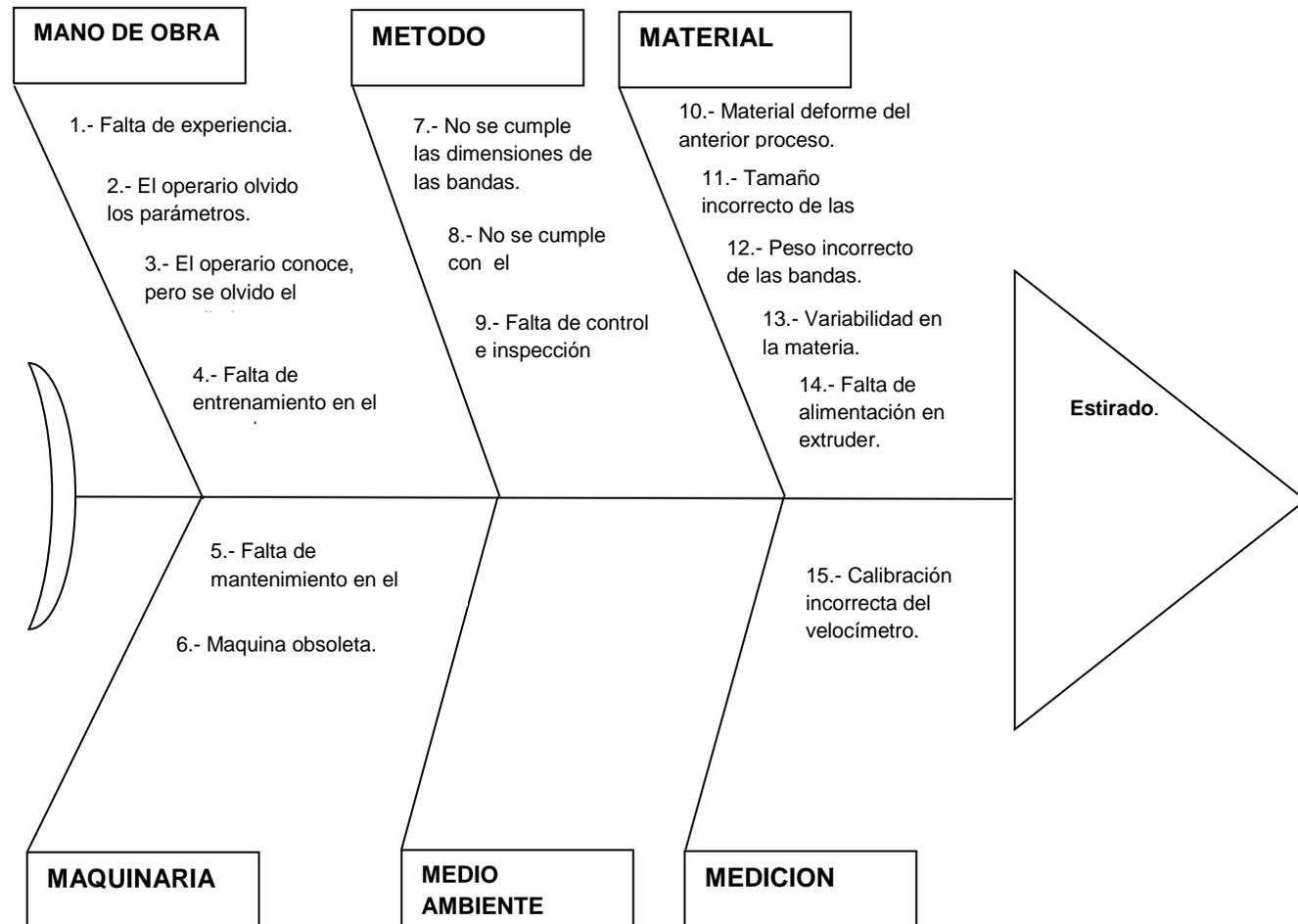
Fuente: elaboración propia.

Anexo 25:

<b>COSTO DE PRODUCCION</b>	<b>Mezclado y acelerado Un</b>	<b>Por kg</b>	<b>Extruido y Habilitado Un</b>	<b>Por kg</b>	<b>Prensado Un</b>	<b>Por kg</b>
	<b>Unidad de 60kg</b>		<b>Unidad de 60kg</b>		<b>Unidad de 50kg</b>	
Materias Primas	82.15	1.37	90.94	1.52	97.00	1.62
Mano de Obra Directa	6.00	0.10	4.06	0.07	28.00	0.47
Costos Indirectos de fabricacion	2.79	0.05	2.00	0.03	125.00	2.08
<b>TOTAL COSTO DE PRODUCCION</b>	<b>90.94</b>	<b>1.52</b>	<b>97.00</b>	<b>1.62</b>	<b>250.00</b>	<b>5.00</b>

Anexo 26:

Figura 20: Diagrama de ishikawa aplicado a la falla estirado.



Fuente: Elaboración propia.