

# FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE PRODUCCIÓN, LOGÍSTICA Y MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE LA EMPRESA FABRICANTE DE TACOS DE POLI CLORURO DE VINILO DE LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Bach. Pool Gustavo Salcedo Eustaquio

Bach. Andre Jesus Marin Martinez

Asesor:

Ing. Cesar Enrique Santos Gonzales

Trujillo - Perú

2020

## DEDICATORIA

A Dios por darnos la Oportunidad de cumplir con nuestras metas con gran determinación y fuerza.

A mis padres:

Pablo Salcedo Ruiz y Elva Eustaquio Aredo, por su gran apoyo emocional y dedicación infinita.

Gracias por sus bellas palabras de motivación que impulso a realizar mis objetivos profesionales.

A mi hermano:

Pablo Salcedo Eustaquio, gracias por su apoyo amor y apoyo.

A Dios, por permitirme a realizar mis grandes metas profesionales y guiar mis pasos con mucho amor.

A mi familia y en especial a:

Fermina Pilar Martinez Mimbela, Ysabel Giovanni Marin Martinez, Nancy Marin Martinez y Gloria del Rosario Marin Anticono, por su gran apoyo y soporte incondicional para poder llegar a mis objetivos.

## AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento. Aldo Reyes Aguirre, Gerente General de la empresa Maquiplas Cassiano S.A.C, por su gran apoyo en el desarrollo de este proyecto y confianza total en la investigación realizada.

A nuestra familia, amigos y profesores que nos brindaron su apoyo profesional, como el aprendizaje que nos brindaron para poder realizar este proyecto.

## Tabla de Contenidos

<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Realidad problemática .....	1
1.2. Antecedentes .....	5
1.2.1. Antecedentes Internacionales .....	5
1.2.2. Antecedentes Nacionales.....	6
1.2.3. Antecedentes Locales .....	8
1.3. Bases teóricas.....	9
1.4. Definición de Términos .....	15
1.5. Formulación del problema .....	16
1.6. Objetivos .....	16
1.6.1. Objetivo general.....	16
1.6.2. Objetivos específicos.....	17
1.7. Hipótesis .....	17
1.8. Justificación .....	17
1.9. Aspectos Éticos.....	18
1.10. Variables .....	18
1.10.1. Variable independiente.....	18
1.10.2. Variable dependiente.....	18
1.11. Operacionalización de Variables.....	19
<b>CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA .....</b>	<b>20</b>
2.1. Tipo de investigación .....	20
2.2. Técnicas e Instrumentos.....	20
2.3. Procedimiento .....	24
2.3.1. Misión y Visión.....	24
2.3.2. Organigrama.....	25
2.3.3. Distribución de la Empresa .....	26
2.3.3.1. Maquinaria .....	26
2.3.4. Clientes.....	29
2.3.5. Proveedores .....	30
2.3.6. Principales Productos y/o servicios.....	30
2.3.7. Diagrama de Proceso productivo de la Empresa .....	31
2.3.8. FODA.....	32
2.3.9. VSM de la empresa .....	33
2.3.10. Mapa de Procesos.....	34
Diagnóstico de problemáticas principales .....	35
2.4. Solución propuesta.....	38

2.5. Evaluación Económico Financiera.....	94
<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS .....</b>	<b>98</b>
<b>CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>100</b>
4.1. Discusión .....	100
4.2. Conclusiones .....	102
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>107</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de Variables .....	19
Tabla 2. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos .....	20
Tabla 3. Instrumentos y métodos de procesamiento de datos.....	23
Tabla 4. FODA de la empresa .....	32
Tabla 5. Opinión de los directivos de la empresa .....	36
Tabla 6. Perfil del auxiliar de producción .....	40
Tabla 7. Perfil del operador de máquina.....	40
Tabla 8. Perfil del operario de acabado .....	42
Tabla 9. Costo de docena de tacos.....	44
Tabla 10. Costo de tacos reprocesados.....	45
Tabla 11. Producción y ventas de tacos 2019.....	49
Tabla 12. Producción y ventas de tacos 2018.....	49
Tabla 13. Ventas y pronósticos de producción 2019 .....	51
Tabla 14. MTTR y MTBF de la inyectora.....	52
Tabla 15. MTTR y MTBF del molino de pvc .....	53
Tabla 16. Resumen MTTR y MTBF de lijadora .....	54
Tabla 17. Resumen MTTR y MTBF .....	54
Tabla 18. Fallas recurrentes del molino.....	55
Tabla 19. Fallas recurrentes de la inyectora .....	56
Tabla 20. Fallas recurrentes de la lijadora .....	57
Tabla 21. Matriz AMFE de la inyectora, sistema del microprocesador y motor .....	61
Tabla 22. Matriz AMFE de la inyectora, sistema de lubricación y de grupos de cierre .....	62
Tabla 23. Matriz AMFE de la inyectora, sistema de inyección .....	63
Tabla 24. Matriz AMFE de la inyectora, sistema del Motor .....	64
Tabla 25. Matriz AMFE del molino, sistema motor y cuchillas.....	65
Tabla 26. Matriz de resultados de las matrices AMFE .....	66
Tabla 27. Matriz de criticidad .....	67
Tabla 28. Plan de mantenimiento de la inyectora, sistema del microprocesador y motor .....	68
Tabla 29. Plan de mantenimiento de la inyectora, sistema de lubricación .....	69
Tabla 30. Plan de mantenimiento de la inyectora, grupo de cierre .....	70
Tabla 31. Plan de mantenimiento de la inyectora, grupo de inyección .....	71
Tabla 32. Plan de mantenimiento de la inyectora, sistema de motor y fajas .....	72
Tabla 33. Plan de mantenimiento de la lijadora, sistema del motor .....	73
Tabla 34. Plan de mantenimiento del microprocesador y, lubricación de la inyectora.....	74
Tabla 35. Plan de mantenimiento de la inyectora, sistemas del grupo de cierre y del grupo de inyección.....	75
Tabla 36. Plan de mantenimiento del molino, sistemas de motor y fajas y motor.....	76
Tabla 37. Rango de puntaje de evaluación .....	77
Tabla 38. Matriz de evaluación de desempeño.....	78
Tabla 39. Evaluación de desempeño del operador de máquina .....	79
Tabla 40. Evaluación de desempeño del auxiliar de operación .....	80
Tabla 41. Evaluación de desempeño del operador de máquina .....	81
Tabla 42. Requerimiento de capacitación del operador de máquina .....	83
Tabla 43. Requerimiento de capacitación del operador de acabados .....	83
Tabla 44. Requerimiento de capacitación del auxiliar de producción .....	84
Tabla 45. Cursos e instituciones docentes .....	85
Tabla 46. Descripción de los cursos de capacitación.....	86
Tabla 47. Carta descriptiva de curso de máquinas industriales .....	87
Tabla 48. Carta descriptiva de curso de Buenas Prácticas.....	88
Tabla 49. Carta descriptiva de curso de almacenes e inventarios.....	89
Tabla 50. Carta descriptiva de curso de motivación, comunicación y trabajo en equipo .....	90
Tabla 51. Desplazamientos entre máquinas.....	91
Tabla 52. Recorrido con layout actual.....	93
Tabla 53. Costo del transportador.....	94
Tabla 54. Costo de racks .....	95
Tabla 55. Costo del transportador alimentador.....	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Anuario del sector mundial de calzado 2018 .....	1
Figura 2. Principales productos de la industria del calzado (millones de pares) 2018 .....	2
Figura 3. Principales destinos de exportaciones de calzado peruano 2018 .....	3
Figura 4. Procedimiento de trabajo en la empresa fabricante de tacos de poli cloruro de vinilo .....	24
Figura 5. Organigrama de la empresa .....	25
Figura 6. Descripción de la inyectora .....	26
Figura 7. Descripción del molino .....	27
Figura 8. Descripción de la lijadora .....	28
Figura 9. Layout actual .....	29
Figura 10. Diagrama de operaciones actual .....	31
Figura 11. Cadena de Valor .....	32
Figura 12. VSM de la empresa .....	33
Figura 13. Mapa de procesos .....	34
Figura 14. Diagrama Causa Efecto de la problemática de la empresa .....	35
Figura 15. Pareto de causas raíces de la problemática .....	36
Figura 16. Matriz de indicadores .....	37
Figura 17. Layout actual .....	43
Figura 18. Desplazamientos con layout actual .....	43
Figura 19. Tiempos estándar de la fabricación de tacos .....	46
Figura 20. Estudio de tiempos de operaciones de la fabricación de 13 docenas de tacos .....	48
Figura 21. Ventas potenciales 2018 .....	50
Figura 22. Tendencias ventas potenciales 2018 .....	50
Figura 23. Pareto de fallas del molino .....	55
Figura 24. Pareto de fallas de la inyectora .....	56
Figura 25. Pareto de fallas de la lijadora .....	57
Figura 26. Árbol de causas de fallas del molino .....	58
Figura 27. Árbol de causas de fallas en la inyectora .....	59
Figura 28. Árbol de causas de fallas en la lijadora .....	60
Figura 29. Matriz triangular de Muther .....	91
Figura 30. Matriz hexagonal de Muther .....	92
Figura 31. Layout propuesto .....	92
Figura 32. Flujo de Caja proyectado .....	96
Figura 33. Estado de Resultados proyectado .....	97
Figura 34. Disminución de pérdidas en CR1 Falta estudio de tiempos .....	98
Figura 35. Disminución de pérdidas en CR2 Planeamiento deficiente .....	98
Figura 36. Disminución de pérdidas en CR3 Falta mantenimiento preventivo .....	98
Figura 37. Disminución de pérdidas en CR4 Falta capacitación .....	99
Figura 38. Disminución de pérdidas en CR5 Layout deficiente .....	99

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Cronograma de Capacitaciones.....	107
Anexo 2. Transportador flexible.....	108
Anexo 3. Racks.....	108
Anexo 4. Transportador Alimentador.....	109
Anexo 5. Cédulas de detección de necesidades de capacitación para el departamento de producción ....	109
Anexo 6. Cartas descriptivas para el personal de la línea de producción .....	111
Anexo 7. Análisis del Contexto Operacional .....	115

## RESUMEN

La presente tesis se ha elaborado en una fábrica de tacos de policloruro de vinilo, para calzado de damas, ubicada en la ciudad de Trujillo. La empresa tiene alta demanda, pero por tener un planeamiento deficiente, frecuentemente pierden ventas. Se presentan fallas recurrentes en la maquinaria, debido principalmente a la falta de mantenimiento preventivo. Su personal no tiene capacitación. Su conocimiento en el manejo del proceso, lo han aprendido en el día a día. Esto conlleva a que parte de la producción tiene que ser reprocesada, con el consecuente sobre costo y pérdida de tiempo. El layout de la planta es incómodo. Obliga a largos y cansados desplazamientos. No obstante todo ello, esta es una fábrica que genera una importante utilidad, que esta propuesta espera mejorar. El VAN es S/7,903. La TIR es 66.8%. El Beneficio/costo, 1.70 y el retorno se espera sea en 9 meses. La rentabilidad se incrementará de 20.27% a 24.41%

**Palabras clave:** producción, logística, mantenimiento preventivo, rentabilidad

## ABSTRACT

This thesis has been elaborated in a factory of polyvinyl chloride studs, for women's footwear, located in the city of Trujillo. The company is in high demand, but due to poor planning, they frequently lose sales. There are recurring failures in the machinery, mainly due to the lack of preventive maintenance. Your staff is untrained. Their knowledge in managing the process, they have learned on a day-to-day basis. This means that part of the production has to be reprocessed, with the consequent cost and loss of time. The layout of the plant is uncomfortable. It forces long and tiring trips. Despite all this, this is a factory that generates an important profit, which this proposal hopes to improve. The NPV is S / 7,903. The IRR is 66.8%. The benefit / cost, 1.70 and the return is expected to be in 9 months. Profitability will increase from 20.27% to 24.41%

**Keywords:** production, logistics, preventive maintenance, profitability

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En la actualidad la fabricación de suelas y tacos de PVC es una de las grandes industrias en el mundo, debido a que están relacionadas directamente con el calzado. Así de esta manera se puede determinar que a pesar de ser uno de los insumos más baratos en el mundo, no deja de ser el más exportado en el planeta.

Según la revista World Footwear se sabe que China produce 13,581 millones de pares al año, por lo que es una de las grandes empresas en este rubro además de la India con 2,200 millones de pares y Vietnam con 1,140 millones de pares por año. Estos son países con un gran índice de productividad.

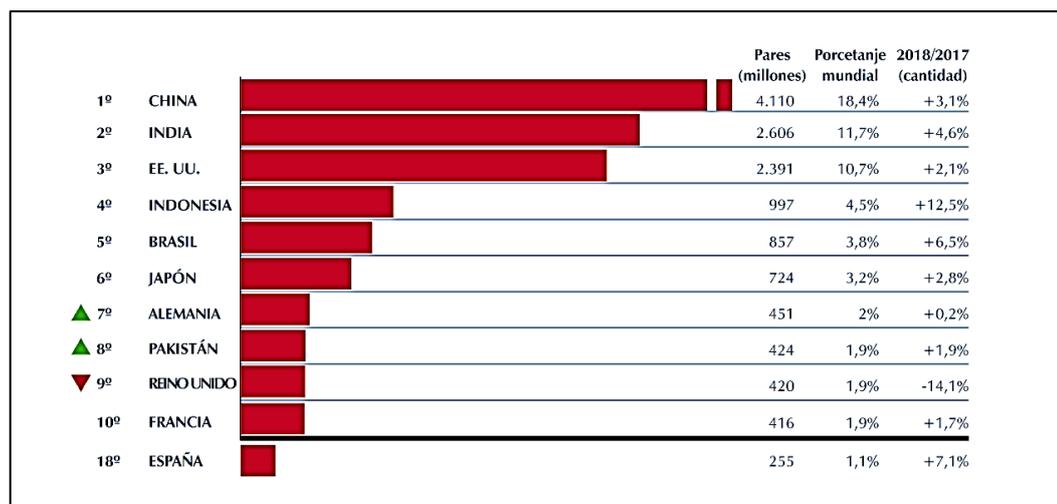


Figura 1. Anuario del sector mundial de calzado 2018

Fuente: Revista de calzado.com

En el Perú, al analizar el ritmo de crecimiento de la industria en los últimos 8 años, se observa que la industria del plástico ha tenido comportamientos diferenciados. En este sentido, al medir el ritmo de la producción a través del Índice de Producción Manufacturero para el subsector plásticos, se observa que el año 2010 presentó su mejor desempeño (19.3%), apoyado tanto por la demanda interna como externa. En

el 2011 volvió a crecer, pero en 4.0%, en el 2012 se redujo en 0.8% y en el 2013 vuelve a tener un crecimiento de 17.5%. Posteriormente en el 2014 crece en 8.2% y en el 2015 se observa una reducción de 1.7%. Los dos últimos años han seguido una tendencia decreciente producto de la desaceleración de los principales sectores que consumen su producción y por la menor demanda externa.

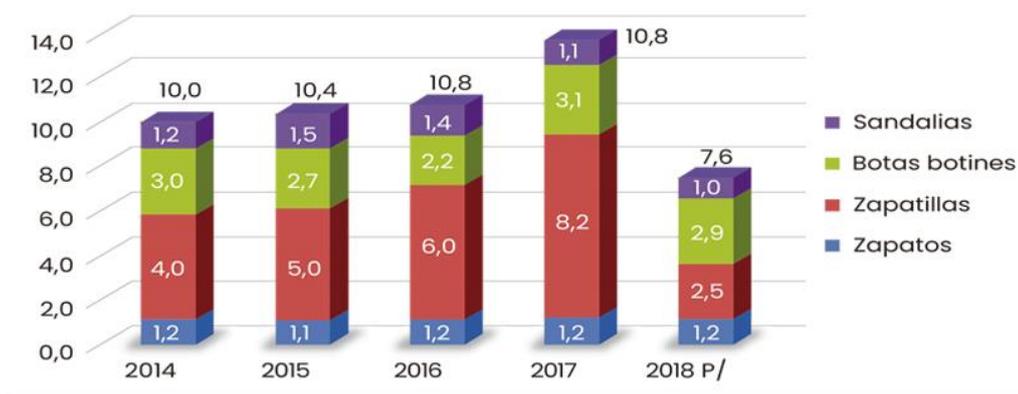


Figura 2. Principales productos de la industria del calzado (millones de pares) 2018

Fuente: INEI

Según la IESE (Instituto de Estudios Económicos y Sociales); en el mercado peruano, la producción de calzado, tanto de cuero y otro tipo de calzado, se destina mayoritariamente al mercado interno. Según datos del Cuadro de Oferta Utilización publicado por el INEI, la demanda interna representa el 98.6% del total producido por la industria de fabricación de calzado de cuero y otro tipo de calzado, dominado en mayor medida por la demanda final (92.3%). Al mercado externo, sólo se destina el 1.4% de la producción nacional. Es importante mencionar que, en el Perú, la mayoría de la producción se destina al consumo de los hogares.

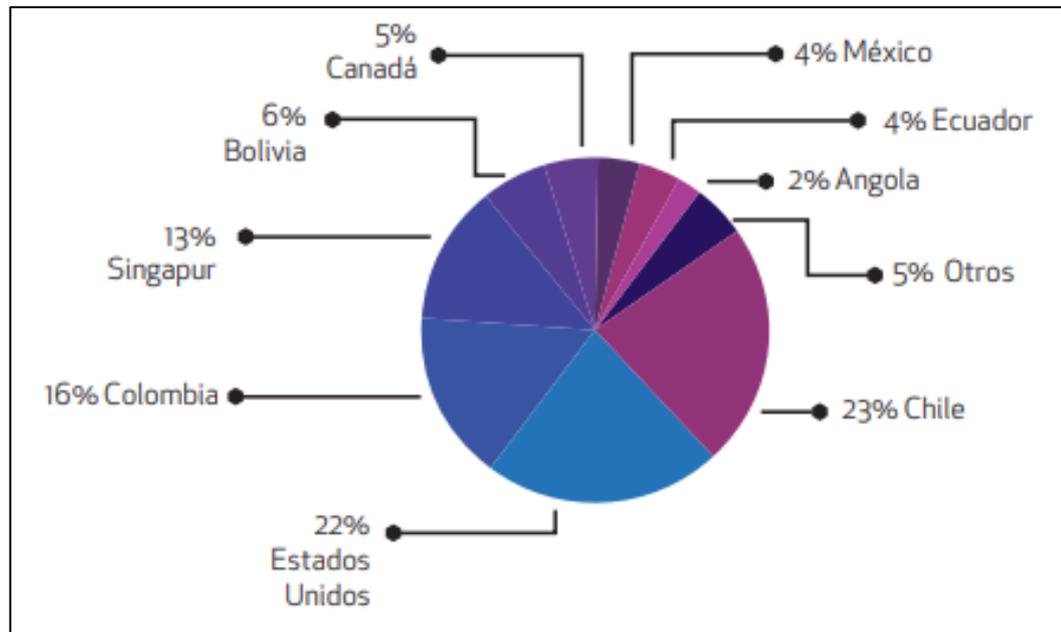


Figura 3. Principales destinos de exportaciones de calzado peruano 2018

Fuente: CITECCAL

La Empresa de plásticos. Opera 10 horas diarias, todos los días del mes, salvo algunos feriados relevantes. Actualmente, la gerencia asigna la producción de 80 docenas de tacos diariamente. Sin embargo, si se empleara la información proveniente de un estudio de tiempos, se vería que, operando solo 6 días a la semana, se obtendría la meta esperada.

Empleándose 5 operarios en este proceso, con un ingreso de S/50 diarios, el ahorro anual en remuneraciones sería S/12,500. Colateralmente dejaría la maquinaria libre para ser mantenida 1 día a la semana, o para incrementar la oferta.

Tampoco planifica su producción sobre la base de datos históricos. El año pasado vio frustrarse la venta de 1,274 docenas por rotura de stock. Se dejó de ganar una utilidad de S/18,442

El mantenimiento de la maquinaria es correctivo. Normalmente se prolonga más de lo esperado, porque se debe esperar a que los equipos se enfríen para poder

intervenirlos. La Disponibilidad de la inyectora fue 88.1%. El 2019 hubo una paralización de 420 horas, causando un lucro cesante de S/48,585 por ventas perdidas.

El personal nunca ha recibido capacitación técnica especializada. Los operarios más antiguos son los encargados del adiestramiento en el puesto de trabajo, el cual siempre es muy limitado. El personal no sabe cómo resolver rápidamente algunos problemas rutinarios y estos se acumulan. Por esta deficiencia, se reprocesaron 397 docenas durante el año, equivalentes al 1.7% de la producción. El perjuicio por reducción en la utilidad fue S/3,525.

El área de producción siempre está desordenada. La materia prima se confunde con las bolsas con producto terminado. Las máquinas no guardan una ubicación apropiada, causando desplazamientos ineficaces y pérdida de tiempo, que podría emplearse en apoyo al proceso.

El año pasado, el personal recorrió durante el proceso, un total de 191 metros diarios los 352 días que operaron. Con una distribución más apropiada, solo recorrerían 99 metros diarios. La diferencia en el tiempo empleado, si hubiese sido empleado productivamente, hubiese generado S/3,905 de ganancia.

Con menor importancia, se han dado casos de confusión en la fecha de despacho de mercadería comprometida con el cliente, por desorden en la documentación. El envío fue a destiempo en 2 oportunidades, haciéndose acreedores a una penalidad de S700 en total.

## 1.2. Antecedentes

### 1.2.1. Antecedentes Internacionales

Moreno (2017), en su tesis “Propuesta de mejoramiento de la productividad, en la línea de elaboración de armadores, a través de un estudio de tiempos del trabajo, en la empresa de productos plásticos Partiplast”, producida en la Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, localizó el porcentaje del factor de actuación teniendo en cuenta el desempeño de operarios y máquinas, se fijaron las tolerancias conferidas por fatiga, retrasos personales y retrasos inevitables, se cumplió un estudio de 47.75 y 43.25 horas/ día respectivamente, y se estableció el tiempo productivo e improductivo. Asimismo, se incrementa la productividad de la mano de obra de un 16.67%. La nueva propuesta del método de trabajo disminuye el tiempo mínimo de trabajo con una diferencia de 28 segundos, de igual manera las distancias en las operaciones disminuyen de 30.73 m. a 20.34 m.

Castro y Cruz (2015) en su tesis “Plan de requerimiento de materiales en la empresa Castro Maquinaria”, producida en la Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, presentan la aplicación del modelo de gestión de producción MRP para una pequeña empresa del sector metalmecánico, dedicada a la fabricación de máquinas para el labrado de madera. Se aplican varias técnicas para facilitar el proceso de planificación, como: la definición del horizonte de planeación, un estudio de tiempos, el cálculo de los pronósticos y el cálculo de los costos más relevantes de producción y lista de materiales (BOM). El MRP está estructurado en tres niveles

secuenciales, 1) un plan agregado de producción, donde se analizan tres modelos de planes tradicionales relacionadas con la fuerza laboral, el nivel de inventario y el nivel de producción; 2) un programa maestro de producción, para el cual se determina su factibilidad de ejecución mediante el cálculo requerimientos de capacidad; 3) el cálculo de los requerimientos brutos de materiales para cumplir con el programa de producción. Como resultado se tiene un programa de pedidos planeados con la fecha y la cantidad exacta en que se necesita; paralelamente se generan las órdenes de compras de los materiales. Con la aplicación de este modelo de gestión de producción MRP se tiene un mayor control y coordinación de las materias primas, solucionando los problemas de abastecimiento que a menudo enfrenta la empresa. También, se logra una reducción del 62% de los niveles de inventarios en los insumos.

### **1.2.2. Antecedentes Nacionales**

Gastelo (2017), en su tesis “Mejora de la productividad mediante el uso eficiente de la mano de obra directa en el proceso de inyección plásticos en Ciplast Perú S.A.C.”, producida en la Universidad Privada del Norte, Lima, Perú, concluye que el objetivo fue mejorar la productividad mediante el uso eficiente de la mano de obra directa, en el cual, identificó que las variables que afectaban directamente al uso eficiente de la mano de obra directa era la distribución de planta y métodos de trabajo obsoletos. Por lo que, aplicando las herramientas de ingeniería industrial como son diagrama analítico de actividades, diagramas de recorrido, diagrama hombre-máquina, distribución de planta, herramientas de mejora continua,

se logró mejorar el proceso productivo de inyección plásticos, logrando reducir en un 50% el uso de mano de obra directa, debido a que se optimizó la distribución de planta y se determinó el método de trabajo adecuado para que el operario atienda a dos máquinas en paralelo, lográndose aumentar la saturación de 54.16% a 100%; asimismo, se definió el tiempo de ciclo estándar para producir una determinada cantidad de productos terminados.

Alan y Prada (2017) en su tesis “Análisis y propuesta de implementación de un sistema de planificación de producción y gestión de inventarios y almacenes aplicado a una empresa de fabricación de perfiles de plástico pvc”, producida en la Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. expresaron que, actualmente, la empresa no cuenta con un sistema de planeamiento que le permita anticiparse a la demanda de sus clientes ya que estos constantemente hacen pedidos y la empresa realiza la producción empíricamente. Sin embargo, ello no siempre garantiza que se cumplan los pedidos ya que la demanda es fluctuante y dependiente de factores como los proveedores o el tipo de cambio de la materia prima. Por lo tanto, no hay una correcta planeación de la producción, y se concluye que la empresa requiere de un programa de planificación de la producción que reduzca los inventarios por la sobreproducción y la cantidad de horas extras que se generan en las demandas pico. Es imprescindible que el pronóstico sea lo más real posible ya que éste es la base para la planificación de la producción. El error del pronóstico de la demanda calculada por la empresa es alto, en promedio llega a 20%, lo cual está por

encima de la meta prevista por la empresa que es de 10%. Con el nuevo método de cálculo de pronósticos propuesto, estacional multiplicativo, se llega a tener porcentajes de error menores, inclusive que la meta de la empresa, en promedio llega al 8%, por lo que se concluye que el método propuesto es mejor que el actual utilizado por la empresa, el cual es realizado empíricamente.

### **1.2.3. Antecedentes Locales**

Gaitan (2019), en su tesis “Propuesta de mejora en las áreas de mantenimiento y planeamiento para incrementar la rentabilidad de transportes y servicios San Román S.A.C.”, producida en la Universidad Privada del Norte, Sede Trujillo, argumenta que fue necesario realizar el diagnóstico actual de la empresa Transportes y Servicios San Román S.A.C., conociendo el tipo y cantidad de máquinas y herramientas que posee el taller de mantenimiento, para así poder realizar un inventario, el cual servirá para poder iniciar un plan de mantenimiento preventivo adecuado. La propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento permite que la empresa disminuya viajes perdidos y por lo tanto obtenga un beneficio de S/. 159,668. Con esta herramienta se logró optimizar la asignación de viajes, debido a que existen rutas que generan una mayor utilidad para la empresa que otras. Esto generó un beneficio económico de S/. 63,870.

Cruz y Sánchez (2016), en su tesis “Plan de capacitación para mejorar el desempeño laboral del personal de la empresa publicidad y servicios generales Boga S.A. que labora en el campus UPAO de la ciudad Trujillo

en el año 2016.” , producida en la Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú., determinaron que, el plan de capacitación, tiene como fin adiestrar al personal en conocimientos básicos para el desarrollo de sus funciones, logrando mejoras significativas en cuanto al desempeño de los trabajadores en la organización de estudio, resaltando la importancia de las realizaciones de capacitaciones técnicas la cual está en función de los temas operativos y de prevención para mejorar los niveles de eficiencia y eficacia de los operarios al realizar cada actividad designada.

### **1.3. Bases teóricas**

Según Vélez, Montoya y Oliveros (1999) el estudio de tiempos es el análisis sistemático de los métodos de trabajo empleados en una actividad productiva y se realiza con el fin de:

- Desarrollar las mejores secuencias y sistemas.
- Normalizar dichos sistemas y métodos.
- Determinar el tiempo necesario para que una persona calificada, y convenientemente entrenada, realice cierta tarea u operación, trabajando a marcha normal.
- Ayudar a la capacitación de operarios, siguiendo el mejor método.

En cuanto al tiempo estándar, este es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación. Se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estudio de tiempos. Los tiempos elementales concebidos o asignados se evalúan multiplicando el tiempo elemental medio

transcurrido, por un factor de conversión esto para poder determinar con la calificación Westinghouse.

La distribución en planta (layout en inglés) es la mejora más importante que se puede hacer en una fábrica mediante el cambio físico de la planta, ya sea para una fábrica existente o todavía en planos, y se refiere a la óptima disposición de las máquinas, los equipos y los departamentos de servicio, para lograr la mayor coordinación y eficiencia posible en una planta. La distribución de planta es un importante prerequisite para una operación eficiente y también resuelve cantidad de problemas comunes a todas las empresas. Una vez que se ha decidido la localización de la planta, la siguiente tarea importante antes de la gestión de la empresa, es planificar el diseño de las instalaciones industriales de la planta. El ubicar en su justo sitio máquinas, herramientas y accesorios; el dar entrada y salida racionales a las materias y productos antes, durante y después de su proceso en planta, pasando desde los almacenes de materias a los departamentos de depósito, embalaje y expedición, y el lograr, en definitiva, que las operaciones propias de la actividad industriales produzcan con mínimos movimientos de materiales y de hombres, exige unos conocimientos técnicos y una preparación de vital importancia para la empresa (Kuzu, 2019)

El Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF), es un procedimiento que permite identificar fallas en productos, procesos y sistemas, así como evaluar y clasificar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos de identificación, para de esta forma, evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención. El AMEF aplicado a los procesos sirve como herramienta predictiva

para detectar posibles fallas en las etapas de producción, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que puedan llegar a tener en el usuario o en etapas posteriores de cada proceso (Ayaco, 2018)

Para determinar la criticidad de una unidad o equipo se utiliza una matriz de frecuencia por consecuencia de la falla. En un eje se representa la frecuencia de fallas y en otro los impactos o consecuencias en los cuales incurrirá la unidad o equipo en estudio si le ocurre una falla. La matriz tiene un código de colores que permite identificar la menor o mayor intensidad de riesgo relacionado con el Valor de Criticidad de la instalación, sistema o equipo bajo análisis.

La criticidad se determina cuantitativamente, multiplicando la probabilidad o frecuencia de ocurrencia de una falla por la suma de las consecuencias de la misma, estableciendo rasgos de valores para homologar los criterios de evaluación.

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$

#### *Ecuación 1. Criticidad*

Mantenimiento preventivo, también denominado “mantenimiento planificado”, tiene lugar antes de que ocurra la falla. Según Ferren (2005), consiste en servicios de inspección, control conservación y restauración de un ítem con la finalidad de prevenir detectar o corregir defectos tratando de evitar fallas. Esto quiere decir que el mantenimiento preventivo es aquel que se realiza periódicamente para mayor vida útil de cada equipo al que se le aplique para un debido seguimiento.

Es un programa planificado, destinado asegurar el mínimo tiempo de paros no previstos y un máximo de tiempo de funcionamiento productivo, eficaz y eficiente para equipos maquinarias y por supuesto los procesos de producción es decir se ejecutan para evitar la falla crítica. Esto significa que un programa de mantenimiento preventivo incluye dos actividades básicas:

- Inspección periódica de los equipos de industria, para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos de producción.
- Conservación de la planta para anular dichos aspectos, adaptarlos o repararlos cuando se encuentren aun en etapa incipiente.

Martin (2005), un programa de mantenimiento preventivo tiene entre otras las siguientes ventajas:

- a. Con el tiempo se disminuye los paros imprevistos de equipos, que son reemplazados por paros programados.
- b. Se mejora notoriamente la eficiencia de los equipos y por lo tanto de la producción.
- c. Después del tiempo de estabilización del programa, se obtiene una reducción de costos de la siguiente manera:
  - Al disminuir las fallas repetitivas.
  - Por disminución de duplicación de reparaciones: una para desvarar el equipo y otra para repararlo adecuadamente.
  - Por disminución de grandes reparaciones, al programar oportunamente las fallas incipientes.

- Por mejor control del trabajo debido a la utilización de programas y procedimientos adecuados.
- Menores costos de producción por menos cantidad de productos defectuosos, debido a la correcta graduación de los equipos.
- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad ya que se conoce su estado y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución de tiempos muertos, tiempo de parada de equipos/máquinas.
- Disminución de existencias en almacén y, por lo tanto, sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.

Existen muchos métodos diferentes para pronosticar, los cuales van asociados a diferentes usos, por esto se debe seleccionar con cuidado el método de pronóstico nuestro uso particular. Cabe destacar que no existe un método universal para pronosticar en todas las situaciones y escenarios. Los pronósticos muy pocas veces son acertados. Es raro que las ventas reales que se generan sean exactamente iguales a la cantidad que se pronosticó. Existen algunos métodos para absorber variaciones pequeñas con respecto al pronóstico, algunas de estas son contar con capacidad adicional, los inventarios, o la posibilidad de reprogramación de pedidos, sin embargo, las variaciones grandes pueden causar estragos (Jiménez, 2011)

La demanda según el tipo de mercado es variada, por lo que las empresas se encuentran en una situación de incertidumbre. Por ello, son importantes los pronósticos de ventas; los cuales son una proyección estructurada del

conocimiento pasado, pasando a ser una importante fuente de información para prever la demanda de la forma más realista posible (Lean Manufacturing<sup>10</sup>, 2019)

Los patrones de demanda están marcados de acuerdo a las diferentes actividades económicas que se realizan y una de ellas es la estacionalidad. Este tipo de demanda implica la existencia de dos períodos diferentes de demanda: período pico (alto nivel de consumo) y período valle (etapa de menor demanda). Las empresas que se enfrentan a este tipo de demandas tienen generalmente restricciones o excesos de capacidad, que generan altos costos fijos que no pueden ser solventados a lo largo de todo un año.

El término Planeación de requerimientos de materiales; (MRP, por sus siglas en inglés) es una técnica, un software que sirve para calcular grandes cantidades de materiales necesarios a partir del desarrollo de productos y de las cantidades que se requieren. Así lo indica Víctor Tateishi, docente del Diploma Internacional en Gestión de Compras de ESAN, 2018.

El MRP es un sistema de planificación y gestión de inventarios, cuya finalidad es mantener los niveles de stock de productos permanentemente y con mayor agilidad. Además, asegura que la mercancía siempre esté lista para la producción o distribución, lo cual facilita la planeación de las órdenes de compras, entregas, fabricación, etc. Tateishi ejemplifica un caso: si un producto terminado tiene un desarrollo de materiales o lista de componentes tanto en cantidad como en especificaciones, se necesitará registrar cada uno de ellos (ESAN, 2018).

La capacitación se define como el conjunto de actividades didácticas, orientadas a ampliar los conocimientos, habilidades y aptitudes del personal que labora en una empresa. La capacitación les permite a los trabajadores poder tener un mejor

desempeño en sus actuales y futuros cargos, adaptándose a las exigencias cambiantes del entorno. Esta es vista como un proceso educativo a corto plazo, emplea técnicas especializadas y planificadas por medio del cual el personal de la empresa obtendrá conocimientos y habilidades necesarias para incrementar su eficacia en el logro de los objetivos que haya planificado la organización para la cual se desempeña. Hoy en día, es bastante común encontrarse con capacitaciones para empresa, o que ellas mismas organicen cursos de capacitación técnica para que sus empleados tengan un conocimiento amplio sobre su área de trabajo, las posibles condiciones nuevas que aparezcan dentro del mercado, avances tecnológicos de su rama laboral y todo lo que tenga que ver con el cargo que ejerce dentro de la empresa. Es un adiestramiento necesario, útil y que genera beneficios personales a cada trabajador que realiza su capacitación para el trabajo (Concepto Definición, 2020)

Según Pérez, Rodríguez y Molina (2002) la rentabilidad es el rendimiento que se produce después de realizar una inversión en un determinado tiempo; es decir una empresa es rentable si sus ingresos son mayores que sus egresos, esto es una forma de comparar los medios que se han utilizado en ello y la renta que se ha generado fruto de esa inversión.

#### **1.4. Definición de Términos**

- El estudio de tiempos es una herramienta la cual sirve para determinar los tiempos estándar de cada una de las operaciones que componen cualquier proceso (Tejada, Gisbert, y Pérez, 2017).
- El Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF), es un procedimiento que permite identificar fallas en productos, procesos y sistemas, así como

evaluar y clasificar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos de identificación (Ayaco, 2018)

- El MRP es un sistema de planificación y gestión de inventarios, cuya finalidad es mantener los niveles de stock de productos permanentemente y con mayor agilidad (ESAN, 2018).
- Las distribuciones de Muther es un método sistemático para configurar las plantas industriales, también se le puede conocer como planeación sistemática de distribuciones (SLP). El objetivo de este sistema es relacionar dos áreas que lleven a cabo relaciones entre si y que estén muy cercas reduciendo los tiempos de distribución entre los departamentos para aumentar la productividad de manera considerable (Ingeniería online, 2020)

## **1.5. Formulación del problema**

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de producción, logística y mantenimiento, sobre la rentabilidad de la empresa fabricante de tacos de poli cloruro de vinilo de la ciudad de Trujillo, 2020?

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

Determinar el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de producción, logística y mantenimiento sobre la rentabilidad de la empresa fabricante de tacos de poli cloruro de vinilo de la ciudad de Trujillo, 2020.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar la situación actual de la gestión de producción, logística y mantenimiento de la empresa fabricante de tacos de poli cloruro de vinilo de la ciudad de Trujillo, 2020.
- Desarrollar metodologías, técnicas y herramientas de la Ingeniería Industrial en la gestión de producción, logística y mantenimiento para incrementar la rentabilidad de la empresa fabricante de tacos de poli cloruro de vinilo de la ciudad de Trujillo, 2020.
- Evaluar el impacto económico de la propuesta de mejora.

### **1.7. Hipótesis**

La propuesta de mejora en la gestión de producción, logística y mantenimiento incrementa la rentabilidad de la empresa fabricante de tacos de poli cloruro de vinilo de la ciudad de Trujillo, 2020.

### **1.8. Justificación**

El presente trabajo es importante porque ayuda a identificar las causas de la ineficiencia, que ocasiona perjuicio económico y, porque, además, propone las acciones para su solución. Recomienda el uso de pronósticos para el mejor cumplimiento de la demanda; estudio de tiempos; mantenimiento preventivo; capacitación y un nuevo *layout*, herramientas pertinentes por ser oportunas y convenientes para el mejor desarrollo de las operaciones e incremento en la rentabilidad del negocio.

## **1.9. Aspectos Éticos**

La información para esta tesis fue proporcionada por los directivos de la empresa y se utilizó con su consentimiento.

Los tesisistas se comprometen a dar uso apropiado a esta información y a guardar absoluta reserva de los temas financieros y estratégicos que los directivos compartieron con ellos.

El personal operativo en todo momento estuvo al tanto de la naturaleza de la presencia de los tesisistas en la planta. Su colaboración fue solicitada expresamente por los directivos.

## **1.10. Variables**

### **1.10.1. Variable independiente**

Propuesta de mejora en la gestión de producción, logística y mantenimiento

### **1.10.2. Variable dependiente**

Rentabilidad de la empresa fabricante de tacos de poli cloruro de vinilo de la ciudad de Trujillo, 2020.

1 **1.11. Operacionalización de Variables**

2  
3

Tabla 1.  
*Operacionalización de Variables*

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Fórmula
<b>Independiente</b> Propuesta de mejora en la gestión de producción, logística y mantenimiento.	La propuesta de mejora en la gestión de producción reúne a un conjunto de actividades que crean valor en forma de bienes y servicios al transformar los insumos en productos terminados.  La propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento, agrupa un conjunto de actividades desarrolladas con el fin de asegurar que cualquier activo continúe desempeñando las funciones deseadas o de diseño.  La gestión logística, es la gestión del flujo de materias primas, productos, servicios e información a lo largo de toda la cadena de suministro de un producto o servicio.	La propuesta permite mejorar las gestiones de producción, logística y mantenimiento, incrementando con ello, la rentabilidad de la empresa	<b>PRODUCCIÓN</b>	Productividad	$(Prod_1 - prod_0) \times Rentabilidad$
				Producción perdida por desplazamientos	$(Tpo\ camina_1 - Tpo\ camina_0) \times prod \times rentab$
				Producción reprocesada	$(Reprocesos_1 - Reprocesos_0) \times Rentabilidad$
<b>LOGÍSTICA</b>	Compras reactivas	$(Costo\ reactivo - Costo\ std) \times Compra$			
<b>Dependiente</b> Rentabilidad de la empresa fabricante de tacos de poli cloruro de vinilo de la ciudad de Trujillo, 2020.	Obtención de ganancias a partir de una cierta inversión. (RAE, 2012)	Capacidad de obtener ganancias a partir de una inversión, aplicando la propuesta de mejora en la gestión de producción, logística y mantenimiento.	<b>RETORNO DE LA INVERSIÓN</b>	Relación entre las ganancias que se esperan obtener sobre la inversión	$\frac{Utilidad}{Ventas\ netas}$

4

5

Fuente. Elaboración Propia

## CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

En el presente trabajo, aplica herramientas de mejora en la gestión de producción, logística y mantenimiento. Es de investigación por el Diseño es Diagnóstica y propositiva, porque, como dice Gallego (2017), utiliza un conjunto de técnicas y procedimientos con la finalidad de diagnosticar y resolver problemas fundamentales; encontrar respuestas a preguntas científicamente preparadas; estudiar la relación entre factores y acontecimientos o a generar conocimientos científicos, que conlleven a incrementar la rentabilidad de la empresa fabricante de tacos de poli cloruro de vinilo, ubicada en la ciudad de Trujillo.

### 2.2. Técnicas e Instrumentos

En la siguiente tabla se detallan las técnicas e instrumentos a utilizar en el estudio:

Tabla 2.  
*Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos*

TÉCNICA	JUSTIFICACIÓN	INSTRUMENTOS	APLICADO EN
<b>Observación de campo</b>	Permitió observar las áreas de la empresa, las actividades, procesos y problemas en ellos.	-Cuaderno de apuntes -Cámara fotográfica -Cronómetro	En el área de producción, logística y mantenimiento.
<b>Entrevista</b>	Permitió obtener mayor detalle del funcionamiento y gestión de la empresa.	-Guía de entrevista-cuestionario -Cuaderno de apuntes. -Cámara fotográfica	En el sub gerente general
<b>Análisis de documentos</b>	Permitió descifrar información solicitada obteniendo una base de datos de los procesos de producción.	-Microsoft Excel -Laptop -Cuaderno de apuntes	Base de datos de la empresa en estudio.
<b>Encuesta</b>	Permitió analizar los factores que intervienen en la producción, específicamente en la mano de obra.	-Cámara fotográfica -Guía de encuesta -Lapiceros	Personas que labora en el área de producción.

Fuente. Elaboración propia

#### Observación directa

#### Objetivo:

Identificar fallas críticas en el área de producción, logística y mantenimiento y las consecuencias que este genera con respecto a su rentabilidad.

**Procedimiento:**

Mantener un seguimiento continuo, toma de tiempos, entre otros; de los procesos en las áreas de producción, logística y mantenimiento de la empresa.

**Instrumentos:**

Breviario de apuntes y lápices.

**Entrevista**

La entrevista se realizará al dueño de la empresa.

**Objetivo:**

Determinar la situación actual de la empresa, conocer con mayor detalle el funcionamiento y gestión de la empresa. De tal modo, puntualizar los problemas fundamentales en las áreas de producción, mantenimiento y logística que están directamente relacionados con la baja rentabilidad.

**Parámetros:**

Duración: 45 minutos

Lugar: Oficina del gerente

**Procedimiento:**

Con el fin de obtener la información necesaria para conocer dicha problemática, se procede a realizar una sucesión de preguntas.

**Instrumentos:**

Guía de entrevista, cámara fotográfica y lapiceros.

### **Análisis de documentos**

#### **Objetivo:**

Indagar la problemática en documentos físicos y virtuales, que mantenga la empresa y contrastarlos con lo observado.

#### **Procedimiento:**

Organizar los instrumentos adecuados para realizar el análisis de documentación histórica.

#### **Instrumentos:**

USB, laptop, breviarío de apuntes, lapicero.

### **Encuesta**

#### **Objetivo:**

Obtener información de todos los procesos del área de producción y calidad para verificar el periodo de producción y la ejecución de los trabajadores. Se aplican las encuestas a expertos para conocer más de las causas raíces.

#### **Parámetros:**

Duración: 50 minutos

Lugar: Empresa fabricante de tacos de poli cloruro de vinilo de la ciudad de

#### **Procedimiento:**

Realizar una serie de preguntas al sub gerente general, fin de conocer los puntos resaltantes del área.

#### **Instrumentos:**

- Guía de encuesta, lapiceros y cámara fotográfica.

- Estadísticas de producción y ventas oficiales.
- Estadística aplicada.

Los resultados obtenidos se muestran mediante las siguientes herramientas:

Tabla 3.  
*Instrumentos y métodos de procesamiento de datos*

<b>Herramienta</b>	<b>Descripción</b>
Diagrama de Ishikawa	Se elabora un Diagrama Ishikawa para plasmar las causas raíces.
Matriz de priorización	Se utiliza con el fin de ordenar las causas raíces halladas de acuerdo a su impacto económico en el periodo 2020.
Pareto	Esta herramienta permite obtener las causas raíces que generan un 80% de impacto en el problema de baja rentabilidad.
Matriz de indicadores	Se elaboran indicadores para medir el impacto de la mejora en cada causa raíz.
Diagrama de análisis de procesos	Se elabora para determinar las actividades productivas e improductivas presentes en el proceso de producción.

Fuente. Elaboración propia

### **Procesamiento de información**

Para analizar los datos se ha utilizado Microsoft Office Excel, para el cálculo de indicadores y valores en general que forman parte de la presente investigación.

### 2.3. Procedimiento

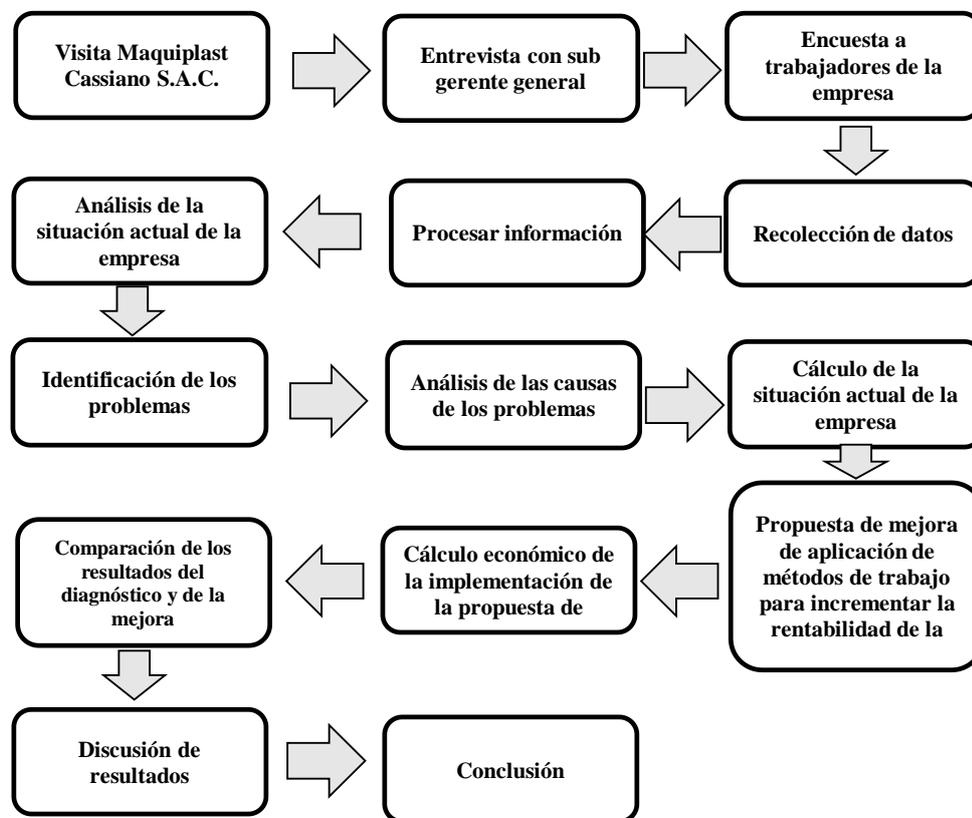


Figura 4. Procedimiento de trabajo en la empresa fabricante de tacos de poli cloruro de vinilo

Fuente. Elaboración propia

### Generalidades de la empresa

#### 2.3.1. Misión y Visión

##### Misión:

Somos una industria peruana que ofrece productos de óptima calidad; con la finalidad de obtener un alto grado de satisfacción de nuestros clientes, teniendo como principios la mejora continua, responsabilidad social y respeto al medio ambiente.

##### Visión:

Ser una industria peruana reconocida por su alto nivel de calidad, con liderazgo en los productos y servicios que brindamos, para el mercado nacional e internacional.

### 2.3.2. Organigrama

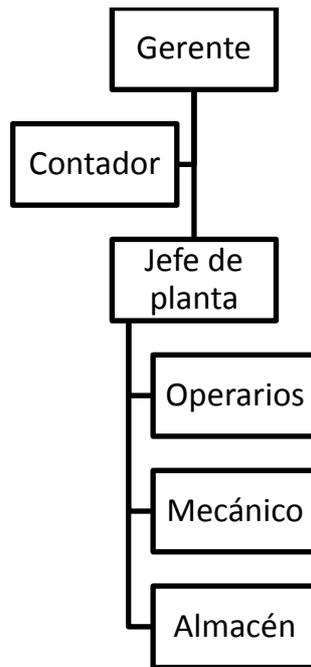


Figura 5. Organigrama de la empresa

Fuente. Elaboración propia

### 2.3.3. Distribución de la Empresa

#### 2.3.3.1 Maquinaria

<b>MÁQUINA INYECTORA DE PLÁSTICO (PVC)</b>	
<b>&gt; Función</b>	
Inyectar el pvc molido, en un molde de aluminio.	
<b>&gt; Descripción de la operación</b>	
El microprocesador ejecuta los programas que tiene instalados , cuando el PVC molido este en la Tolva de la máquina .Una vez llenado el material, el cilindro de plastificación o inyección , transforma él solido de PVC en liquido , en una temperatura estándar de 200 C° a un tiempo de 30 segundos.Lugo de ser transformado , el vástago expulsa el material liquido al molde fijo en la máquina .	
<b>&gt; Descripción de la máquina</b>	
Las partes principales de la máquina de inyección son : El grupo de cierre , el grupo de inyección ; el sistema hidráulico y el sistema microprocesador. El grupo de cierre esta conformado por el plato fijo , que sujeta uno de los semimoldes; el dispositivo de extracción , donde por expulsión atraviesan los orificios ,llegando hasta la placa eyectora de molde.El grupo de inyección tiene como piezas fundamentales al cilindro de plastificación o inyección ; la boquilla , los termopares y la tolva.El sistema hidráulico , contiene una bomba y motores electricos.El microprocesador , tiene varias funciones , una de ellas es controlar la temperatura ; la presión de expulsión y la velocidad con la que se quiere trabajar.	
<b>MÁQUINA INYECTORA</b>	
<b>Marca</b>	HQT-580
<b>Tipo</b>	Inyectora
<b>Motor</b>	
<b>Marca</b>	-
<b>Potencia</b>	12 HP
<b>Voltaje</b>	220/380/440
<b>Amperaje</b>	43/24.8/21.5
<b>Frecuencia</b>	60Hz
<b>Año de adquisición</b>	2006

Figura 6. Descripción de la inyectora

Fuente. Elaboración propia

<b>MÁQUINA MOLEDORA</b>	
<b>&gt; Función</b>	
Moler el material de PVC en una tolva	
<b>&gt; Descripción de la operación</b>	
El operario encargado de cargar los materiales , pone un saco de 35 kg de PVC en la tolva, luego el motor de la máquina se encarga de molerlo durante 10 minutos. Luego el operario saca el material molido para ser llevado a la máquina siguiente.	
<b>&gt; Descripción de la máquina</b>	
<p>Básicamente, están constituidos por una tolva de alimentación del material, cuya abertura inferior define la capacidad volumétrica del molino. También la define el diámetro del rotor, que a su vez es indicativo del volumen de piezas que se alimentan. Ésta da acceso a la cámara de molienda, en que se encuentra un rotor portacuchillas y un estátor con otra cuchilla, produciéndose en ambas el corte del material.</p> <p>En la parte inferior de la cámara se encuentra un tamiz que define la granulometría del PVC, preestablecido por la holgura entre las cuchillas del estátor y las del rotor. Este último recircula el material cuyo tamaño exceda al de las aberturas del tamiz.</p>	
<b>MÁQUINA MOLEDORA</b>	
<b>Marca</b>	QR1700-2100
<b>Tipo</b>	Trituradora
<b>Motor</b>	
<b>Marca</b>	Siemens
<b>Potencia</b>	5 HP
<b>Voltaje</b>	220/380
<b>Amperaje</b>	13.5/7.7
<b>Frecuencia</b>	60Hz
<b>Año de adquisición</b>	2006

Figura 7. Descripción del molino

Fuente. Elaboración propia

<b>MÁQUINA DE LIJADO</b>	
<b>&gt; Función</b>	
Lijar los tacos para terminar el proceso de la producción	
<b>&gt; Descripción de la operación</b>	
Los tacos que ya han sido enfriados, son recogidos por el operario para llevarlo a la máquina de lijado. En este proceso, se lija todos aquellos que tienen un ligero defecto, como residuos por los costados o material acumulado. El tiempo de lijado depende del estado del taco.	
<b>&gt; Descripción de la máquina</b>	
<p>Esta máquina tiene una banda, cinta o cinturón de material abrasivo (papel de lija) que gira de forma continua sobre dos rodillos para nivelar superficies mediante la remoción de grandes cantidades de material en un corto tiempo.</p> <p>La tasa de remoción del material y la calidad de la superficie que produce esta lijadora de banda están determinadas, principalmente, por el grado y el tipo de la banda de lija, así como de la velocidad preseleccionada de la banda. Cuanto mayor sea la velocidad, más material se extrae y más fina queda la superficie lijada.</p>	
<b>MÁQUINA INYECTORA</b>	
<b>Marca</b>	7640 - 900
<b>Tipo</b>	Inyectora
<b>Motor</b>	
<b>Marca</b>	Siemens
<b>Potencia</b>	2 HP
<b>Voltaje</b>	110/220
<b>Amperaje</b>	3.5/5
<b>Frecuencia</b>	60Hz
<b>Año de adquisición</b>	2008

*Figura 8.* Descripción de la lijadora

Fuente. Elaboración propia

### 2.3.3.2 Layout

#### LAYOUT ACTUAL



*Figura 9. Layout actual*

Fuente. Elaboración propia

### 2.3.4. Clientes

- Fábrica de calzado Líder S.A.C.
- Hormas Mora S.A.C.
- Mazuka E.I.R.L.
- Mnufacturas Claudinne S.A.C..
- Calzature Fellor E.I.R.L.
- Calzados Modatecc E.I.R.L.

- Foresta internacional S.R.L.
- Paolla Della Flores S.A.C.
- Industrias Castelli S.A.C.
- Industrias Laster S.A.C
- Industrias Manrique S.A.C.
- Manufactura calzado Mini S.A.- Lumber Jack
- Fábrica de calzado Tangüis S.A.C.
- Trade Sandder Group S.A.C.
- Verona CalZado S.A.C.
- Wellco Peruana S.A.C.
- Caribi S.A.C.
- Calzados Winner S.A.C
- Creaciones D´Kimber S.A.C.
- D´Ellas S.A.C.

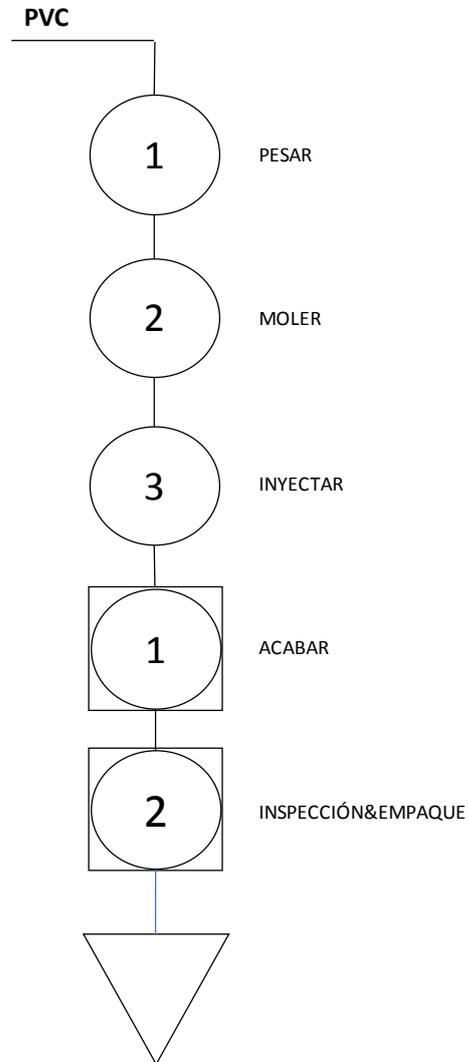
#### **2.3.5. Proveedores**

- Polinplast S.A.C.
- Tecnoquim S.A.C.
- Platers S.A.C
- Cominter S.A.C.
- Su Color Ferreteria&Pinturas S.A.C.
- Mathiesen Perú S.A.C.

#### **2.3.6. Principales Productos y/o servicios**

- Tacos para calzado de damas

### 2.3.7. Diagrama de Proceso productivo de la Empresa



Operaciones	03
Operaciones combinadas	02
Almacenamiento	01

Figura 10. Diagrama de operaciones actual

Fuente. Elaboración propia

### 2.3.8. FODA

Tabla 4.  
*FODA de la empresa*

<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
1. Empresa con experiencia	1. Ventas perdidas por rotura de stocks
2. Clientes fidelizados	2. Compras reactivas
3. Producto de buena calidad	3. Mantenimiento correctivo únicamente
4. Atención rápida	4. Poca innovación de productos y materiales
5. Ubicada en zona de producción de zapatos	5. Maquinaria antigua
6. Buen precio de venta	6. Poca capacidad de crecimiento
7. Atiende lotes	7. Falta capacitación a su personal
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
1. Nuevos mercados	1. Obsolescencia de la maquinaria
2. Nuevos productos	2. Mayores exigencias ambientales
3. Otros materiales	3. Producto importado más barato
4. Nuevos clientes	4. Mayor competencia reduciría márgenes
5. Reducción de costos	5. Obsolescencia podría ocasionar falta de repuestos
6. Eliminación de ventas frustradas	6. Fuga de operarios por mejores condiciones
7. Incrementar capacidad de producción	7. Incremento precio de pvc

Fuente. Elaboración Propia



Figura 11. Cadena de Valor

Fuente. Elaboración propia

**2.3.9. VSM de la empresa**

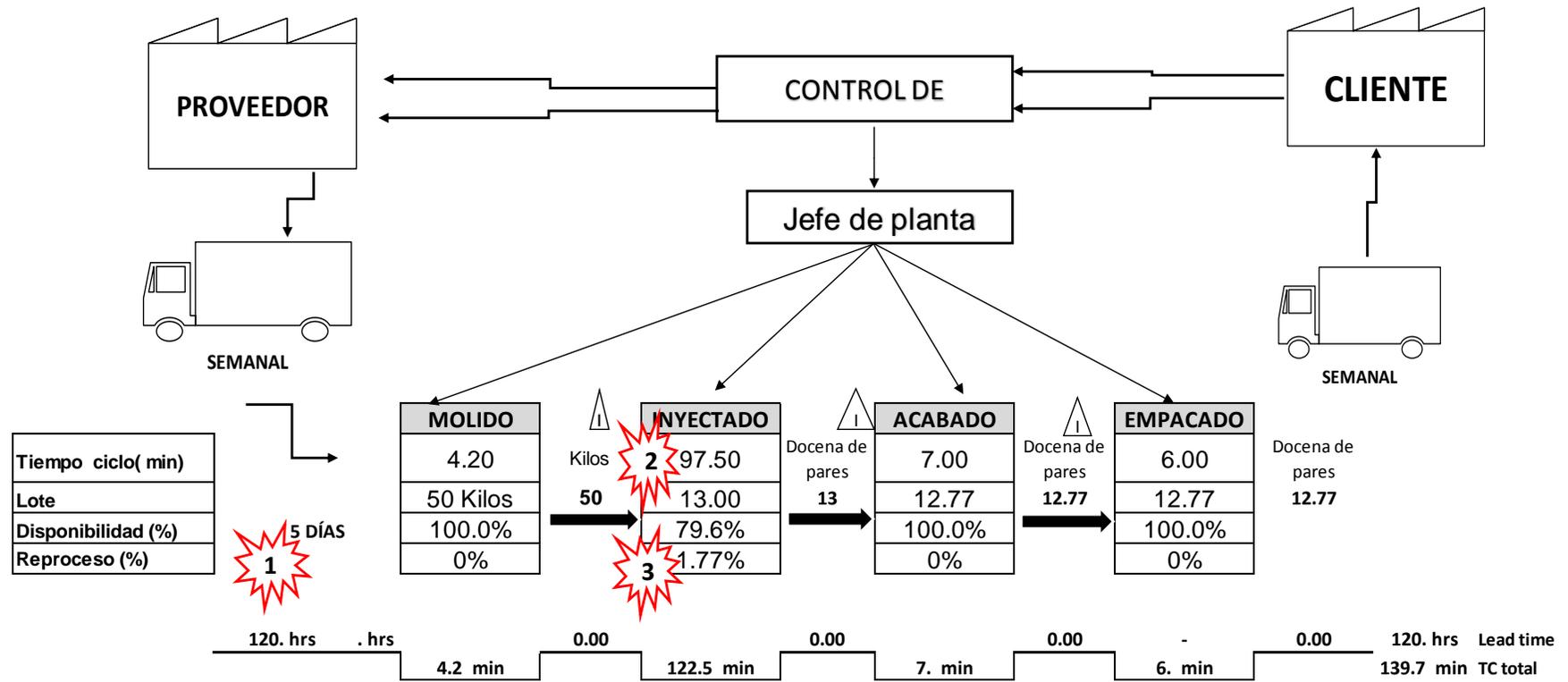


Figura 12. VSM de la empresa

Fuente. Elaboración propia

### 2.3.10. Mapa de Procesos

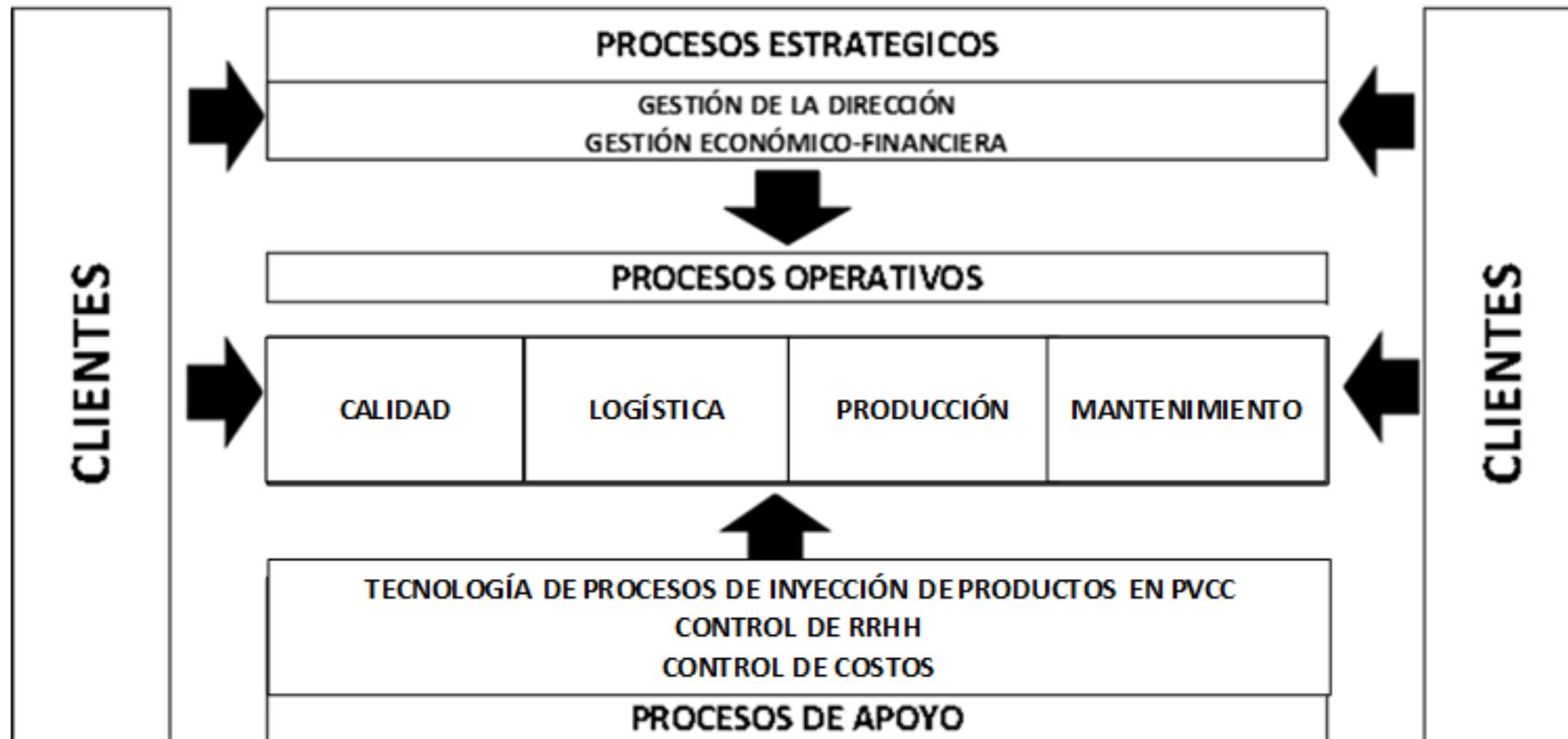


Figura 13. Mapa de procesos

Fuente. Elaboración propia



## Matriz de Priorización de las causas raíces

La siguiente priorización de las causas raíces se hizo según el criterio de los directivos de la empresa, basándose en el VSM que se mostró anteriormente.

Tabla 5.  
*Opinión de los directivos de la empresa*

		Gerente	Jefe planta	Contador	Total	%	% acum
CR1	Falta Estudio de tiempos	10	10	10	30	19%	19%
CR2	Planeamiento deficiente	10	10	10	30	19%	38%
CR3	Falta mantenimiento preventivo	9	9	8	26	17%	55%
CR4	Falta capacitación	9	8	7	24	15%	71%
CR5	Layout deficiente	8	9	7	24	15%	86%
CR6	Documentos desordenados	9	5	8	22	14%	100%

Fuente. Directivos de la empresa

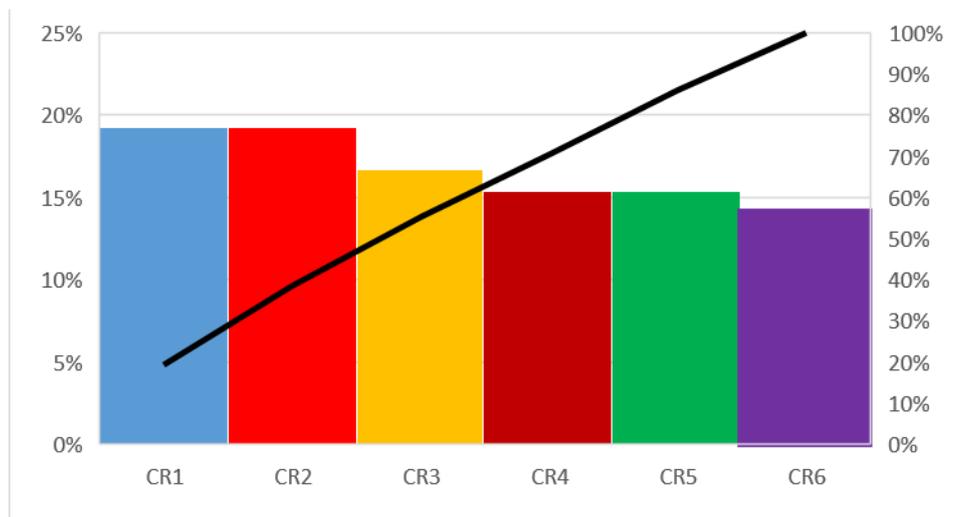


Figura 15. Pareto de causas raíces de la problemática

Fuente. Elaboración propia

### Identificación de indicadores

N° Causa	Causa Raíz	Indicador	Fórmula	Valor Actual	Pérdida	Valor Meta	Pérdida	Beneficio	Herramienta	Métodos	Inversión
CR1	Falta estudio de tiempos	Costo anual de mano de obra	$\frac{\text{Programa anual}}{\text{Productividad}} \times \text{Jornales}$	$\frac{80 \text{ doc} \times 353 \text{ días} \times 5 \text{ op} \times S/5}{8 \text{ doc/hora}}$	S/. 88,250	$\frac{80 \text{ doc} \times 353 \text{ días} \times 5 \text{ op} \times S/5}{9.32 \text{ doc/hora}}$	S/. 75,751	S/. 12,500	Estudio del trabajo	Estudio de tiempos	Cadena Transportadora S/6,835
CR2	Planeamiento deficiente	Utilidad perdida por planeamiento	$\frac{1274}{22,466} = 5.6\%$ $1,274 \times S/14.48$	5.60%	S/18,442	1.0%	S/. 3,293	S/15,149	Gestión táctica	Pronóstico	
CR3	Falta mantenimiento preventivo	Ventas perdidas por falta de mantenimiento preventivo	Lucro cesante	$8 \text{ doc/hora} \times 420 \text{ horas} \times S/14.46/\text{doc}$ $\frac{420 \text{ horas}}{353 \text{ días} \times 10 \text{ horas}} = 11.9\%$	S/. 48,586	2.0%	S/. 4,752	S/. 43,834	Gestión de mantenimiento	AMFE Criticidad Plan M.P.	Capacitación S/15,150
CR4	Falta capacitación	Sobrecosto de reprocesos	$\sum \text{doc reproc} \times \Delta \text{margen}$	$397 \text{ doc/hora} \times S/8.88/\text{doc}$ $\frac{397 \text{ doc}}{23,740 \text{ doc}} = 1.7\%$	S/. 3,525	0.50%	S/. 1,037	S/. 2,488	Estudio del trabajo	Capacitación técnica	
CR5	Layout deficiente	Lucro cesante del tiempo en desplazamiento	$\frac{\text{Distancia}}{\text{Velocidad}} \times \frac{\text{Utilidad}}{\text{Hora}}$	$\frac{290 \text{ M} \times 353 \text{ días} \times 8 \text{ doc/h} \times S/14.48}{2 \text{ Km/h}}$	S/. 5,929	$\frac{99 \text{ M} \times 353 \text{ días} \times 8 \text{ doc/h} \times S/14.48}{2 \text{ Km/h}}$	S/. 2,024	S/. 3,905	Estudio del trabajo	Muther	Transportador entre máquina S/6,835 Transportador alimentador (2) S/17,959

Figura 16. Matriz de indicadores

Fuente. Elaboración propia

## 2.4. Solución propuesta

### 2.4.1. Descripción de causas raíces

#### **Descripción de la Causa raíz 1: Falta estudio de tiempos**

Actualmente se asigna empíricamente el plan de producción. La empresa labora jornadas de 10 horas diarias, todos los días, salvo algunos feriados. El año pasado operaron 353 días, con una tarea de 80 docenas de tacos por día.

Nunca se ha hecho un estudio de tiempos que permita encomendar tareas justas a los operarios.

#### **Descripción de la Causa raíz 2: Planeamiento deficiente**

El planeamiento de producción es empírico. La falta de aplicar pronósticos de manera técnica, conllevó a que la empresa deje de vender 1,274 docenas, por rotura de stock de producto terminado. Considerando una ganancia de S/14.42 por docena, el perjuicio en la utilidad anual fue S/18,442.

#### **Descripción de la Causa raíz 3: Falta mantenimiento preventivo**

La maquinaria de la empresa recibe únicamente mantenimiento correctivo, cada vez que sucede la falla o esta se muestra evidentemente.

El proceso productivo es exigente. Laboran todos los días de mes, por lo que las reparaciones suelen hacerse, sacrificando tiempo de producción.

La disponibilidad de la inyectora fue de solo 88.1%. Por esta razón, perdió una utilidad de S/48,586 por 420 horas de máquinas paralizadas,

con una productividad estándar de 8 docenas/hora y una utilidad de S/14.48 por docena.

#### **Descripción de la Causa raíz 4: Falta capacitación**

Las especificaciones técnicas de la materia prima varían con cierta frecuencia, más aún cuando proviene de compras reactivas. Esto exige que la temperatura, presión y velocidad de la máquina se revisen ajusten.

El personal no ha sido capacitado debidamente en el manejo y regulación.

Trabajan guiados por la experiencia que han ido ganando en el puesto y esto resulta insuficiente. Por esta razón, el año pasado reprocesaron el 1.7% ó 397 docenas. El sobre costo fue S/3,525.

El nivel educativo y de competencias de los operarios actuales, se presentan a continuación.

}

Tabla 6.  
*Perfil del auxiliar de producción*

MAQUIPLAST CASSIANO S.A.C.	MANUAL DE PERFILES DE PUESTO	<b>CODIGO:</b>
		Emisión 01/12/19
TALENTO HUMANO	AUXILIAR DE PRODUCCIÓN	Edición: 1
		Página :1

<b>1. Información general del puesto :</b>	
<b>Nombre del puesto :</b>	Auxiliar de producción / día
<b>Departamento :</b>	Producción
<b>Jornada y Horario :</b>	Lunes a Viernes de 8:00 am a 12:00 pm y 13:00 pm a 18 :00 pm
<b>Jefe Inmediato :</b>	Dueño de la empresa
<b>Supervisa directamente a :</b>	Ninguno
<b>Supervisa indirectamente a :</b>	Ninguno
<b>2. Requisitos :</b>	
<b>Nivel Académico :</b>	Primaria completa
<b>Experiencia :</b>	Ninguna
<b>Edad :</b>	18-35 años
<b>Sexo :</b>	Masculino
<b>Conocimientos :</b>	Electricidad basica , Maquinaria basica.
<b>Habilidades :</b>	Motrocidad para realizar trabajos pesados

Fuente. La empresa

Tabla 7.  
*Perfil del operador de máquina*

MAQUIPLAST CASSIANO S.A.C.	MANUAL DE PERFILES DE PUESTO	<b>CODIGO:</b>
		Emisión 01/12/19
TALENTO HUMANO	OPERADOR DE MAQUINARIA	Edición: 1
		Página :2

<b>1. Información general del puesto :</b>	
<b>Nombre del puesto :</b>	Operador de la maquina inyectora /dia
<b>Departamento :</b>	Producción
<b>Jornada y Horario :</b>	Lunes a Viernes de 8:00 am a 12:00 pm y 13:00 pm a 18 :00 pm
<b>Jefe Inmediato :</b>	Dueño de la empresa
<b>Supervisa directamente a :</b>	Ninguno
<b>Supervisa indirectamente a :</b>	Auxiliar de producción
<b>2. Requisitos :</b>	
<b>Nivel Académico :</b>	Técnico en mantenimiento
<b>Experiencia :</b>	1 año
<b>Edad :</b>	18-35 años
<b>Sexo :</b>	Masculino
<b>Conocimientos :</b>	Manejo de maquinas a nivel intermedio, Buenas practicas de manufactura, Procesos de producción, Orden y Limpieza
<b>Habilidades :</b>	Motricidad para realizar monótonos , habilidad numerica, Habilidad para resolver problemas, Comunicación fluida

Fuente. La empresa

Tabla 8.  
*Perfil del operario de acabado*

MAQUIPLAST CASSIANO S.A.C.	MANUAL DE PERFILES DE PUESTO	CODIGO:
		Emisión 01/12/19
TALENTO HUMANO	OPERARIO DE ACABADO	Edición: 1
		Página :3

<b>1. Información general del puesto :</b>	
Nombre del puesto :	Operario en realizar acabado /dia
Departamento :	Producción
Jornada y Horario :	Lunes a Viernes de 8:00 am a 12:00 pm y 13:00 pm a 18 :00 pm
Jefe Inmediato :	Dueño de la empresa
Supervisa directamente a :	Ninguno
Supervisa indirectamente a :	Auxiliar de produccion
<b>2. Requisitos :</b>	
Nivel Académico :	Secundaria completa
Experiencia :	Ninguna
Edad :	18-35 años
Sexo :	Masculino
Conocimientos :	Electrecidad basica , Maquinaria basica. Procesos de producción, Orden y Limpieza
Habilidades :	Motricidad para realizar trabajos bajo presión , habilidad numerica,comunicación fluida

Fuente. La empresa

### **Descripción de Causa raíz 5: *Layout* deficiente**

Las máquinas de producción se instalaron sin el criterio de ahorro de tiempos en los desplazamientos.

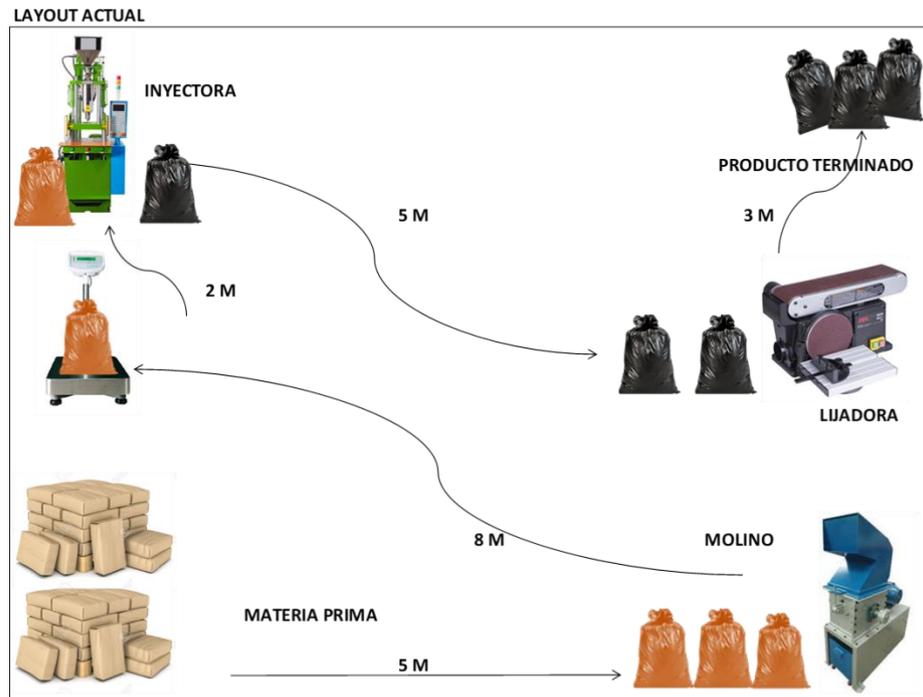


Figura 17. Layout actual

Fuente. Elaboración propia

Los operarios recorren en conjunto, 290 metros diarios entre las diferentes operaciones.

Actual

Desde:	A:	Distancia (M)	Frecuencia/día	Distancia (M)
Materia prima	Molino	5	7	35
Molino	Balanza	8	14	112
Balanza	Inyectora	2	14	28
Inyectora	Lijadora	5	14	70
Lijadora	Producto terminado	3	14	42
Prod terminado	Lijadora (reproceso)	3	1	3
<b>Total</b>				<b>290</b>

Figura 18. Desplazamientos con layout actual

Fuente. Elaboración propia

Considerando que mantienen la misma rutina todo el año y que la caminata la realizan a 2 Km/Hora, el recorrido del personal en conjunto es 51 Km/año. Siendo la productividad 8 docena/hora y la rentabilidad

es S/14.48/docena, el lucro cesante del tiempo de desplazamiento improductivo es S/5,929

#### 2.4.2. Monetización de pérdidas

##### **Monetización de la CR1: Falta estudio de tiempos**

Actualmente la empresa asigna una tarea de 8 docenas de tacos/hora. Con el estudio de tiempos que se realizó, se determinó que la actividad más larga era la inyección de los tacos y tomaba 83.6 minutos por cada *batch* de 50 kilos de *pvc*, que producen 13 docenas de tacos.

Es decir, se podría asignar una tarea de 9.32 docenas/hora.

De esta manera, las 80 docenas diarias a producir en 353 días de labor anual, se podrían realizar en solo 303 días.

Considerando que la planilla es de 5 operarios que reciben jornales de S/5, el sobre costo anual sería S/12,500.

##### **Monetización de la CR2: planeamiento deficiente**

La empresa perdió la venta de 1,274 docenas de tacos, por rotura de inventario de producto terminado.

El costo de los tacos es el siguiente:

Tabla 9.  
*Costo de docena de tacos*

Costo de producción de 1 docena	S/35.52
Utilidad	S/14.48
Valor venta de 1 docena	S/50.00

Fuente. La empresa

Multiplicando las docenas que se dejaron de vender, por la utilidad por docena, se obtiene que el lucro cesante fue S/18,442

### **Monetización de la CR3: Falta mantenimiento preventivo**

El año pasado hubo un total de paralizaciones de 420 horas en horario de producción, por desperfectos en la maquinaria, que al no haber mantenimiento preventivo que los detectara oportunamente, ocasionaron rotura de stock.

Considerando que la productividad asignada es 8 docenas/hora y la rentabilidad es S/14.48 por docena, el lucro cesante de la falta de mantenimiento preventivo fue S/48,585

### **Monetización de la CR4: Falta capacitación**

La falta de capacitación causó que se requirieran reprocesar el 1.7% de la producción o 397 docenas.

El reproceso, tiene un sobre costo asignado del 25% del costo de producción, reseñado en la anterior causa. Con el esto, el producto reprocesado tiene el siguiente costo y margen.

Tabla 10.  
*Costo de tacos reprocesados*

Costo de producción/docena	S/ 44.40
Margen/docena	S/ 5.60
Valor venta/docena	S/ 50.00

Fuente. Empresa fabricante de tacos de poli cloruro de vinilo de la ciudad de Trujillo

El margen se reduce en S/8.88/docena. Con esta información se determina que la pérdida en la utilidad por reproceso fue 397 docenas x S/8.88 = S/3,525

### **Monetización de la CR5: Layout deficiente**

Los operarios recorren diariamente 290 metros cumpliendo las diferentes operaciones. En el año han laborado 353 días.

Estimando que la velocidad con la que transitan es 2 Km/hora, han consumido 51.19 horas/año en desplazamiento.

Como la productividad asignada es 8 docenas/hora y el margen de utilidad S/14.48, el perjuicio por el layout deficiente fue S/5,929.

### 2.4.3. Solución Propuesta

#### Solución propuesta de la CR1: Falta estudio de tiempos

Se hizo un estudio de tiempos, con horario aleatorio de muestreo. Se comprobó que el número de muestras sea representativo en función de su desviación estándar.

El promedio fue normalizado con el factor de actuación del operario, que se determinó con la presencia del gerente de la empresa.

Finalmente, se le añadieron los suplementos de la OIT, de acuerdo a la naturaleza y condiciones de las actividades, para obtener los siguientes tiempos estándar:



Figura 19. Tiempos estándar de la fabricación de tacos

Fuente. Elaboración propia

El tiempo de ciclo lo da la actividad más larga, en este caso es la inyección, con un tiempo estándar de 83.6 minutos para inyectar 50 kilos de pvc y convertirlo en 13 docenas de pares de tacos para calzado de damas. Vale decir 9.32 docenas/hora

En consecuencia, las 353 jornadas de 10 horas requeridas actualmente, se reducirían únicamente a 303

$$\frac{353 \text{ jornadas} \times 10 \text{ horas} \times 8 \frac{\text{doc}}{\text{hora}}}{9.32 \frac{\text{doc}}{\text{hora}} \times 10 \text{ horas}} = 303 \text{ jornadas}$$

Considerando que se reducirán 50 turnos con un costo total de jornales de S/250, el ahorro será s/12,500

A continuación, se muestra el estudio de tiempos realizado

	Moler y pesar 50 Kg de pvc		Traslado de 50 kg de pvc a inyectora		Alimentar 50 Kg de pvc inyectora		Inyectar 13 docenas de tacos		Inspección 13 docenas de tacos		Acabado de 13 docenas de tacos		Embolsado de 13 docenas de tacos	
	Tiempo (t) (min)	t <sup>2</sup>	Tiempo (t) (min)	t <sup>2</sup>	Tiempo (t) (min)	t <sup>2</sup>	Tiempo (t) (min)	t <sup>2</sup>	Tiempo (t) (min)	t <sup>2</sup>	Tiempo (t) (min)	t <sup>2</sup>	Tiempo (t) (min)	t <sup>2</sup>
1	4.1	16.81	1.0	1	2.4	6	71.0	5,041.0	5.20	27.0	6.0	36.0	5.0	25.0
2	3.8	14.44	1.1	1	2.2	5	71.5	5,112.3	5.00	25.0	6.2	38.4	5.2	27.0
3	4.2	17.64	1.0	1	2.2	5	70.5	4,970.3	4.90	24.0	5.8	33.6	5.0	25.0
4	3.7	13.69	1.1	1	2.4	6	71.2	5,069.4	5.20	27.0	6.0	36.0	5.3	28.1
5	3.9	15.21	1.0	1	2.5	6	70.5	4,970.3	5.10	26.0	5.9	34.8	5.2	27.0
6	3.8	14.44	1.1	1	2.4	6	71.0	5,041.0	4.80	23.0	5.8	33.6	5.0	25.0
7														
Σ	23.5	92	6.3	7	14.1	33	425.7	30,204	30.20	152	35.7	213	30.7	157
<b>Tiempo promedio</b>	<b>3.9</b>	min	<b>1.1</b>	Seg	<b>2.4</b>	Seg	<b>71.0</b>	Seg	<b>5.0</b>	Seg	<b>6.0</b>	Seg	<b>5.1</b>	Seg
Desviación Std	0.19		0.05		0.12		0.39		0.16		0.15		0.13	
<b>Tamaño de muestra</b>	<b>3</b>		<b>4</b>		<b>4</b>		<b>0</b>		<b>1</b>		<b>1</b>		<b>1</b>	
Factor de actuación	95%		95%		95%		95%		95%		95%		95%	
<b>Tiempo Normal</b>	<b>3.7</b>	min	<b>1.11</b>	min	<b>2.47</b>	min	<b>74.68</b>	min	<b>5.30</b>	min	<b>6.3</b>	min	<b>5.4</b>	min
<b>Suplementos</b>														
Necesidades personales	4%	0.149		0.044		0.099		2.987		0.212		0.251		0.215
Cansancio físico	4%	0.149		0.044		0.099		2.987		0.212		0.251		0.215
Por trabajar de pie	4%	0.149		0.044		0.099		2.987		0.212		0.251		0.215
	<b>Tpo Std 50 Kg</b>	4.2		<b>Tpo Std 50 Kg</b>	1.2		<b>Tpo Std 50 Kg</b>	2.8		<b>Tpo Std 13 doc</b>	5.9		<b>Tpo Std 13 doc</b>	7.0
								83.6						6.0

Figura 20. Estudio de tiempos de operaciones de la fabricación de 13 docenas de tacos

Fuente. Elaboración propia

### Solución propuesta de la CR2: Planeamiento deficiente

En el siguiente cuadro se muestran las ventas efectivas y también las pérdidas por rotura de inventario del 2019.

Tabla 11.  
*Producción y ventas de tacos 2019*

<b>Docenas 2019</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Total unid</b>	<b>Valor venta</b>	<b>Utilidad</b>
Producción	1,872	1,904	2,058	1,685	1,800	1,926	1,786	1,992	1,968	1,704	1,776	1,995	22,466		
Pedidos	1,725	2,115	1,985	2,144	2,004	1,650	2,004	2,252	1,900	1,750	2,010	2,201	23,740		
Venta	1,725	2,051	1,985	1,758	1,800	1,650	2,004	2,050	1,900	1,750	1,798	1,995	22,466	S/ 1,123,320	S/325,313
Saldo	147	-	73	-	-	276	58	-	68	22	-	-			
<b>Venta perdida</b>	-	-	<b>64</b>	-	-	<b>386</b>	-	<b>204</b>	-	-	-	<b>212</b>	-	<b>206</b>	<b>1,274</b>
															<b>Lucro cesante : S/18,442</b>

Fuente. Elaboración propia

Las ventas, producción y ventas perdidas del año anterior, 2018, se consignan en la siguiente tabla.

Tabla 12.  
*Producción y ventas de tacos 2018*

<b>Docenas 2018</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Total unid</b>	<b>Valor venta</b>	<b>Utilidad</b>
Producción	1,848	1,971	2,034	1,706	1,776	1,879	1,763	2,040	1,944	1,656	1,728	1,972	22,318		
Pedidos	1,680	2,220	1,995	2,112	1,986	1,590	1,980	2,200	1,800	1,715	2,022	2,120	23,420		
Venta	1,680	2,139	1,995	1,745	1,776	1,590	1,980	2,112	1,800	1,715	1,813	1,972	22,318	S/ 1,115,880	S/323,159
Saldo	168	-	39	-	-	289	72	-	144	85	-	-			
<b>Venta perdida</b>	-	-	<b>81</b>	-	-	<b>367</b>	-	<b>210</b>	-	-	-	<b>209</b>	-	<b>148</b>	<b>1,102</b>

Fuente. Elaboración propia

Seguidamente se determinan las ventas potenciales del año 2018, para utilizarla como referencia en el pronóstico del 2019

Ventas potenciales 2018 = Ventas efectivas + ventas perdidas											
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1,680	2,220	1,995	2,112	1,986	1,590	1,980	2,200	1,800	1,715	2,022	2,120

Figura 21. Ventas potenciales 2018

Fuente. Elaboración propia

A continuación, se obtuvo la línea de tendencia de las ventas potenciales, de la tabla anterior.

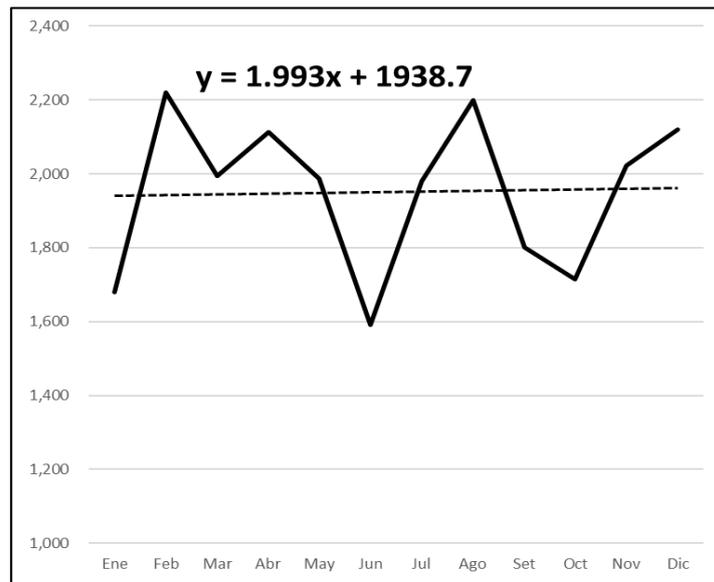


Figura 22. Tendencia ventas potenciales 2018

Fuente. Elaboración propia

Con la ecuación de la línea de tendencia, se procede a realizar el pronóstico por regresión lineal, pues si bien es cierto que la empresa labora todos los días, podría darse el caso que requiera incurrir en horas extras.

Los datos pronosticados reemplazan en la siguiente gráfica, a la fila de producción del año 2019, mostradas en la página anterior, para determinar el beneficio obtenido.

Tabla 13.  
Ventas y pronósticos de producción 2019

Docenas 2019	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Valor venta proyectado	Utilidad proyectada
<b>PRONOSTICADO</b>	1,965	1,967	1,969	1,971	1,973	1,975	1,977	1,979	1,981	1,983	1,985	1,987	<b>23,707</b>		
Pedidos	1,725	2,115	1,985	2,144	2,004	1,650	2,004	2,252	1,900	1,750	2,010	2,201	<b>23,740</b>		
Venta	1,725	2,115	1,985	2,045	1,973	1,650	2,004	2,252	1,900	1,750	2,010	2,201	<b>23,610</b>	S/ 1,180,499	S/341,872
Saldo	240	91	75	-	-	325	297	24	104	337	311	97			
<b>Venta perdida</b>	-	-	-	-	<b>99</b>	<b>31</b>	-	-	-	-	-	-	<b>130</b>		
													<b>Lucro cesante</b>	<b>S/ 1,883</b>	

Fuente. Elaboración propia

Se puede ver que las ventas perdidas del año 2019 fueron 1,274 docenas que originaron un lucro cesante de S/18,442. Aplicando los pronósticos señalados en la propuesta, las ventas perdidas se hubiesen reducido a 130 docenas, con un lucro cesante de S/1,883.

### **Solución propuesta de la CR3: Falta mantenimiento preventivo**

En primer lugar, se procedió a calcular el tiempo medio de reparaciones, MTTR y el tiempo medio entre fallas, MTBF, para poder dimensionar este problema, que incide fuertemente en la productividad y cumplimiento del programa de producción de tacos.

Seguidamente mostramos ambos indicadores, medidos para el molino de PVC y a la inyectora de tacos.

Tabla 14.  
*MTTR y MTBF de la inyectora*

	Inicio de reparación	Reanuda servicio	MTTR	MTBF
1	2/01/2019 08:40	3/01/2019 12:46	01 días y 04:06	
2	6/02/2019 10:42	6/02/2019 14:46	00 días y 04:04	813:56:00
3	8/02/2019 08:20	8/02/2019 16:45	00 días y 08:25	41:34:00
4	8/02/2019 16:50	8/02/2019 17:45	00 días y 00:55	0:05:00
5	10/02/2019 08:20	11/02/2019 17:45	01 días y 09:25	38:35:00
6	11/03/2019 08:40	12/03/2019 12:00	01 días y 03:20	662:55:00
7	12/03/2019 14:20	12/03/2019 14:30	00 días y 00:10	2:20:00
8	13/03/2019 08:20	13/03/2019 12:15	00 días y 03:55	710:35:00
9	14/03/2019 08:22	14/03/2019 12:15	00 días y 03:53	44:22:00
10	15/03/2019 09:20	16/03/2019 12:15	01 días y 02:55	66:50:00
11	16/03/2019 10:18	16/03/2019 12:15	00 días y 01:57	70:03:00
12	17/03/2019 11:16	18/03/2019 12:15	01 días y 00:59	71:01:00
13	18/03/2019 12:14	18/03/2019 13:15	00 días y 01:01	47:59:00
14	19/03/2019 11:12	20/03/2019 12:15	01 días y 01:03	70:57:00
15	15/04/2019 21:45	16/04/2019 09:00	00 días y 11:15	825:45:00
16	28/04/2019 08:18	28/04/2019 15:45	00 días y 07:27	979:03:00
17	1/05/2019 18:51	2/05/2019 02:30	00 días y 07:39	1182:36:00
18	26/05/2019 08:24	26/05/2019 09:15	00 días y 00:51	959:24:00
19	30/05/2019 11:57	2/06/2019 15:00	03 días y 03:03	1799:42:00
20	16/06/2019 08:30	16/06/2019 16:45	00 días y 08:15	1086:00:00
21	22/06/2019 13:03	23/06/2019 14:30	01 días y 01:27	2304:48:00
22	12/07/2019 12:36	12/07/2019 14:15	00 días y 01:39	957:36:00
23	8/05/2019 09:40	9/05/2019 15:30	01 días y 05:50	528:40:00
24	2/06/2019 09:45	2/06/2019 15:15	00 días y 05:30	570:15:00
25	12/06/2019 15:45	12/06/2019 16:46	00 días y 01:01	240:30:00
26	14/07/2019 08:45	15/07/2019 12:15	01 días y 03:30	759:59:00
27	12/08/2019 08:45	13/08/2019 15:15	01 días y 06:30	668:30:00
28	18/09/2019 08:15	18/09/2019 15:10	00 días y 06:55	857:00:00
29	28/11/2019 08:45	28/11/2019 15:46	00 días y 07:01	1697:35:00
30	30/11/2019 11:45	1/12/2019 14:20	01 días y 02:35	43:59:00
31	18/12/2019 14:45	19/12/2019 15:10	01 días y 00:25	408:25:00
32	20/12/2019 13:45	20/12/2019 15:46	00 días y 02:01	22:35:00
33	28/12/2019 08:45	28/12/2019 10:40	00 días y 01:55	184:59:00
34	30/12/2019 08:15	30/12/2019 09:10	00 días y 00:55	45:35:00
<b>Total</b>			20 días y 11:52	
<b>Promedio</b>			00 días y 14:28	23 días y 16:36
<b>Horas decimales</b>			12.32	572.27

Fuente. Cuaderno de mantenimiento mecánico

Tabla 15.  
*MTTR y MTBF del molino de pvc*

	Inicio de reparación	Reanuda servicio	MTTR	MTBF
1	2/01/2019 08:40	2/01/2019 09:46	00 días y 01:06	
2	5/02/2019 10:42	5/02/2019 14:46	00 días y 04:04	816:56:00
3	8/02/2019 08:20	8/02/2019 10:45	00 días y 02:25	65:34:00
4	11/03/2019 08:40	11/03/2019 15:15	00 días y 06:35	741:55:00
4	2/04/2019 11:45	2/04/2019 12:00	00 días y 00:15	524:30:00
5	5/05/2019 09:40	5/05/2019 10:30	00 días y 00:50	789:40:00
6	2/06/2019 11:45	2/06/2019 12:15	00 días y 00:30	673:15:00
7	12/06/2019 15:45	12/06/2019 16:46	00 días y 01:01	243:30:00
8	14/07/2019 08:45	15/07/2019 10:15	01 días y 01:30	759:59:00
9	12/08/2019 08:45	13/08/2019 09:15	01 días y 00:30	670:30:00
10	18/09/2019 08:15	18/09/2019 09:10	00 días y 00:55	863:00:00
11	20/11/2019 08:45	20/11/2019 08:55	00 días y 00:10	1511:35:00
12	30/11/2019 11:45	30/11/2019 12:20	00 días y 00:35	242:50:00
13	12/12/2019 08:45	12/12/2019 09:10	00 días y 00:25	284:25:00
14	20/12/2019 13:45	21/12/2019 15:46	01 días y 02:01	196:35:00
15	29/12/2019 08:45	29/12/2019 09:40	00 días y 00:55	184:59:00
16	30/12/2019 08:15	30/12/2019 09:10	00 días y 00:55	22:35:00
<b>Total</b>			04 días y 00:42	
<b>Promedio</b>			00 días y 05:41	22 días y 08:59
<b>Horas decimales</b>			5.68	536.98

Fuente. Cuaderno de mantenimiento mecánico

Tabla 16.  
*Resumen MTTR y MTBF de lijadora*

	Inicio de reparación	Reanuda servicio	MTTR	MTBF
1	9/01/2019 08:40	9/01/2019 09:00	00 días y 00:20	
2	20/04/2019 10:42	20/04/2019 11:46	00 días y 01:04	2425:42:00
3	30/06/2019 08:20	30/06/2019 10:45	00 días y 02:25	1700:34:00
4	11/09/2019 08:40	11/09/2019 09:15	00 días y 00:35	1749:55:00
4	2/10/2019 11:45	2/10/2019 12:00	00 días y 00:15	506:30:00
5	5/12/2019 09:40	5/12/2019 10:30	00 días y 00:50	1533:40:00
6	28/12/2019 11:45	28/12/2019 12:15	00 días y 00:30	553:15:00
<b>Total</b>			00 días y 05:59	
<b>Promedio</b>			00 días y 00:51	27 días y 19:36
<b>Horas decimales</b>			0.85	667.60

El resumen de la evaluación de estas máquinas se muestra en la siguiente tabla, donde la disponibilidad es el cociente de de las horas efectivamente laboradas entre las 5530 horas anuales programadas.

Tabla 17.  
*Resumen MTTR y MTBF*

Máquina	MTTR	MTBF	Número fallas	Disponibilidad
Molino	5.68	536.98	16	97.4%
Inyector	12.32	572.27	34	88.1%
Lijadora	0.85	667.60	6	99.9%
<b>Promedio</b>				<b>92.8%</b>

Fuente: Elaboración propia

Observamos que la inyectora tiene las más baja disponibilidad, lo que es crítico porque a diferencia de las otras máquinas, esta debería funcionar ininterrumpidamente para cumplir con el programa de producción en el tiempo previsto.

Seguidamente se comienza a definir las acciones del plan de mantenimiento, definiendo las fallas más recurrentes de las máquinas y su priorización, utilizando el método de Pareto.

Tabla 18.  
*Fallas recurrentes del molino*

Tipo de falla	Ocurrencias anuales	Horas de para	%	%Acum
Rotura de faja de impulsión	5	41	43%	43%
Falla contactor del motor	4	25	26%	69%
Ajuste en porta cuchillas	3	18	19%	88%
Banda rotas y/o desgastadas	1	5	5%	93%
Rotura de cables	1	3	3%	96%
Portacuchillas desgastadas	1	2	2%	98%
Motor sobrecalentado	1	2	2%	100%
	16	96		

Fuente: Cuaderno de mantenimiento de la empresa

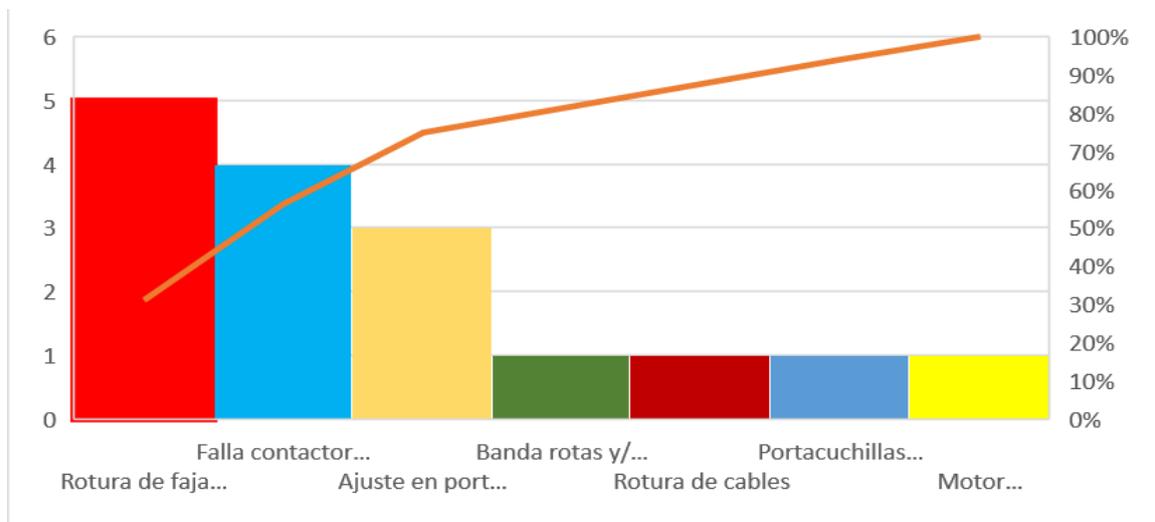


Figura 23. Pareto de fallas del molino

Fuente. Elaboración propia

Tabla 19.  
*Fallas recurrentes de la inyectora*

Tipo de falla	Ocurrencias anuales	Horas de para	%	%Acum
Variación en el calibre de la película	16	245	49%	49%
Falla contactor del motor	11	153	31%	79%
Falla en termostato	4	52	10%	90%
Rotura de rodamientos	2	30	6%	96%
Recalentamiento de la bobina	1	21	4%	100%

Fuente: Cuaderno de mantenimiento de la empresa

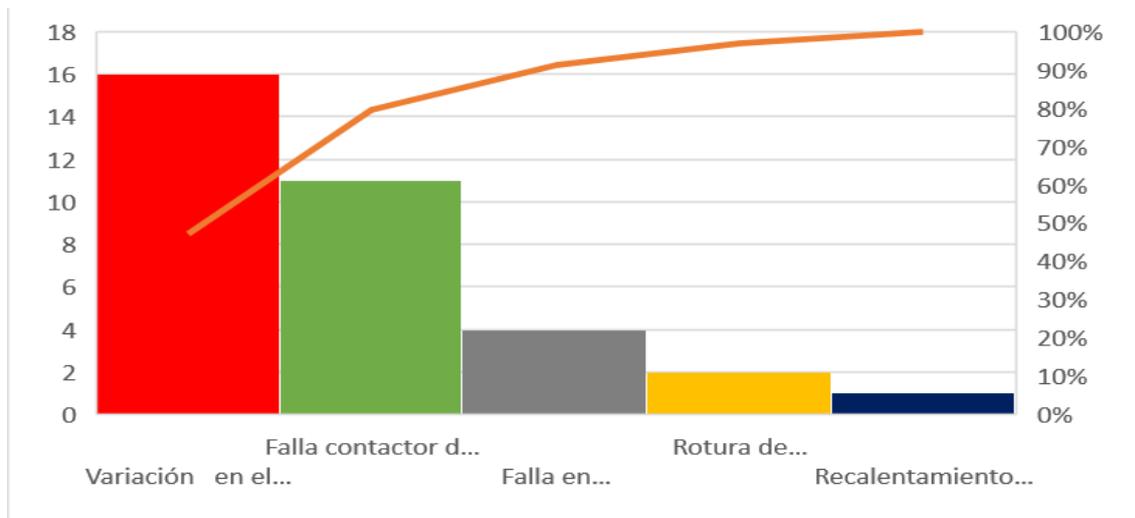


Figura 24. Pareto de fallas de la inyectora

Fuente. Elaboración propia

Tabla 20.  
*Fallas recurrentes de la lijadora*

Tipo de falla	Ocurrencias anuales	Horas de para	%	%Acum
Lija desgastada	3	2	33%	33%
Banda rotas	2	1.5	25%	58%
Eje del rotor roto	1	1.5	25%	83%
Motor sobrecalentado	1	1	17%	100%

Fuente: Cuaderno de mantenimiento de la empresa

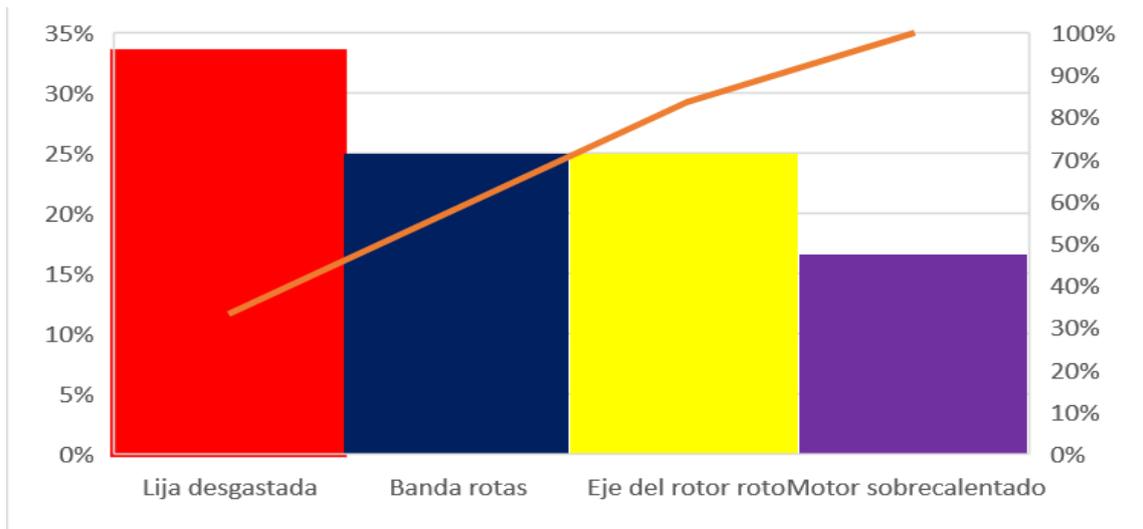


Figura 25. Pareto de fallas de la lijadora

Fuente. Elaboración propia

Con esta priorización y con el apoyo de un árbol de causas, se procede a analizar los motivos de las fallas

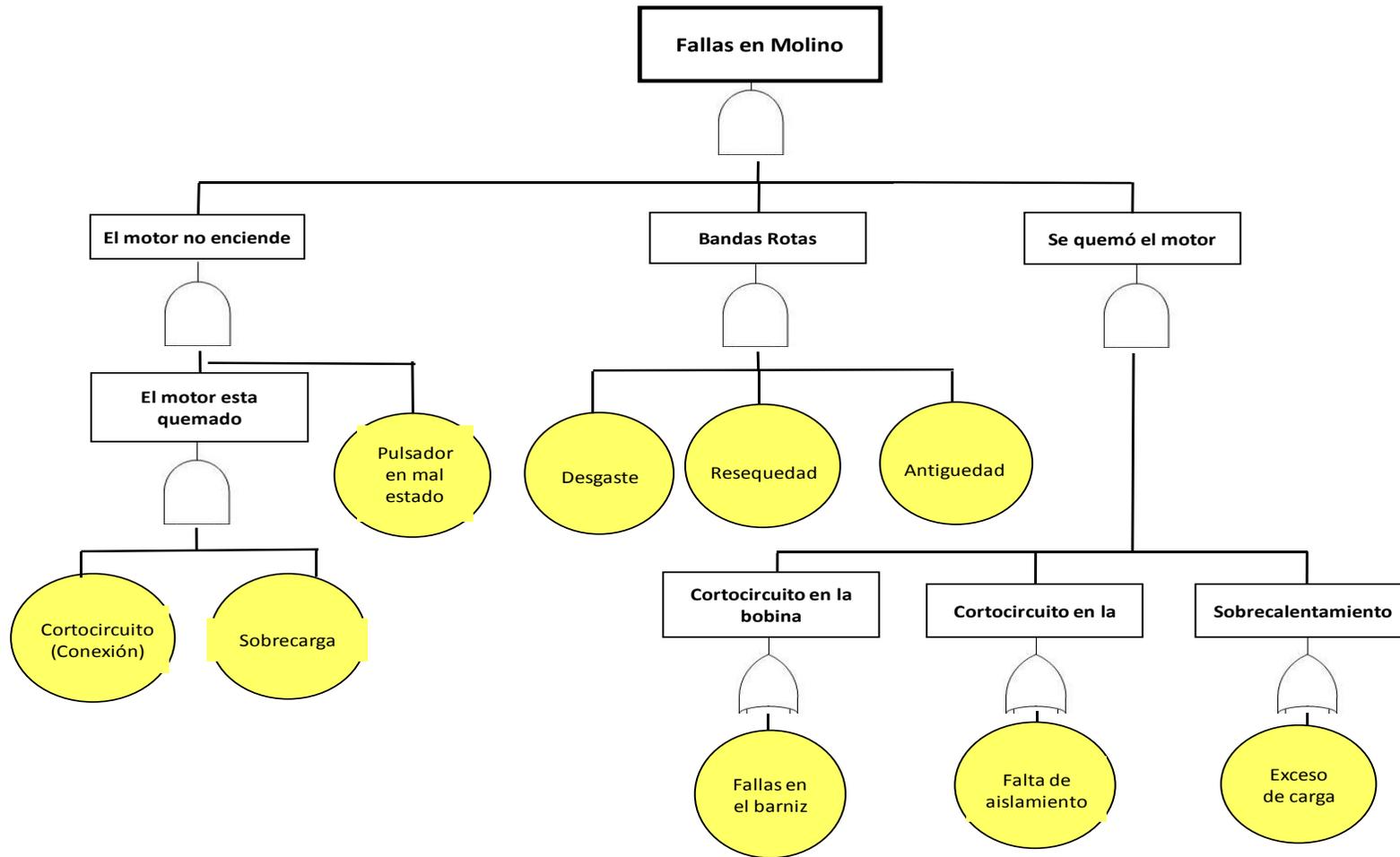


Figura 26. Árbol de causas de fallas del molino

Fuente. Elaboración propia

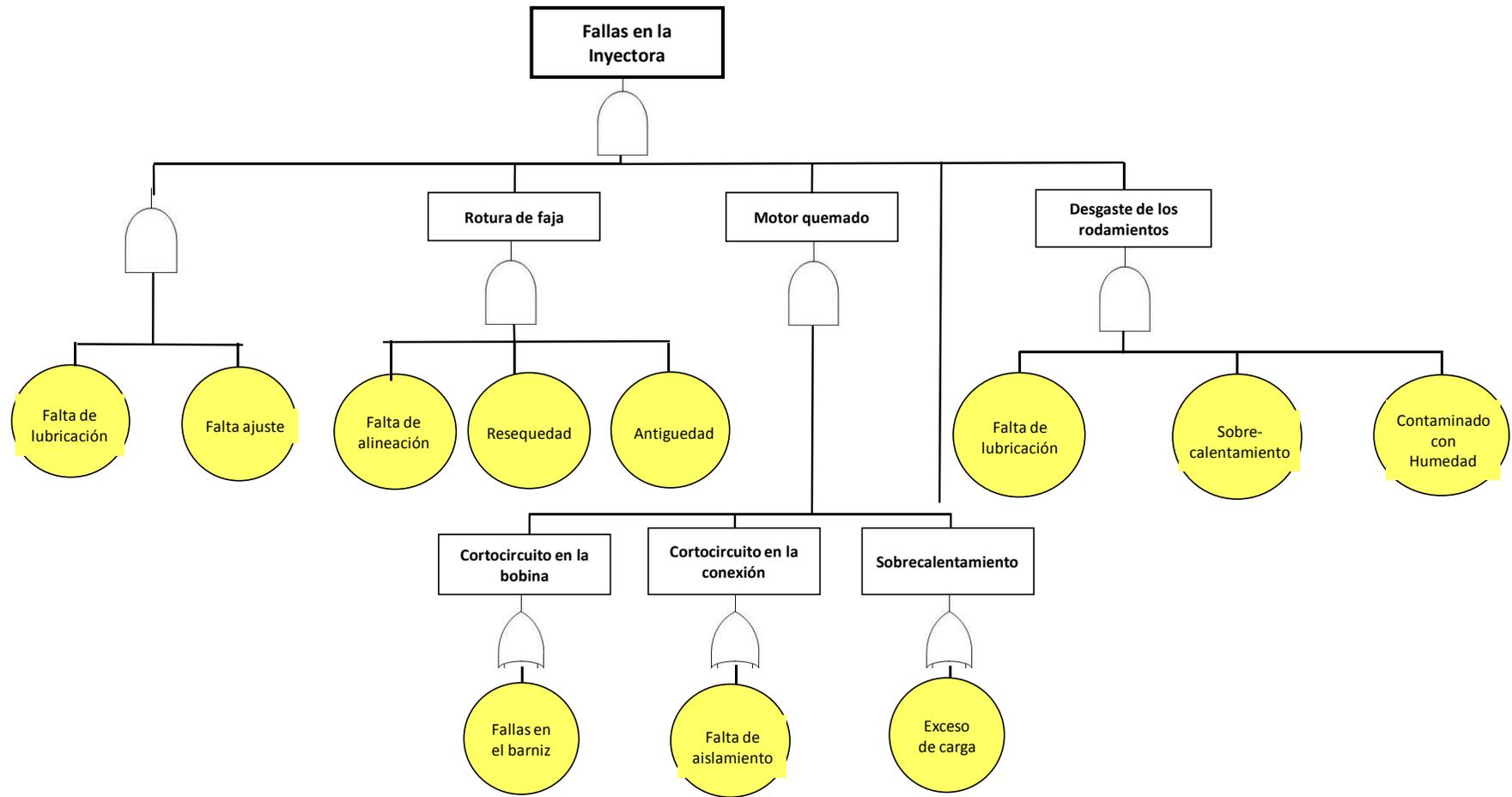


Figura 27. Árbol de causas de fallas en la inyectora

Fuente. Elaboración propia

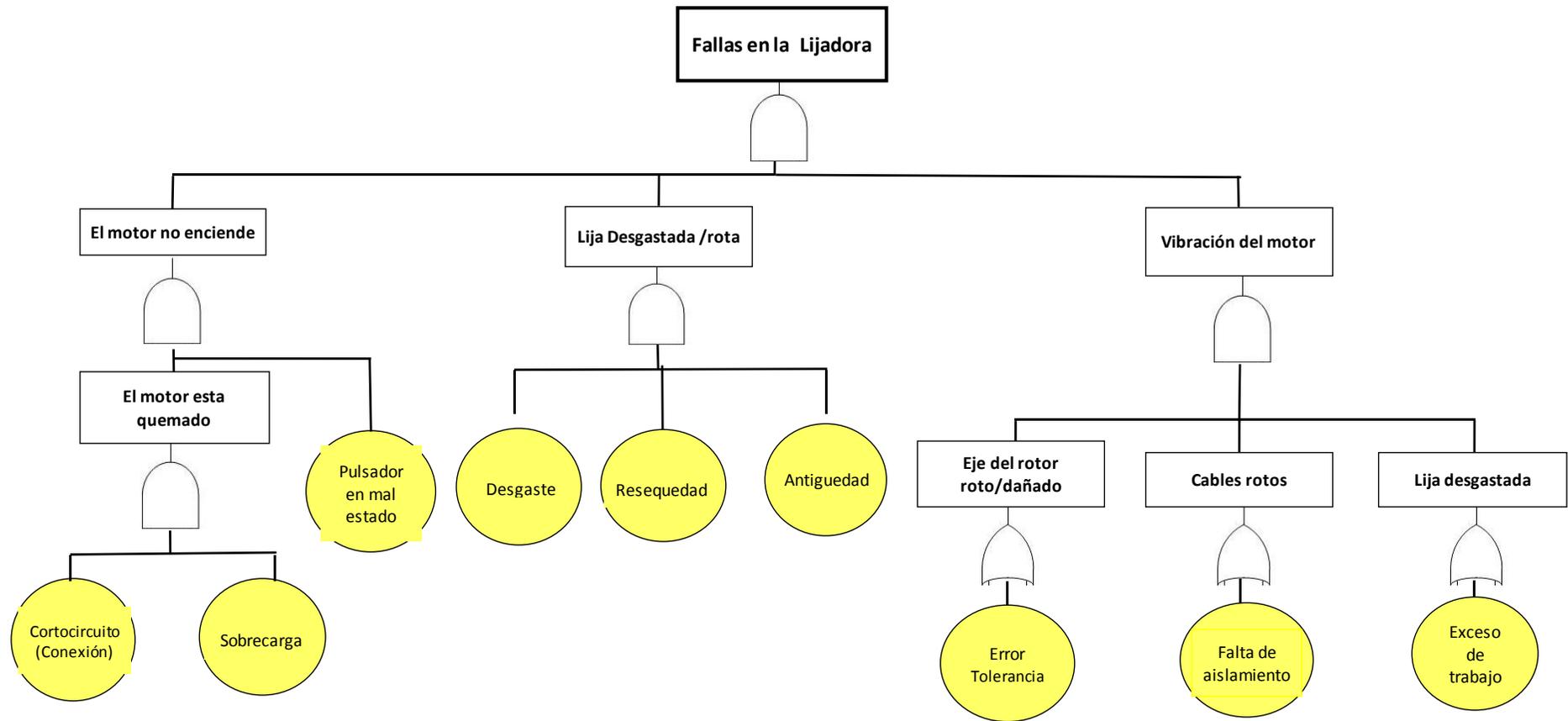


Figura 28. Árbol de causas de fallas en la lijadora

Fuente. Elaboración propia

A continuación, en una matriz AMFE, se procedió a analizar las razones recurrentes de las fallas que atentan contra la disponibilidad, los signos que anticipan el problema y la manera de atenderlas.

Tabla 21.

Matriz AMFE de la inyectora, sistema del microprocesador y motor

Nombre del equipo : Máquina Inyectora				Equipo de diseño:	Pag n° 1 de 4	N° AMEF : 1					
Sistema : El Microprocesador y Motor				Diego Huber Ramirez	Fecha 17/06/2018	Condiciones existentes					
Pieza	Función que desempeña	Modo de fallo Potencial	Efectos potenciales de fallo	Causas Potenciales de Fallo	Controles Actuales	G	O	D	NPR		
Boton de encendido	Genera la chispa de encendido del motor	Golpeteo del motor	Alta vibración del motor	Suciedad	correctivo/inspección visual	6	4	4	96		
				Excesivo entrehierro	correctivo/inspección visual	6	3	4	72		
		No hay arranque	Falla en el arranque	Desgaste	correctivo	9	7	5	315		
				Suciedad	correctivo	7	4	3	84		
				Excesivo entrehierro	Inspección visual	9	2	5	90		
Oscilaciones	Parada de motor	Contaminación con grasa	Inspección visual	8	2	3	48				
Estactor	Genera la corriente que suministra a la bobina	Golpeteo del motor	Parada de motor	No pasa corriente	Motor no arranca	Corto circuito	Inspección visual	9	6	5	270
				Masa hace tierra	motor no arranca	Cable suelto	Inspección visual	9	4	7	252
				Golpeteo del motor	Parada de motor	magneto con suciedad	Inspección visual	9	4	4	144
Rotor	Hace girar el eje del motor	Oscilaciones	Motor no arranca	cable roto	Correctivo	9	4	5	180		
				Pérdida de carga	Inspección visual	9	5	5	225		
Rodamientos	Permit el giro del eje de la parte superior del sistema de inyección	Circuito abierto	Falla en el arranque	Rodamiento roto	Correctivo	9	6	7	378		
				Rodamiento desgastado	Correctivo	9	3	5	135		
		Golpeteo del motor	Alta vibración del motor	cable corroído/sulfatado	Correctivo	9	5	4	180		
				Rodamiento roto	Inspección visual	9	4	7	252		
				Rodamiento desgastado	Correctivo	9	6	6	324		
Ruido	Detonaciones	Rodamiento sin Aceite	Correctivo	9	7	4	252				
Cableado eléctrico	Conexión eléctrica del motor	Circuito abierto	Falla en el arranque	cable corroído/sulfatado	Correctivo	7	7	3	147		
				cable suelto	Inspección visual	7	3	3	63		
		No hay chispa	Motor no arranca	cable corroído/sulfatado	correctivo/inspección visual	9	7	5	315		

Fuente. Elaboración propia

Tabla 22.  
Matriz AMFE de la inyectora, sistema de lubricación y de grupos de cierre

Nombre del equipo : Máquina Inyectora				Equipo de diseño:	Pag n° 2 de 4	N° AMEF : 1			
Sistema : Lubricación				Diego Huber Ramirez	Fecha 17/06/2018	Condiciones existentes			
Caja lubricadora	Conduce el aceite en el motor	No hay bombeo de aceite	Parada de motor	Fuga de aceite	Correctivo	9	6	5	270
				Desgaste de bandas y ejes	Correctivo	6	6	5	270
				Obstrucción del filtro	correctivo/inspección visual	9	6	5	270
				Bombin taponeado	correctivo	9	6	5	270
				Desgaste de sello eje	Inspección visual	9	7	5	315
				Desgaste de sello caja	Inspección visual	9	7	5	315
Falla de carter	Almacena aceite y lubrica el cigüeñal	Taponamiento	Recalentamiento	Tapón de carte roto	Inspección visual	10	3	4	120
				carter roto	Inspección visual	10	3	4	120
Nivel de aceite	Controla la cantidad necesaria de aceite en el motor	Obstrucción del nivel	Parada de motor	Aceite contaminado	Inspección visual	9	3	6	162
		Descalibración	Recalentamiento	Error de montaje	Inspección visual	6	5	5	150
Anillos de lubricación	Lubrican los rodajes		Humo azul	Recalentamiento	Descalibración	Correctivo	6	5	5
		Desgaste			Correctivo	9	8	5	360
Nombre del equipo : Máquina Inyectora				Equipo de diseño:	Pag n° 3 de 4	N° AMEF : 1			
Sistema : El grupo de Cierre				Diego Huber Ramirez	Fecha 17/06/2018	Condiciones existentes			
Cigüeñal	Trasmite la potencia al eje	Desbalanceo	Alta vibración	Falla de montaje	correctivo/inspección visual	9	1	8	72
				Falla de mantenimiento	Correctivo	9	1	8	72
		Detonaciones	Deformación	mal sincronismo	Correctivo	10	4	6	240
Pérdida de potencia	mal sincronismo		Inspección visual	9	4	6	216		
Pistón	Pieza que efectua el movimiento alternativo que trasmite la potencia	Motor quemado	Motor no arranca	Desgaste de Pistón	Correctivo	8	6	4	192
			Falla al arrancar	Desgaste de Pistón	correctivo/inspección visual	8	6	4	192
			Parada de motor	Desgaste de Pistón	Correctivo	9	6	4	216
		Baja compresion	Pérdida de potencia	Desgaste de Pistón	Inspección visual	8	6	4	192
Rodamientos de cigüeñal	Permite el giro del cigüeñal en la bancada	Ruido	Sobrecalentamiento	desgaste	Correctivo	9	3	4	108
			Sobrecalentamiento	mala lubricación	Correctivo	9	3	6	162
		Rotura	Deformación de eje	rotura de rodamiento	Correctivo	9	3	5	135
Cruceta	Trasmite el desplazamiento del piston al cigüeñal	Ruido	Sobrecalentamiento	mala lubricación	Correctivo	9	3	5	135
			Sobrecalentamiento	Suciedad	Correctivo	9	3	5	135
			Parada de motor	Rotura de perno	Correctivo	9	3	5	135
			Rayaduras en camisa	Limallas en el aceite	Inspección visual	6	3	5	90

Fuente. Elaboración propia

Tabla 23.  
Matriz AMFE de la inyectora, sistema de inyección

Nombre del equipo : Máquina Inyectora			Equipo de diseño:		Pag n° 3 de 4		N° AMEF : 1		
Sistema : Grupo de Inyección			Diego Huber Ramirez		Fecha 17/06/2018				
Condiciones existentes									
Rodaje Piloto	Permite el giro del eje del embrague apoyado en el motor	Ruido	No hay tracción	Desgaste esperado	Correctivo	8	6	3	144
			Pérdida de tracción	mala operación	Inspección visual	7	6	3	126
			Sobrecalentamiento	mala lubricación	Inspección visual	9	6	3	162
			Deformación del eje	Rotura	Correctivo	6	6	3	162
Fibras	Pastilla que transmiten movimiento por fricción	Ruido	Pérdida de tracción	Desgaste	Correctivo	7	6	5	210
		Rotura	No hay tracción	mala operación	Correctivo	7	7	2	98
		Trabamiento	Sobrecalentamiento	rotura	Correctivo	6	5	5	150
		Deslizamiento	No hay tracción	fibras engrasadas	Correctivo	7	4	5	140
Yugo y collarín	Engancha las fibras a la cremallera del embrague	Ruido	Vibración	mal ajuste	correctivo/inspección visual	5	3	5	75
				rotura	Correctivo	5	3	5	75
			No hay tracción	rotura	Correctivo	7	3	5	105
Palanca de enganche	Palanca de enganche	Rotura en la palanca	No hay tracción	desgaste del material	Inspección visual	7	1	1	7
Rodamiento de eje de embrague	Permite el giro del eje , el embrague apoyado en el embrague mismo	Ruido	No hay tracción	Desgaste	correctivo/inspección visual	7	4	3	84
			Deformacion de eje	rotura	Correctivo	8	4	3	96
			Sobrecalentamiento	mala lubricación	Correctivo	6	4	3	72

Fuente. Elaboración propia

Tabla 24.  
Matriz AMFE de la inyectora, sistema del Motor

Nombre del equipo : Motor de inyección				Equipo de diseño:	Pag n° 1 de 1	N° AMEF :			
Sistema : Motor y Poleas				Diego Huber Ramirez	Fecha 17/06/2018				
Pieza	Función que desempeña	Modo de fallo Potencial	Efectos potenciales de fallo	Causas Potenciales de Fallo	Controles Actuales	G	O	D	NPR
Palanca de encendido	Genera la chispa de encendido del motor	Golpeteo del motor	Alta vibración del motor	Suciedad	correctivo/inspección visual	7	4	4	112
				Excesivo entrehierro	correctivo/inspección visual	6	3	4	72
		No hay arranque	Falla en el arranque	Desgaste	correctivo	6	7	5	210
		Ruido	Detonaciones	Suciedad	correctivo	7	4	3	84
		Oscilaciones	Parada de motor	Excesivo entrehierro	Correctivo	8	2	5	80
		Disminución de rpm	Pérdida de potencia	Contaminación con grasa	Inspección visual	6	2	3	36
Estactor	Genera la corriente que suministra a la bobina	No pasa corriente	Motor no arranca	Corto circuito	Inspección visual	8	5	5	200
		Masa hace tierra	motor no arranca	Cable suelto	Inspección visual	8	5	5	200
		Golpeteo del motor	Parada de motor	magneto con suciedad	Correctivo	8	4	3	96
Rotor	Hace girar el eje del motor	Oscilaciones	Motor no arranca	cable roto	Correctivo	9	4	5	180
			Motor no arranca	Pérdida de carga	Inspección visual	7	5	6	210
Rodamientos	Permit el giro del eje de la parte superior del sistema de inyección	Circuito abierto	Falla en el arranque	Rodamiento roto	Correctivo	7	5	4	140
				Rodamiento desgastado	Correctivo	9	3	5	135
		Golpeteo del motor	Alta vibración del motor	cable corroído/sulfatado	Correctivo	9	5	4	180
				Rodamiento roto	Inspección visual	6	4	6	144
		Ruido	Detonaciones	Rodamiento desgastado	Correctivo	9	6	6	324
				Rodamiento sin Aceite	Correctivo	8	6	4	192
Cableado eléctrico	Conexión eléctrica del motor	Circuito abierto	Falla en el arranque	cable corroído/sulfatado	Correctivo	7	7	3	147
		Ruido	Detonaciones	cable suelto	Inspección visual	7	5	4	140
		No hay chispa	Motor no arranca	cable corroído/sulfatado	correctivo/inspección visual	4	7	5	140
Rodamiento de eje de polea	Permite el giro del eje , el embrague apoyado en el embrague mismo	Ruido	No hay tracción	Desgaste	correctivo/inspección visual	7	3	3	63
			Deformación de eje	rotura	Correctivo	6	6	5	180
			Sobrecalentamiento	mala lubricación	Correctivo	6	4	3	72

Fuente. Elaboración propia

Tabla 25.  
Matriz AMFE del molino, sistema motor y cuchillas

Nombre del equipo : Molino				Equipo de diseño:		Pag n° 1 de 1		N° AMEF :			
Sistema : Motor y cuchillas				Diego Huber Ramirez		Fecha 17/06/2018		Condiciones existentes			
Pieza	Función que desempeña	Modo de fallo Potencial	Efectos potenciales de fallo	Causas Potenciales de Fallo		Controles Actuales	G	O	D	NPR	
Palanca de encendido	Genera la chispa de encendido del motor	Golpeteo del motor	Alta vibración del motor	Suciedad		correctivo/inspección visual	5	4	4	80	
				Excesivo entrehierro		Inspección visual	5	3	4	60	
		No hay arranque	Falla en el arranque	Desgaste		correctivo	6	7	5	210	
				Suciedad		correctivo	8	4	3	96	
				Excesivo entrehierro		Inspección visual	9	2	5	90	
				Contaminación con grasa		Inspección visual	6	2	3	36	
Estactor	Genera la corriente que suministra a la bobina	No pasa corriente	Motor no arranca	Corto circuito		Inspección visual	9	6	4	216	
				Cable suelto		Correctivo	9	4	5	180	
				magneto con suciedad		Correctivo	9	4	4	144	
Rotor	Hace girar el eje del motor	Oscilaciones	Motor no arranca	cable roto		Correctivo	9	4	5	180	
				Pérdida de carga		Inspección visual	9	5	4	180	
Rodamientos	Permite el giro del eje de la parte superior del sistema de inyección	Circuito abierto	Falla en el arranque	Rodamiento roto		Correctivo	9	6	7	378	
				Rodamiento desgastado		Correctivo	9	3	5	135	
		Golpeteo del motor	Alta vibración del motor	cable corroido/sulfatado		Correctivo	9	5	4	180	
				Rodamiento roto		Inspección visual	9	4	7	252	
				Rodamiento desgastado		Correctivo	9	6	6	324	
				Rodamiento sin Aceite		Correctivo	9	7	4	252	
Cableado eléctrico	Conexión eléctrica del motor	Circuito abierto	Falla en el arranque	cable corroido/sulfatado		Correctivo	7	7	3	147	
				cable suelto		Inspección visual	7	3	3	63	
				cable corroido/sulfatado		correctivo/inspección visual	9	7	5	315	
Anillos de lubricación	Lubrican los rodajes	Humo azul	Recalentamiento	Desgaste		Correctivo	9	8	5	360	
Cigüeñal	Trasmite la potencia al eje	Desbalanceo	Alta vibración	Falla de montaje		Correctivo	9	2	8	144	
				Falla de mantenimiento		Inspección visual	9	1	8	72	
		Detonaciones	Deformación	mal sincronismo		Correctivo	9	4	6	216	
				Pérdida de potencia		Inspección visual	8	4	6	192	
Rodaje	Permite el giro del eje del embrague apoyado en el motor	Ruido	No hay tracción	Desgaste esperado		Correctivo	8	6	3	144	
				mala operación		Inspección visual	7	6	3	126	
				Sobrecalentamiento		Inspección visual	9	6	3	162	
				Deformación del eje		Rotura	Correctivo	6	6	3	162

Fuente. Elaboración propia

Los resultados de la información de las matrices AMFE anteriores, se han colocado en la siguiente tabla de resultados.

Tabla 26.  
*Matriz de resultados de las matrices AMFE*

N°	Item	Modo de fallo	Efectos de fallo	Causas de fallo	NPR	CRITERIO
1	Rodamientos	Circuito abierto	Falla en el arranque	Rodamiento roto	378	I
2	Rodamientos	Circuito abierto	Falla en el arranque	Rodamiento roto	378	I
3	Anillos de lubricación	Humo azul	Recalentamiento	Desgaste	360	I
4	Anillos de lubricación	Humo azul	Recalentamiento	Desgaste	360	I
5	Rodamientos	Ruido	Detonaciones	Rodamiento desgastado	324	I
6	Caja lubricadora	No hay bombeo de Aceite	Parada de motor	Desgste de sello de eje	315	I
7	Cableado eléctrico	No hay chispa	Motor no arranca	Cable corroído/sulfatado	315	I
8	Boton de encendido	No hay arranque	Falla en el arranque	Desgaste	315	I
9	Cableado eléctrico	No hay chispa	Motor no arranca	Cable corroído/sulfatado	315	I
10	Estactor	No pasa corriente	Motor no arranca	Corto circuito	270	I
11	Cigüeñal	Detonaciones	Deformación	Mal sincronismo	240	I
12	Rotor	Oscilaciones	Motor no arranca	Pérdida de carga	225	I
13	Pistón	Motor quemado	Parada de motor	Desgaste de Pistón	216	I
14	Estactor	No pasa corriente	Motor no arranca	Corto circuito	216	I
15	Cigüeñal	Detonaciones	Deformación	Mal sincronismo	216	I
16	Fibras	Ruido	Pérdida de tracción	Desgaste	210	I
17	Rotor	Oscilaciones	Motor no arranca	Pérdida de carga	210	I
18	Palanca de encendido	No hay arranque	Falla en el arranque	Desgaste	210	I
19	Palanca de encendido	No hay arranque	Falla en el arranque	Desgaste	210	I
20	Estactor	No pasa corriente	Motor no arranca	Corto circuito	200	R
21	Rotor	Oscilaciones	Motor no arranca	Pérdida de carga	180	R
22	Rodamiento de eje de polea	Ruido	Deformación del eje	Rotura	180	R
23	Rodaje Piloto	Ruido	Deformación del eje	Rotura	162	R
24	Nivel de aceite	Obstrucción de nivel	Parada de motor	Aceite contaminado	162	R
25	Rodamientos de cigüeñal	Ruido	Sobrecalentamiento	mala lubricación	162	R
26	Rodaje	Ruido	Deformación del eje	Rotura	162	R
27	Palanca de enganche	Rotura de palanca	No hay tracción	desgaste del material	154	R
28	Cableado eléctrico	Circuito abierto	Falla en el arranque	Cable corroído/sulfatado	147	R
29	Cruceta	Ruido	Sobrecalentamiento	Suciedad	135	R
30	Falla de carter	Taponamiento	Recalentamiento	Tapón de carter roto	120	A
31	Yugo y collarín	Ruido	No hay tracción	Rotura	105	A
32	Rodamiento de eje de embrague	Ruido	Deformación del eje	Rotura	96	A

Fuente. Elaboración propia

A continuación, se procedió a jerarquizar la criticidad de las fallas, en función de su frecuencia, impacto operacional, flexibilidad y en el medio ambiente.

Tabla 27.  
Matriz de criticidad

Subsistema / Pieza	Frecuencia	Impacto Operacional	Flexibilidad	Costos de Man.	Impacto SHA	Consecuencia	Total	Jerarquización	
Estator	2	10	4	2	2	44	88	C	CRITICO
Caja lubricadora	2	10	4	2	2	44	88	C	
Pistón	2	10	4	2	2	44	88	C	
Rotor	2	10	4	2	1	43	86	C	
Cableado eléctrico	2	10	4	2	1	43	86	C	
Rodamientos	2	10	4	1	1	42	84	C	
Anillos de lubricación	2	10	4	1	1	42	84	C	
Cigüeñal	2	10	4	1	1	42	84	C	
Fibras	2	10	4	2	0	42	84	C	
Rodaje Piloto	2	10	4	1	0	41	82	C	
Cruceta	2	9	4	1	0	37	74	SC	SEMI CRITICO
Falla de carter	2	8	4	1	1	34	68	SC	
Estactor	2	10	3	1	2	33	66	SC	
Rotor	2	10	3	1	1	32	64	SC	
Nivel de aceite	2	7	4	2	1	31	62	SC	
Yugo y collarín	2	7	4	1	0	29	58	SC	
Palanca de encendido	2	10	2	1	1	22	44	SC	NO CRITICO
Rodamientos	2	10	2	1	1	22	44	NC	
Palanca de enganche	2	10	2	1	0	21	42	NC	
Rodamiento de eje de embrague	2	10	2	1	0	21	42	NC	
Rodamientos de cigüeñal	2	8	2	1	0	17	34	NC	
Boton de encendido	2	10	1	1	1	12	24	NC	
Rotor	1	10	2	1	2	23	23	NC	
Cableado eléctrico	1	10	2	1	1	22	22	NC	
Estactor	1	10	2	1	1	22	22	NC	
Rodamientos	1	10	2	1	0	21	21	NC	
Cableado eléctrico	1	10	2	1	0	21	21	NC	
Rodamiento de eje de polea	1	7	2	1	0	15	15	NC	
Palanca de encendido	1	10	1	1	1	12	12	NC	
Anillos de lubricación	1	6	1	1	0	7	7	NC	
Cigüeñal	1	6	1	1	0	7	7	NC	
Rodaje	1	6	1	1	0	7	7	NC	

Fuente. Elaboración propia

Con estos criterios obtenidos de las matrices previas, se procede a la preparación del de mantenimiento preventivo para la empresa.

Tabla 28.

Plan de mantenimiento de la inyectora, sistema del microprocesador y motor

HOJA DE DECISIONES			Sistema: El Microprocesador y Motor										Facilitador: Diego Huber Ramirez			Fecha : 18/06/2018	Hoja N° 1	
			Subsistema:										Auditor			Fecha		
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de				TAREA PROPUESTA			Intervalo inicial (a = año, m = mes, s = semana, d = día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4						
							O1	O2	O3									
							N1	N2	N3									
<b>Boton de encendido</b>																		
1	A	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Limpiar parte interior del boton de encendido			8S	PME	
1	A	2	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar estado del boton interno , cambiar de ser necesario			8S	PME	
1	B	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Tarea de arriba suficiente					
1	C	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Tarea de arriba suficiente					
1	D	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Tarea de arriba suficiente					
1	E	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Tarea de arriba suficiente					
<b>Estactor</b>																		
2	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Tarea de abajo suficiente					
2	B	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar estado de cables y contactos del estactor			8S	PME	
2	C	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Verificar estado del estactor			8S	PME	
<b>Rotor</b>																		
3	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar estados de cables y contactos de la bobina			4S	PME	
3	A	2	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar estado de la bobina			4S	PME	
<b>Rodamientos</b>																		
4	A	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Verificar estado de rodamientos			8s	PME	
4	A	2	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Cambiar los rodamientos o enceitarlos			8s	PME	
4	B	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Tarea de arriba suficiente					
4	B	2	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Tarea de arriba suficiente					
4	C	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Tarea de arriba suficiente					
4	C	2	N	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Tarea de arriba suficiente					
<b>Cable eléctrico</b>																		
5	A	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Verificar estado de cables electricos			12S	PME	
5	B	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Limpiar parte de los cables eléctricos			12S	PME	
5	C	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Verificar estado del estactor					

Fuente. Elaboración propia

Tabla 29.  
Plan de mantenimiento de la inyectora, sistema de lubricación

HOJA DE DECISIONES			Sistema: Lubricación										Facilitador: Diego Huber Ramirez		Fecha : 18/06/2018	Hoja N° 1						
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1			H2			H3			Acción a falta de			Auditor	Fecha	Intervalo inicial (a = año, m = mes, s = semana, d = día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	S4	TAREA PROPUESTA						
							N1	N2	N3													
<b>Caja lubricadora</b>																						
1	A	1	S	N	S	S	S	N	N	N	S	N	N	S	N	Verificar fugas de aceite en la caja lubricadora	2S		PME			
1	A	2	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	N	N	N	Verificar estado de valvula check de la caja lubricadora	24S		PME			
1	A	3	N	N	N	S	N	S	N	N	N	N	N	N	N	Verificar estado de filtro de caja lubricadora	24S		PME			
1	A	4	N	N	N	S	N	S	N	N	N	N	N	N	N	Verificar estado de bombím , cambiar de ser necesario	8S		PME			
1	A	5	N	N	S	N	N	S	N	N	N	N	N	N	N	Verificar estadod e valvula check del cilindro	24S		PME			
1	A	6	S	N	S	S	S	N	N	N	N	N	N	N	N	Verificar fugas de aceite en el sello del eje	2S		PME			
<b>Carter</b>																						
2	A	1	S	N	S	S	S	N	N	N	N	N	N	N	N	Inspesccionar fuga de aceite en el carter	2S		PME			
2	A	2	S	N	S	S	S	N	N	N	N	N	N	N	N	Inspesccionar fuga de aceite en el carter						
<b>Nivel de aceite</b>																						
3	A	1	N	N	N	S	S	N	N	N	N	N	N	N	N	Realizar analisis predictivo de aceite	24S		PME			
3	B	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	N	N	N	Capacitar al personal en el correcto montaje del nivel						
3	B	2	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	N	N	N	Verificar el estado del nivel de aceite	24S		PME			
<b>Anillos de lubricación</b>																						
4	A	1	N	N	N	S	N	S	N	N	N	N	N	N	N	Verificar desgaste de los anillos de lubricación	12S		PME			

Fuente. Elaboración propia

Tabla 30.

Plan de mantenimiento de la inyectora, grupo de cierre

HOJA DE DECISIONES			Sistema: Grupo de cierre										Facilitador: Diego Huber Ramirez			Fecha : 18/06/2018	Hoja N° 1
			Subsistema:										Auditor			Fecha	
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			TAREA PROPUESTA			Intervalo inicial (a = año, m = mes, s = semana, d = día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3								
							O1	O2	O3	H4	H5	S4					
			N1	N2	N3												
<b>Cigüeñal</b>																	
1	A	1	N	N	N	S	N	N	N	N	S	N	Capacitar continuamente al personal en el correcto				CAP
1	A	2	N	N	N	S	N	N	N	N	S	N	Tarea de arriba suficiente				
1	B	1	N	N	N	S	N	N	S	S	N	N	Tarea de arriba suficiente				
1	B	2	N	N	N	S	N	N	S	S	N	N	Tarea de arriba suficiente				
<b>Pistón</b>																	
2	A	1	N	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Verificar desgaste del pistón			8S	PME
2	B	1	N	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Tarea de arriba suficiente				
2	C	1	N	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Tarea de arriba suficiente				
2	D	1	N	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Tarea de arriba suficiente				
<b>Rodamiento de cigüeñal</b>																	
3	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar estado del rodamiento del cigüeñal			8S	PME
3	A	2	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Mejorar procedimiento de lubricación				
3	B	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Cerificar ruidos extraños en el cigüeñal			1S	PME
<b>Cruceta</b>																	
4	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Análisis de aceite suficiente				
4	B	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Análisis de aceite suficiente				
4	C	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Análisis de aceite suficiente				
4	D	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Análisis de aceite suficiente				

Fuente. Elaboración propia

Tabla 31.  
Plan de mantenimiento de la inyectora, grupo de inyección

HOJA DE DECISIONES			Sistema: El grupo de inyección										Facilitador: Diego Huber Ramirez	Fecha : 18/06/2018	Hoja N° 1
			Subsistema:										Auditor	Fecha	
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			TAREA PROPUESTA	Intervalo inicial (a = año, m = mes, s = semana, d = día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4			
							O1	O2	O3						
							N1	N2	N3						
<b>Rodaje Piloto</b>															
1	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar estado de rodaje piloto	8S	PME
1	A	2	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar ruido en rodaje piloto	2S	PME
1	A	3	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar ruido en rodaje piloto suficiente	8S	
1	A	4	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar estado de rodaje piloto suficiente	8S	
<b>Fibras</b>															
2	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Cambiar fibras de embrague	8S	PME
2	B	2	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar ruido en las fibras del embrague	2S	PME
2	C	3	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar ruido en las fibras del embrague suficiente		
2	D	4	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Cambiar fibras de embrague		
<b>Yugo y Collarín</b>															
3	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Trabajar a correctivo		
3	A	2	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Trabajar a correctivo		
3	A	3	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Trabajar a correctivo		
<b>Palanca de enganche</b>															
4	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	No genera ganancia ni pérdida de tiempo		
<b>Rodamiento de eje de Em</b>															
5	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar ruido en rodamiento de embrague	2S	PME
5	A	2	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar ruidos con estetoscopio en el embrague	4S	PME
5	A	3	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Tarea de arriba suficiente		

Fuente. Elaboración propia

Tabla 32.  
Plan de mantenimiento de la inyectora, sistema de motor y fajas

HOJA DE DECISIONES			Sistema: Motor y fajas										Facilitador: Diego Huber Ramirez			Fecha : 18/06/2018	Hoja N° 1	
			Subsistema:										Auditor			Fecha		
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de				TAREA PROPUESTA			Intervalo inicial (a = año, m = mes, s = semana, d = día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3									
							O1	O2	O3									
							N1	N2	N3	H4	H5	S4						
<b>Palanca de encendido</b>																		
1	A	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Limpiar parte interior del boton de encendido	8S	PME			
1	A	2	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar estado del boton interno , cambiar de ser necesario	8S	PME			
1	B	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Tarea de arriba suficiente					
1	C	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Tarea de arriba suficiente					
1	D	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Tarea de arriba suficiente					
1	E	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Tarea de arriba suficiente					
<b>Estactor</b>																		
2	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Tarea de abajo suficiente					
2	B	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar estado de cables y contactos del estactor	8S	PME			
2	C	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Verificar estado del estactor	8S	PME			
<b>Rotor</b>																		
3	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar estados de cables y contactos de la bobina	4S	PME			
3	A	2	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar estado de la bobina	4S	PME			
<b>Rodamientos</b>																		
4	A	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Verificar estado de rodamientos	8s	PME			
4	A	2	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Cambiar los rodamientos o enceitarlos	8s	PME			
4	B	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Tarea de arriba suficiente					
4	B	2	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Tarea de arriba suficiente					
4	C	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Tarea de arriba suficiente					
4	C	2	N	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Tarea de arriba suficiente					
<b>Cable eléctrico</b>																		
5	A	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Verificar estado de cables electricos	12S	PME			
5	B	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Limpiar parte de los cables eléctricos	12S	PME			
5	C	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Verificar estado del estactor					
<b>Anillos de lubricación</b>																		
4	A	1	N	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Verificar desgaste de los anillos de lubricación	12S	PME			
<b>Cigüeñal</b>																		
1	A	1	N	N	N	S	N	N	N	N	S	N	Capacitar continuamente al personal en el correcto		CAP			
1	A	2	N	N	N	S	N	N	N	N	S	N	Tarea de arriba suficiente					
1	B	1	N	N	N	S	N	N	S	S	N	N	Tarea de arriba suficiente					
1	B	2	N	N	N	S	N	N	S	S	N	N	Tarea de arriba suficiente					
<b>Rodaje</b>																		
1	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar estado de rodaje piloto	8S	PME			
1	A	2	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificarruido en rodaje piloto	2S	PME			
1	A	3	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar ruido en rodaje piloto suficiente					
1	A	4	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar estado de rodaje piloto suficiente					

Fuente. Elaboración propia

Tabla 33.  
Plan de mantenimiento de la lijadora, sistema del motor

HOJA DE DECISIONES			Sistema: Motor										Facilitador: Diego Huber Ramirez	Fecha : 18/06/2018	Hoja N° 1	
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			TAREA PROPUESTA	Intervalo inicial (a = año, m = mes, s = semana, d = día)	A realizarse por	
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4				Fecha
							O1	O2	O3							
							N1	N2	N3							
<b>Palanca de encendido</b>																
1	A	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Limpiar parte interior del boton de encendido	8S	PME	
1	A	2	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar estado del boton interno , cambiar de ser necesario	8S	PME	
1	B	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Tarea de arriba suficiente			
1	C	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Tarea de arriba suficiente			
1	D	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Tarea de arriba suficiente			
1	E	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Tarea de arriba suficiente			
<b>Estactor</b>																
2	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Tarea de abajo suficiente			
2	B	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar estado de cables y contactos del estactor	8S	PME	
2	C	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Verificar estado del estactor	8S	PME	
<b>Rotor</b>																
3	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar estados de cables y contactos de la bobina	4S	PME	
3	A	2	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar estado de la bobina	4S	PME	
<b>Rodamientos</b>																
4	A	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Verificar estado de rodamientos	8s	PME	
4	A	2	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Cambiar los rodamientos o enceitarlos	8s	PME	
4	B	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Tarea de arriba suficiente			
4	B	2	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Tarea de arriba suficiente			
4	C	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Tarea de arriba suficiente			
4	C	2	N	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Tarea de arriba suficiente			
<b>Cable eléctrico</b>																
5	A	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Verificar estado de cables electricos	12S	PME	
5	B	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Limpiar parte de los cables eléctricos	12S	PME	
5	C	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Verificar estado del estactor			
<b>Rodamiento de eje</b>																
5	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar ruido en rodamiento de embrague	2S	PME	
5	A	2	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar ruidos con estetoscopio en el embrague	4S	PME	
5	A	3	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Tarea de arriba suficiente			

Fuente. Elaboración propia





Tabla 36.  
Plan de mantenimiento del molino, sistemas de motor y fajas y motor

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO RCM , PARA LA MÁQUINA MOLEDORA DE LA EMPRESA MAQUIPLAST CASSIANO S.A.C.																																																	
Equipo	Actividad	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Setiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
Motor y fajas		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Boton de encendido	Limpiar parte del interior del botón de encendido	8S							8S								8S							8S								8S								8S								8S	
	Verificar estado del boton interno , cambiar	8S							8S								8S							8S								8S								8S								8S	
Estactor	Verificar estado de cables y contactos del estactor	8S							8S								8S							8S							8S								8S								8S		
	Verificar estado del estactor	8S							8S								8S							8S							8S								8S								8S		
Rotor	Verificar estado de cables y contactos de la bobina	4S			4S				4S				4S				4S				4S				4S				4S			4S				4S				4S				4S				4S	
	Verificar estado de la bobina	4S			4S				4S				4S				4S				4S				4S				4S			4S				4S				4S				4S				4S	
Rodamientos	Verificar estado de los rodamientos	8S							8S								8S							8S							8S								8S								8S		
	Cambiar los rodamientos o enceitarlos	8S							8S								8S							8S							8S								8S								8S		
Cables electricos	Verificar estado de los cables												12S											12S																								12S	
	Limpiar parte de los cables electricos												12S											12S																									12S
Anillos de lubricación	Verificar desgaste de los anillos de lubricación												12S											12S																									12S
	Verificar estado de rodaje piloto	8S							8S									8S							8S							8S																8S	
Rodaje Piloto	Verificar ruido en rodaje piloto	2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S	

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO RCM , PARA LA MÁQUINA MOLEDORA DE LA EMPRESA MAQUIPLAST CASSIANO S.A.C.																																																	
Equipo	Actividad	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Setiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
Motor		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Boton de encendido	Limpiar parte del interior del botón de encendido	8S							8S								8S							8S								8S								8S								8S	
	Verificar estado del boton interno , cambiar	8S							8S								8S							8S								8S								8S								8S	
Estactor	Verificar estado de cables y contactos del estactor	8S							8S								8S							8S							8S								8S								8S		
	Verificar estado del estactor	8S							8S								8S							8S							8S								8S								8S		
Rotor	Verificar estado de cables y contactos de la bobina	4S			4S				4S				4S				4S				4S				4S				4S			4S				4S				4S				4S				4S	
	Verificar estado de la bobina	4S			4S				4S				4S				4S				4S				4S				4S			4S				4S				4S				4S				4S	
Rodamientos	Verificar estado de los rodamientos	8S							8S								8S							8S							8S								8S								8S		
	Cambiar los rodamientos o enceitarlos	8S							8S								8S							8S							8S								8S								8S		
Cables electricos	Verificar estado de los cables												12S											12S																									12S
	Limpiar parte de los cables electricos												12S											12S																									12S
Rodamiento de eje	Verificar ruido en rodamiento de embrague	2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S	
	Verificar ruidos con estetoscopio en el embrague	4S			4S				4S				4S				4S				4S				4S				4S			4S				4S				4S				4S				4S	

Fuente. Elaboración propia

### Solución propuesta de la CR4: Falta capacitación

Se usará el método gráfico, para evaluar el nivel de capacitación que tiene el personal de la planta, para desempeñarse convenientemente.

Este método de evaluación es el más sencillo, el cual consiste en realizar una escala gráfica en la que se muestra las características y valores de desempeño en la cual el supervisor es la persona encargada de calificar al subordinado a fin de obtener una calificación total (Chiavenato, 2009).

Las características que se evaluarán son:

- Productividad
- Conocimiento del trabajo
- Iniciativa
- Valores
- Disciplina

Si el operario muestra un muy buen nivel de desempeño en estas características, que se entiende son importantes para el correcto cumplimiento del trabajo, se le asignará 4 puntos.

Si el desempeño fuese bueno, tendrá 3 puntos. Un desempeño regular, merecerá 2 puntos y si fuese inaceptable, tendrá 1 punto.

El puntaje óptimo es 20 puntos y se expresará en porcentaje, de la siguiente forma:

Tabla 37.  
*Rango de puntaje de evaluación*

Sobresaliente	91%	100%
Muy bueno	76%	90%
Bueno	61%	75%
Necesita apoyo	51%	60%
Inaceptable	0%	50%

Fuente. Elaboración propia

Mostramos la matriz de evaluación basada en la técnica de Chiavenato (2009)

Tabla 38.  
Matriz de evaluación de desempeño

<b>EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DE OPERARIOS</b>	
Fecha	
<b>PRODUCTIVIDAD</b>	
	<b>Puntos</b>
No cumple con los objetivos del puesto ; esta por debajo de los requerimientos en cuanto a volumen , tiempo de entrega , precision y contenido	1
Logra sus objetivos , bajo supervisión. El volumen , tiempo de entrega , precisión y contenido de su trabajo es aceptable	2
Logra sus objetivos en el tiempo previsto , su trabajo es nítido , preciso y de alta confiabilidad	3
Alcanza el cumplimiento de obeitivos antes del tiempo previsto. El volumen de trabajo es superior a lo exigido , con exactitud , nitidez y excelente contenido.	4
<b>CONOCIMIENTO DEL TRABAJO</b>	
	<b>Puntos</b>
Conocimientos superficiales , fallas graves en el trabajo.	1
Conocimientos limitados , fallas frecuentes.	2
Conocimientos necesarios , pocas fallas.	3
Conocimientos suficientes , trabajo superior.	4
<b>INICIATIVA</b>	
	<b>Puntos</b>
Carece de iniciativa , o la misma es muy limitada.	1
Desarrolla unas pocas ideas.	2
Sugiere ideas ocasionalmente.	3
Sugiere ideas frecuentemente que benefician su trabajo.	4
<b>VALORES</b>	
	<b>Puntos</b>
No cumple con las normas , reglamentos y valores establecidos en la empresa.	1
Requiere de constante supervisión para cumplir con las normas , reglamentos y valores establecidos en la empresa.	2
Cumple con las normas , reglamentos y valores establecidos en la empresa.	3
Se identifica con la empresa , cumple eficientemente las normas , procedimientos y valores establecidos	4
<b>DISCIPLINA</b>	
	<b>Puntos</b>
Una suspensión de trabajo.	1
Amonestación escrita.	2
Observación verbal del jefe.	3
Intachable	4
<b>PUNTAJE TOTAL</b>	
	%
<b>RECOMENDACIÓN</b>	

Fuente. Administración de los recursos humanos, Chiavenato (2009)

Esta matriz se usará para evaluar a las 3 categorías de operarios de la planta y los resultados se adjuntan seguidamente.

Tabla 39.  
Evaluación de desempeño del operador de máquina

Puesto: OPERADOR DE MÁQUINA	
Departamento: Producción	Fecha de Ingreso : 23/05/2018
<b>DATOS DEL EVALUADOR</b>	
Apellidos y nombres: Luis Pérez Valdiviezo	
<b>EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DE OPERARIOS</b>	
Fecha	3/02/2019
<b>PRODUCTIVIDAD</b>	
	<b>Puntos</b>
No cumple con los objetivos del puesto ; esta por debajo de los requerimientos en cuanto a volumen , tiempo de entrega , precision y contenido	1
Logra sus objetivos , bajo supervisión. El volumen , tiempo de entrega , precisión y contenido de su trabajo es aceptable	2
Logra sus objetivos en el tiempo previsto , su trabajo es nítido , preciso y de alta confiabilidad	<b>3</b>
Alcanza el cumplimiento de objetivos antes del tiempo previsto. El volumen de trabajo es superior a lo exigido , con exactitud , nitidez y excelente contenido.	4
<b>CONOCIMIENTO DEL TRABAJO</b>	
	<b>Puntos</b>
Conocimientos superficiales , fallas graves en el trabajo.	1
Conocimientos limitados , fallas frecuentes.	2
Conocimientos necesarios , pocas fallas.	<b>3</b>
Conocimientos suficientes , trabajo superior.	4
<b>INICIATIVA</b>	
	<b>Puntos</b>
Carece de iniciativa , o la misma es muy limitada.	1
Desarrolla unas pocas ideas.	<b>2</b>
Sugiere ideas ocasionalmente.	3
Sugiere ideas frecuentemente que benefician su trabajo.	4
<b>VALORES</b>	
	<b>Puntos</b>
No cumple con las normas , reglamentos y valores establecidos en la empresa.	1
Requiere de constante supervisión para cumplir con las normas , reglamentos y valores establecidos en la empresa.	<b>2</b>
Cumple con las normas , reglamentos y valores establecidos en la empresa.	3
Se identifica con la empresa , cumple eficientemente las normas , procedimientos y valores establecidos.	4
<b>DISCIPLINA</b>	
	<b>Puntos</b>
Una suspensión de trabajo.	1
Amonestación escrita.	2
Observación verbal del jefe.	<b>3</b>
Intachable	4
<b>PUNTAJE TOTAL</b>	
	<b>13</b>
	<b>65%</b>
<b>RECOMENDACIÓN</b>	Necesita capacitación técnica, que le permita resolver problemas propios de la variación en las características del material. Requerirá capacitación para operación de durómetro, micrómetro y calibre y del registro del control estadístico.

Fuente. Elaboración propia

Tabla 40.  
*Evaluación de desempeño del auxiliar de operación*

Puesto: AUXILIAR DE OPERACIÓN	
Departamento:	Fecha de Ingreso
<b>DATOS DEL EVALUADOR</b>	
Apellidos y nombres:	
<b>EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DE OPERARIOS</b>	
Fecha	3/02/2019
<b>PRODUCTIVIDAD</b>	
	<b>Puntos</b>
No cumple con los objetivos del puesto ; esta por debajo de los requerimientos en cuanto a volumen , tiempo de entrega , precision y contenido	1
Logra sus objetivos , bajo supervisión. El volumen , tiempo de entrega , precisión y contenido de su trabajo es aceptable	<b>2</b>
Logra sus objetivos en el tiempo previsto , su trabajo es nítido , preciso y de alta confiabilidad	3
Alcanza el cumplimiento de oejtivos antes del tiempo previsto. El volumen de trabajo es superior a lo exigido , con exactitud , nitidez y excelente contenido.	4
<b>CONOCIMIENTO DEL TRABAJO</b>	
	<b>Puntos</b>
Conocimientos superficiales , fallas graves en el trabajo.	1
Conocimientos limitados , fallas frecuentes.	<b>2</b>
Conocimientos necesarios , pocas fallas.	3
Conocimientos suficientes , trabajo superior.	4
<b>INICIATIVA</b>	
	<b>Puntos</b>
Carece de iniciativa , o la misma es muy limitada.	1
Desarrolla unas pocas ideas.	<b>2</b>
Sugiere ideas ocasionalmente.	3
Sugiere ideas frecuentemente que benefician su trabajo.	4
<b>VALORES</b>	
	<b>Puntos</b>
No cumple con las normas , reglamentos y valores establecidos en la empresa.	1
Requiere de constante supervisión para cumplir con las normas , reglamentos y valores establecidos en la empresa.	2
Cumple con las normas , reglamentos y valores establecidos en la empresa.	<b>3</b>
Se identifica con la empresa , cumple eficientemente las normas , procedimientos y valores establecidos.	4
<b>DISCIPLINA</b>	
	<b>Puntos</b>
Una suspensión de trabajo.	1
Amonestación escrita.	2
Observación verbal del jefe.	<b>3</b>
Intachable	4
<b>PUNTAJE TOTAL</b>	
	12
	<b>60%</b>
<b>RECOMENDACIÓN</b>	Necesita capacitación técnica, que le permita operar la máquina satisfactoriamente, en momentos de ausencia del operario.

Fuente. Elaboración propia

Tabla 41.  
Evaluación de desempeño del operador de máquina

Puesto: OPERARIO DE ACABADO	
Departamento:	Fecha de Ingreso
<b>DATOS DEL EVALUADOR</b>	
Apellidos y nombres:	
<b>EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DE OPERARIOS</b>	
Fecha <b>3/02/2019</b>	
<b>PRODUCTIVIDAD</b>	
	<b>Puntos</b>
No cumple con los objetivos del puesto ; esta por debajo de los requerimientos en cuanto a volumen , tiempo de entrega , precisión y contenido	1
Logra sus objetivos , bajo supervisión. El volumen , tiempo de entrega , precisión y contenido de su trabajo es aceptable	<b>2</b>
Logra sus objetivos en el tiempo previsto , su trabajo es nítido , preciso y de alta confiabilidad	3
Alcanza el cumplimiento de objetivos antes del tiempo previsto. El volumen de trabajo es superior a lo exigido , con exactitud , nitidez y excelente contenido.	4
<b>CONOCIMIENTO DEL TRABAJO</b>	
	<b>Puntos</b>
Conocimientos superficiales , fallas graves en el trabajo.	1
Conocimientos limitados , fallas frecuentes.	<b>2</b>
Conocimientos necesarios , pocas fallas.	3
Conocimientos suficientes , trabajo superior.	4
<b>INICIATIVA</b>	
	<b>Puntos</b>
Carece de iniciativa , o la misma es muy limitada.	<b>1</b>
Desarrolla unas pocas ideas.	2
Sugiere ideas ocasionalmente.	3
Sugiere ideas frecuentemente que benefician su trabajo.	4
<b>VALORES</b>	
	<b>Puntos</b>
No cumple con las normas , reglamentos y valores establecidos en la empresa.	1
Requiere de constante supervisión para cumplir con las normas , reglamentos y valores establecidos en la empresa.	<b>2</b>
Cumple con las normas , reglamentos y valores establecidos en la empresa.	3
Se identifica con la empresa , cumple eficientemente las normas , procedimientos y valores establecidos.	4
<b>DISCIPLINA</b>	
	<b>Puntos</b>
Una suspensión de trabajo.	1
Amonestación escrita.	<b>2</b>
Observación verbal del jefe.	3
Intachable	4
<b>PUNTAJE TOTAL</b>	
	<b>9</b>
	<b>45%</b>
<b>RECOMENDACIÓN</b>	Requiere capacitación para mejorar la calidad de su trabajo. Necesita una mejor interacción con el operador de máquina.

Fuente. Elaboración propia

Se ha detectado que el personal debe ser capacitado. El desconocimiento de la técnica de fabricación y control, les impide hacer un trabajo eficiente. Incluso limita su iniciativa, por el riesgo que apliquen correctivos inapropiados, que puedan afectar la integridad de la máquina.

Se propone que la capacitación sea a través de cursos presenciales, virtuales o simplemente, a través de lecturas de separatas informativas.

Estos cursos pueden ser desde prioritarios, urgentes, o impostergables, denominados cursos “A”. Los cursos que pueden esperar a ver el efecto de los cursos prioritarios, se denominarán “B”. Los cursos formativos y no urgentes, que podrían esperar sin mayor complicación, se denominarán cursos “C”

Los cursos de nivel 1, son superficiales y basta con entrega de separatas y control de lecturas.

Los cursos de nivel 2 al 4, requerirán cursos de hasta 1 mes de extensión.

Los cursos de nivel 5-6, tratarán de temas muy profundos y probablemente novedosos para los usuarios.

Con estos criterios, se muestran los tópicos que aportarán conocimientos teórico-prácticos para el mejor desenvolvimiento laboral de los operarios.

Tabla 42.  
*Requerimiento de capacitación del operador de máquina*

<b>CURSOS PROPUESTOS</b>				
PUESTO: OPERARIO DE MAQUINARIA		DEPARTAMENTO : PRODUCCIÓN		
NIVEL ACADÉMICO : TÉCNICO EN MANTENIMIENTO				
EXPERIENCIA LABORAL INTERNA : 4 MESES		EXPERIENCIA LABORAL EXTERNA : N/A		
FUNCIONES GENERALES : garantizar la elaboración del producto de forma estable , bajo los parámetros de calidad y el tiempo indicado				
Desarrollar los conocimientos básicos en el área en la que se desenvuelven cada uno de los auxiliares, obteniendo como resultados líneas de producción productivas y productos elaborados sujetos a los estándares de calidad y parámetros establecidos.				
Requerimientos de capacitación	Total de personas por puesto	Personal a capacitar	Prioridad	Nivel
BPM	1	1	A	4
Trabajo en Equipo	1	1	B	4
Electricidad y maquinaria industrial	1	1	A	4
Motivación	1	1	C	3
Limpieza y Orden	1	1	B	4

Fuente. Elaboración propia

Tabla 43.  
*Requerimiento de capacitación del operador de acabados*

<b>CURSOS PROPUESTOS</b>				
PUESTO:		DEPARTAMENTO : PRODUCCIÓN		
NIVEL ACADÉMICO : SECUNDARIA COMPLETA				
EXPERIENCIA LABORAL INTERNA :		EXPERIENCIA LABORAL EXTERNA : N/A		
FUNCIONES GENERALES : Garantizar a través de procesos de lijado y cortes , la calidad del producto.				
Desarrollar los conocimientos básicos en el área en la que se desenvuelven cada uno de los auxiliares, obteniendo como resultados líneas de producción productivas y productos elaborados de forma inocua, con los estándares de calidad y parámetros establecidos.				
Requerimientos de capacitación	Total de personas por puesto	Personal a capacitar	Prioridad	Nivel
BPM	1	1	A	4
Trabajo en Equipo	1	1	B	4
Motivación	1	1	C	3
Limpieza y Orden	1	1	B	4

Fuente. Elaboración propia

Tabla 44.

*Requerimiento de capacitación del auxiliar de producción*

CURSOS PROPUESTOS				
PUESTO: AUXILIAR DE PRODUCCIÓN		DEPARTAMENTO : PRODUCCIÓN		
NIVEL ACADÉMICO : SECUNDARIA COMPLETA				
EXPERIENCIA LABORAL INTERNA :		EXPERIENCIA LABORAL EXTERNA : N/A		
FUNCIONES GENERALES : Verificar y transportar la materia prima a las diferentes máquinas necesarias en la producción				
Desarrollar los conocimientos básicos en el área en la que se desenvuelven cada uno de los auxiliares, obteniendo como resultados líneas de producción productivas y productos elaborados de forma acorde con los estándares de calidad y parámetros establecidos.				
Requerimientos de capacitación	Total de personas por puesto	Personal a capacitar	Prioridad	Nivel
Buenas prácticas de manufactura	1	1	A	4
Trabajo en Equipo	1	1	B	4
Control de inventarios	1	1	A	4
Habilidades numéricas	1	1	C	4
Limpieza y Orden	1	1	B	4

Fuente. Elaboración propia

Con estos requerimientos de capacitación, se hizo la siguiente propuesta de cursos e instituciones que pueden dictarlos.

Tabla 45.

*Cursos e instituciones docentes*

CURSOS E INSTITUCIONES PROPUESTAS									
Gerencia			Área			Fecha de reunión			
MAQUIPLAST CASSIANO S.A.C.			Producción			30/10/2020			
N°	TEMA/CURSO	OBJETIVO	PARTICIANTES	PUESTO	INSTITUCIÓN	MES PROPUESTO	COSTO UNIT(S/.)	VIÁTICOS (S/.)	TOTAL (S/.)
1	USO DE MAQUINAS INDUSTRIALES DE INYECTADO , MOLEDORAS , MOLDIADORAS	MEJORAR EL ACONDICIONAMIENTO Y OPERATIVIDAD DE LAS MAQUINAS DE INYECTORA , MOLEDORA Y MOLDEADORA Y APLICAR LAS NORMAS DE CALIDAD DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CLIENTE	3	OPERARIO DE MAQUINARIA	SENATI	Jul-21	S/. 1,200.00	S/. 100.00	S/. 3,700.00
2	BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA	OPTIMIZAR EL USO DE LA MATERIA PRIMA EN EL PROCESO DE INYECTADO , ACABADO Y MOLER.	3	OPERARIO DE ACABADO	TECSUP	Ago-21	S/. 950.00	S/. 50.00	S/. 2,900.00
3	GESTIÓN DE ALMACENES E INVENTARIOS	PROPORCIONAR LOS CONCEPTOS FUNDAMENTALES, TEÓRICO PRACTICO RESPECTO A LA ADMINISTRACIÓN LOGISTICA Y GESTIÓN DE ALMACENES E INVENTARIOS	3	AUXILIAR DE PRODUCCIÓN	ISIL (Educación ejecutiva)	Oct-21	S/. 1,800.00	S/. 150.00	S/ 5,550.00
4	MOTIVACION , COMUNICACIÓN Y TRABAJO EN EQUIPO	MEJORAR LAS RELACIONES INTERPERSONALES ENTRE LOS TRABAJADORES DEL AREA DE PRODUCCIÓN	3	OPERARIO DE MAQUINARIA	GRUPO IMPACTA	Nov-21	S/. 950.00	\$150.00	S/ 3,000.00

Fuente. Elaboración propia

El temario detallado sería el siguiente.

Tabla 46.

Descripción de los cursos de capacitación

DETALLES DE LOS CURSOS					
Gerencia	Área	Fecha de reunión			
MAQUIPLAST CASSIANO S.A.C.	Producción	30/10/2020			
Nº	TEMA/CURSO	FECHA	HORA	LUGAR	CONTENIDO O TEMA
1	USO DE MAQUINAS INDUSTRIALES DE INYECTADO , MOLEDORAS , MOLDIADORAS	01/07/2021 a 23/08/2021	Viernes 5:00 pm a 8:00 pm	Av. Húsares de Junín 502 Urb. La Merced, Trujillo.	Módulo I - Reconocimiento y control de máquinas. Módulo II - Acondicionamiento de máquinas industriales de inyectoras Módulo III - Operación de plásticos ( cloruro de vinilo,entre otros) Módulo IV - Moldeo , Pegado, Lijado de Plásticos industriales Módulo V - Maquinaria para Lijado
2	BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA	30/08/2021 a 21/09/2021	Viernes 5:00 pm a 8:00 pm	Vía de Evitamiento s/n Víctor Larco Herrera. Tecsup Norte – Campus Trujillo.	Módulo I - Generalidades Módulo II - Instalaciones Módulo III - Equipos e Instalaciones para Trabajos de Plásticos (PVC y entre otros) Módulo IV - Procedimientos Operacionales estandarizados ,ISOS , etc
3	GESTIÓN DE ALMACENES E INVENTARIOS	28/09/2021 a 09/11/2021	Viernes 5:00 pm a 8:00 pm	Av. La Fontana 955. Lima	Módulo I: Gestión efectiva de almacenes Módulo II: Gestión de inventarios para empresas manufactureras Módulo III: Buenas prácticas de almacenamiento para insumos y productos terminados de empresas manufactureras Módulo IV: Distribución y transporte interna y externa Módulo V - Formas de packing y picking
4	MOTIVACION , COMUNICACIÓN Y TRABAJO EN EQUIPO	16/11/2021 a 07/12/2021	Viernes 5:00 pm a 8:00 pm	Av. Almirante Miguel Grau 1010, Barranco.LIMA	Módulo I - " Conocer nuestro Cerebro" Módulo II - "Como estamos" Módulo III -" Caja de herramientas" Módulo IV -"Hacias el Cambio"

Fuente. Elaboración propia

Se confeccionaron cartas descriptivas, con el contenido detallado de los cursos.

Tabla 47.

Carta descriptiva de curso de máquinas industriales

<b>NOMBRE DEL CURSO</b>			
<b>USO DE MAQUINAS INDUSTRIALES DE INYECTADO , MOLEDORAS , MOLDIADORAS</b>			
<b>Dirigido a :</b>	Auxiliar de Produccion, Operario de Maquinaria y Operario de Acabado		
<b>Justificación:</b>	Obtener Conocimientos en la elaboración de productos , que aseguren la buena calidad de productos.		
<b>Objetivo General :</b>	Optimizar el uso de la materia prima en el proceso de Inyectado , Acabado y Moler.		
<b>Contenido Temático :</b>	La màquina industriales de Inyectado , Torneado ,		
	Prototipo de Operaciones de Moldes de PVC		
	Aditamientos por operaciones, puntadaspor pulgadas.		
	Llenado de Cloruro de Vinilo y otros		
	Hoja de presupuesto del proyecto.		
	Diferentes Moldes para realizacion de moldeo		
	Tacos y zuelas		
	Damas - Caballeros - Niños		
	Escalados y variaciones de modelos		
	Mantenimiento Diario		
Uso efectivo de la maquinas de lijado			
<b>Metodología de Trabajo</b>	Curso Presencial		
<b>Estrategia de evaluación</b>	Pruebas teóricas al momento de finalizar los módulos		
<b>Material de apoyo</b>	Videos , rotafolio , cañonera , computadora, material de apoyocon diapositivas		
<b>Fuentes de información</b>	Serán proporcionadas por el capacitador		
<b>Duración del Curso h</b>	<b>Num. De sesiones</b>	<b>Núm. De participantes</b>	<b>Requerimiento de algun curso</b>
24	8	3	
<b>Lugar:</b>	Salón de capacitaciones de la empresa.		
<b>Coordinador de capacitación</b>		<b>Contacto</b>	
<b>OBSERVACIONES :</b>			

Fuente. Elaboración propia

Tabla 48.  
*Carta descriptiva de curso de Buenas Prácticas*

BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA			
<b>Dirigido a :</b>	Auxiliar de Produccion, Operario de Maquinaria y Operario de Acabado		
<b>Justificación:</b>	Obtener Conocimientos en la elaboración de productos , que aseguren la buena calidad de productos.		
<b>Objetivo General :</b>	Optimizar el uso de la materia prima en el proceso de Inyectado , Acabado y Moler.		
<b>Contenido Temático :</b>	Objetivo y Campo de Aplicación Normas de Referencia		
	¿Qué son las Buenas Prácticas de Manufactura?		
	Consideraciones del diseño		
	Instalaciones físicas: piso, pared, puertas y ventanas,		
	Diseño y material de los equipos y utensilio		
	Diferentes Moldes para realizacion de moldeo		
	Control de productos químicos		
	Damas - Caballeros - Niños		
	Escalados y variaciones de modelos		
	Mantenimiento Diario		
Control de residuos			
<b>Metodología de Trabajo</b>	Curso Presencial		
<b>Estrategia de evaluación</b>	Pruebas teóricas al momento de finalizar los módulos		
<b>Material de apoyo</b>	Videos , rotafolio , cañonera , computadora, material de apoyo con diapositivas		
<b>Fuentes de información</b>	Serán proporcionadas por el capacitador		
<b>Duración del Curso h</b>	<b>Num. De sesiones</b>	<b>Núm. De participantes</b>	<b>Requerimiento de algun curso</b>
12	4	3	
<b>Lugar:</b>	Salón de capacitaciones de la empresa.		
<b>Coordinador de capacitación</b>		<b>Contacto</b>	
<b>OBSERVACIONES :</b>			

Fuente. Elaboración propia

Tabla 49.  
*Carta descriptiva de curso de almacenes e inventarios*

GESTIÓN DE ALMACENES E INVENTARIOS			
<b>Dirigido a :</b>	Auxiliar de Producción, Operario de Maquinaria y Operario de Acabado		
<b>Justificación:</b>	Obtener Conocimientos en la elaboración de productos, que aseguren la buena calidad de productos.		
<b>Objetivo General :</b>	Optimizar el uso de la materia prima en el proceso de Inyectado , Acabado y Moler.		
<b>Contenido Temático :</b>	Gestión efectiva de almacenes		
	Gestión de inventarios para empresas manufactureras		
	Buenas prácticas de almacenamiento para insumos y		
	Distribución y transporte interna y externa		
	Formas de packing y picking		
	Diferentes Moldes para realización de moldeo		
	Indicadores de Inventarios		
	Planificación y control del transporte de mercancías.		
	Escalados y variaciones de modelos		
	Envases y embalajes		
	El impacto de Lean y los indicadores		
<b>Metodología de Trabajo</b>	Curso Presencial		
<b>Estrategia de evaluación</b>	Pruebas teóricas al momento de finalizar los módulos		
<b>Material de apoyo</b>	Videos , rotafolio , cañonera , computadora, material de apoyo con diapositivas		
<b>Fuentes de información</b>	Serán proporcionadas por el capacitador		
<b>Duración del Curso h</b>	<b>Num. De sesiones</b>	<b>Núm. De participantes</b>	<b>Requerimiento de algun curso</b>
24	8	2	
<b>Lugar:</b>	Salón de capacitaciones de la empresa.		
<b>Coordinador de capacitación</b>		<b>Contacto</b>	
<b>OBSERVACIONES :</b>			

Fuente. Elaboración propia

Tabla 50.

*Carta descriptiva de curso de motivación, comunicación y trabajo en equipo*

MOTIVACION , COMUNICACIÓN Y TRABAJO EN EQUIPO			
<b>Dirigido a :</b>	Auxiliar de Produccion, Operario de Maquinaria y Operario de Acabado		
<b>Justificación:</b>	Obtener Conocimientos en la elaboración de productos , que aseguren la buena calidad de productos.		
<b>Objetivo General :</b>	Optimizar el uso de la materia prima en el proceso de Inyectado , Acabado y Moler.		
<b>Contenido Temático :</b>	Mecanismo neurofisiológico y sus respuestas cognitivas.		
	Evaluación Diagnóstica participativa de Estrés a nivel		
	Cómo se originan y actúan en nuestros		
	Aplicaciones de herramientas específicas para superar “Ser o no ser... yo mismo. He ahí la pregunta”.		
	Control y manejo de reacciones reactivas a proactivas.		
	Ejercicios de impacto inmediato.		
	El poder de la intención para mejorar mi Salud Mental,		
	Escalados y variaciones de modelos		
	El enfoque se orienta hacia la co-construcción de una Caja de Herramientas		
<b>Metodología de Trabajo</b>	Curso Presencial		
<b>Estrategia de evaluación</b>	Pruebas teóricas al momento de finalizar los módulos		
<b>Material de apoyo</b>	Videos , rotafolio , cañonera , computadora, material de apoyo con diapositivas		
<b>Fuentes de información</b>	Serán proporcionadas por el capacitador		
<b>Duración del Curso h</b>	<b>Num. De sesiones</b>	<b>Núm. De participantes</b>	<b>Requerimiento de algun curso</b>
12	4	3	
<b>Lugar:</b>	Salón de capacitaciones de la empresa.		
<b>Coordinador de capacitación</b>		<b>Contacto</b>	
<b>OBSERVACIONES :</b>			

Fuente. Elaboración propia

Con esta propuesta se buscará resolver problemas derivados de la falta de capacitación, que causan un perjuicio anual de S/3,525, en adición al detrimento del prestigio de la empresa.

### Solución propuesta de la CR5: Layout deficiente

Se aplicó el método de Muther, para que en función del nivel de interacción que hay entre máquinas o áreas de trabajo, se busque la mejor ubicación, de manera que se economice movimientos y tiempo perdido.

Considerando las mismas frecuencias de desplazamientos actual.

Tabla 51.  
*Desplazamientos entre máquinas*

Desde:	A:	Frecuencia/día
Materia prima	Molino	7
Molino	Balanza	14
Balanza	Inyectora	14
Inyectora	Lijadora	14
Lijadora	Producto terminado	14
Prod terminado	Lijadora (reproceso)	1

Fuente. Elaboración propia

Esta información se trasladó a una matriz triangular de Muther.

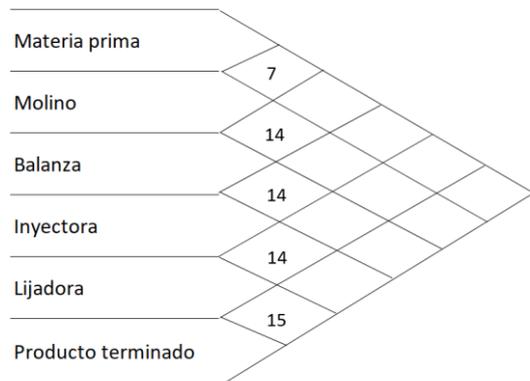


Figura 29. Matriz triangular de Muther

Fuente. Elaboración propia

Seguidamente, se elaboró un diagrama de hexágonos, tratado que las máquinas que tienen interacción, estén juntas o lo más cerca posible, para reducir los desplazamientos improductivos.

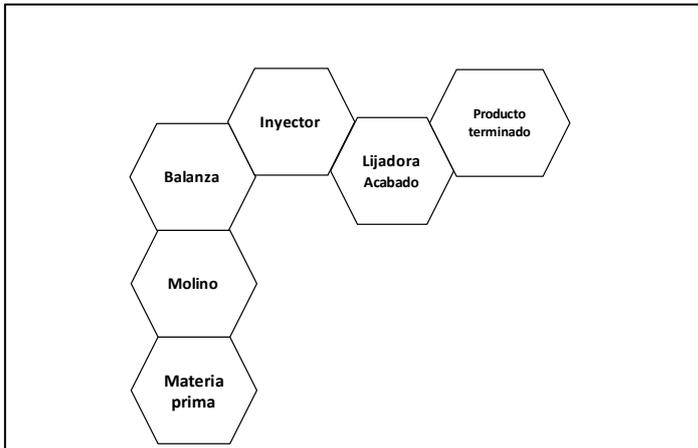


Figura 30. Matriz hexagonal de Muther

Fuente. Elaboración propia

Una vez determinada la priorización de las ubicaciones de las máquinas, se procede a elaborar el *layout*, al cual se le añadirá como mejora, una faja transportadora, que una las máquinas y evite caminatas e exceso.

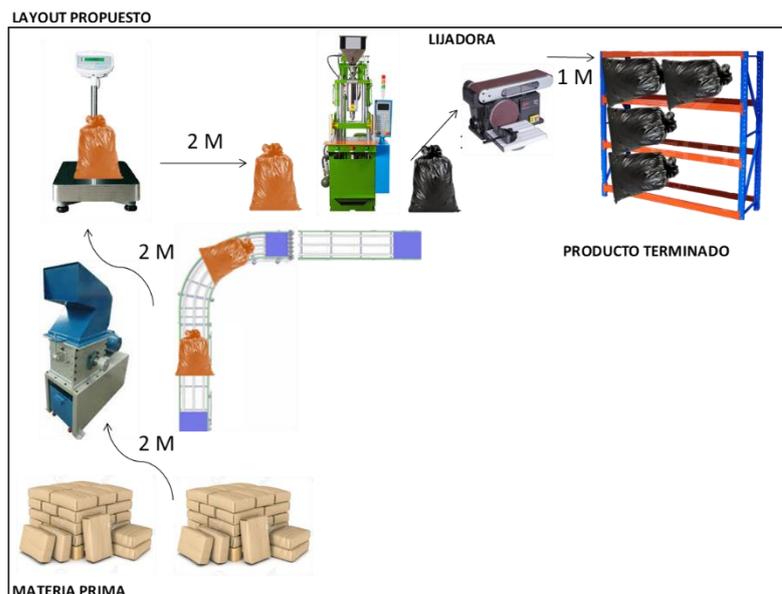


Figura 31. Layout propuesto

Fuente. Elaboración propia

De esta manera, el recorrido sería el siguiente:

Tabla 52.  
*Recorrido con layout actual*

Desde:	A:	Distancia (M)	Frecuencia/día	Distancia (M)
Materia prima	Molino	2	7	14
Molino	Balanza	2	14	28
Balanza	Inyectora	2	14	28
Inyectora	Lijadora	1	14	14
Lijadora	Producto terminado	1	14	14
Prod terminado	Lijadora (reproceso)	1	1	1
<b>Total</b>				<b>99</b>

Fuente. Elaboración propia

La diferencia con el *layout* actual, en el que se recorren 290 metros, es 191 metros, que, multiplicados por 353 días de labor anual, totaliza 67.423 Kilómetros. Caminados a 2 Km/hora, toman 33.71 horas/año.

Siendo la productividad actual 8 docenas/hora y la rentabilidad S/14.48/docena, el beneficio de esta nueva distribución de planta sería S/3,905 anuales.

## 2.5. Evaluación Económico Financiera

- Inversión de Herramientas

**Transportador flexible de polines:** Para facilitar el movimiento del producto en proceso y de la materia prima.

Tabla 53.  
*Costo del transportador*

	Cantidad	Dolares	Total \$	Soles
Transportador entre maquinas	6	150	900	2,970
Flete			163.79	541
Seguro	0.03			89
Base imponible				3,600
Ad valorem	0.04			144
Agente aduana	0.015			54
Impuestos				
IGV	0.18			648
Total				4,446
Flete local				500
Total				4,946
Montaje local				-
Total				<b>4,946</b>

Fuente. Elaboración propia

**Racks:** para depositar ordenadamente las bolsas de producto terminado y materia prima.

Tabla 54.  
*Costo de racks*

	Cantidad	Dolares	Total \$	Soles
Racks	5	60	300	990
Flete			163.79	541
Seguro	0.03			30
Base imponible				1,560
Ad valorem	0.04			62
Agente aduana	0.015			23
Impuestos				
IGV	0.18			281
Total				1,927
Flete local				500
Total				2,427
Montaje local				-
Total				<b>2,427</b>

Fuente. Elaboración propia

**Transportador alimentador de molino e inyectora:** dispositivos que permitirán alimentar la materia prima, casi al nivel del piso. Actualmente se carga el material hasta 2 metros de altura y resulta agotador.

Tabla 55.  
*Costo del transportador alimentador*

	Cantidad	Dolares	Total \$	Soles
Transportador alimentador	2	2000	4000	13,200
Flete			163.79	541
Seguro	0.03			396
Base imponible				14,137
Ad valorem	0.04			565
Agente aduana	0.015			212
Impuestos				
IGV	0.18			2,545
Total				17,459
Flete local				500
Total				17,959
Montaje local				-
Total				<b>17,959</b>

Fuente. Elaboración propia

– Flujo de Caja proyectado

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre		
<b>Inversión</b>														
Transportador curvo entre máquinas	-	6,835												
Transportadores alimentador (2)	-	17,959												
Racks	-	2,679												
<b>Total inversión</b>	-	<b>27,472</b>												
<b>Total inversión</b>														
<b>Ingresos</b>														
Beneficio estudio de tiempos en M de O	1,042	1,042	1,042	1,042	1,042	1,042	1,042	1,042	1,042	1,042	1,042	1,042	12,500	
Reducción de compras reactivas	1,263	1,263	1,263	1,263	1,263	1,263	1,263	1,263	1,263	1,263	1,263	1,263	15,153	
Implementación de mantenimiento Prev	3,653	3,653	3,653	3,653	3,653	3,653	3,653	3,653	3,653	3,653	3,653	3,653	43,834	
Beneficio capacitación en mermas	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	2,488	
Beneficio de nuevo layout en tiempo ocioso	325	325	325	325	325	325	325	325	325	325	325	325	3,905	
<b>Total ingresos</b>	<b>6,490</b>	<b>6,490</b>	<b>6,490</b>	<b>6,490</b>	<b>6,490</b>	<b>6,490</b>	<b>6,490</b>	<b>6,490</b>	<b>6,490</b>	<b>6,490</b>	<b>6,490</b>	<b>6,490</b>	<b>77,881</b>	
Total ingresos actualizados	<b>6,381</b>	<b>6,381</b>	<b>6,381</b>	<b>6,381</b>	<b>6,381</b>	<b>6,381</b>	<b>6,381</b>	<b>6,381</b>	<b>6,381</b>	<b>6,381</b>	<b>6,381</b>	<b>6,381</b>	<b>76,573</b>	
<b>Egresos</b>	5448													
Capacitaciones	-	3,700	-	2,900	-	5,550	-	3,000					-	15,150
<b>Total egresos</b>	-	<b>3,700</b>	-	<b>2,900</b>	-	<b>5,550</b>	-	<b>3,000</b>	-	-	-	-	-	<b>15,150</b>
Total egresos actualizados	-	3,638	-	2,803	-	5,275	-	2,803	-	-	-	-	-	<b>14,520</b>
<b>Flujo bruto</b>	<b>2,790</b>	<b>3,590</b>	<b>940</b>	<b>3,490</b>	<b>6,490</b>	<b>62,731</b>								
Impuesto a la renta	-	837	-	1,077	-	282	-	1,047	-	1,947	-	1,947	-	18,819
Flujo neto	1,953	2,513	658	2,443	4,543	4,543	4,543	4,543	4,543	4,543	4,543	4,543	43,912	
<b>Flujo actualizado</b>	-	<b>27,472</b>	<b>1,920</b>	<b>2,429</b>	<b>625</b>	<b>2,283</b>	<b>4,174</b>	<b>4,104</b>	<b>4,035</b>	<b>3,967</b>	<b>3,901</b>	<b>3,835</b>	<b>3,771</b>	<b>3,707</b>

Tasa BCP capital trabajo	20.500% anual
	1.708% mensual
VAN	11,281
TIR	81.542%
PAYBACK	0.709
	9 meses
B/C	1.82

Figura 32. Flujo de Caja proyectado

Fuente. Alibaba.com

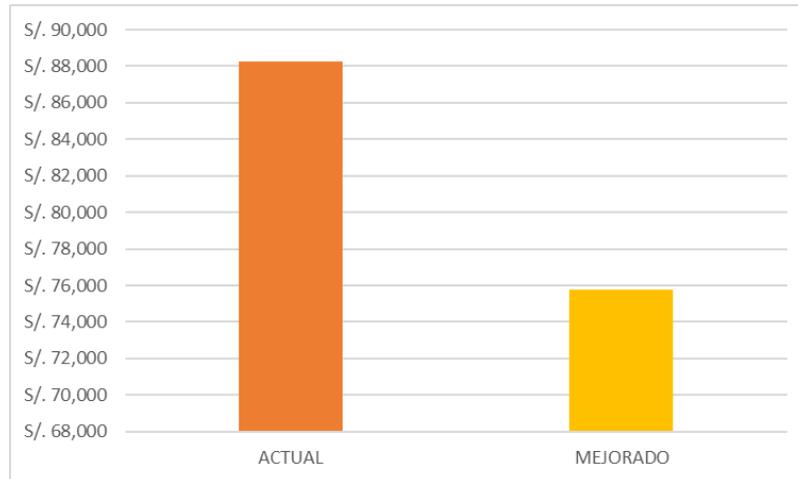
Estado de resultados

	<b>Actual</b>		<b>Mejorado</b>	
<b>Ventas</b>		<b>1,123,320</b>		<b>1,180,499</b>
Beneficio estudio de tiempos				12,500
Beneficio planeamiento				15,153
Beneficio del mantenimiento preventivo				43,834
Beneficio de la capacitación				3,905
<b>Total beneficios</b>				<b>75,392</b>
<b>Costo producción</b>	-	<b>798,007</b>	-	<b>838,626</b>
<b>Utilidad operativa</b>	S/	<b>325,313</b>	S/	<b>417,265</b>
Gastos financieros	S/	-	-S/	5,632
Utilidad antes de participación e impuestos	S/	325,313	S/	411,633
Impuesto a la renta	S/	97,594	S/	123,490
Utilidad neta	S/	227,719	S/	288,143
Reserva	S/	-	S/	-
<b>Resultado del ejercicio</b>	<b>S/</b>	<b>227,719</b>	<b>S/</b>	<b>288,143</b>
<b>Rentabilidad sobre ventas</b>		<b>20.27%</b>		<b>24.41%</b>
		<b>20.4%</b>		

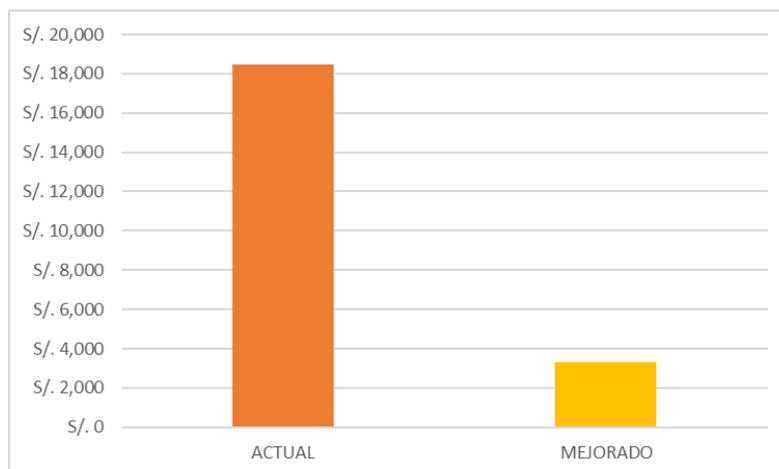
Figura 33. Estado de Resultados proyectado

Fuente. Alibaba.com

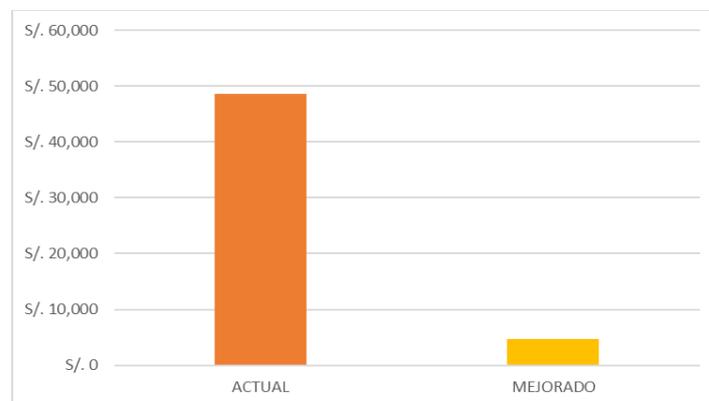
### CAPÍTULO 3. RESULTADOS



*Figura 34.* Disminución de pérdidas en CR1 Falta estudio de tiempos  
Fuente. Elaboración Propia

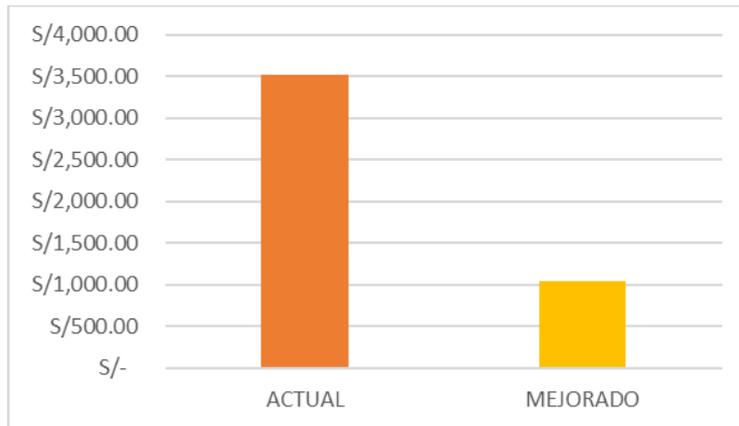


*Figura 35.* Disminución de pérdidas en CR2 Planeamiento deficiente  
Fuente. Elaboración Propia



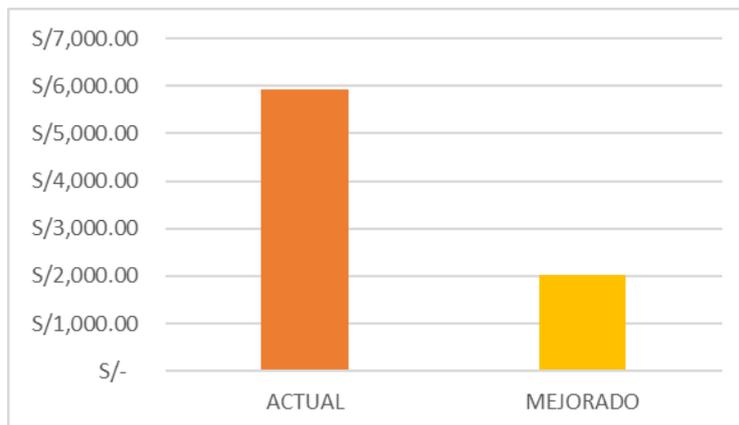
*Figura 36.* Disminución de pérdidas en CR3 Falta mantenimiento preventivo

Fuente. Elaboración Propia



*Figura 37.* Disminución de pérdidas en CR4 Falta capacitación

Fuente. Elaboración Propia



*Figura 38.* Disminución de pérdidas en CR5 Layout deficiente

Fuente. Elaboración Propia

## CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

Moreno (2017), determinó el porcentaje del factor de actuación teniendo en cuenta el desempeño de operarios y máquinas, para lo cual fijó las tolerancias conferidas por fatiga, retrasos personales y retrasos inevitables, estableciendo un estudio de 47.75 y 43.25 horas/ día respectivamente, así como el tiempo productivo e improductivo. Asimismo, logró incrementar la productividad de la mano de obra de un 16.67%. Comprobando así que, la nueva propuesta del método de trabajo disminuye el tiempo mínimo de trabajo con una diferencia de 28 segundos, de igual manera las distancias en las operaciones disminuyen de 30.73 m. a 20.34 m. Mientras tanto, en el presente proyecto se logró incrementar la productividad en un 14.16% al realizar un estudio de tiempos y adquirir una cadena transportadora, obteniendo así un beneficio de S/12,500.

Alan y Prada (2017) concluyeron que un programa de planificación de la producción reduce los inventarios por la sobreproducción y la cantidad de horas extras que se generan en las demandas pico. Es imprescindible que el pronóstico sea lo más real posible ya que éste es la base para la planificación de la producción. El error del pronóstico de la demanda calculada por la empresa es alto, en promedio llega a 20%, lo cual está por encima de la meta prevista por la empresa que es de 10%. Con el nuevo método de cálculo de pronósticos propuesto, estacional multiplicativo, se llega a tener porcentajes de error menores, inclusive que la meta de la empresa, en promedio llega al 8%. Por tal motivo, Castro y Cruz (2015) en su tesis aplicaron varias técnicas para facilitar el proceso de planificación, como: la definición del horizonte de planeación, un estudio de tiempos, el cálculo de los pronósticos y el cálculo de los costos más relevantes de producción y lista de

materiales (BOM). El MRP está estructurado en tres niveles secuenciales, 1) un plan agregado de producción, 2) un programa maestro de producción, para el cual se determina su factibilidad de ejecución mediante el cálculo requerimientos de capacidad; 3) el cálculo de los requerimientos brutos de materiales para cumplir con el programa de producción. Obteniendo como resultado un programa de pedidos planeados con la fecha y la cantidad exacta en que se necesita; paralelamente se generan las órdenes de compras de los materiales. Con la aplicación de este modelo de gestión de producción MRP se tiene un mayor control y coordinación de las materias primas, solucionando los problemas de abastecimiento que a menudo enfrenta la empresa, logrando así una reducción del 62% de los niveles de inventarios en los insumos. Comparándolo con la presente tesis, con la aplicación del MRP se puso reducir el lucro cesante por pérdida de ventas debido a rotura de stocks, obteniendo un beneficio de S/15,149.

Gaitán, M (2019), concluye que su propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento permite que la empresa disminuya viajes perdidos y por lo tanto obtenga un beneficio de S/. 159,668. Asimismo, con esta herramienta logró optimizar la asignación de viajes, debido a que existen rutas que generan una mayor utilidad para la empresa que otras. Esto generó un beneficio económico de S/. 63,870. Por su parte, en la tesis, se disminuyeron las ventas perdidas por falta de mantenimiento en un 83.19%, es decir, se obtuvo un beneficio de S/43,834.

Cruz y Sánchez (2016) determinaron que, el plan de capacitación, tiene como fin adiestrar al personal en conocimientos básicos para el desarrollo de sus funciones, logrando mejoras significativas en cuanto al desempeño de los trabajadores en la organización de estudio, resaltando la importancia de las realizaciones de

capacitaciones técnicas la cual está en función de los temas operativos y de prevención para mejorar los niveles de eficiencia y eficacia de los operarios al realizar cada actividad designada. Por ello, en la presente investigación se optó por capacitar al personal en temas técnicos, para así evitar reprocesos, obteniendo una reducción del 70.59% en reprocesos, es decir un beneficio de S/2,488.

Por último, Gastelo (2017), concluye que, aplicando las herramientas de ingeniería industrial como son distribución de planta, diagrama analítico de actividades, diagramas de recorrido, diagrama hombre-máquina, herramientas de mejora continua, se logró mejorar el proceso productivo de inyección plásticos, logrando reducir en un 50% el uso de mano de obra directa, debido a que se optimizó la distribución de planta y se determinó el método de trabajo adecuado para que el operario atienda a dos máquinas en paralelo, lográndose aumentar la saturación de 54.16% a 100%; asimismo, se definió el tiempo de ciclo estándar para producir una determinada cantidad de productos terminados. De igual manera, en la presente tesis, se logró disminuir la distancia total de 290 m. a 99 m., obteniendo un beneficio de S/3,905 al realizar una distribución de planta con el método Muther.

#### **4.2. Conclusiones**

- Se determinó que la propuesta de mejora en la gestión de producción, logística y mantenimiento incrementa la rentabilidad de la empresa fabricante de tacos de poli cloruro de vinilo de la ciudad de Trujillo, en un 20.40%, equivalente a S/60,420.00.
- Se diagnosticaron problemas en la gestión actual de producción, logística y mantenimiento que afectan negativamente a la rentabilidad de la empresa fabricante de tacos de poli cloruro de vinilo de la ciudad de Trujillo. Estas son:

Pérdida por falta de estudio de tiempos, reflejado en el costo anual de mano de obra, asimismo, pérdida por planeamiento deficiente, evidenciado en las ventas perdidas por rotura de stocks, pérdidas por falta de mantenimiento preventivo, evidenciado en el lucro cesante por ventas perdidas, de igual manera, las pérdidas por falta de capacitación, evidenciado en los reprocesos y, pérdidas por contar con un layout deficiente.

- Se emplearon métodos y herramientas de la ingeniería industrial para incrementar la rentabilidad de la empresa fabricante de tacos de poli cloruro de vinilo de la ciudad de Trujillo, como estudio del trabajo mediante estudio de tiempos, gestión táctica con métodos como el pronóstico de la demanda y el MRP; gestión del mantenimiento mediante la realización de la matriz AMFE, criticidad y el Plan de Mantenimiento Preventivo, así como capacitaciones técnicas para evitar reprocesos y distribución de planta mediante el método Muther, obteniendo un beneficio total de S/77,876 al aplicar la propuesta de mejora.
- La propuesta de mejora en la gestión de producción, logística y mantenimiento en la empresa fabricante de tacos de poli cloruro de vinilo es viable económica y financieramente. Esto se demuestra con un VAN de S/11,278 Además, la Tasa Interna de Retorno es 81.542% y el Beneficio/Costo de 1.82, que indica que, por cada sol invertido en la propuesta de mejora, se obtendrá una ganancia de S/0.82 El retorno de la inversión será en 9 meses.

## REFERENCIAS

- Alan, J. y Prada, J. (2017). *Análisis y propuesta de implementación de un sistema de planificación de producción y gestión de inventarios y almacenes aplicado a una empresa de fabricación de perfiles de plástico pvc* (Tesis de Grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/7951>
- Castro, M., y Cruz, V. (2015). *Plan de requerimiento de materiales en la empresa Castro Maquinaria* (Tesis de Grado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/10701>
- Concepto Definición (2020). *Capacitación*. Recuperado de <https://conceptodefinicion.de/capacitacion/>
- Cruz, A., y Sánchez, L. (2016). *Plan de capacitación para mejorar el desempeño laboral del personal de la empresa publicidad y servicios generales Boga S.A. que labora en el campus UPAO de la ciudad Trujillo en el año 2016* (Tesis de Grado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú. Recuperado de [http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/2333/1/RE\\_ADMI\\_ANGHI.CRUZ\\_LUIS.SANCHEZ\\_PLAN.DE.CAPACITACION.PARA.MEJORAR.EL.DESEMPE%C3%91O.LABORAL\\_DATOS.PDF](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/2333/1/RE_ADMI_ANGHI.CRUZ_LUIS.SANCHEZ_PLAN.DE.CAPACITACION.PARA.MEJORAR.EL.DESEMPE%C3%91O.LABORAL_DATOS.PDF)
- ESAN (2018). *Herramientas de inventarios y compras: MRP y Just in Time*. Recuperado de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2018/04/herramientas-de-inventarios-y-compras-mrp-y-just-in-time/>
- Gastelo, H. (2017). *Mejora de la productividad mediante el uso eficiente de la mano de obra directa en el proceso de inyección plásticos en Ciplast Perú S.A.C.* (Tesis de Grado). Universidad Privada del Norte, Lima, Perú. Recuperado de

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/11293/TESIS->

[Henry%20Gastelo%20Arnales.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/11293/TESIS-Henry%20Gastelo%20Arnales.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Jiménez, D. (2011). *Análisis y pronósticos de demanda para Telefonía móvil* (Tesis de Grado). Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile. Recuperado de [http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2011/cf-jimenez\\_dl/pdfAmont/cf-](http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2011/cf-jimenez_dl/pdfAmont/cf-jimenez_dl.pdf)

[jimenez\\_dl.pdf](http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2011/cf-jimenez_dl/pdfAmont/cf-jimenez_dl.pdf)

Lean Manufacturing10 (2019). *Previsión de la demanda: Importancia y métodos para realizarla*. Recuperado de <https://leanmanufacturing10.com/prevision-de-la-demanda-importancia-y-metodos-para-realizarla>

Martín, Rolon Sandra Milena (2005). En su libro, programa de mantenimiento preventivo

Moreno, R. (2017). *Propuesta de mejoramiento de la productividad, en la línea de elaboración de armadores, a través de un estudio de tiempos del trabajo, en la empresa de productos plásticos Partiplast* (Tesis de Grado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17234>

Pérez, A., Rodríguez, A., & Molina, M. (2002). Factores determinantes de la rentabilidad financiera de las pymes. *Spanish Journal of Finance and Accounting/Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 31(112), 395-429.

Kuzu (2019). *Principios de la distribución en planta (layout)*. Recuperado de <https://kuzudecoletaje.es/principios-de-la-distribucion-en-planta-layout/>

Tejada, N.; Gisbert, V., & Pérez, A. (2017). Metodología de estudio de tiempo y movimiento; introducción al GSD. 3C Empresa, investigación y pensamiento crítico, Edición Especial, 39-49. DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.39-49>

Vélez, J. C., Montoya, E. C., & Oliveros, C. E. (1999). *Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de la cosecha manual del café.*



Anexo 2. *Transportador flexible*



Flexible retractable curved roller conveyor †

**\$135.00-\$150.00** / Meter

2 Meters (Min Order)

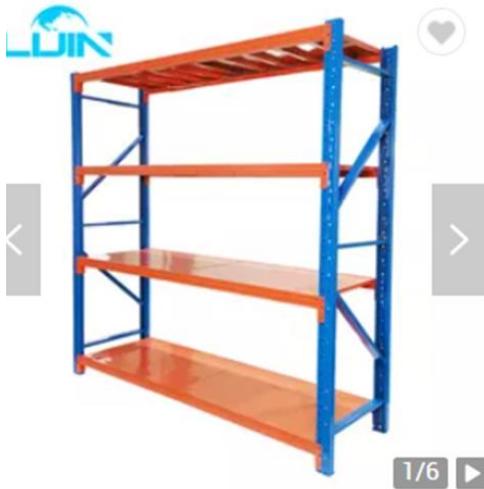
Ningbo Diya Industrial Equipment Co., Ltd. > CN

89.0% Response Rate US \$470,000+ in 67 Trans

Contact Supplier

Leave Messages

Anexo 3. *Racks*



LIJIN Manufacture Factory 200KG Per layer

**Main Product** ✓ **Steel** **For Industry**

**\$20.00-\$60.00** / Set

1 Set (Min Order)

Guangdong Lijin Storage Equipment Co., Ltd. > CN

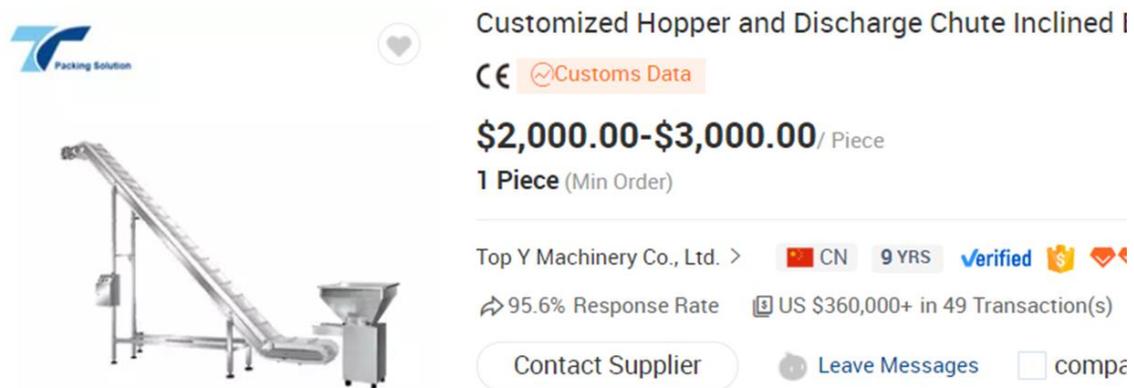
90.2% Response Rate US \$90,000+ in 27 Transac

Cont

90.2% of buyers who contacted this sup received a response within 24 hours.

Fuente. Alibaba.com

Anexo 4. *Transportador Alimentador*



**Customized Hopper and Discharge Chute Inclined**

CE  Customs Data

**\$2,000.00-\$3,000.00** / Piece

1 Piece (Min Order)

Top Y Machinery Co., Ltd. >  CN 9 YRS  Verified  \$ 

 95.6% Response Rate  US \$360,000+ in 49 Transaction(s)

[Contact Supplier](#)  Leave Messages  compare

Fuente. Alibaba.com

Anexo 5. *Cédulas de detección de necesidades de capacitación para el departamento de producción*

CURSOS PROPUESTOS				
PUESTO: OPERARIO DE MAQUINARIA	DEPARTAMENTO : PRODUCCIÓN			
NIVEL ACADÉMICO : TÉCNICO EN MANTENIMIENTO				
EXPERIENCIA LABORAL INTERNA : 4 MESES	EXPERIENCIA LABORAL EXTERNA : N/A			
FUNCIONES GENERALES : garantizar la elaboración del producto de forma estable , bajo los parámetros de calidad y el tiempo indicado				
Desarrollar los conocimientos básicos en el área en la que se desenvuelven cada uno de los auxiliares, obteniendo como resultados líneas de producción productivas y productos elaborados sujetos a los estándares de calidad y parámetros establecidos.				
Requerimientos de capacitación	Total de personas por puesto	Personal a capacitar	Prioridad	Nivel
BPM	1	1	A	4
Trabajo en Equipo	1	1	B	4
Electricidad y maquinaria industrial	1	1	A	4
Motivación	1	1	C	3
Limpieza y Orden	1	1	B	4

<b>CURSOS PROPUESTOS</b>				
PUESTO:		DEPARTAMENTO : PRODUCCIÓN		
NIVEL ACADÉMICO :		SECUNDARIA COMPLETA		
EXPERIENCIA LABORAL INTERNA :		EXPERIENCIA LABORAL EXTERNA : N/A		
FUNCIONES GENERALES : Garantizar a través de procesos de lijado y cortes , la calidad del producto.				
Desarrollar los conocimientos básicos en el área en la que se desenvuelven cada uno de los auxiliares, obteniendo como resultados líneas de producción productivas y productos elaborados de forma inocua, con los estándares de calidad y parámetros establecidos.				
Requerimientos de capacitación	Total de personas por puesto	Personal a capacitar	Prioridad	Nivel
BPM	1	1	A	4
Trabajo en Equipo	1	1	B	4
Motivación	1	1	C	3
Limpieza y Orden	1	1	B	4

<b>CURSOS PROPUESTOS</b>				
PUESTO: AUXILIAR DE PRODUCCIÓN		DEPARTAMENTO : PRODUCCIÓN		
NIVEL ACADÉMICO :		SECUNDARIA COMPLETA		
EXPERIENCIA LABORAL INTERNA :		EXPERIENCIA LABORAL EXTERNA : N/A		
FUNCIONES GENERALES : Verificar y transportar la materia prima a las diferentes máquinas necesarias en la producción				
Desarrollar los conocimientos básicos en el área en la que se desenvuelven cada uno de los auxiliares, obteniendo como resultados líneas de producción productivas y productos elaborados de forma acorde con los estándares de calidad y parámetros establecidos.				
Requerimientos de capacitación	Total de personas por puesto	Personal a capacitar	Prioridad	Nivel
Buenas prácticas de manufactura	1	1	A	4
Trabajo en Equipo	1	1	B	4
Control de inventarios	1	1	A	4
Habilidades numéricas	1	1	C	4
Limpieza y Orden	1	1	B	4

Anexo 6. Cartas descriptivas para el personal de la línea de producción

<b>NOMBRE DEL CURSO</b>			
<b>USO DE MAQUINAS INDUSTRIALES DE INYECTADO , MOLEDORAS , MOLDIADORAS</b>			
<b>Dirigido a :</b>	Auxiliar de Produccion, Operario de Maquinaria y Operario de Acabado		
<b>Justificación:</b>	Obtener Conocimientos en la elaboración de productos , que aseguren la buena calidad de productos.		
<b>Objetivo General :</b>	Optimizar el uso de la materia prima en el proceso de Inyectado , Acabado y Moler.		
<b>Contenido Temático :</b>	La màquina industriales de Inyectado , Torneado ,		
	Prototipo de Operaciones de Moldes de PVC		
	Aditamientos por operaciones, puntadaspor pulgadas.		
	Llenado de Cloruro de Vinilo y otros		
	Hoja de presupuesto del proyecto.		
	Diferentes Moldes para realizacion de moldeo		
	Tacos y zuelas		
	Damas - Caballeros - Niños		
	Escalados y variaciones de modelos		
	Mantenimiento Diario		
Uso efectivo de la maquinas de lijado			
<b>Metodología de Trabajo</b>	Curso Presencial		
<b>Estrategia de evaluación</b>	Pruebas teóricas al momento de finalizar los módulos		
<b>Material de apoyo</b>	Videos , rotafolio , cañonera , computadora, material de apoyocon diapositivas		
<b>Fuentes de información</b>	Serán proporcionadas por el capacitador		
<b>Duración del Curso h</b>	<b>Num. De sesiones</b>	<b>Núm. De participantes</b>	<b>Requerimiento de algun curso</b>
24	8	3	
<b>Lugar:</b>	Salón de capacitaciones de la empresa.		
<b>Coordinador de capacitación</b>		<b>Contacto</b>	
<b>OBSERVACIONES :</b>			

<b>NOMBRE DEL CURSO</b>			
<b>BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA</b>			
<b>Dirigido a :</b>	Auxiliar de Produccion, Operario de Maquinaria y Operario de Acabado		
<b>Justificación:</b>	Obtener Conocimientos en la elaboración de productos , que aseguren la buena calidad de productos.		
<b>Objetivo General :</b>	Optimizar el uso de la materia prima en el proceso de Inyectado , Acabado y Moler.		
<b>Contenido Temático :</b>	Objetivo y Campo de Aplicación Normas de Referencia		
	¿Qué son las Buenas Prácticas de Manufactura?		
	Consideraciones del diseño		
	Instalaciones físicas: piso, pared, puertas y ventanas,		
	Diseño y material de los equipos y utensilio		
	Diferentes Moldes para realizacion de moldeo		
	Control de productos químicos		
	Damas - Caballeros - Niños		
	Escalados y variaciones de modelos		
	Mantenimiento Diario		
Control de residuos			
<b>Metodología de Trabajo</b>	Curso Presencial		
<b>Estrategia de evaluación</b>	Pruebas teóricas al momento de finalizar los módulos		
<b>Material de apoyo</b>	Videos , rotafolio , cañonera , computadora, material de apoyo con diapositivas		
<b>Fuentes de información</b>	Serán proporcionadas por el capacitador		
<b>Duración del Curso h</b>	<b>Num. De sesiones</b>	<b>Núm. De participantes</b>	<b>Requerimiento de algun curso</b>
12	4	3	
<b>Lugar:</b>	Salón de capacitaciones de la empresa.		
<b>Coordinador de capacitación</b>		<b>Contacto</b>	
<b>OBSERVACIONES :</b>			

<b>NOMBRE DEL CURSO</b>			
<b>GESTIÓN DE ALMACENES E INVENTARIOS</b>			
<b>Dirigido a :</b>	Auxiliar de Produccion, Operario de Maquinaria y Operario de Acabado		
<b>Justificación:</b>	Obtener Conocimientos en la elaboración de productos, que aseguren la buena calidad de productos.		
<b>Objetivo General :</b>	Optimizar el uso de la materia prima en el proceso de Inyectado , Acabado y Moler.		
<b>Contenido Temático :</b>	Gestión efectiva de almacenes		
	Gestión de inventarios para empresas manufactureras		
	Buenas prácticas de almacenamiento para insumos y		
	Distribución y transporte interna y externa		
	Formas de packing y picking		
	Diferentes Moldes para realizacion de moldeo		
	Indicadores de Inventarios		
	Planificación y control del transporte de mercancías.		
	Escalados y variaciones de modelos		
	Envases y embalajes		
	El impacto de Lean y los indicadores		
<b>Metodología de Trabajo</b>	Curso Presencial		
<b>Estrategia de evaluación</b>	Pruebas teóricas al momento de finalizar los módulos		
<b>Material de apoyo</b>	Videos , rotafolio , cañonera , computadora, material de apoyo con diapositivas		
<b>Fuentes de información</b>	Serán proporcionadas por el capacitador		
<b>Duración del Curso h</b>	<b>Num. De sesiones</b>	<b>Núm. De participantes</b>	<b>Requerimiento de algun curso</b>
24	8	2	
<b>Lugar:</b>	Salón de capacitaciones de la empresa.		
<b>Coordinador de capacitación</b>		<b>Contacto</b>	
<b>OBSERVACIONES :</b>			

<b>NOMBRE DEL CURSO</b>			
<b>MOTIVACION , COMUNICACIÓN Y TRABAJO EN EQUIPO</b>			
<b>Dirigido a :</b>	Auxiliar de Produccion, Operario de Maquinaria y Operario de Acabado		
<b>Justificación:</b>	Obtener Conocimientos en la elaboración de productos , que aseguren la buena calidad de productos.		
<b>Objetivo General :</b>	Optimizar el uso de la materia prima en el proceso de Inyectado , Acabado y Moler.		
<b>Contenido Temático :</b>	Mecanismo neurofisiológico y sus respuestas cognitivas. Evaluación Diagnóstica participativa de Estrés a nivel Cómo se originan y actúan en nuestros Aplicaciones de herramientas específicas para superar “Ser o no ser... yo mismo. He ahí la pregunta”. Control y manejo de reacciones reactivas a proactivas. Ejercicios de impacto inmediato. El poder de la intención para mejorar mi Salud Mental, Escalados y variaciones de modelos El enfoque se orienta hacia la co-construcción de una Caja de Herramientas		
<b>Metodología de Trabajo</b>	Curso Presencial		
<b>Estrategia de evaluación</b>	Pruebas teóricas al momento de finalizar los módulos		
<b>Material de apoyo</b>	Videos , rotafolio , cañonera , computadora, material de apoyo con diapositivas		
<b>Fuentes de información</b>	Serán proporcionadas por el capacitador		
<b>Duración del Curso h</b>	<b>Num. De sesiones</b>	<b>Núm. De participantes</b>	<b>Requerimiento de algun curso</b>
12	4	3	
<b>Lugar:</b>	Salón de capacitaciones de la empresa.		
<b>Coordinador de capacitación</b>		<b>Contacto</b>	
<b>OBSERVACIONES :</b>			

Anexo 7. Análisis del Contexto Operacional

<b>MÁQUINA INYECTORA DE PLÁSTICO (PVC)</b>	
<b>&gt; Función</b>	
Fundir las piezas molidas de PVC en un molde de aluminio.	
<b>&gt; Descripción de la operación</b>	
El microprocesador ejecuta los programas que tiene instalados , cuando el PVC molido este llenado a la Tolva de la máquina .Una vez llenado el material, el cilindro de plastificación o inyección , transforma él solido de PVC a liquido , en una temperatura estándar de 200 C° a un tiempo de 30 segundos.Lugo de ser transformado , el vástago expulsa el material liquido al molde fijo en la máquina .	
<b>&gt; Descripción de la máquina</b>	
Las partes principales de la máquina de inyección son : El grupo de cierre , el grupo de inyección , el sistema hidráulico y el sistema microprocesador. El grupo de cierre esta conformado por el plato fijo , que sujeta uno de los semimoldes , el dispositivo de extracción , donde por expulsión atraviesan el orificios ,llegando hasta la placa expulsadora de molde.El grupo de inyección tiene como piezas fundamentales al cilindro de plastificación o inyección , la boquilla , los termopares y la tolva.El sistema hidráulico , contiene una bomba y motores electricos.El microprocesador , tiene varias funciones , una de ellas es controlar la temperatura , la presión de expulsión y la velocidad con la que se quiere trabajar.	
<b>MÁQUINA INYECTORA</b>	
<b>Marca</b>	HQT-580
<b>Tipo</b>	Inyectora
<b>Motor</b>	
<b>Marca</b>	-
<b>Potencia</b>	12 HP
<b>Voltaje</b>	220/380/440
<b>Amperaje</b>	43/24.8/21.5
<b>Frecuencia</b>	60Hz
<b>Año de adquisición</b>	2006

<b>MÁQUINA MOLEDORA</b>	
<b>&gt; Función</b>	
Moler el material de PVC en una tolva	
<b>&gt; Descripción de la operación</b>	
El operario encargado de cargar los materiales , pone un saco de 35 kg de PVC en la tolva, luego el motor de la máquina se encarga de molerlo durante 10 minutos. Luego el operario saca el material molido para ser llevado a la máquina siguiente.	
<b>&gt; Descripción de la máquina</b>	
<p>Básicamente, están constituidos por una tolva de alimentación del material, cuya abertura inferior define la capacidad volumétrica del molino. También la define el diámetro del rotor, que a su vez es indicativo del volumen de piezas que se alimentan. Ésta da acceso a la cámara de molienda, en que se encuentra un rotor portacuchillas y un estátor con otra cuchilla, produciéndose entrambas el corte del material.</p> <p>En la parte inferior de la cámara se encuentra un tamiz que define la granulometría del PVC, preestablecido por la holgura entre las uchillas del estátor y las del rotor. Este último recircula el material cuyo tamaño exceda al de las aberturas del tamiz.</p>	
<b>MÁQUINA MOLEDORA</b>	
<b>Marca</b>	QR1700-2100
<b>Tipo</b>	Trituradora
<b>Motor</b>	
<b>Marca</b>	Siemens
<b>Potencia</b>	5 HP
<b>Voltaje</b>	220/380
<b>Amperaje</b>	13.5/7.7
<b>Frecuencia</b>	60Hz
<b>Año de adquisición</b>	2006

<b>MÁQUINA DE LIJADO</b>	
<b>&gt; Función</b>	
Lijar los tacos para terminar el proceso de la producción	
<b>&gt; Descripción de la operación</b>	
Los tacos que ya han sido enfriados, son recogidos por el operario para llevarlo a la máquina de lijado. En este proceso, se lija todos aquellos que tienen un ligero defecto, como residuos por los costados o material acumulado. El tiempo de lijado depende del estado del taco.	
<b>&gt; Descripción de la máquina</b>	
<p>Esta máquina tiene una banda, cinta o cinturón de material abrasivo (papel de lija) que gira de forma continua sobre dos rodillos para nivelar superficies mediante la remoción de grandes cantidades de material en un corto tiempo.</p> <p>La tasa de remoción del material y la calidad de la superficie que produce esta lijadora de banda están determinadas, principalmente, por el grado y el tipo de la banda de lija, así como de la velocidad preseleccionada de la banda. Cuanto mayor sea la velocidad, más material se extrae y más fina queda la superficie lijada.</p>	
<b>MÁQUINA INYECTORA</b>	
<b>Marca</b>	7640 - 900
<b>Tipo</b>	Inyectora
<b>Motor</b>	
<b>Marca</b>	Siemens
<b>Potencia</b>	2 HP
<b>Voltaje</b>	110/220
<b>Amperaje</b>	3.5/5
<b>Frecuencia</b>	60Hz
<b>Año de adquisición</b>	2008