

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO PARA REDUCIR COSTOS EN UNA EMPRESA DE CALZADO, TRUJILLO - 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Cesar Martin Garcia Vertiz

Manuel Jaime Federico Vertiz Sosaya

Asesor:

Ing. César Santos Gonzales

<https://orcid.org/0000-0003-4679-1146>

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

| | | |
|---------------------------|---|-----------------|
| Jurado 1 Presidente(a) | Rafael Luis Alberto Castillo Cabrera | 45236444 |
| | Nombre y Apellidos | Nº DNI |

| | | |
|----------|--|-----------------|
| Jurado 2 | Miguel Enrique Alcalá Adrianzen | 17904461 |
| | Nombre y Apellidos | Nº DNI |

| | | |
|----------|--|-----------------|
| Jurado 3 | Enrique Martin Avendaño Delgado | 18087740 |
| | Nombre y Apellidos | Nº DNI |

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico con todo mi amor y cariño a mis padres, Rosa y Jaime por su sacrificio y esfuerzo, por creer en mí, por ayudarme a cumplir mis metas profesionales y porque siempre estuvieron ahí para brindarme sus mejores consejos, comprensión y amor.

Manuel Jaime Federico Vértiz Sosaya.

Dedico esta tesis a mis padres, Nimia y Jacinto que han sido el pilar fundamental en mi formación como profesional, por brindarme la confianza y consejos que me impulsan a seguir adelante; a mi hermana Marissé quién es para mí un ejemplo e inspiración en todo lo que hago, y sobre todo a mis amados abuelos Carlos y Barbarita por las enseñanzas y sabidurías que forjaron en mí.

César Martín García Vértiz.

AGRADECIMIENTO

A mis padres y hermanos porque me formaron y motivaron con ejemplo y amor para continuar con este reto, por su apoyo incondicional que me dio el aliento y la fuerza de concluir mi carrera.

Al Ing. César Santos por brindarnos sus conocimientos y motivarnos día a día a la superación y al éxito profesional.

A todos los docentes que a lo largo de la carrera fueron fuente de apoyo en conocimiento y habilidades, gracias a todos.

**Manuel Jaime Federico Vértiz
Sosaya**

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio.

A mis padres por el esfuerzo grande que hicieron por formarme profesionalmente.

Al Ing. César Santos por su tiempo y dedicación en este gran paso que estoy dando.

A mis queridas amistades que han estado en las buenas y en las malas, gracias a todos.

César Martín García Vértiz

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|-------------------------------------|------|
| JURADO EVALUADOR | i |
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| ÍNDICE DE TABLAS | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | ix |
| RESUMEN | xiii |
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN | 14 |
| 1.1. Realidad Problemática..... | 14 |
| 1.2. Antecedentes | 22 |
| 1.3. Bases Teóricas..... | 25 |
| 1.4. Definición de términos | 30 |
| 1.5. Formulación del problema | 32 |
| 1.6. Objetivos | 32 |
| 1.6.1. Objetivo General..... | 32 |
| 1.6.2. Objetivos Específicos..... | 32 |
| 1.7. Hipótesis..... | 32 |
| CAPÍTULO II. METODOLOGÍA | 33 |
| 2.1. Tipo de investigación | 33 |
| 2.2. Métodos..... | 33 |
| 2.3. Procedimiento..... | 34 |

| | | |
|---------------------------------------|--|-----|
| 2.3.1. | Diagnóstico del área problemática | 34 |
| 2.3.2. | Identificación de indicadores | 43 |
| 2.3.3. | Desarrollo MRP | 46 |
| 2.3.4. | Desarrollo Ingeniería de Métodos..... | 56 |
| 2.3.5. | Desarrollo 5S..... | 67 |
| 2.3.6. | Desarrollo AMEF..... | 78 |
| 2.3.7. | Desarrollo Mantenimiento Autónomo | 89 |
| 2.3.8. | Desarrollo SMED..... | 95 |
| 2.3.9. | Plan de capacitación..... | 104 |
| 2.3.10. | Cálculo de inversiones | 107 |
| 2.3.11. | Cálculo de tasa mínima aceptable de rendimiento..... | 107 |
| 2.3.12. | Evaluación económica - financiera..... | 108 |
| CAPÍTULO III. RESULTADOS | | 110 |
| CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | | 113 |
| 4.1. | Discusión..... | 113 |
| 4.2. | Conclusiones | 116 |
| REFERENCIAS | | 117 |
| ANEXOS | | 120 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|----------|--|----|
| Tabla 1 | Metodología empleada para la presente investigación | 33 |
| Tabla 2 | Cálculo de la pérdida monetaria de la CR1 - Producción | 37 |
| Tabla 3 | Cálculo de la pérdida monetaria de la CR2 - Producción | 38 |
| Tabla 4 | Cálculo de la pérdida monetaria CR3 - Producción | 39 |
| Tabla 5 | Cálculo de la pérdida monetaria CR1 - Mantenimiento | 40 |
| Tabla 6 | Cálculo de la pérdida monetaria CR2 - Mantenimiento | 41 |
| Tabla 7 | Cálculo de la pérdida monetaria CR3 - Mantenimiento | 42 |
| Tabla 8 | Cuadro de indicadores y herramientas de mejora - Área de producción | 44 |
| Tabla 9 | Cuadro de indicadores y herramientas de mejora - Área de mantenimiento | 45 |
| Tabla 10 | Demanda histórica de la demanda de botines | 47 |
| Tabla 11 | Proyección de la demanda de botines - Año 2021 | 47 |
| Tabla 12 | Plan Maestro de Producción 2021 - Botines | 48 |
| Tabla 13 | Lista de materiales y cálculo de batch | 49 |
| Tabla 14 | Archivo maestro del inventario | 50 |
| Tabla 15 | Tiempos de procesos de producción | 61 |
| Tabla 16 | Tiempos del nuevo método de trabajo | 64 |
| Tabla 17 | Identificación del tipo de falla y los efectos potenciales | 79 |
| Tabla 18 | Guía de parámetros para evaluación de efectos de falla | 80 |
| Tabla 19 | Evaluación de severidad de las fallas identificadas | 81 |
| Tabla 20 | Criterio para evaluar la probabilidad de fallas | 82 |

| | | |
|----------|--|-----|
| Tabla 21 | Identificación de las causas potenciales de las fallas | 83 |
| Tabla 22 | Matriz final de AMEF | 86 |
| Tabla 23 | Resúmenes de ahorro e inversión requerida por cada herramienta de mejora | 107 |
| Tabla 24 | Cálculo de TMAR | 108 |
| Tabla 24 | Resultados obtenidos del diagnóstico | 111 |
| Tabla 25 | Resultados obtenidos en los principales indicadores | 111 |
| Tabla 27 | Resultados obtenidos tras el análisis económico | 112 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Top de países productores de calzados | 14 |
| Figura 2. Origen de las importaciones de zapatos en el Perú | 15 |
| Figura 3. Importaciones vs Exportaciones de calzados en el Perú - 2018 | 16 |
| Figura 4. Horas improductivas por falta de aprovisionamiento interno – Año 2021 | 18 |
| Figura 5. Horas improductivas por mal diseño del método de trabajo – Año 2021 | 18 |
| Figura 6. Horas improductivas por desorganización en las estaciones de trabajo – Año 2021 | 19 |
| Figura 7. Horas improductivas por fallas mecánicas recurrentes – Año 2021 | 20 |
| Figura 8. Horas improductivas por falta de disponibilidad de los equipos | 21 |
| Figura 9. Horas improductivas por el elevado tiempo de preparación de maquinaria - Año 2021 | 21 |
| Figura 10. Etapas para el desarrollo de AMEF | 25 |
| Figura 11. Fases para el desarrollo de la Ingeniería de Métodos | 27 |
| Figura 12. Fases para el desarrollo de las 5S | 28 |
| Figura 13. Desarrollo del sistema MRP | 29 |
| Figura 14. Etapas para el desarrollo del SMED | 30 |
| Figura 15. Diagrama de Ishikawa de la problemática en el área de producción | 35 |
| Figura 16. Diagrama de Ishikawa de la problemática en el área de mantenimiento | 36 |
| Figura 17. Procedimiento de implementación del MRP | 46 |
| Figura 18. Árbol de estructura de producto de botines | 49 |

| | |
|--|----|
| Figura 19. Formato de elaboración del sistema MRP | 52 |
| Figura 20. Formato de órdenes de aprovisionamiento | 53 |
| Figura 21. Diagrama de Gantt de las actividades de implementación de MRP | 54 |
| Figura 22. Formato de ficha técnica de implementación de MRP | 55 |
| Figura 23. Procedimiento para la implementación de la Ingeniería de Métodos | 56 |
| Figura 24. Proceso para la fabricación de botines | 57 |
| Figura 25. Ficha de registro para diagrama de actividades del proceso de corte | 58 |
| Figura 26. Ficha de registro para diagrama de actividades del proceso de desbastado | 58 |
| Figura 27. Ficha de registro para diagrama de actividades del proceso de aparado | 59 |
| Figura 28. Ficha de registro para diagrama de actividades del proceso de armado | 59 |
| Figura 29. Ficha de registro para diagrama de actividades del proceso de alistado | 60 |
| Figura 30. Diagrama Bimanual de la Operación de Armado | 61 |
| Figura 31. Diseño físico actual de la mesa y silla | 62 |
| Figura 32. Nuevo diseño físico de la mesa y silla | 63 |
| Figura 33. Diagrama de Gantt de las actividades de implementación de Ingeniería de Métodos | 65 |
| Figura 34. Formato de ficha técnica de implementación de Ingeniería de Métodos | 66 |
| Figura 35. Procedimiento para la implementación de 5S | 67 |
| Figura 36. Formato para establecer el procedimiento de clasificación | 68 |
| Figura 37. Formato de aplicación de tarjetas rojas | 69 |
| Figura 38. Formato de establecimientos para la organización de las estaciones de trabajo | 70 |

| | |
|--|----|
| Figura 39. Formato para establecer rotulación de estaciones de trabajo | 71 |
| Figura 40. Formato para establecimiento de codificación y clasificación de herramientas | 71 |
| Figura 41. Formato de programa de limpieza semanal | 72 |
| Figura 42. Formato de estándares de orden y limpieza | 74 |
| Figura 43. Formato de auditorías 5S | 75 |
| Figura 44. Diagrama de Gantt de las actividades de implementación de 5S | 76 |
| Figura 45. Ficha técnica de resultados obtenidos tras aplicar 5S | 77 |
| Figura 46. Procedimiento de implementación del AMEF | 78 |
| Figura 47. Formato de detección de falla y sus evaluaciones | 84 |
| Figura 48. Diagrama de Gantt de las actividades de implementación de AMEF | 87 |
| Figura 49. Formato de ficha técnica de implementación de AMEF | 88 |
| Figura 50. Procedimiento para implementar el Mantenimiento Autónomo | 89 |
| Figura 51. Diagrama de flujo para trabajos de limpieza inicial | 90 |
| Figura 52. Formato de estandarización de trabajos de limpieza y mantenimiento | 91 |
| Figura 53. Procedimiento de inspección y mantenimiento | 92 |
| Figura 54. Diagrama de Gantt de las actividades de implementación del Mantenimiento Autónomo | 93 |
| Figura 55. Formato de ficha técnica de implementación de Mantenimiento Autónomo | 94 |
| Figura 56. Procedimiento para implementar SMED | 96 |
| Figura 57. Pasos para desarrollar la primera fase del SMED | 97 |
| Figura 58. Formato de lista de chequeo de herramientas | 97 |

| | |
|---|-----|
| Figura 59. Formato de clasificación de operaciones de preparación de maquinaria | 98 |
| Figura 60. Procedimiento para desarrollar la segunda fase de SMED | 99 |
| Figura 61. Formato de preparación de mejoras segunda fase de SMED | 100 |
| Figura 62. Procedimiento para desarrollar la tercera fase de SMED | 101 |
| Figura 63. Diagrama de Gantt de las actividades de implementación del SMED | 102 |
| Figura 64. Formato de ficha técnica de implementación de SMED | 103 |
| Figura 65. Plan de capacitación de herramientas de mejora en el área de Producción | 105 |
| Figura 66. Plan de capacitación de herramientas de mejora en el área de Mantenimiento | 106 |
| Figura 67. Formato del análisis económico de la propuesta de mejora | 109 |
| Figura 68. Resultados del impacto de la propuesta sobre los costos | 110 |
| Figura 69. Ahorro obtenido tras aplicar propuesta | 112 |

RESUMEN

Se realizó un trabajo de investigación con el propósito de determinar el impacto de la propuesta de mejora en la Gestión de Producción y Mantenimiento sobre los costos de la empresa de calzado; con el supuesto de que los costos se reducirán. La presente investigación por su orientación es del tipo aplicada y por su diseño del tipo pre experimental. Se diagnóstico la situación actual del área de producción identificando una pérdida de S/. 3,384.03 mensual y S/. 40,608.36 anual, mientras que en el área de mantenimiento se presenta una pérdida de S/. 4,018.65 mensual y S/. 48,223.86 anual.

Entre los principales resultados obtenidos se encuentra la reducción de las horas improductivas de 45.83 a 7.96 mensualmente, es decir una reducción del 82.62%.

Además, se realizó un análisis económico determinándose que el ahorro anual de las mejoras de S/. 73,649.66 pero será necesario una inversión de S/. 225,655.00 que en su mayoría está conformado por capacitaciones. El evaluar el flujo de caja del proyecto se obtuvo VAN es S/28,354.95, el TIR es de 26.03%, B/C de S/.1.55 y el ROI de 3 años. Finalmente se llegó a la conclusión que la propuesta de mejora es técnicamente viable y reduce los costos de la empresa.

Palabras claves: MRP, Ingeniería de Métodos, 5S, AMEF, Mantenimiento Autónomo, SMED

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Durante los últimos años las consecuencias de la globalización, la importancia de las economías de escala y la especialización productiva están presentando un relevado auge, repercutiendo considerablemente en la industria del calzado, que ha experimentado grandes transformaciones derivadas del proceso de globalización (Beltrán, 2018).

De acuerdo con Vargas (2019), estos cambios se han manifestado significativamente en la evolución de la producción y en el ámbito del comercio mundial, y esto se refleja en el gran dinamismo de la industria del calzado en los últimos años con crecimiento del 2.7% de la producción mundial entre 2017 y 2018, llegando en el último año a una producción de 24.200 millones de pares. La fabricación de calzado está concentrada en Asia, donde se producen casi nueve de cada 10 pares de zapatos en todo el mundo. Las cuotas de mercado continentales han mostrado fluctuaciones marginales durante la última década, excepto por el aumento de la producción en África. (Prospecta, 2019). A continuación, en la Figura 1 se muestra la distribución de la producción entre los países líderes en la industria.











| | | | Pares (millones) | Porcentaje mundial | 2018/2017 (cantidad) |
|-----|-----------|--|---------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1º | CHINA |  | 13.478 | 55,8% | -0,3% |
| 2º | INDIA |  | 2.579 | 10,7% | +7,1% |
| 3º | VIETNAM |  | 1.300 | 5,4% | +18,2% |
| 4º | INDONESIA |  | 1.271 | 5,3% | +17,4% |
| 5º | BRASIL |  | 944 | 3,9% | +3,9% |
| 6º | BANGLADÉS |  | 461 | 1,9% | +7,7% |
| 7º | TURQUÍA |  | 447 | 1,8% | +11,7% |
| 8º | PAKISTÁN |  | 411 | 1,7% | +3,3% |
| 9º | MÉXICO |  | 268 | 1,1% | +3,5% |
| 10º | ITALIA |  | 184 | 0,8% | -3,7% |

Figura 1. Top de países productores de calzados

Fuente: Prospecta, 2019

Después de entender cómo se encuentra la situación a nivel mundial de la industria del calzado es momento de analizar detalladamente el sector del calzado peruano, que representa una de las industrias tradicionales del país, Soto (2017) sostiene que éste está formado por un gran número de pequeñas empresas y que el sector inició una importante reconversión durante los últimos años, con el fin de adaptarse a las necesidades reales del mercado, produciéndose un proceso de fragmentación y de descentralización de las fases productivas en la mayoría de las grandes empresas.

Además de esto Villarán (2018) sostuvo que en el Perú la industria del calzado afrontó un desafío enorme al intentar adecuarse a las más grandes exigencias de la globalización, sin dejar por ello de constituirse como herramienta para el desarrollo de la industria peruana.

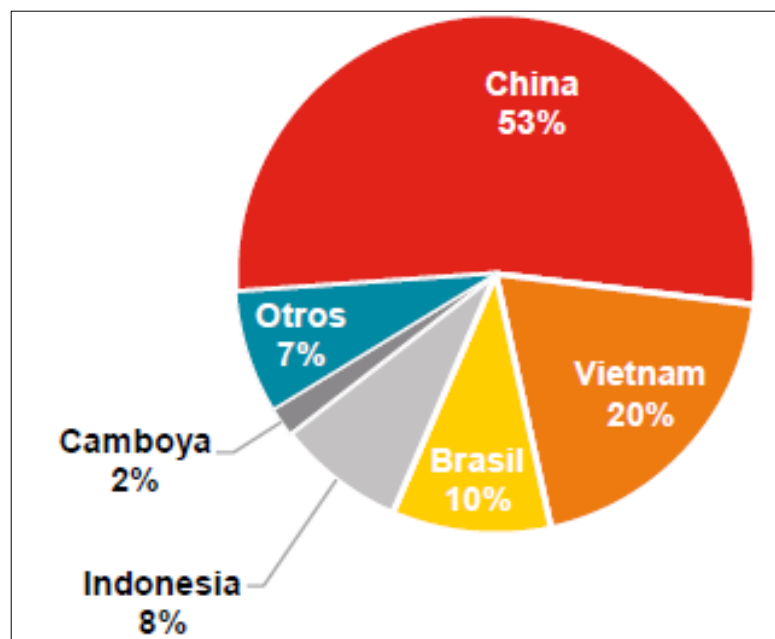


Figura 2. Origen de las importaciones de zapatos en el Perú
Fuente: Fernández, 2019

Sin embargo, Fernández (2019) afirmó que el sector del calzado en Perú ha experimentado un cambio radical debido a la fuerte irrupción de China en el mercado. Las importaciones procedentes de China supusieron algo más del 53% del total de las

realizadas por el país en 2018 (ver Figura 2). Además, la producción de calzado en Perú registra una caída desde abril de 2018, por la menor fabricación de zapatos, zapatillas y sandalias para el mercado interno y externo. No obstante, el mercado premium está liderado por marcas extranjeras y nacionales que ofrecen productos más sofisticados hechos con materiales de calidad superior y que son apreciados por un público de poder adquisitivo medio-alto. Pero no deja de ser alarmante que haya más importaciones que exportaciones y que la diferencia sea abismal como se puede apreciar en la Figura 3.

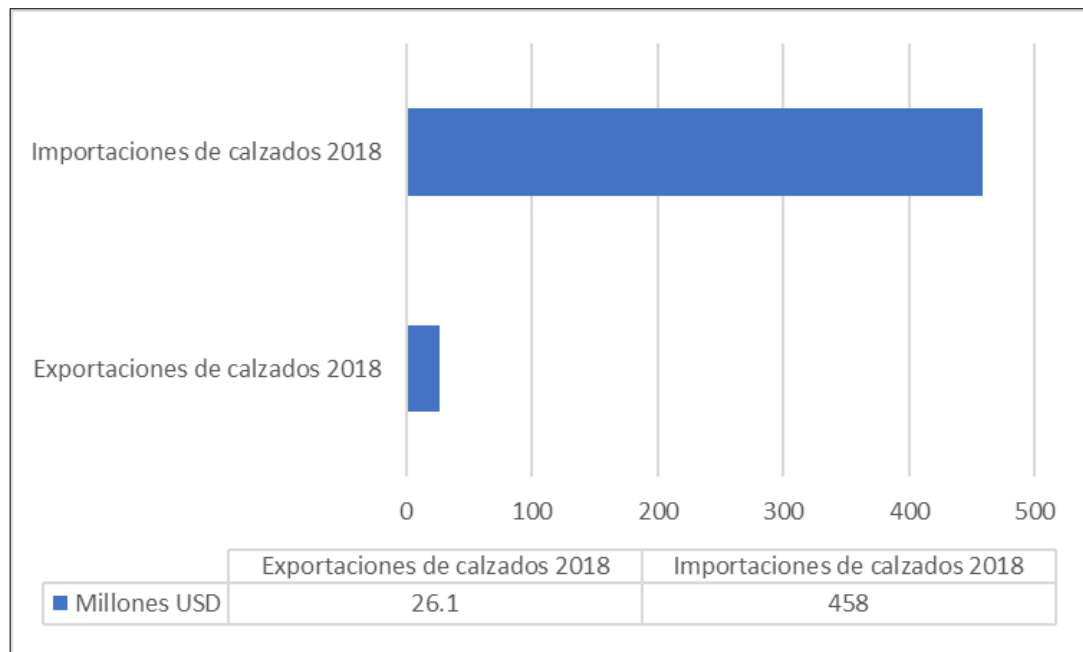


Figura 3. Importaciones vs Exportaciones de calzados en el Perú - 2018

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la producción nacional las cifras tampoco nos favorecen. En el 2018, la producción de calzado registró 7,6 millones de pares lo que significó una caída de 45% respecto al 2017 anterior, pues en ese año la cifra superaba los 13,7 millones de pares. El CCEX explica que esta caída significativa, se debió en gran medida, al aumento de las importaciones de calzado y sus partes.

Si continuamos con el análisis de la industria y nos enfocamos en la región de La Libertad se sabe que en Trujillo el calzado y manufacturas de cuero es de singular

importancia para la economía peruana y regional, constituyendo alrededor del 50% de la producción nacional de calzado y además contribuyendo a la generación de trabajo subsecuente al sector pecuario demandando cuero y pieles; sirviendo a su vez de fuente generadora de ingresos para alrededor de 100,000 personas. (CENTRUM, 2018).

Pero al igual que el resto del país se ha visto afectado por las importaciones viéndose cada vez más la necesidad de mejorar su productividad que se ve reflejado en la reducción necesaria de sus costos de producción, de no seguir esta tendencia se corre gran riesgo de que las microempresas desaparezcan generando desempleo.

Empresas como la estudiada en la presente investigación no escapan de esta realidad que les afecta considerablemente de manera directa al verse limitado su crecimiento por la poca competitividad que presentan ante los precios de los productos importados. Es por ello que hay la necesidad de emplear técnicas o herramientas que busquen mejorar dos áreas claves en la empresa que son producción y mantenimiento.

Es por ello que mejorar la Gestión de la Producción y Mantenimiento es clave como primer paso hacia el resurgimiento de las microempresas frente al mercado globalizado. Para saber que herramientas se deben aplicar hay que identificar las principales causas que se presentan en la empresa.

En el área de producción se presenta pérdidas monetarias como consecuencia de tiempos improductivos por la falta de aprovisionamiento interno, se da muchos casos que se programa la fabricación de cierto calzado pero al momento de iniciar la producción recién se verifica que no se encuentra con todo el material disponible en las líneas de producción consecuentemente se produce paradas para que se proceda a verificar las disponibilidad en el almacén y en caso de no encontrarse el material se procede a cambiar de producto para la fabricación, pero todo el tiempo que pasa mientras se hace las verificaciones genera pérdidas monetarias porque gran parte de la

mano de obra cobra por horas y si evaluamos el lucro cesante también hay una pérdida significativa. Se estima que se genera en promedio 7.36 horas improductivas de manera mensual por este problema. A continuación, en la Figura 4 se detalla las horas improductivas generadas por mes durante el año 2021.

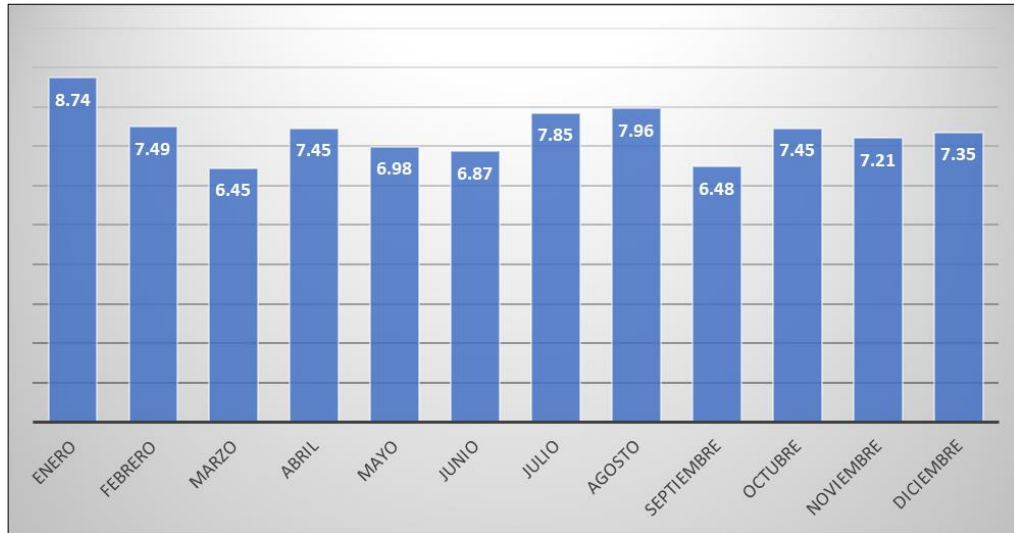


Figura 4. Horas improductivas por falta de aprovisionamiento interno – Año 2021
Fuente: Partes de incidencias de la de calzado

Existen pérdidas monetarias como consecuencia del mal diseño del método de trabajo que se ve reflejado en las operaciones que no agregan valor ya sea transportes, inspecciones, almacenamientos o inclusive operaciones que parecen que agregan valor, pero pueden ser eliminables.

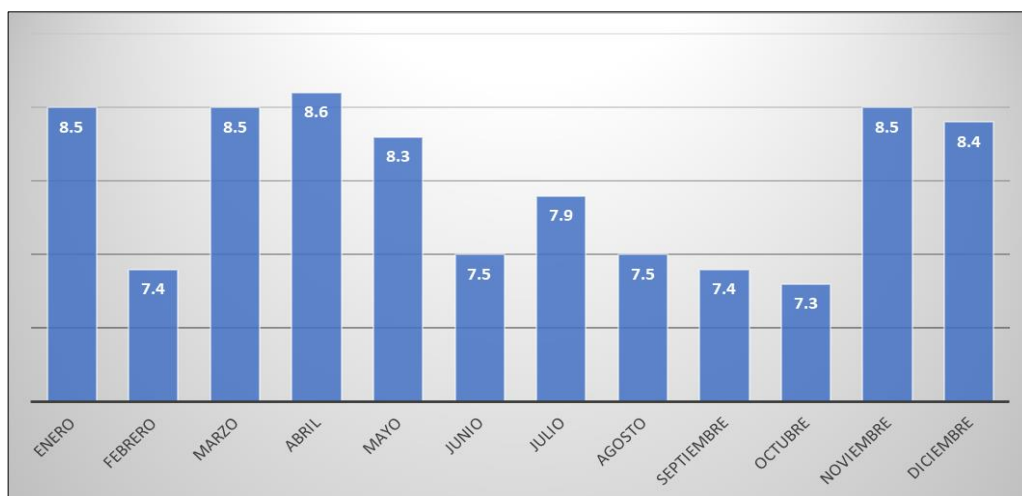


Figura 5. Horas improductivas por mal diseño del método de trabajo – Año 2021
Fuente: Registro de estudio de tiempos de la empresa de calzado

Como se muestra anteriormente en la Figura 5 es muy variable las horas improductivas por el mal diseño del método de trabajo esto se debe también al constante cambio que se realiza en las formas de trabajo y nunca se llega a encontrar la manera eficiente para trabajar de forma estandarizada. Se estima que se genera en promedio 7.98 horas improductivas por el mal diseño del método de trabajo.

También existen pérdidas monetarias en producción como consecuencia de horas improductivas generadas por la desorganización en las áreas de trabajo, se ve muchos casos en la empresa donde las estaciones terminan totalmente llenas de herramientas y material sin haber sido recogido y guardado donde corresponde. Esto influye porque al día siguiente el trabajador cuando entra a trabajar no puede iniciar sus labores sin antes intentar organizar su área de trabajo para poder continuar. Esto es frecuente y repetitivo, en los partes de incidencias que lleva la empresa son registradas todas las horas que no se produce por este inconveniente haciendo evidente que esto genera sobre costos en la fabricación y también pone en peligro el no cumplimiento de los programas de producción que se ven retrasados. Se estima que se genera 7.76 horas improductivas.

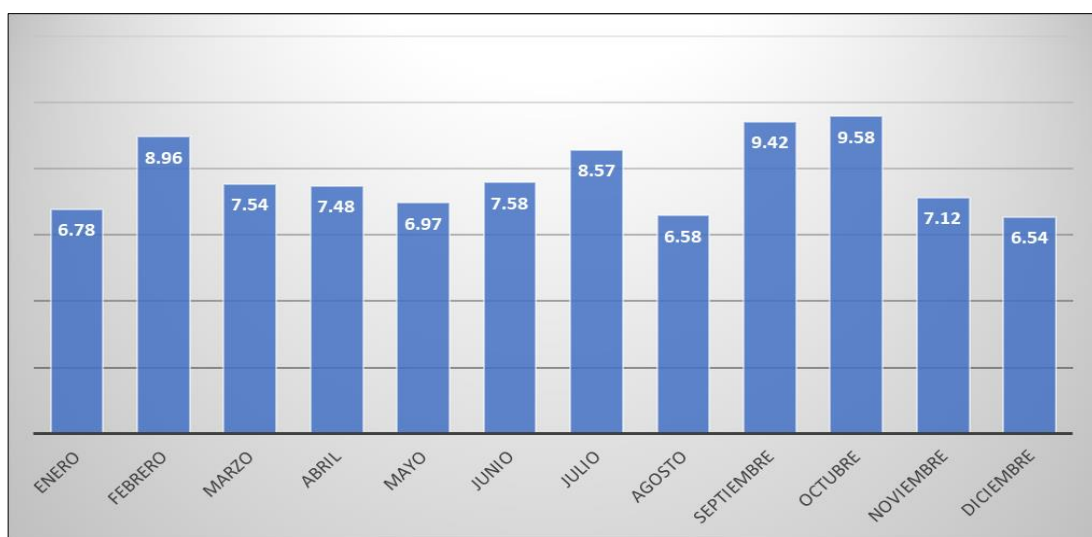


Figura 6. Horas improductivas por desorganización en las estaciones de trabajo – Año 2021

Fuente: Partes de incidencias de la empresa de calzado.

Por otro lado, en el área de mantenimiento también se identificaron pérdidas monetarias. Una de ellas como consecuencia de horas improductivas por fallas mecánicas recurrentes, en la empresa es común que sucedan fallas ya que los trabajos de mantenimiento preventivo no son infalibles, pero la característica de estas fallas es que son de solución práctica y sencilla pero que se complica debido a la falta de respuesta del personal que no sabe cómo actuar ya sea por falta de capacitación o por desinterés. En promedio se genera 7.85 horas improductivas por fallas mecánicas recurrentes en la Figura 7 se muestra las horas improductivas que se generó por mes durante el 2021.

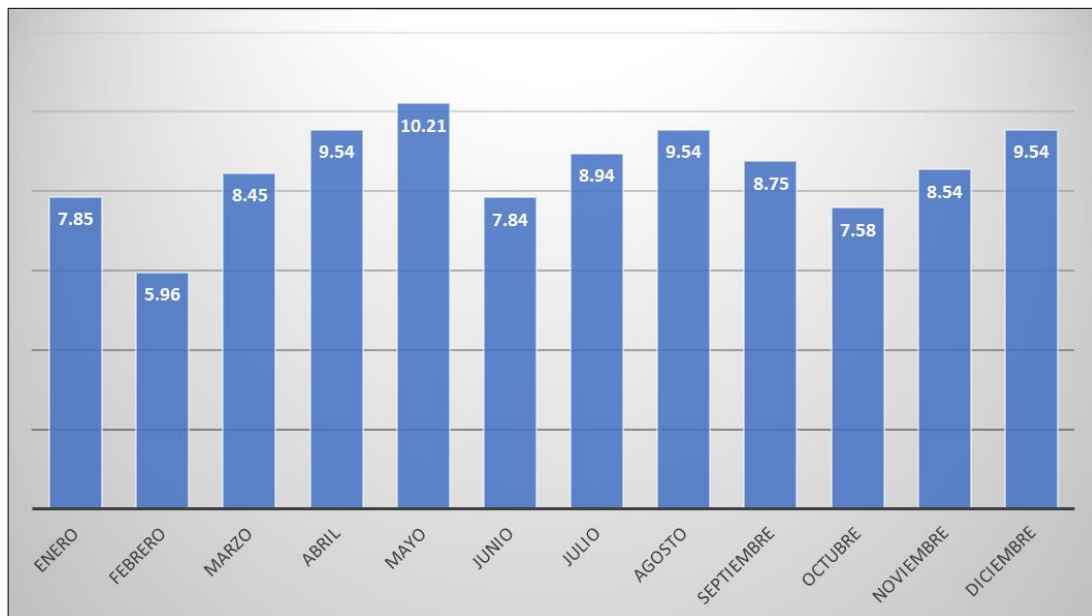


Figura 7. Horas improductivas por fallas mecánicas recurrentes – Año 2021

Fuente: Partes de incidencias de la empresa de calzado

Otras de las grandes pérdidas monetarias se dan por las horas improductivas por falta de disponibilidad de los equipos, en más de una ocasión se presenta la necesidad de recurrir a maquinaria adicional para poder avanzar con el programa de producción pero resulta complicado porque estas máquinas no se encuentran operativa debido a que el trabajo de mantenimiento que se le viene realizando no se ha concluido o ni siquiera ha iniciado y esto genera retrasos y recurrir a horas extras para poder

llegar a cumplir con el pedido. Se estima en promedio se genera 7.51 horas improductivas por esta situación y en la Figura 8 se muestra las horas improductivas generadas en cada mes durante el 2021.

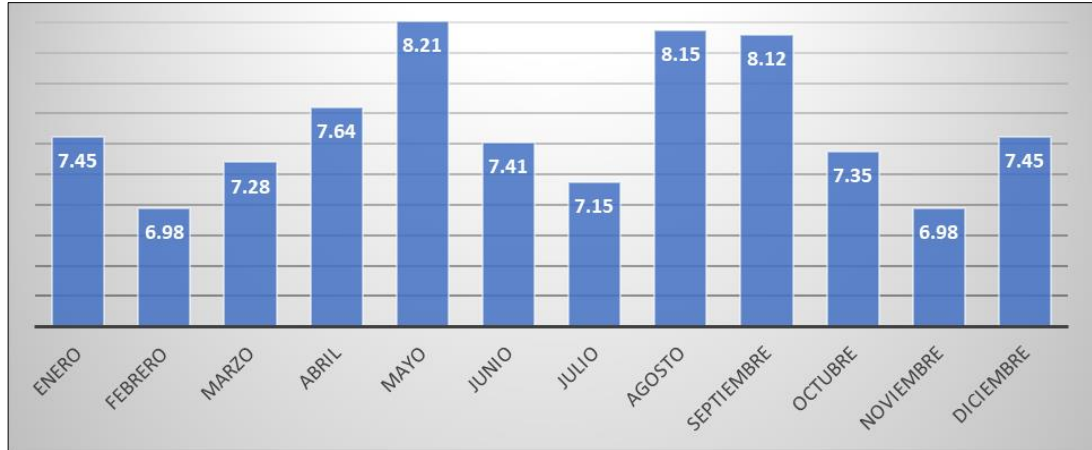


Figura 8. Horas improductivas por falta de disponibilidad de los equipos
Fuente: Partes de incidencias de la empresa de calzado

Finalmente, en el área de mantenimiento se presentan horas improductivas por el elevado tiempo de preparación de maquinaria, diariamente las máquinas deben ser preparadas y alistadas para que estén operativas o cuando se cambia del tipo de producto, el problema surge que estos tiempos de preparación fluctúan demasiado ya que los trabajadores encargados lo realizan de manera empírica. En promedio se emplea 7.37 horas para realizar estos trabajos de preparación.

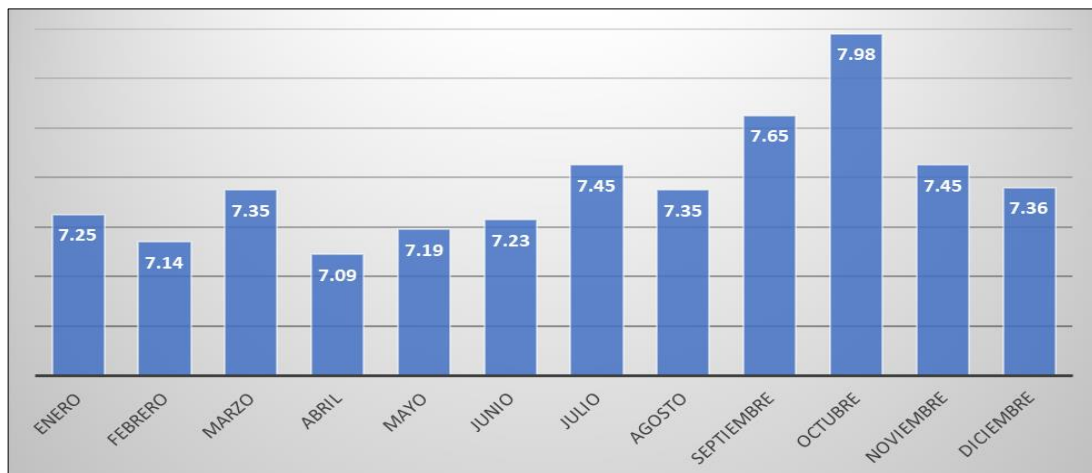


Figura 9. Horas improductivas por el elevado tiempo de preparación de maquinaria - Año 2021
Fuente: Elaboración propia

Si se suman todos los costos generados por cada problema nos arroja un valor anual de S/. 88,832.22 de pérdida monetaria, un monto demasiado considerable ya que las circunstancias actuales de la industria del calzado no brindan ninguna tregua y exige reducir cada vez más los costos para ser más competitivo y progresar. Es por ello la necesidad de saber si una propuesta de mejora mediante la aplicación de herramientas en la Gestión de la Producción y Mantenimiento permitirá reducir los costos en la empresa de calzado.

1.2. Antecedentes

Internacional

Se encontró el estudio realizado por Gómez (2015) titulado: “Mejoramiento del sistema productivo de la empresa Calzado Beatriz de Vargas”, en el cual se abordó tema desarrollado en la presente investigación. El diagnóstico permitió determinar que existían grandes despilfarros de tiempos por falta de abastecimiento de materiales y desorganización en las áreas de trabajo.

Los investigadores concluyen que la implementación de las herramientas como MRP y 5S no solo lograron mejorar de forma cualitativa sino también de manera cuantitativa reduciendo en un 25% los despilfarros de tiempos y reduciendo significativamente los costos de producción. Para la presente investigación se toma como referencia la metodología de implementación de MRP y 5S.

Por otro lado, Botero (2016), en su trabajo: “Sistema de Gestión de Producción para la empresa Scarpa Calzado Original en la ciudad de Bogotá”, logra plantear una metodología particular para mejorar el diseño del método de trabajo a través de la implementación de la Ingeniería de Métodos y que las mejoras planteadas sean sostenibles a lo largo del tiempo. Esta investigación usó las siguientes herramientas: estudio de tiempos, diagrama de análisis de operaciones y estandarización de procesos.

La recolección de datos se realizó a través de los formatos de partes de incidencias planteadas. Concluye que aplicar las herramientas de mejora se puede lograr un ahorro significativo del 30% en los costos de fabricación.

Este estudio es pertinente porque se describen paso a paso el desarrollo de la Ingeniería de Métodos, comparando la situación actual con la situación con mejora. Estos elementos se desarrollaron en este proyecto.

Nacional

Lucioni & Mauricio (2016) realizaron la investigación titulada: “Propuesta de un modelo de Gestión de Mantenimiento en una asociación de MYPE’s de calzado de Lima para la correcta planificación y abastecimiento de pedidos en grandes volúmenes”. Tuvo como finalidad mejorar la eficiencia de la Gestión del mantenimiento mediante la aplicación de las herramientas SMED, AMEF y Mantenimiento Autónomo. Cada una de estas herramientas logra una reducción del 43%, 31% y 52% respectivamente en los costos de fabricación. Los resultados del estudio realizado concluyen se obtuvo una mejora del 20% en el indicador OEE y un ahorro de horas hombres, una mayor capacidad productiva, mejor tiempo de respuesta y cumplimiento de entregas, mayores ventas, y mejor rentabilidad. Esta investigación encuentra en el trabajo antes mencionado un aporte significativo por argumentar como se puede adecuar las herramientas de mejora en la Gestión del Mantenimiento a cualquier tipo de industria o proceso.

Palomino (2012) realizó la investigación titulada: “Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes”. Tuvo como finalidad mejorar la eficiencia de las líneas de envasado de una planta de fabricación de lubricantes mediante la aplicación de las herramientas SMED, 5S y JIT.

Local

Se encontró el estudio realizado por Castro (2016) titulado: “Propuesta de implementación de la metodología Lean Manufacturing para la mejora del proceso productivo en la línea de envasado pet de la empresa Ajeper S.A.”. En el cual se abordó la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para optimizar tanto los procesos productivos, uso de equipos y recurso humano a través de la eliminación de los desperdicios y problemas presentes en dicho proceso, con la finalidad de asegurar la competitividad de la empresa en el mercado de bebidas.

Se encontró el estudio realizado por Guzmán (2017) titulado: “Propuesta de mejora en el área de producción de calzado de cuero para aumentar la productividad en la empresa Segusa SAC -Trujillo”. En el cual se abordó la aplicación de herramientas de mejora para optimizar tanto los procesos productivos, uso de equipos y recurso humano a través de la eliminación de los desperdicios y problemas presentes en dicho proceso, con la finalidad de asegurar la competitividad de la empresa en el mercado de bebidas. El diagnóstico permitió determinar cada oportunidad de mejora y a su vez con ayuda de un análisis de Pareto seleccionó las herramientas que conllevaron a contrarrestar gran parte de problemas. Las herramientas seleccionadas fueron: 5S, SMED e Ingeniería de Métodos. El investigador concluye que, para la implementación de las propuestas de mejora planteadas, es necesario la participación de toda la organización desde la gerencia hasta los operarios.

Para la presente investigación se toma para que sea un antecedente para realizar diagnósticos que permitan identificar los principales desperdicios que se dan en un proceso productivo.

1.3. Bases Teóricas

Análisis del modo y efecto de fallas (AMEF)

Según Aguilar (2017) sostiene que es un proceso sistemático para la identificación de las fallas potenciales del diseño de un producto o de un proceso antes de que éstas ocurran, con el propósito de eliminarlas o de minimizar el riesgo asociado a las mismas. En la Figura 13 se muestra a detalle la secuencia a través de cinco etapas para la implementación del AMEF.



Figura 10. Etapas para el desarrollo de AMEF
Fuente: Aguilar 2017

Gestión de la producción

Riesco (2015) plantea que la gestión de la producción se ha convertido en un arma fundamental para la mejora de la competitividad en las que se hayan inmersas la mayoría de las empresas. Es necesario disminuir el nivel de existencias, hay que realizar una mejor planificación, es preciso conseguir, para la empresa, una imagen de calidad.

Por otro lado, Viteri (2015) expone que la división del trabajo en la empresa, da lugar a organizaciones internas o subsistemas de gestión tales como producción,

marketing y financiera, aparte de que existen otras como dirección de la tecnología o de los recursos humanos, política de salarios, formación del personal, normativa laboral e informática. Además, ve la gestión de la producción como un problema económico, al considerarlo como un problema de decisión, es decir, como un proceso de determinación de una acción concreta de entre un conjunto de alternativas, de tal manera que se maximice o satisfaga cierto criterio.

Gestión del mantenimiento

Rodríguez (2017) define la Gestión del Mantenimiento como el conjunto de operaciones con el objetivo de garantizar la continuidad de la actividad operativa, evitando atrasos en el proceso por averías de máquinas y equipos.

A todo esto, Useche (2016) sostiene que la Gestión de Mantenimiento es importante porque permite rebajar costes optimizando el consumo de materiales y el empleo de mano de obra. Para ello es imprescindible estudiar el modelo de organización que mejor se adapta a las características de cada empresa.

Ingeniería de métodos

Según Carlos & Acero (2016) sostiene que es una de las más importantes técnicas del Estudio del Trabajo, que se basa en el registro y examen crítico sistemático de la metodología existente y proyectada utilizada para llevar a cabo un trabajo u operación. El objetivo fundamental del Estudio de Métodos es el aplicar métodos más sencillos y eficientes para de esta manera aumentar la productividad de cualquier sistema productivo.

Por otro lado, García (2017) sostiene que en materia de producción la Ingeniería de Métodos es de gran importancia ya que esta permite y proporciona los métodos que son capaces de cuantificar la producción, de medirla y de saber si es factible, cuánto dinero genera realizar una actividad económica, el tiempo que tarda

en producirse “algo”, y determinar la relación hombre – máquina. En la Figura 11 se muestra las fase para el desarrollo de la Ingeniería de Métodos.

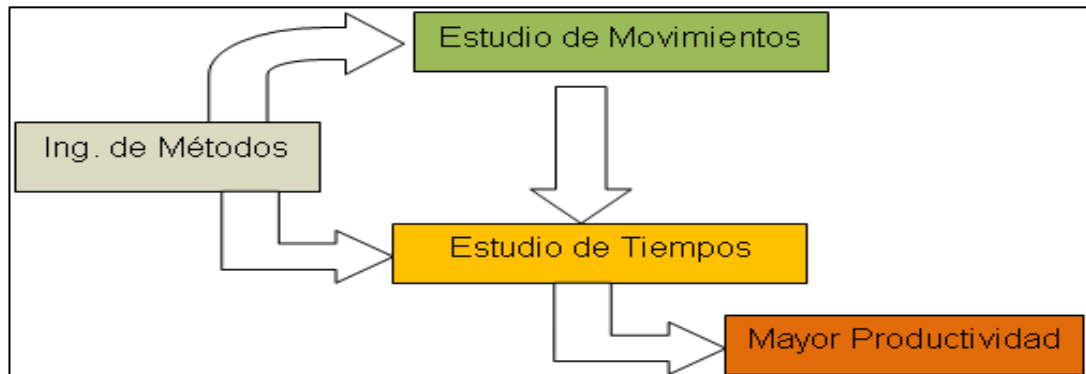


Figura 11. Fases para el desarrollo de la Ingeniería de Métodos
Fuente: García, 2017

Mantenimiento autónomo

Según Carrasco (2016) sostiene que es una de las etapas de la preparación de las condiciones de implantación del TPM, está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspecciones, lubricación, limpieza, intervenciones menores, etc., estas actividades se realizan siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operarios los cuales deben de ser entrenados y deben contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo que opera. Es básicamente la prevención del deterioro de los equipos y componentes de los mismo, mediante un mantenimiento llevado a cabo por los operadores y reparadores del equipo (Barrios & Ortiz, 2018).

Metodología 5S

Según Sacristán (2015) define las 5S como una herramienta sencilla, la cual pretende facilitarles el trabajo a las personas y hacerle su trabajo más atractivo. Esta herramienta propone cambios de conceptos y valores, a través del uso eficiente del

espacio, la reducción de fallos en el trabajo operativo, la colaboración y la autogestión de los puestos de trabajos.

Por otro lado, Dorbessan (2016) argumenta que la metodología de las 5S es una herramienta asociada al modelo Lean, facilita la adopción de nuevas formas de trabajo en las que se integra la autodisciplina, el orden, la limpieza y la seguridad. A pesar de los grandes beneficios que aporta y de su bajo coste de implementación, hay todavía organizaciones que no las aplican de forma sistemática debido a la falta de involucración del personal en la mejora y a la resistencia a los cambios de hábito en la forma de trabajar. En la Figura 12 se muestra las fases para el desarrollo de las 5S.



Figura 12. Fases para el desarrollo de las 5S

Fuente: Sacristán, 2015.

Planificación de requerimiento de materiales (MRP)

Según Vásquez (2015) la planificación de requerimientos de materiales (MRP o Material Requirements Planning en inglés) es un sistema de planificación de la producción, programación y control de stocks, utilizado para gestionar procesos de fabricación. A partir del MRP se crea el Plan Maestro de Producción. Poma (2015) agrega que la mayoría de los sistemas MRP se gestionan mediante un software, pero también es posible realizar el MRP manualmente, dependiendo de la cantidad de

piezas a organizar. A continuación, en la Figura 10 se muestra el procedimiento de implementación de un sistema MRP.

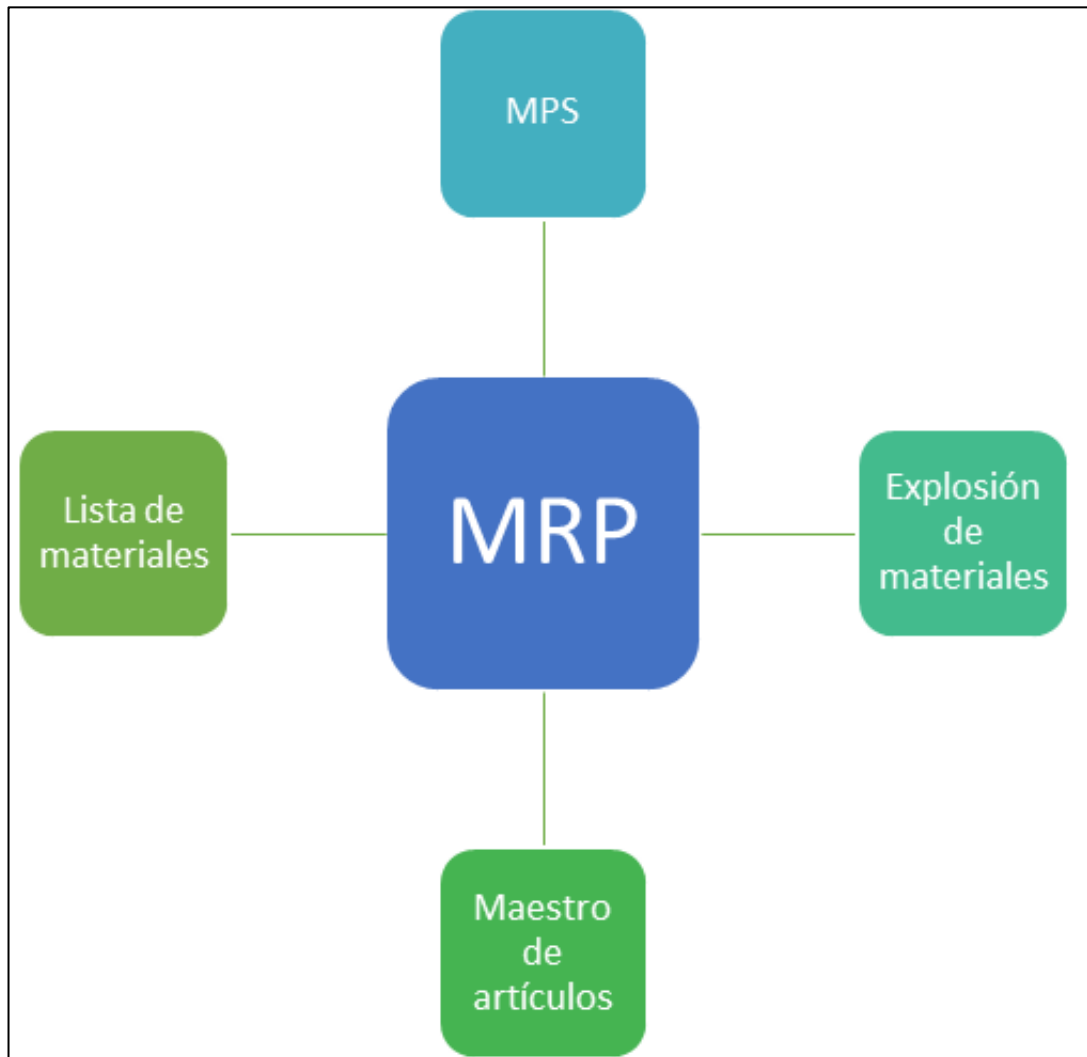


Figura 13. Desarrollo del sistema MRP
Fuente: Vásquez, 2015.

Single Minute Exchange of Die (SMED)

Según Shingo (2017) sostiene que es disminuir el tiempo empleado en el cambio del utillaje necesario para pasar de producir un tipo de producto a otro con diferentes dimensiones. Siempre que se hace un cambio de serie de producción se realiza con la máquina parada, por tanto, no se está aportando ningún tipo de valor al producto, sino que el tiempo de espera es puro desperdicio.



Figura 14. Etapas para el desarrollo del SMED

Fuente: Shingo, 2017.

Por otro lado, Posada (2017) sostiene que con SMED se obtiene ventajas competitivas tales como minimizar el tiempo de preparación, reducir el tamaño de inventario o maximizar la capacidad y flexibilidad productiva al poder producir. Ya que, en un tiempo mucho menor, se producirán varios modelos en una misma línea de producción.

1.4. Definición de términos

Batch: Un conjunto físico de piezas o productos, que se trata como una sola unidad por conveniencia en la producción.

BOM (Bill Of Materials): Una lista de las piezas, subconjuntos y materias primas que constituyen un ensamblaje en particular, mostrando la cantidad requerida de cada pieza.

Cuello de botella: El centro de trabajo o función de gestión que limita la producción de una fábrica.

Elemento: Una parte distinta de una operación seleccionada por conveniencia de observación, medición y análisis.

Hora hombre (h / hombre): La cantidad de trabajo que puede realizar un trabajador calificado en una hora.

Hora máquina (h / máquina): La cantidad de trabajo que puede realizar una máquina en una hora.

Medición del trabajo: La aplicación de técnicas diseñadas para establecer el tiempo que necesita un trabajador calificado para realizar una tarea a un ritmo de trabajo definido.

Parámetro: Una variable a la que se le puede asignar valores arbitrarios a voluntad.

Sistemas Pull: Sistemas de pedidos en los que se mantiene un stock fijo de cada artículo y se emiten pedidos para el reemplazo inmediato de cualquier artículo que se retire del stock.

Técnica: Una técnica es un método utilizado para resolver un tipo particular de problema, que se ha estandarizado mediante un uso extensivo y puede aplicarse a problemas similares en una amplia gama de fábricas.

Tiempo de ciclo: El tiempo que tardan los materiales especificados en completar una etapa de procesamiento específica o una serie de etapas de procesamiento.

Tiempo de fabricación: El tiempo medio necesario para completar los productos en una fábrica; equivalente a 365 días dividido por la tasa física de rotación de existencias.

Tiempo de preparación (Set-up time): El tiempo que se tarda en cambiar la configuración de herramientas en una máquina u otro centro de trabajo de una pieza, o familia de piezas de herramientas, a otra.

Tiempo estándar de funcionamiento: Es el tiempo de funcionamiento de la máquina ajustado para corregir un índice de rendimiento alto o bajo.

Tiempo extra: El número de horas adicionales trabajadas, sobre las horas normales de trabajo, es decir, la capacidad normal de la máquina, en un período de tiempo determinado.

1.5. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en la Gestión de Producción y Mantenimiento sobre los costos de la empresa de calzado, Trujillo - 2022?

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Determinar el impacto de la propuesta de mejora en la Gestión de Producción y Mantenimiento sobre los costos de la empresa de calzado, Trujillo - 2022.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación problemática de las áreas de producción y mantenimiento de la empresa de calzado, Trujillo - 2022.
- Cuantificar las pérdidas monetarias en las áreas de producción y mantenimiento de la empresa de calzado, Trujillo - 2022.
- Desarrollar la propuesta de mejora mediante la aplicación de técnicas y herramientas de Ingeniería Industrial en las áreas de producción y mantenimiento de la empresa de calzado, Trujillo - 2022.
- Evaluar económicamente la propuesta de mejora en las áreas de producción y mantenimiento de la empresa de calzado, Trujillo – 2022.

1.7. Hipótesis

La propuesta de mejora en la Gestión de Producción y Mantenimiento reduce costos en la empresa de calzado, Trujillo - 2022.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Por la orientación: Investigación Aplicada

Investigación aplicada, porque se tiene por objeto resolver problemas encontrados en la empresa, con ayuda de conocimientos adquiridos en la carrera, el cual ayudara a definir estrategias para dar soluciones del estado actual.

Por el diseño: Investigación Pre Experimental

Ya que se limitará a observar la variable independiente, sin realizar un cambio. Posteriormente se evaluará los cambios obtenidos en la variable dependiente, luego de la aplicación de técnicas y herramientas.

2.2. Métodos

Para el desarrollo del presente fue necesario establecer la metodología a seguir considerando tres etapas, una primera donde se realiza el diagnóstico, la segunda donde se desarrolla las mejoras y la final que es el análisis económico. A continuación, en la Tabla 1 se detalla cada etapa.

Tabla 1

Metodología empleada para la presente investigación

| ETAPA | PROCEDIMIENTO |
|-------------|--|
| Diagnóstico | Esta primera etapa es importante porque marcará el rumbo de la investigación y el enfoque, porque se buscará cuantificar los problemas que se presentan en el área de mantenimiento al mismo tiempo que identificar las principales causas raíz que generan estos problemas, seleccionar las herramientas de mejora que lograrán contrarrestar los inconvenientes en la gestión y establecer indicadores que permitan medir el impacto obtenido. |

| | |
|--------------------------------------|--|
| Desarrollo de la propuesta de mejora | Para el desarrollo de las herramientas de mejora seleccionadas será importante establecer al comienzo los objetivos y alcances que tiene cada una, luego establecer la metodología para la implementación de estas, así como los formatos que permitirán llevar el seguimiento de estas y finalmente los resultados esperados. |
| Análisis económico financiero | En esta parte final se decidirá si las propuestas son viables técnica y económicamente, basado en el análisis de los indicadores VAN, TIR y B/C. Previo al análisis se tendrá que identificar la inversión total requerido, establecer la tasa con el que se evaluará la propuesta y el tiempo en el que será evaluado. |

Fuente: Elaboración Propia

2.3. Procedimiento

2.3.1. Diagnóstico del área problemática

Como se mencionó en la realidad problemática en la actualidad de la empresa de calzado se enfrenta al incremento de sus costos de fabricación y esto se debe a la gran cantidad de horas improductivas que se presentan mensualmente que generan retrasos y paradas en las líneas de producción que conlleva a recurrir horas extras. Para analizar a profundidad el problema general se elaboraron Diagramas de Ishikawa (Ver figuras 15 y 16) para identificar las principales causas raíz donde se debe buscar una solución para reducir los costos. En total son seis las causas identificadas entre ambas áreas analizadas. En el área de producción las causas identificadas son: falta de una planeación de requerimiento de materiales, falta de estandarización de métodos y tiempos, falta de orden y limpieza. Mientras que en el área de mantenimiento las causas son: falta de un método documentado de prevención de fallas, falta de una metodología orientada al mantenimiento y falta de un método efectivo para la preparación de maquinaria.

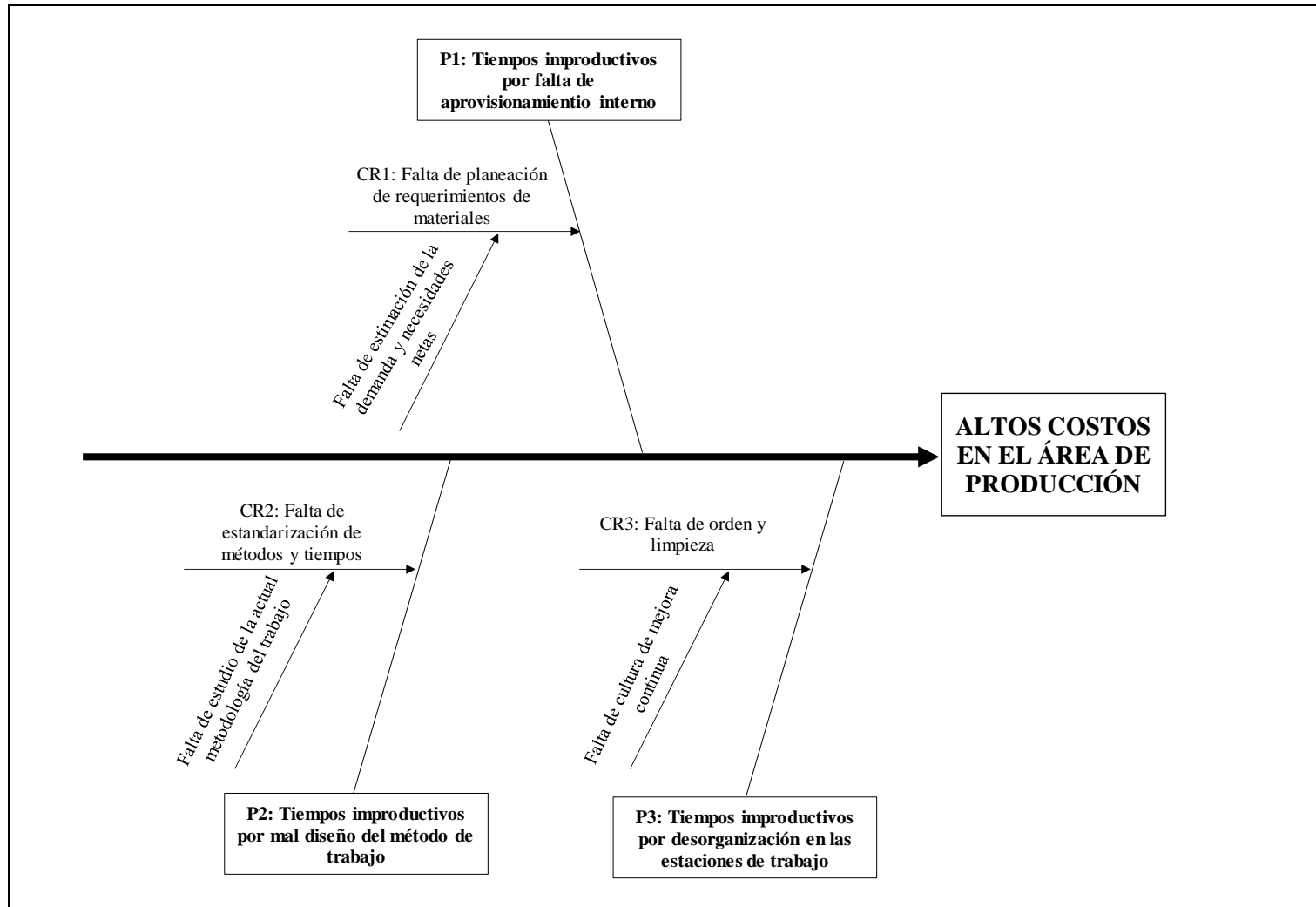


Figura 15. Diagrama de Ishikawa de la problemática en el área de producción

Fuente: Elaboración propia

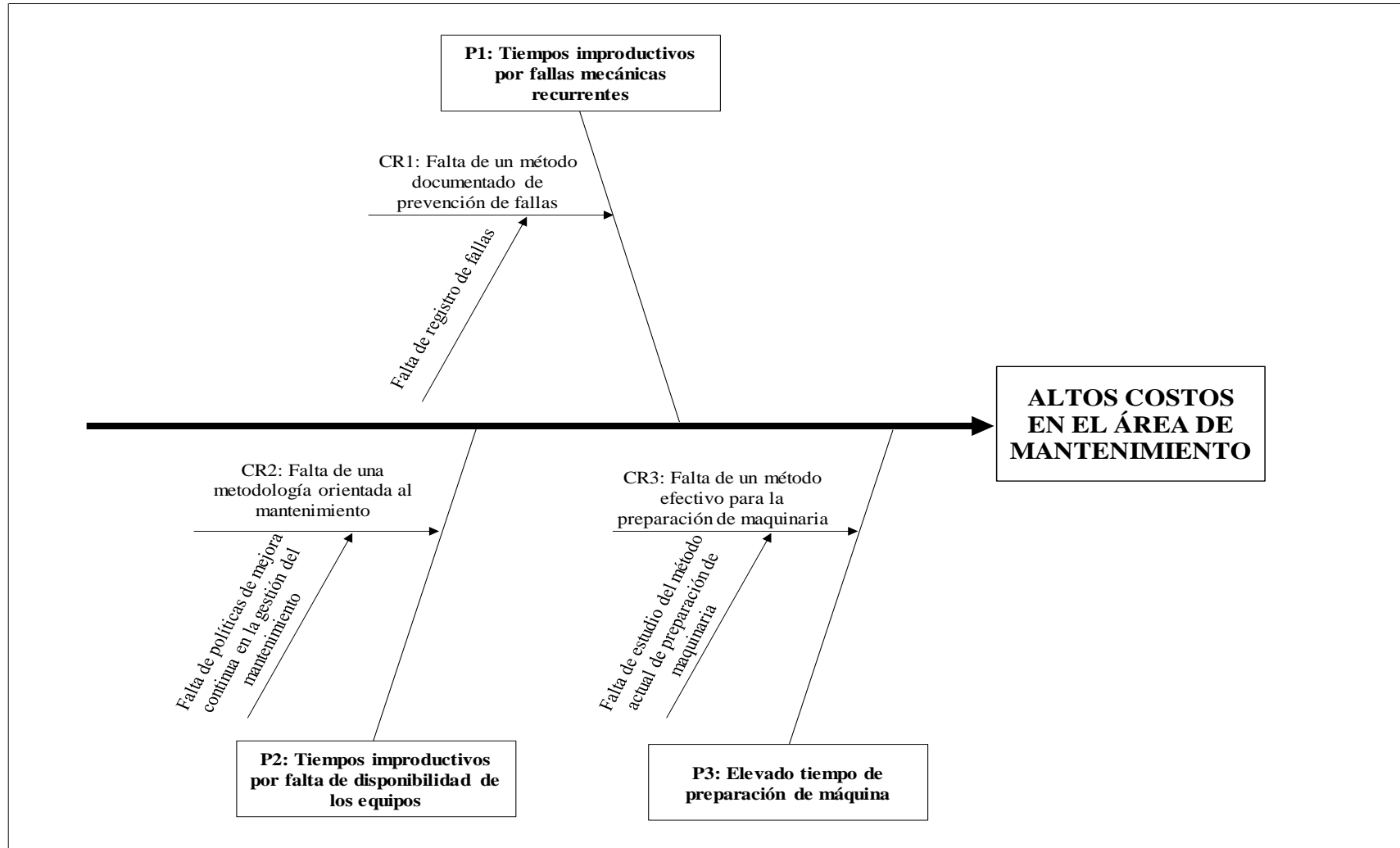


Figura 16. Diagrama de Ishikawa de la problemática en el área de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

PÉRDIDA MONETARIA CR1 PRODUCCIÓN: Falta de planeación de requerimientos de materiales

El primer problema identificado en el área de producción son los tiempos improductivos por falta de aprovisionamiento interno, es decir en muchas ocasiones las líneas de producción tienen que parar porque no tienen el material a tiempo y mientras cambian de producto para continuar la producción se generan estos tiempos improductivos. Analizando a profundidad se identificó que la causa raíz de este problema es la falta de planeación de requerimientos de materiales, debido a que actualmente la empresa planifica la compra de sus materiales y planifica su producción de manera totalmente empírica dependiendo demasiado del criterio y experiencia de los encargados del área, que como se ve su forma de gestionar no es infalible. En la Tabla 2 se muestra el cálculo de la pérdida monetaria que se genera.

Tabla 2
Cálculo de la pérdida monetaria de la CRI - Producción

| Año | Mes | Horas improductivas por falta de planeación de requerimientos de materiales | Costo por hora | Pérdida Monetaria |
|--------------|------------|--|-----------------------|--------------------------|
| 2021 | Enero | 8.74 | S/. 146.49 | S/1,280.36 |
| | Febrero | 7.49 | S/. 146.49 | S/1,097.25 |
| | Marzo | 6.45 | S/. 146.49 | S/944.89 |
| | Abril | 7.45 | S/. 146.49 | S/1,091.39 |
| | Mayo | 6.98 | S/. 146.49 | S/1,022.53 |
| | Junio | 6.87 | S/. 146.49 | S/1,006.42 |
| | Julio | 7.85 | S/. 146.49 | S/1,149.98 |
| | Agosto | 7.96 | S/. 146.49 | S/1,166.10 |
| | Septiembre | 6.48 | S/. 146.49 | S/949.29 |
| | Octubre | 7.45 | S/. 146.49 | S/1,091.39 |
| | Noviembre | 7.21 | S/. 146.49 | S/1,056.23 |
| | Diciembre | 7.35 | S/. 146.49 | S/1,076.74 |
| Total | | 88.28 | | S/12,932.56 |

Fuente: Elaboración propia

PÉRDIDA MONETARIA CR2 PRODUCCIÓN: Falta de estandarización de métodos y tiempos

Otro de los problemas identificados en el área de producción son los tiempos improductivos por un mal diseño del método de trabajo, actualmente los procesos de fabricación son realizados de manera empírica permitiendo que los trabajadores realicen libremente, de acuerdo a su criterio y experiencia, la metodología para realizar sus trabajos, pero el detalle está en que algunos si tienen métodos efectivos pero otros no, es por ello que la causa raíz es la falta de estandarización de métodos y tiempos, porque hace falta que los encargados intercedan y establezcan una metodología que permita a todos trabajar de manera eficiente y poder contralar el avance con tiempos adecuados, ya que solo de esta forma se puede reducir los tiempos que no agregan valor como son inspecciones, transportes y sobre tiempos. En la Tabla 3 se presenta el cálculo de la pérdida monetaria.

Tabla 3
Cálculo de la pérdida monetaria de la CR2 - Producción

| Año | Mes | Tiempo de operaciones que no agregan valor (Horas) | Costo por hora | Pérdida Monetaria |
|--------------|------------|---|-----------------------|--------------------------|
| 2021 | Enero | 8.5 | S/. 146.49 | S/1,245.21 |
| | Febrero | 7.4 | S/. 146.49 | S/1,084.06 |
| | Marzo | 8.5 | S/. 146.49 | S/1,245.21 |
| | Abril | 8.6 | S/. 146.49 | S/1,259.86 |
| | Mayo | 8.3 | S/. 146.49 | S/1,215.91 |
| | Junio | 7.5 | S/. 146.49 | S/1,098.71 |
| | Julio | 7.9 | S/. 146.49 | S/1,157.31 |
| | Agosto | 7.5 | S/. 146.49 | S/1,098.71 |
| | Septiembre | 7.4 | S/. 146.49 | S/1,084.06 |
| | Octubre | 7.3 | S/. 146.49 | S/1,069.41 |
| | Noviembre | 8.5 | S/. 146.49 | S/1,245.21 |
| | Diciembre | 8.4 | S/. 146.49 | S/1,230.56 |
| Total | | 95.80 | | S/14,034.20 |

Fuente: Elaboración propia

PÉRDIDA MONETARIA CR3 PRODUCCIÓN: Falta de orden y limpieza

Otro de los grandes problemas son las horas improductivas por la desorganización en las áreas de trabajo y la causa raíz que origina esto es la falta de orden y limpieza. La empresa no promueve el orden y la limpieza, solo prioriza netamente el avance, pero al hacer esto se contradice porque no puede haber avance y productividad sino hay orden.

La falta de orden y limpieza influye demasiado en el trabajo diario de los trabajadores de tal modo que sucede muchas veces que hay que parar para poder ordenar y limpiar para poder seguir con la producción, esto a que se acumula tanto el desorden que se hace imposible continuar con las labores. En la Tabla 4 se presenta el cálculo de la pérdida monetaria.

Tabla 4
Cálculo de la pérdida monetaria CR3 - Producción

| Año | Mes | Horas improductivas por falta de orden y limpieza | Costo por hora | Pérdida Monetaria |
|--------------|------------|--|-----------------------|--------------------------|
| 2021 | Enero | 6.78 | S/. 146.49 | S/993.23 |
| | Febrero | 8.96 | S/. 146.49 | S/1,312.59 |
| | Marzo | 7.54 | S/. 146.49 | S/1,104.57 |
| | Abril | 7.48 | S/. 146.49 | S/1,095.78 |
| | Mayo | 6.97 | S/. 146.49 | S/1,021.07 |
| | Junio | 7.58 | S/. 146.49 | S/1,110.43 |
| | Julio | 8.57 | S/. 146.49 | S/1,255.46 |
| | Agosto | 6.58 | S/. 146.49 | S/963.94 |
| | Septiembre | 9.42 | S/. 146.49 | S/1,379.98 |
| | Octubre | 9.58 | S/. 146.49 | S/1,403.42 |
| | Noviembre | 7.12 | S/. 146.49 | S/1,043.04 |
| | Diciembre | 6.54 | S/. 146.49 | S/958.08 |
| Total | | 93.12 | | S/13,641.60 |

Fuente: Elaboración propia

PÉRDIDA MONETARIA CR1 MANTENIMIENTO: Falta de un método documentado de prevención de fallas

En el área de mantenimiento el primer problema son los tiempos improductivos por fallas mecánicas recurrentes, es decir son fallas que se presenta muy frecuentemente y que resulta increíble que no se haya tomado importancia en conocer el motivo y las soluciones para estas fallas. Es por ello que la causa raíz que genera este problema es la falta de un método documentado de prevención de fallas, es decir mediante procedimiento entender cuáles son los modos de fallas que se presentan, las causas que las originan y los efectos que generan para de esta forma poder hallar soluciones que permitan contraatacar frente a estas situaciones y reducir considerablemente los tiempos improductivos. En la Tabla 5 se presentan los cálculos de la pérdida monetaria.

Tabla 5
Cálculo de la pérdida monetaria CR1 - Mantenimiento

| Año | Mes | Horas improductivas por falta de un método documentado de prevención de fallas | Costo por hora | Costo por hora de mantenimient | Pérdida Monetaria |
|--------------|---------|--|----------------|--------------------------------|--------------------|
| 2021 | Enero | 7.85 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,387.37 |
| | Febrero | 7.85 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,387.37 |
| | Marzo | 7.85 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,387.37 |
| | Abril | 7.85 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,387.37 |
| | Mayo | 7.85 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,387.37 |
| | Junio | 7.85 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,387.37 |
| | Julio | 7.85 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,387.37 |
| | Agosto | 7.85 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,387.37 |
| | Sep | 7.85 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,387.37 |
| | Octub | 7.85 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,387.37 |
| | Novi | 7.85 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,387.37 |
| | Dicie | 7.85 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,387.37 |
| Total | | 94.20 | | | S/16,648.42 |

Fuente: Elaboración propia

PÉRDIDA MONETARIA CR2 MANTENIMIENTO: Falta de una metodología orientada al mantenimiento

El segundo problema encontrado en el área de mantenimiento son los tiempos improductivos por falta de disponibilidad de los equipos, se da muchos casos en que cuando se requiere utilizar maquinaria adicional esta no se encuentra disponible debido a que se le realiza trabajos de mantenimiento a destiempo y no queda listo para cuando se requiere o también se dan casos de que las máquinas fallan porque no se le da mantenimiento en el momento correcto. Esto influye demasiado en los tiempos de fabricación y la causa raíz que genera esto es la falta de una metodología orientada al mantenimiento, con una metodología que determine que trabajos de mantenimiento realizar, cuando realizarlos y con qué frecuencia hacerlo reduciría considerablemente estos tiempos improductivos. En la Tabla 6 se muestra el cálculo de la pérdida monetaria.

Tabla 6
Cálculo de la pérdida monetaria CR2 - Mantenimiento

| Año | Mes | Horas improductivas por falta de una metodología orientada al mantenimiento | Costo por hora | Costo por hora de mantenimiento | Pérdida Monetaria |
|--------------|-------|---|----------------|---------------------------------|--------------------|
| 2021 | Ene | 7.45 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,316.67 |
| | Febr | 6.98 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,233.61 |
| | Marzo | 7.28 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,286.63 |
| | Abril | 7.64 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,350.25 |
| | Mayo | 8.21 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,450.99 |
| | Junio | 7.41 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,309.60 |
| | Julio | 7.15 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,263.65 |
| | Ago | 8.15 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,440.39 |
| | Sep | 8.12 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,435.09 |
| | Oct | 7.35 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,299.00 |
| | Nov | 6.98 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,233.61 |
| | Dic | 7.45 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,316.67 |
| Total | | 90.17 | | | S/15,936.18 |

Fuente: Elaboración propia

PÉRDIDA MONETARIA CR3 MANTENIMIENTO: Falta de un método efectivo para la preparación de maquinaria

Finalmente, el último problema encontrado son los elevados tiempos de preparación de maquinaria, estos tiempos retrasan la producción, la causa raíz que origina esto es la falta de un método efectivo para la preparación de maquinaria. Actualmente la preparación de la maquinaria se realiza de manera totalmente empírica sin tiempos estándar que permitan llevar un buen control.

Lo ideal es reducir estos tiempos para que la producción sea más flexible y permita responder rápidamente a cambios en los pedidos, con reducir a la mitad los tiempos de preparación ya se obtendría un gran ahorro, se estima que en promedio se emplean 7.37 horas mensuales para preparar las máquinas. En la Tabla 7 se muestra el cálculo de la pérdida monetaria generada.

Tabla 7
Cálculo de la pérdida monetaria CR3 - Mantenimiento

| Año | Mes | Horas improductivas por falta de un método efectivo para la preparación de maquinaria | Costo por hora | Costo por hora de mantenimiento | Pérdida Monetaria |
|--------------|------------|---|----------------|---------------------------------|--------------------|
| 2021 | Enero | 7.25 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,281.33 |
| | Febrero | 7.14 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,261.89 |
| | Marzo | 7.35 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,299.00 |
| | Abril | 7.09 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,253.05 |
| | Mayo | 7.19 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,270.72 |
| | Junio | 7.23 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,277.79 |
| | Julio | 7.45 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,316.67 |
| | Agosto | 7.35 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,299.00 |
| | Septiembre | 7.65 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,352.02 |
| | Octubre | 7.98 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,410.34 |
| | Noviembre | 7.45 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,316.67 |
| | Diciembre | 7.36 | S/. 146.49 | S/. 30.24 | S/1,300.77 |
| Total | | 88.49 | | | S/15,639.26 |

Fuente: Elaboración propia

2.3.2. Identificación de indicadores

Es importante poder establecer indicadores para poder medir el antes y después de aplicar las herramientas de mejoras y con esto determinar el impacto que se obtiene sobre las variables de estudio.

Para los investigadores es importante tener indicadores que midan algo en común que para esta ocasión serán las horas improductivas generadas por todas las causas raíz identificadas, cabe resaltar que estos indicadores están estrechamente relacionados con la variable independiente ya que miden técnicamente el efecto de las herramientas de mejora. Actualmente los porcentajes oscilan entre 3% y 3.5% lo que parecería poco, pero si se sumará todos los porcentajes se obtiene un 22% de horas improductivas lo cual es relativamente preocupante porque representa casi un cuarto de todas las horas empleadas durante el mes, de acuerdo a los antecedentes presentados anteriormente con reducir por lo menos a la mitad todas las horas improductivas significaría un gran beneficio para la empresa.

Por otro lado, también se utilizará indicadores relacionados con la variable dependiente, estos indicadores son las pérdidas monetarias generadas por las causas raíz antes y después de las mejoras. Lo ideal sería que se reduzca las pérdidas en su totalidad, pero en la práctica es difícil lograr esto, es por ello para poder decir que se logró reducir significativamente las pérdidas generas es necesario que estas se reduzcan en al menos un 50% que es lo que se espera obtener como resultado final.

A continuación, en las Tabla 8 y 9 se presentan los cuadros resúmenes donde se detalla los indicadores empleados sus valores actuales y esperados, así como también las herramientas de mejora a emplear.

Tabla 8
Cuadro de indicadores y herramientas de mejora - Área de producción

| Cri | Causa Raíz | Indicador | Fórmula | Valor actual | Valor objetivo | Pérdida monetarial actual | Pérdida monetaria despues de mejora | Ahorro esperado | Herramienta de mejora |
|-----|---|---|---|--------------|----------------|---------------------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------------|
| CR1 | Falta de planeación de requerimientos de materiales | Porcentaje de horas improductivas por falta de planificación de requerimiento de materiales | $I_p\% = \frac{\text{Horas improductivas por falta de materiales}}{\text{Horas totales planificadas}} \times 100\%$ | 3.54% | 1.77% | S/ 12,932.56 | S/ 1,611.44 | S/ 11,321.12 | MRP |
| CR2 | Falta de estandarización de métodos y tiempos | Porcentaje de horas improductivas por falta de estandarización de métodos y tiempos | $I_t\% = \frac{\text{Tiempo de operaciones que no agregan valor}}{\text{Horas totales planificadas}} \times 100\%$ | 3.84% | 1.92% | S/ 14,034.20 | S/ 4,131.84 | S/ 9,902.36 | INGENIERÍA DE MÉTODOS |
| CR3 | Falta de orden y limpieza | Porcentaje de horas improductivas por falta de orden y limpieza | $I_o\% = \frac{\text{Horas improductivas por falta de orden y limpieza}}{\text{Horas totales planificadas}} \times 100\%$ | 3.73% | 1.87% | S/ 13,641.60 | S/ 2,619.23 | S/ 11,022.37 | 5S |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9
Cuadro de indicadores y herramientas de mejora - Área de mantenimiento

| Cri | Causa Raíz | Indicador | Fórmula | Valor actual | Valor objetivo | Pérdida monetaria actual | Pérdida monetaria despues de mejora | Ahorro esperado | Herramienta de mejora |
|-----|---|---|--|--------------|----------------|--------------------------|-------------------------------------|-----------------|------------------------|
| CR1 | Falta de un método documentado de prevención de fallas | Porcentaje de horas improductivas por falta de un método documentado de prevención de fallas | $I_f\% = \frac{\text{Horas improductivas por fallas constantes}}{\text{Horas totales planificadas}} \times 100\%$ | 3.77% | 1.89% | S/ 16,648.42 | S/ 2,948.31 | S/ 13,700.11 | AMEF |
| CR2 | Falta de una metodología orientada al mantenimiento | Porcentaje de horas improductivas por falta de una metodología orientada al mantenimiento | $I_p\% = \frac{\text{Horas improductivas por paradas de maquinaria}}{\text{Horas totales planificadas}} \times 100\%$ | 3.61% | 1.81% | S/ 15,936.18 | S/ 2,660.22 | S/ 13,275.96 | MANTENIMIENTO AUTÓNOMO |
| CR3 | Falta de un método efectivo para la preparación de maquinaria | Porcentaje de horas improductivas por falta de un método efectivo para la preparación de maquinaria | $I_a\% = \frac{\text{Horas improductivas por preparación de máquina}}{\text{Horas totales planificadas}} \times 100\%$ | 3.55% | 1.77% | S/ 15,639.26 | S/ 1,211.52 | S/ 14,427.74 | SMED |

Fuente: Elaboración propia

2.3.3. Desarrollo MRP

Como se mencionó ya el primer problema que se da en el área de producción es la falta de aprovisionamiento y se analizó que la causa raíz de este problema es la falta de planificación de requerimientos de materiales. Es por lo que la herramienta seleccionada para solucionar estos inconvenientes es el MRP que basado en un modelo determinístico busca planificar de manera eficiente las compras. Para poder implementar esta herramienta es necesario poder establecer un procedimiento como el que se muestra en la Figura 17.

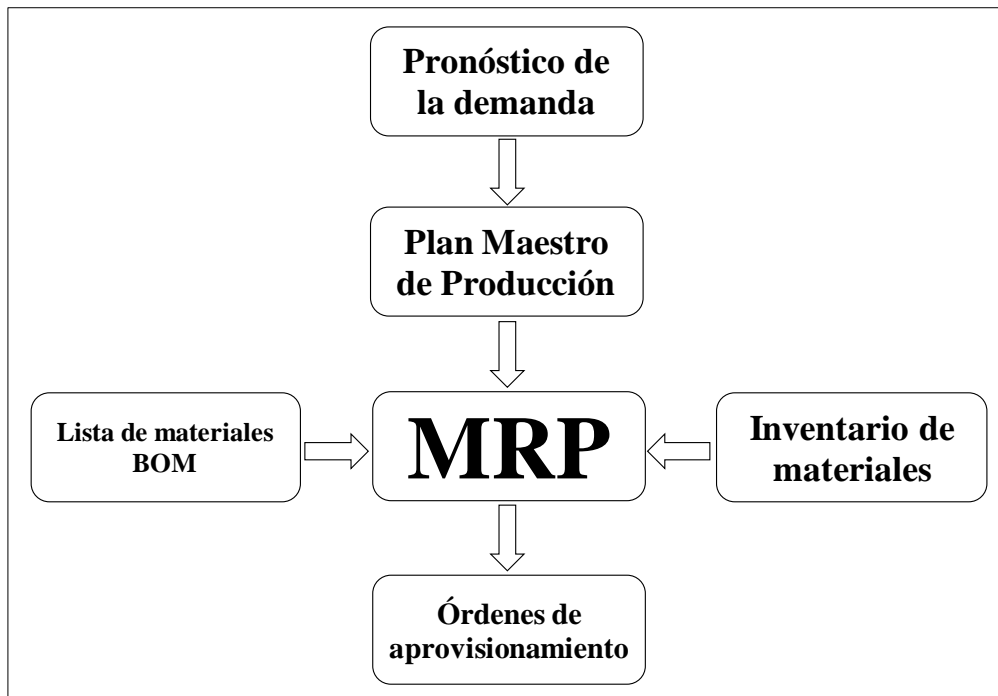


Figura 17. Procedimiento de implementación del MRP

Fuente: Poma, 2015

El primer paso para el desarrollo del MRP es realizar el pronóstico de la demanda y para ello se realizará el análisis de los registros históricos, este método requiere del estudio de las ventas anteriores para, en base a ellas, realizar una proyección adecuada que tome en cuenta el crecimiento mensual, la estacionalidad del producto, entre otras cosas. Para aplicar este procedimiento fue necesario recurrir al histórico de la demanda (ver Tabla 10).

Tabla 10
Demanda histórica de la demanda de botines

| Año | Mes | 2019 | 2020 | 2021 |
|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 2022 | Enero | 4,800 | 5,470 | 8,350 |
| | Febrero | 3,880 | 3,680 | 8,200 |
| | Marzo | 5,990 | 6,840 | 9,550 |
| | Abril | 2,910 | 5,550 | 7,368 |
| | Mayo | 4,420 | 4,910 | 7,368 |
| | Junio | 4,600 | 5,830 | 7,500 |
| | Julio | 5,830 | 6,660 | 8,975 |
| | Agosto | 2,905 | 5,730 | 6,068 |
| | Septiembre | 4,550 | 4,890 | 6,343 |
| | Octubre | 3,100 | 5,930 | 6,776 |
| | Noviembre | 4,670 | 4,350 | 7,520 |
| | Diciembre | 5,650 | 7,820 | 10,290 |

Fuente: Empresa de calzado.

Para realizar la proyección de la demanda se aplicó Regresión Lineal y la aplicación de este método implica un supuesto de linealidad cuando la demanda presenta un comportamiento creciente o decreciente, por tal razón, se observa esto en el histórico de la demanda de la empresa. En la Tabla 11 se muestra la proyección realizada considerando un índice de estacionalidad para ajustar el pronóstico.

Tabla 11
Proyección de la demanda de botines - Año 2021

| Año | Mes | DD proyectada | IE | Pronóstico estacional |
|-------------|------------|--------------------------|-----------|----------------------------------|
| 2021 | Enero | 8362 | 1.04 | 8696 |
| | Febrero | 8491 | 0.88 | 7472 |
| | Marzo | 8619 | 1.25 | 10774 |
| | Abril | 8748 | 0.88 | 7698 |
| | Mayo | 8877 | 0.93 | 8256 |
| | Junio | 9006 | 1.00 | 9006 |
| | Julio | 9134 | 1.20 | 10961 |
| | Agosto | 9263 | 0.82 | 7596 |
| | Septiembre | 9392 | 0.88 | 8265 |
| | Octubre | 9521 | 0.88 | 8378 |
| | Noviembre | 9649 | 0.92 | 8877 |
| | Diciembre | 9778 | 1.32 | 12907 |

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es elaborar el plan maestro de producción que se trata de un plan de producción a medio plazo que indica el inicio de la fabricación en cantidades y plazos de entrega para cada artículo según la demanda, teniendo en cuenta la capacidad de la empresa. Para la elaboración de este plan que se basa en las proyecciones realizadas de la demanda, también se considera los tamaños de tallas de los botines y establece la cantidad de botines requeridos por cada semana. En la Tabla 12 se muestra el Plan Maestro de Producción elaborado para los primeros cuatro meses del año 2021.

Tabla 12
Plan Maestro de Producción 2021 - Botines

| Mes | N° de semana | Talla 35 | Talla 36 | Talla 37 | Producción agregada |
|---------|--------------|----------|----------|----------|---------------------|
| ENERO | 1 | 660 | 385 | 380 | 1,425 |
| | 2 | 750 | 850 | 707 | 2,307 |
| | 3 | 629 | 870 | 510 | 2,009 |
| | 4 | 770 | 800 | 665 | 2,235 |
| FEBRERO | 1 | 665 | 615 | 562 | 1,842 |
| | 2 | 640 | 630 | 580 | 1,850 |
| | 3 | 700 | 650 | 520 | 1,870 |
| | 4 | 670 | 600 | 640 | 1,910 |
| MARZO | 1 | 980 | 707 | 985 | 2,672 |
| | 2 | 890 | 737 | 900 | 2,527 |
| | 3 | 980 | 900 | 930 | 2,810 |
| | 4 | 850 | 955 | 960 | 2,765 |
| ABRIL | 1 | 675 | 625 | 635 | 1,935 |
| | 2 | 603 | 630 | 655 | 1,888 |
| | 3 | 645 | 655 | 645 | 1,945 |
| | 4 | 695 | 625 | 610 | 1,930 |

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es realizar la explosión de materiales, que se encargará de indicar la relación entre el artículo final y cada uno de sus componentes y

subcomponentes, para entender mejor cómo funciona la explosión de materiales se acude a un árbol de estructura del producto como el siguiente:

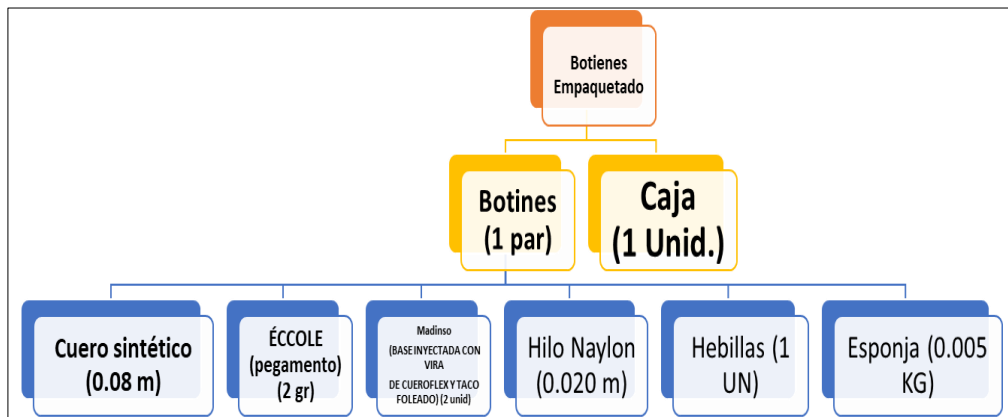


Figura 18. Árbol de estructura de producto de botines

Fuente: Elaboración propia

Apoyado del árbol de estructura de producto se tiene que proceder a realizar la lista de materiales donde se indique: el tipo de material, unidad de medida, cantidad requerida por productos y cantidad requerida por batch. En la Tabla 13 se muestra el resultado obtenido de haber ordenado la información recaudada.

Tabla 13

Lista de materiales y cálculo de batch

| MATERIAL | UM | UM/Botines | UM/BATCH |
|-----------------------------|-------|------------|----------|
| Cuero sintético (20cm) | m | 0.2000 | 200 |
| Hilo Nylon x 4500 MT (CONO) | UN | 0.0193 | 19.33 |
| Hebillas | UN | 1.0000 | 1000 |
| Esponja | PAQ | 0.0100 | 10 |
| Tapillas | KG | 0.0017 | 1.67 |
| Suelas Neolip | KG | 0.0017 | 1.67 |
| ÉCCOLE | UN | 0.002 | 1 |
| Madinson | UN | 2 | 2 |
| Cajas de carton | KG | 0.0017 | 1.67 |
| Botines | BATCH | - | 0.08 |

Fuente: Elaboración propia

El tercer insumo para el MRP, los registros de inventario son el resultado de las transacciones de inventario. La idea es tener un archivo maestro del inventario donde se indique el material disponible que es donde se indica el inventario de cada componente y material que tienes listo para usar. Luego establecer el Stock o inventario de seguridad que indique la cantidad mínima se debe tener en caso de que haya un déficit temporal de materia prima. También identificar el Lead time que es el tiempo que transcurre desde que se coloca la orden de un pedido hasta que este llega. A continuación, en la Tabla 14 se presenta el archivo maestro del inventario obtenido.

Tabla 14
Archivo maestro del inventario

| Materiales | UM | Nivel | Inventario disponible | Tamaño del lote | Plazo (SEM) | SS |
|------------------------------|-----------|--------------|------------------------------|------------------------|--------------------|-----------|
| Polos basicos 20/1 | UN | 2 | 1120 | LxL | - | 400 |
| Cuero sintético (20 m) | m | 3 | 240 | LxL | 1 | 160 |
| Hilo Naylon x 4500 MT (CONO) | UN | 3 | 40 | LxL | - | 20 |
| Hebillas | UN | 3 | 4000 | LxL | 1 | 2000 |
| Esponja | UN | 3 | 8 | LxL | - | 1 |
| Tapillas | UN | 3 | 4 | LxL | - | 1 |
| Suela Neolip | UN | 3 | 4 | LxL | - | 1 |
| ÉCCOLE | UN | 3 | 15 | LxL | - | 3 |
| Madinson | UN | 3 | 12 | LxL | - | 3 |
| Cajas de carton | UN | 2 | 50 | LxL | 1 | 10 |

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es el desarrollo del sistema MRP, basado en un modelo determinístico se realizaron los cálculos de los requerimientos de materiales por cada semana basados en la información recolectada durante los primeros pasos de implementación.

Como se mencionó con el MRP se busca dar un enfoque más objetivo, sensible y disciplinado a determinar los requerimientos de materiales de la empresa. Para ello el sistema trabaja con dos parámetros básicos: tiempos y capacidades. El sistema MRP calculará las cantidades de producto terminado a fabricar, los componentes necesarios y las materias primas a comprar para poder satisfacer la demanda del mercado.

Con el MRP la empresa también podrá disminuir la inversión en materiales gracias al control de los inventarios. Además, se tendrá la seguridad de disponer de todos los elementos necesarios para poder cumplir con los tiempos de entrega establecidos con los clientes. Además, este sistema nos ayuda a prevenir errores que puedan afectar a la disponibilidad de los productos y a conseguir las soluciones adecuadas para cualquier situación problemática durante el proceso de producción.

En la Figura 19 se muestra el formato elaborado para desarrollar el sistema MRP y en la Figura 20 se muestra el resultado final de la herramienta que son las órdenes de aprovisionamiento.

| MRP | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|-----------|---------------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|
| Artículo | Tamaño del lote | Plazo | En inventario | Nivel | SS | | | | | | | | | | | | |
| POLOS | LxL | - | 1120 | 1 | 400 | | | | | | | | | | | | |
| Periodo | Inicial | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Requerimientos brutos | | 1,425 | 2,307 | 2,009 | 2,235 | 1,842 | 1,850 | 1,870 | 1,910 | 2,672 | 2,527 | 2,810 | 2,765 | 1,935 | 1,888 | 1,945 | 1,930 |
| Recepciones programadas | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inventario disponible | 1120 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| Requerimientos netos | | 705 | 2307 | 2009 | 2235 | 1842 | 1850 | 1870 | 1910 | 2672 | 2527 | 2810 | 2765 | 1935 | 1888 | 1945 | 1930 |
| Recepciones planeadas | | 705 | 2307 | 2009 | 2235 | 1842 | 1850 | 1870 | 1910 | 2672 | 2527 | 2810 | 2765 | 1935 | 1888 | 1945 | 1930 |
| Emisiones planeadas | | 705 | 2307 | 2009 | 2235 | 1842 | 1850 | 1870 | 1910 | 2672 | 2527 | 2810 | 2765 | 1935 | 1888 | 1945 | 1930 |
| Componente 1: Botines femeninos | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COMPONENTE 1: Botines femeninos | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | batch/millar | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| SKU1 | 0.0792 | 536.31072 | 868.25883 | 756.10403 | 841.16102 | 693.252173 | 696.26304 | 703.790208 | 718.84454 | 1005.62964 | 951.057677 | 1057.567104 | 1040.630976 | 728.253504 | 710.5646592 | 732.017088 | 726.371712 |
| Stock Inicial : | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tamaño de lote : | LxL | | | SS | | | 160 | | | | | | | | | | |
| Lead-time entrega : | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Periodo | Inicial | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Necesidades Brutas | | 537 | 869 | 757 | 842 | 694 | 697 | 704 | 719 | 1,006 | 952 | 1,058 | 1,041 | 729 | 711 | 733 | 727 |
| Entradas Previstas | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stock Final | 0 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| Necesidades Netas | | 697 | 869 | 757 | 842 | 694 | 697 | 704 | 719 | 1,006 | 952 | 1,058 | 1,041 | 969 | 711 | 733 | 727 |
| Pedidos Planeados | | 697 | 869 | 757 | 842 | 694 | 697 | 704 | 719 | 1,006 | 952 | 1,058 | 1,041 | 969 | 711 | 733 | 727 |
| Lanzamiento de ordenes | | 697 | 869 | 757 | 842 | 694 | 697 | 704 | 719 | 1,006 | 952 | 1,058 | 1,041 | 969 | 711 | 733 | 727 |
| Componente 2: Cajas de carton (PAQ) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COMPONENTE 2: Cajas de carton | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Paq/bat | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| SKU1 | 10 | 67716 | 109629 | 95468 | 106208 | 87532 | 87912 | 88863 | 90764 | 126974 | 120084 | 133532 | 131393 | 91952 | 89718 | 92427 | 91714 |
| Stock Inicial : | | 50 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tamaño de lote : | LxL | | | SS | | | 10 | | | | | | | | | | |
| Lead-time entrega : | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Periodo | Inicial | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Necesidades Brutas | | 67,716 | 109,629 | 95,468 | 106,208 | 87,532 | 87,912 | 88,863 | 90,764 | 126,974 | 120,084 | 133,532 | 131,393 | 91,952 | 89,718 | 92,427 | 91,714 |
| Entradas Previstas | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stock Final | 50 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Necesidades Netas | | 67,676 | 109,629 | 95,468 | 106,208 | 87,532 | 87,912 | 88,863 | 90,764 | 126,974 | 120,084 | 133,532 | 131,393 | 91,952 | 89,718 | 92,427 | 91,714 |
| Pedidos Planeados | | 67,676 | 109,629 | 95,468 | 106,208 | 87,532 | 87,912 | 88,863 | 90,764 | 126,974 | 120,084 | 133,532 | 131,393 | 91,952 | 89,718 | 92,427 | 91,714 |
| Lanzamiento de ordenes | | 67,676 | 109,629 | 95,468 | 106,208 | 87,532 | 87,912 | 88,863 | 90,764 | 126,974 | 120,084 | 133,532 | 131,393 | 91,952 | 89,718 | 92,427 | 91,714 |

Figura 19. Formato de elaboración del sistema MRP

Fuente: Elaboración propia

| DESCRIPCIÓN MATERIAL | Semana | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Botines empaquetados | 705 | 2,307 | 2,009 | 2,235 | 1,842 | 1,850 | 1,870 | 1,910 | 2,672 | 2,527 | 2,810 | 2,765 | 1,935 | 1,888 | 1,945 | 1,930 |
| Botines femeninos | 697 | 869 | 757 | 842 | 694 | 697 | 704 | 719 | 1,006 | 952 | 1,058 | 1,041 | 969 | 711 | 733 | 727 |
| Cajas de cartón | 109,629 | 95,468 | 106,208 | 87,532 | 87,912 | 88,863 | 90,764 | 126,974 | 120,084 | 133,532 | 131,393 | 91,952 | 89,718 | 92,427 | 91,714 | - |
| Cuero sintético | 173,800 | 151,400 | 168,400 | 138,800 | 139,400 | 140,800 | 143,800 | 201,200 | 190,400 | 211,600 | 208,200 | 193,800 | 142,200 | 146,600 | 145,400 | - |
| Hilo Nylon | 869,000 | 757,000 | 842,000 | 694,000 | 697,000 | 704,000 | 719,000 | 1,006,000 | 952,000 | 1,058,000 | 1,041,000 | 969,000 | 711,000 | 733,000 | 727,000 | - |
| Eccole | 14 | 46 | 40 | 45 | 37 | 37 | 37 | 38 | 53 | 51 | 56 | 55 | 39 | 38 | 39 | - |
| Madinso | 1,410 | 4,614 | 4,018 | 4,470 | 3,684 | 3,700 | 3,740 | 3,820 | 5,344 | 5,054 | 5,620 | 5,530 | 3,870 | 3,776 | 3,890 | 3,860 |
| Hebillas | 13,456 | 16,802 | 14,636 | 16,280 | 13,418 | 13,476 | 13,611 | 13,902 | 19,451 | 18,406 | 20,456 | 20,127 | 18,735 | 13,747 | 14,172 | 14,056 |
| Espanjas | 3,472 | 4,345 | 3,785 | 4,210 | 3,470 | 3,485 | 3,520 | 3,595 | 5,030 | 4,760 | 5,290 | 5,205 | 4,845 | 3,555 | 3,665 | 3,635 |

Figura 20. Formato de órdenes de aprovisionamiento

Fuente: Elaboración propia

| DETALLE DE PLAN DE ACTIVIDADES | | ENERO | | | | FEBRERO | | | | MARZO | | | | ABRIL | | | | RESULTADOS |
|--------------------------------|--|-------|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|----------------------------|------------|
| | | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | |
| ACTIVIDAD | ACCIONES | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | |
| PRONÓSTICO DE LA DEMANDA | Recolección de la data histórica de ventas y demanda | | | | | | | | | | | | | | | | Archivo en Excel con datos | |
| | Cálculo del índice de estacionalidad | | | | | | | | | | | | | | | | Archivo en Excel con datos | |
| | Proyección de la demanda mediante regresión lineal | | | | | | | | | | | | | | | | Archivo en Excel con datos | |
| PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN | Recolectar pronósticos proyectados de acuerdo a cada tipo de producto | | | | | | | | | | | | | | | | Informe (Parte N° 1) | |
| | Establecer datos para el cálculo: lead time, tamaño de lote, inventario, stock de seg. | | | | | | | | | | | | | | | | Archivo en Excel con datos | |
| | Cálculo de la producción necesaria | | | | | | | | | | | | | | | | Archivo en Excel con datos | |
| | Resumen de programa de producción semanal | | | | | | | | | | | | | | | | Informe de Diagnostico | |
| INVENTARIO DE MATERIALES | Recolecta información del archivo general de inventario | | | | | | | | | | | | | | | | Archivo en Excel con datos | |
| | Recolectar la cantidad de inventario disponible en almacén | | | | | | | | | | | | | | | | Archivo en Excel con datos | |
| | Cálculo del tamaño de lote | | | | | | | | | | | | | | | | Archivo en Excel con datos | |
| | Determinación del Lean Time por producto | | | | | | | | | | | | | | | | Archivo en Excel con datos | |
| | Cálculo del stock de seguridad | | | | | | | | | | | | | | | | Archivo en Excel con datos | |
| | Resumen del inventario de materiales | | | | | | | | | | | | | | | | Informe (Parte N° 2) | |
| LISTA DE MATERIALES (BOM) | Elaboración del árbol del producto | | | | | | | | | | | | | | | | Archivo en Excel con datos | |
| | Determinación de las características de SKU | | | | | | | | | | | | | | | | Archivo en Excel con datos | |
| | Determinación de unidades de medidas y batch | | | | | | | | | | | | | | | | Archivo en Excel con datos | |
| | Resumen de lista de materiales | | | | | | | | | | | | | | | | Informe (Parte N° 3) | |
| MRP | Determinación del modelo determinístico para realizar cálculos | | | | | | | | | | | | | | | | Archivo en Excel con datos | |
| | Elaboración del sistema MRP | | | | | | | | | | | | | | | | Archivo en Excel con datos | |
| | Elaboración de programa de producción y órdenes de aprovisionamiento | | | | | | | | | | | | | | | | Informe (Parte N° 4) | |

Figura 21. Diagrama de Gantt de las actividades de implementación de MRP

Fuente: Elaboración propia

Es importante aclarar que para poder desarrollar el MRP también es relevante poder elaborar un Diagrama de Gantt (ver Figura 21) donde se pueda establecer las actividades a desarrollar y el tiempo que se empleará para poder guiar correctamente la implementación correcta de esta mejora.

Por otro lado, es importante para la empresa poder conocer de manera resumida la implementación del MRP. En la Figura 22 se puede observar el formato final de la ficha técnica donde se detalla los principales resultados obtenidos.

| FICHA TÉCNICA IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA DE MEJORA: MRP | | | | |
|---|--|-----------------------------|---------------|--------|
| Datos generales de la tarea | | | | |
| Empresa: | | | | |
| Dirección: | Calle Barcelona 1503 | | | |
| Localidad: | El Porvenir - Trujillo - Perú | | | |
| RUC: | 20482775862 | | | |
| Teléfono: | 949927927 | | | |
| Nombre de la tarea: | Planificación de requerimiento de materiales | | | |
| Área: | Producción | | | |
| Código de la tarea: | 1540-085-2020 | | | |
| Descripción de la mejora | | | | |
| Definición del problema: Actualmente en promedio se genera anualmente 88.28 de horas improductivas por falta de abastecimiento, que genera S/. 12.932.56 de pérdida monetaria anual. No existiendo un método que permita planificar de manera precisa y eficiente los requerimientos, ya que la forma que se viene haciendo es de manera totalmente empírica. | | | | |
| Breve desarrollo de la mejora: Mediante la implementación del MRP se busca radicar en la prevención de errores y las soluciones en cuanto al aprovisionamiento de materiales e insumos, así como también, el control de la producción. Implementar este sistema MRP trae como beneficio el cumplimiento de órdenes exactas de compra, ya que se basa en la incrementación de la producción. | | | | |
| Aceptación de la mejora | | | | |
| Aprobado: | SI <input checked="" type="checkbox"/> | NO <input type="checkbox"/> | | |
| Fecha de aprobación: | 25/01/2020 | | | |
| Aprobado por: | Anselmo Vereau Anticona | | | |
| Responsable de implantación: | Omar Becerra | | | |
| Plazo de implantación: | 4 meses | | | |
| Fecha de implementación: | 2/02/2020 | | | |
| Horas - Hombre asignadas: | 350 horas - hombre | | | |
| Presupuesto asignado: | S/ | 34,435.00 | | |
| Cuantificación de la mejora esperada | | | | |
| Tiempo ahorrado anual (Hr/año) | 77.28 | | | |
| Ahorro económico anual esperado (S./ años) | S/ 11,321.12 | | | |
| Descripción | Actual | Propuesto | MEJORA | |
| Tiempo total trabajado en el mes (Hrs) | 253.83 | 247.39 | 6.44 | 2.54% |
| Pérdida monetaria por hora (S./ hr) | 146.49 | | | |
| Pérdida monetaria mensual (S/.) | 6713.86 | 5770.43 | 943.43 | 14.05% |
| Nº de incidencias por falta de aprovisionamiento interno | 8 | 1 | 7 | 87.50% |
| Clasificación de las horas empleadas | Actual | Propuesto | MEJORA | |
| Total de horas de trabajo planificado (Hr) | 208 | 208 | 0 | 0.00% |
| Total de horas no productivas (Hr) | 45.83 | 39.39 | 6.44 | 14.05% |
| Clasificación de horas no productivas | Actual | Propuesto | MEJORA | |
| Horas improductivas CR1 Producción | 7.36 | 0.92 | 6.44 | 87.50% |
| Horas improductivas CR2 Producción | 7.98 | 7.98 | 0.00 | 0.00% |
| Horas improductivas CR3 Producción | 7.76 | 7.76 | 0.00 | 0.00% |
| Horas improductivas CR1 Mantenimiento | 7.85 | 7.85 | 0.00 | 0.00% |
| Horas improductivas CR2 Mantenimiento | 7.51 | 7.51 | 0.00 | 0.00% |
| Horas improductivas CR3 Mantenimiento | 7.37 | 7.37 | 0.00 | 0.00% |
| INDICADOR PARA MRP | Actual | Propuesto | MEJORA | |
| Porcentaje de horas improductivas por falta de planeación de materiales | 3.54% | 0.44% | 3.10% | 87.50% |

Figura 22. Formato de ficha técnica de implementación de MRP

Fuente: Elaboración propia

2.3.4. Desarrollo Ingeniería de Métodos

El mal diseño del método de trabajo genera 95.80 horas improductivas durante el año y solo por no establecer un método de trabajo estandarizado, si se considera al departamento de producción como el corazón de la empresa es importante que este tenga las mejores condiciones de trabajo y se trabaje de la manera más eficiente posible. Para desarrollar la mejora en el diseño del método de trabajo se aplicará la Ingeniería de Métodos y para ello se estableció un procedimiento para poder desarrollarlo (ver Figura 23).

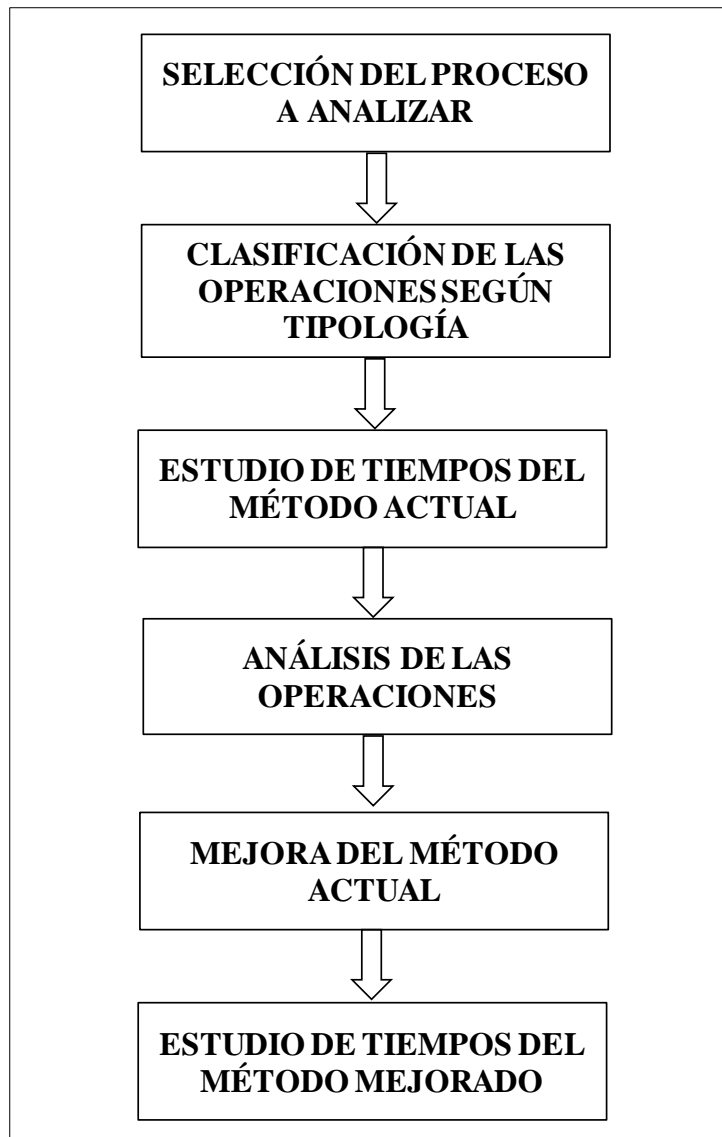


Figura 23. Procedimiento para la implementación de la Ingeniería de Métodos
Fuente: Elaboración propia

El primer paso es seleccionar el proceso a analizar y poder desglosar las principales operaciones que se realizan, para de esta manera poder tener claro la metodología con la que se viene trabajando actualmente. En la Figura 24 se muestra el proceso para la fabricación de botines.

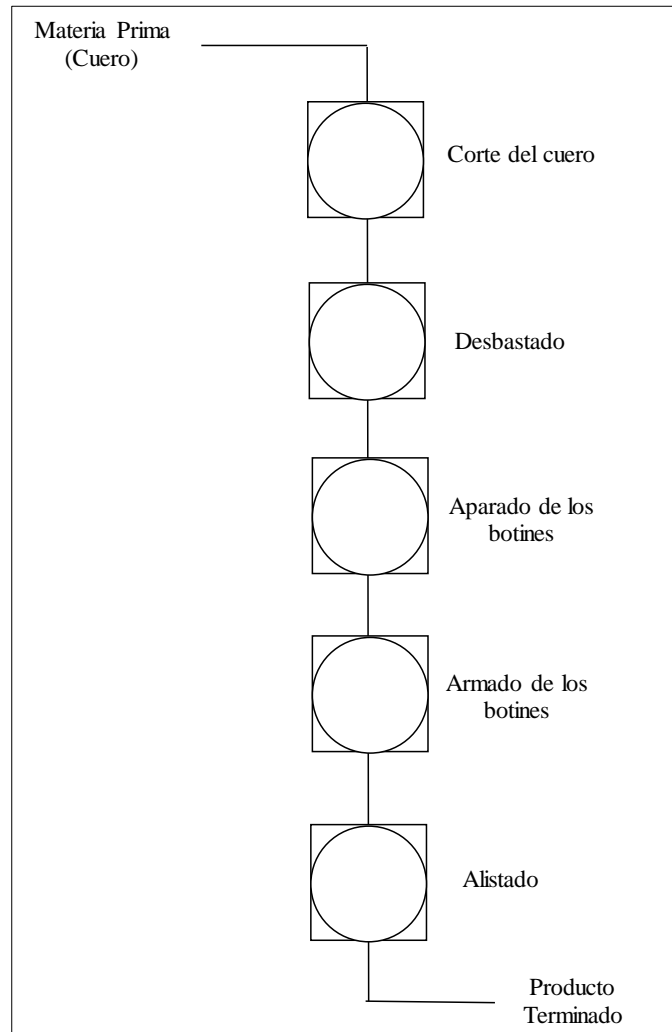


Figura 24. Proceso para la fabricación de botines
Formato: Elaboración propia

El siguiente paso es analizar cada operación, clasificarla de acuerdo con la tipología tradicional y medir los tiempos que se emplean para la realización de que cada operación. Este paso es importante ya que es aquí donde se partirá para establecer las mejoras necesarias para reducir los tiempos improductivos. A continuación, en las siguientes figuras se muestra el análisis de las operaciones.

| FICHA DE REGISTRO PARA DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO | | | | | | |
|--|------------|---------------------------------------|---|---|-------|---|
| | | PROCESO PRODUCTIVO DEL CALZADO | | | Fecha | |
| | | Área de Corte | | | | |
| | | Unidad de Producto: Docena de Zapatos | | | | |
| | | Modelo: Botines | | | | |
| Método Actual | X | Hecho por : | | | | |
| Método Propuesto | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES | TIEMPO/MIN | ○ | □ | ⇒ | D | ▽ |
| Recepciona los moldes | 1.40 | ○ | □ | ⇒ | D | ▽ |
| Inspección los modes antes de proceder a cortar | 0.70 | ○ | □ | ⇒ | D | ▽ |
| Se marca el cuero | 20.50 | ○ | □ | ⇒ | D | ▽ |
| Se marca la badana | 11.70 | ○ | □ | ⇒ | D | ▽ |
| Se marca la esponja | 4.10 | ○ | □ | ⇒ | D | ▽ |
| Se comienza a cortar el cuero | 37.00 | ○ | □ | ⇒ | D | ▽ |
| Se comienza a cortar la badana | 11.60 | ○ | □ | ⇒ | D | ▽ |
| Se comienza a cortar las esponjas | 4.30 | ○ | □ | ⇒ | D | ▽ |
| Se verifica las piezas cortadas | 1.00 | ○ | □ | ⇒ | D | ▽ |
| Se transporta las piezas cortadas al area de debastado. | 1.15 | ○ | □ | ⇒ | D | ▽ |

Figura 25. Ficha de registro para diagrama de actividades del proceso de corte

Fuente: Elaboración propia

| FICHA DE REGISTRO PARA DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO | | | | | | |
|--|------------|---------------------------------------|---|---|-------|---|
| | | PROCESO PRODUCTIVO DEL CALZADO | | | Fecha | |
| | | Área de Debastado | | | | |
| | | Unidad de Producto: Docena de Zapatos | | | | |
| | | Modelo: Botines | | | | |
| Método Actual | X | Hecho por : | | | | |
| Método Propuesto | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES | TIEMPO/MIN | ○ | □ | ⇒ | D | ▽ |
| Recepciona las Piezas | 1.50 | ○ | □ | ⇒ | D | ▽ |
| Debasta las piezas de cuero | 9.20 | ○ | □ | ⇒ | D | ▽ |
| Verifica las piezas debastadas | 1.08 | ○ | □ | ⇒ | D | ▽ |
| Se transporta las piezas debastadas al area de aparado | 1.15 | ○ | □ | ⇒ | D | ▽ |

Figura 26. Ficha de registro para diagrama de actividades del proceso de debastado

Fuente: Elaboración propia

| FICHA DE REGISTRO PARA DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO | | | | | | |
|---|------------------------------------|-------------|---|---|---|-------|
|  | PROCESO PRODUCTIVO DEL CALZADO | | | | | Fecha |
| | Área de Aparado | | | | | |
| | Unidad de Producto: Par de Zapatos | | | | | |
| | Modelo: Botines : | | | | | |
| Método Actual | X | Hecho por : | | | | |
| Método Propuesto | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES | TIEMPO/ MIN. | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Recepciona las piezas de desbastado | 1.17 | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Se añade jebe liquido al cintillo | 5.33 | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Espera secado de jebe líquido en cintillo | 6.40 | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Pega el cintillo | 6.37 | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Verifica el pegado del cintillo | 1.20 | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Echa jebe líquido a piezas de capellada | 5.74 | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Espera secado de jebe líquido en capellada | 7.40 | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Pegado de capellada | 10.11 | ○ | □ | → | D | ▽ |
| verifica pegado de capellada | 1.14 | ○ | □ | → | D | ▽ |

Figura 27. Ficha de registro para diagrama de actividades del proceso de aparado

Fuente: Elaboración propia

| PROCESO PRODUCTIVO DEL CALZADO | | | | | | |
|--|---------------------------------------|---|---|---|---|-------|
| | Área de Armado | | | | | Fecha |
| | Unidad de Producto: Docena de zapatos | | | | | |
| | Modelo: | | | | | |
| | Hecho por : | | | | | |
| Método Actual | X | | | | | |
| Método Propuesto | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES | TIEMPO/ SEG. | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Recepción de piezas aparadas y marcado de falsas | 2.41 | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Cortado de falsas | 17.10 | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Verifica corte de falsas | 1.15 | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Lleva falsas a máquina de lijar | 1.05 | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Lija las falsas | 6.85 | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Verifica las falsas | 1.00 | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Regresa a su estante de trabajo las falsas | 1.10 | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Echa pegamento a las falsas y esponja | 7.00 | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Espera secado de pegamento en falsas y esponjas | 9.11 | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Pegado de falsas y esponja (fornado) | 11.30 | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Verifica el pegado | 1.33 | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Echa pegamento a forro y plantilla | 6.98 | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Espera secado de pegamento en forro y plantilla | 9.11 | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Pegado de forrado y plantillas (base) | 9.45 | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Verificar el pegado | 1.20 | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Lijado de base con cuchilla | 30.00 | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Verifica lijado | 1.15 | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Marcado en base para armar | 11.98 | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Se trasladan a verifica disponibilidad de hormas | 0.50 | ○ | □ | → | D | ▽ |
| Recojen las hormas necesarias | 1.00 | ○ | □ | → | D | ▽ |

Figura 28. Ficha de registro para diagrama de actividades del proceso de armado

Fuente: Elaboración propia

| FICHA DE REGISTRO PARA DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO | | | | | | |
|--|-----------------|-------------|---|---|-------|---|
| PROCESO PRODUCTIVO DEL CALZADO | | | | | Fecha | |
| Área de Alistado | | | | | | |
| Unidad de Producto: Docena de Zapatos | | | | | | |
| Modelo: Botines | | | | | | |
| Método Actual | X | Hecho por : | | | | |
| Método Propuesto | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES | TIEMPO/ SEG. | ○ | □ | ⇨ | D | ▽ |
| Recepcion del calzado final | 1.22 | ○ | □ | ⇨ | D | ▽ |
| Limpian el calzado con bencina | 20.30 | ○ | □ | ⇨ | D | ▽ |
| Pintan las imperfecciones del calzado | 22.71 | ○ | □ | ⇨ | D | ▽ |
| Esperan secado del tinte | 5.67 | ○ | □ | ⇨ | D | ▽ |
| Echan cremas de brillo | 20.11 | ○ | □ | ⇨ | D | ▽ |
| Esperan secado de cremas | 5.73 | ○ | □ | ⇨ | D | ▽ |
| Colocan ley de etiquetado en el calzado | 2.33 | ○ | □ | ⇨ | D | ▽ |
| Pone calzado final en bolsas | 2.16 | ○ | □ | ⇨ | D | ▽ |
| Armado de cajas | 5.00 | ○ | □ | ⇨ | D | ▽ |
| Colocan calzado final en cajas | 4.06 | ○ | □ | ⇨ | D | ▽ |
| Coloca especificaciones del calzado en la caja | 2.12 | ○ | □ | ⇨ | D | ▽ |
| Transportan el calzado terminado a almacén de Productos Terminados | 2.88 | ○ | □ | ⇨ | D | ▽ |
| Entrega calzado alistado a almacén de productos terminados | 1.15 | ○ | □ | ⇨ | D | ▽ |

Figura 29. Ficha de registro para diagrama de actividades del proceso de alistado

Fuente: Elaboración propia

Después de haber analizado las operaciones actuales continua la fase donde se emplea continuamente la creatividad para mejorar los métodos existentes y afirmar a la empresa en posición adelantada en su línea de productos.

En esta actividad se puede mantener buenas relaciones laborales mediante el establecimiento de normas justas de trabajo, o bien, dichas relaciones pueden resultar afectadas de forma adversa por la adopción de normas inequitativas. Para realizar la mejora de métodos de trabajo tenemos en cuenta todas las operaciones en la cual consiste la producción de calzado priorizando la estación más crítica para darle solución.

Se seleccionó la operación de Armado ya que demanda el mayor tiempo en ser llevada a cabo siendo considerada el cuello de botella.

Tabla 15
Tiempos de procesos de producción

| Operación | Tiempo (min) | Tiempo (horas) |
|------------|--------------|----------------|
| Corte | 118.65 | 2.00 |
| Desbastado | 205.91 | 3.00 |
| Armado | 287.94 | 5.00 |
| Aparado | 180.25 | 3.00 |
| Alistado | 114.16 | 2.00 |

Fuente: Elaboración propia

Después de seleccionar el punto crítico, registramos el método actual de la operación de armado mediante el diagrama bimanual que nos permite registrar todos los movimientos eficientes e ineficientes del operador que generan o no valor dentro de la operación en estudio.

| Descripción de la mano izquierda | Símbolo | Tiempo (s) | Tiempo (s) | Símbolo | Descripción de la mano derecha |
|--|---------|------------|------------|---------|-----------------------------------|
| Posiciona su mano sobre la mesa de trabajo | UD | 240 | 240 | G | Toma los moldes |
| Sostiene los moldes | G | 480 | 240 | U | Usa el pegamento en los moldes |
| | | | 144 | G | Toma la esponja cortada en partes |
| | | | 96 | A | Ensambla la esponja en los moldes |
| Posiciona su mano sobre la mesa de trabajo | UD | 192 | 96 | RL | Suelta los moldes ensamblados |
| | | | 96 | G | Toma los moldes |
| toma las hormas | G | 168 | 168 | G | Toma las falsas |
| Sostiene las hormas con las falsas | G | 240 | 96 | G | Toma el martillo |
| | | | 144 | A | Ensambla las falsas en las hormas |
| Tomar los moldes | G | 120 | 120 | RE | alcanzar el pegamento |
| Sostiene los moldes | G | 720 | 48 | U | Usa el pegamento en los moldes |

Figura 30. Diagrama Bimanual de la Operación de Armado

Fuente: Elaboración propia

Con el método actual de trabajo se identificaron alrededor de 19 movimientos que no agregan valor, 8 correspondiente a la mano izquierda y 11

a la mano derecha. Se puede determinar que el 45% del total de las actividades realizadas en ambas manos son considerados como tiempos improductivos.

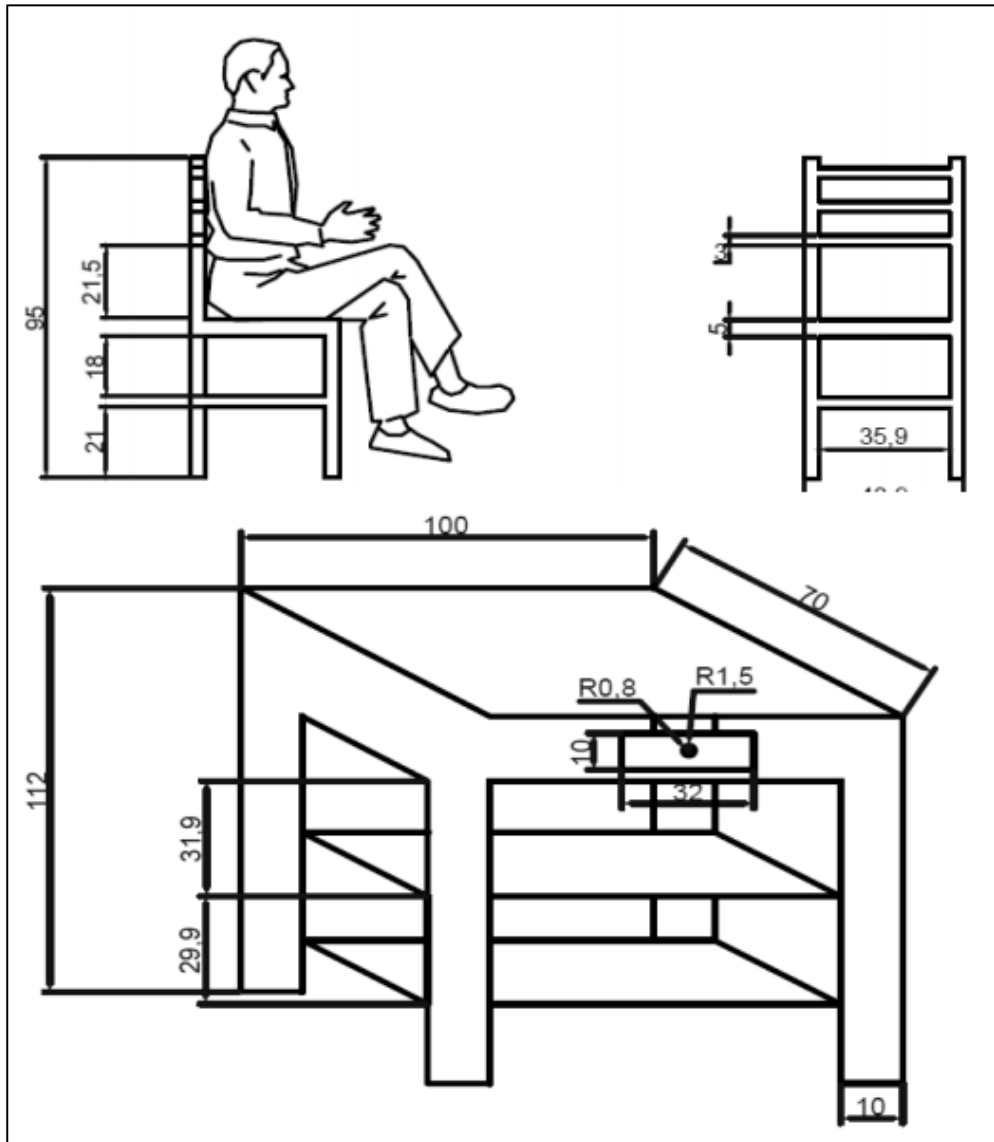


Figura 31. Diseño físico actual de la mesa y silla

Fuente: Elaboración propia

El diseño actual de la silla y mesa de trabajo condiciona la productividad del

operario, la superficie de trabajo es alta lo que genera un mayor desgaste para los brazos del trabajador realizando un esfuerzo innecesario en cada movimiento que realiza. La silla es muy baja generando que el operario eleve las rodillas a un nivel muy encumbrado e incómodo, reduciendo así el ángulo

del tronco, además está compuesta de madera lo cual genera incomodidad y fatiga en el cuerpo, tiene el espaldar recto ocasionando una mala postura y reduciendo el flujo sanguíneo hacia los músculos e induciendo la fatiga muscular y los calambres, el asiento es rígido sin ningún tipo de acolchonamiento y no cuenta con descansa pies, consecuencia de esto se producen las lesiones que retrasan la producción de la empresa.

La mesa de trabajo no cuenta con contenedores de gravedad que permitan tener al alcance los materiales y herramientas a utilizarse, en consecuencia, de esto el esfuerzo muscular y los tiempos que realiza el operario en buscar son mayores. El material terminado es apilado dentro de la superficie de trabajo generando desorden y confusión para el operario.

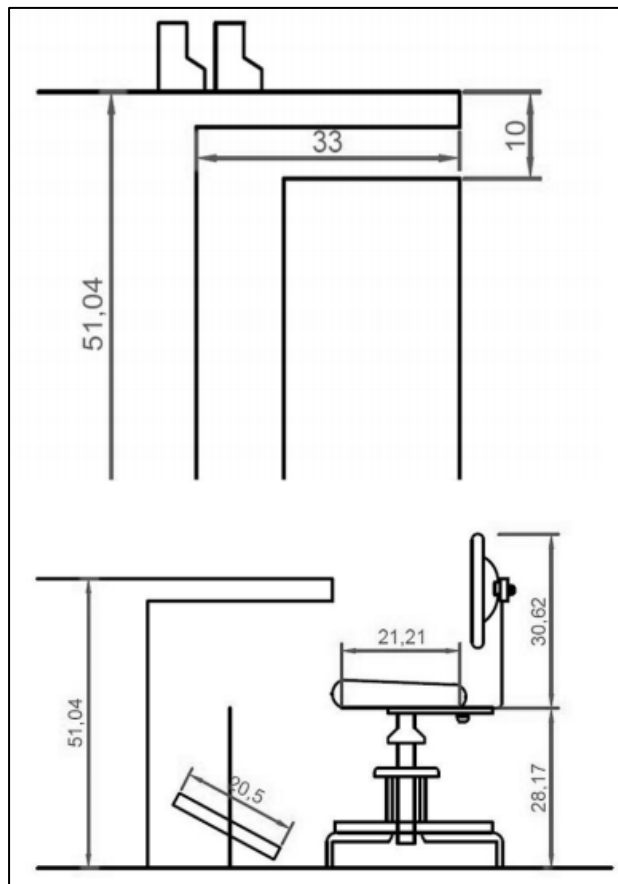


Figura 32. Nuevo diseño físico de la mesa y silla

Fuente: Elaboración propia

Para el nuevo diseño de la estación física se tuvo en cuenta las medidas del cuerpo del operario. Se mejoró la estación con el objetivo de mejorar la postura del operario del área de armado y disminuir las lesiones físicas y fatiga aumentando el desempeño de sus funciones.

El nuevo diseño de la superficie de trabajo se determinó en base a una postura cómoda de trabajo. El estar sentado cómodamente es muy importante ya que reduce el estrés en los pies y disminuye el consumo masivo de energía, por lo tanto, el nuevo diseño de la silla esta acolchonada tanto en el asiento como en la parte de respaldo con una leve curvatura permitiendo así comodidad y una buena circulación de sangre en las piernas, el acolchonamiento se encuentra cubierto por un forro de tela para que permita el ingreso de aire y así evitar la acumulación de humedad.

La nueva mesa tendrá un espacio designado para los materiales y herramientas a utilizar (contenedores de gravedad), de esta manera se reducirá el tiempo ineficiente del operario en buscar y seleccionar los objetos necesarios para llevar a cabo la tarea reduciendo así los tiempos de alcance y movimientos. Asimismo, se colocó un contenedor a una altura determinada con respecto a la superficie de trabajo de tal manera que la mano del operario pueda desplazarse hacia abajo y así colocar las partes terminadas fuera de la superficie de trabajo para mantener el área limpia y evitar retrasos.

Tabla 16
Tiempos del nuevo método de trabajo

| Resumen | Mano izquierda | (%) | Mano derecha | (%) |
|-----------------|-----------------------|------------|---------------------|------------|
| Tiempo efectivo | 4.24 h | 100.00 % | 3.97 h | 100.00 % |
| Tiempos muertos | 0.00 h | 0.00 % | 0.00 h | 0.00 % |
| Tiempo de ciclo | 4.24 h | 100.00 % | 3.97 h | 100.00 % |

Fuente: Elaboración propia

| DETALLE DE PLAN DE ACTIVIDADES | | ENERO | | | | FEBRERO | | | | MARZO | | | | ABRIL | | | | RESULTADOS |
|---|--|-------|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|----------------------------|
| | | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | |
| ACTIVIDAD | ACCIONES | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | |
| SELECCIÓN DEL PROCESO Y CLASIFICACIÓN DE LAS OPERACIONES | Reunión con personal del área | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | Archivo en Excel con datos |
| | Elaboración del Diagrama de Análisis de Operaciones | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | Archivo en Excel con datos |
| | Redacción del informe diagnóstico | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | Archivo en Excel con datos |
| ESTUDIO DEL MÉTODO ACTUAL Y MEDICIÓN DE TIEMPOS | Establecer funciones para llevar a cabo estudio de métodos y tiempos | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | Informe (Parte N° 1) |
| | Reunión de trabajo para analizar método actual | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | Archivo en Excel con datos |
| | Realización de estudios de tiempos | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | Archivo en Excel con datos |
| | Elaboración de informe de resultados | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | Informe de Diagnostico |
| DESARROLLO DE MEJORAS EN EL MÉTODO DE TRABAJO | Reunión de trabajo para establecer propuestas de mejora | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | Archivo en Excel con datos |
| | Lluvia de ideas para solucionar casos especiales | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | Archivo en Excel con datos |
| | Cálculo del impacto de las mejoras propuestas | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | Archivo en Excel con datos |
| | Elaboración de informe de resultados | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | Archivo en Excel con datos |
| MEDICIÓN DE TIEMPOS DEL NUEVO MÉTODO DE TRABAJO Y DOCUMENTACIÓN | Realización de estudios de tiempos del nuevo método implantado | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | Archivo en Excel con datos |
| | Elaboración de gráficas de control | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | Archivo en Excel con datos |
| | Elaboración de indicadores de evolución | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | Archivo en Excel con datos |
| | Documentación de mejoras establecidas | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | Informe (Parte N° 3) |

Figura 33. Diagrama de Gantt de las actividades de implementación de Ingeniería de Métodos

Fuente: Elaboración propia

Los objetivos principales de la Ingeniería de Métodos son aumentar la productividad y reducir el costo por unidad, permitiendo así que se logre la mayor producción de bienes para mayor número de personas. La capacidad para producir más con menos dará por resultado más trabajo para más personas durante un mayor número de horas por año.

En la Figura 34 se puede observar el formato final de la ficha técnica donde se detalla los principales resultados obtenidos.

| FICHA TÉCNICA IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA DE MEJORA: INGENIERÍA DE MÉTODOS | | | | | |
|--|---|-----------------------------|------------------|---------------|--------|
| Datos generales de la tarea | | | | | |
| Empresa: | | | | | |
| Dirección: | | | | | |
| Localidad: | | | | | |
| RUC: | 20482775862 | | | | |
| Teléfono: | 949927927 | | | | |
| Nombre de la tarea: | Mejoramiento del diseño del método de trabajo | | | | |
| Área: | Producción | | | | |
| Código de la tarea: | 1540-085-2020 | | | | |
| Descripción de la mejora | | | | | |
| Definición del problema: Actualmente en promedio se genera anualmente 95.80 de horas improductivas por falta un mal diseño del método de trabajo, que genera S/. 14,034.20 de pérdida monetaria anual. El método de trabajo actual no se encuentra estandarizado ni existe tiempos para realizar controles sobre la productividad. | | | | | |
| Breve desarrollo de la mejora: Mediante la implementación de la Ingeniería de Métodos se busca aplicar métodos más sencillos y eficientes para de esta manera aumentar la productividad del actual sistema productivo. Se basa en el registro y examen crítico sistemático de la metodología existente y proyectada utilizada para llevar a cabo un trabajo u operación. | | | | | |
| Aceptación de la mejora | | | | | |
| Aprobado: | SI <input checked="" type="checkbox"/> | NO <input type="checkbox"/> | | | |
| Fecha de aprobación: | 25/01/2020 | | | | |
| Aprobado por: | Anselmo Vereau Anticona | | | | |
| Responsable de implantación: | Omar Becerra | | | | |
| Plazo de implantación: | 4 meses | | | | |
| Fecha de implementación: | 2/02/2020 | | | | |
| Horas - Hombre asignadas: | 350 horas - hombre | | | | |
| Presupuesto asignado: | S/ | 34,435.00 | | | |
| Cuantificación de la mejora esperada | | | | | |
| Tiempo ahorrado anual (Hr/año) | 67.60 | | | | |
| Ahorro económico anual esperado (S./ años) | S/ 9,902.36 | | | | |
| Descripción | | Actual | Propuesto | MEJORA | |
| Tiempo total trabajado en el mes (Hrs) | | 253.83 | 241.76 | 12.07 | 4.76% |
| Pérdida monetaria por hora (S./ hr) | | 146.49 | | | |
| Pérdida monetaria mensual (S.) | | 6713.86 | 4945.23 | 1768.62 | 26.34% |
| N° de incidencias por falta de aprovisionamiento interno | | 17 | 5 | 12 | 70.59% |
| Clasificación de las horas empleadas | | Actual | Propuesto | MEJORA | |
| Total de horas de trabajo planificado (Hr) | | 208 | 208 | 0 | 0.00% |
| Total de horas no productivas (Hr) | | 45.83 | 33.76 | 12.07 | 26.34% |
| Clasificación de horas no productivas | | Actual | Propuesto | MEJORA | |
| Horas improductivas CR1 Producción | | 7.36 | 0.92 | 6.44 | 87.50% |
| Horas improductivas CR2 Producción | | 7.98 | 2.35 | 5.63 | 70.59% |
| Horas improductivas CR3 Producción | | 7.76 | 7.76 | 0.00 | 0.00% |
| Horas improductivas CR1 Mantenimiento | | 7.85 | 7.85 | 0.00 | 0.00% |
| Horas improductivas CR2 Mantenimiento | | 7.51 | 7.51 | 0.00 | 0.00% |
| Horas improductivas CR3 Mantenimiento | | 7.37 | 7.37 | 0.00 | 0.00% |
| INDICADOR PARA MRP | | Actual | Propuesto | MEJORA | |
| Porcentaje de horas improductivas por falta de estandarización de métodos y tiempos | | 3.84% | 1.13% | 2.71% | 70.59% |

Figura 34. Formato de ficha técnica de implementación de Ingeniería de Métodos

Fuente: Elaboración propia

2.3.5. Desarrollo 5S

El último problema identificado en el área de producción son las horas improductivas por la desorganización en las estaciones de trabajo, se identificó que la causa raíz que genera este problema es la falta de orden y limpieza, es por ello por lo que la herramienta ideal para superar esto es la implementación de las 5S no solo para mejorar la parte operativa sino también cambiar la filosofía de trabajo del personal del área. El procedimiento a seguir se muestra en la Figura 35.



Figura 35. Procedimiento para la implementación de 5S
Fuente: Sacristán, 2015.

El primer paso es aplicar SEIRI que significa clasificar y el propósito de clasificar significa retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que

no son necesarios para las operaciones de mantenimiento o de oficinas cotidianas. Los elementos necesarios se deben mantener cerca de la acción, mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio, donar, transferir o eliminar. A continuación, en la Figura 36 se muestra el procedimiento a seguir para realizar la clasificación y descarte de los objetos.

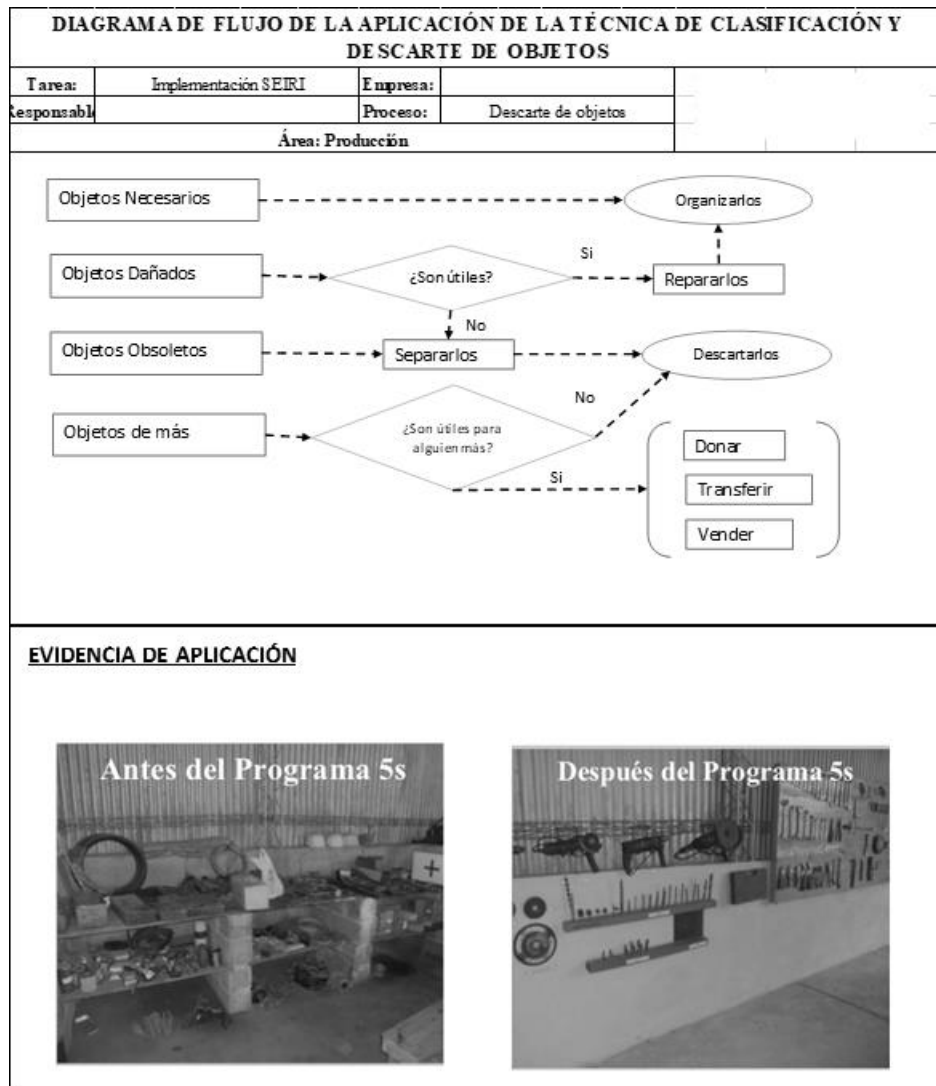


Figura 36. Formato para establecer el procedimiento de clasificación

Fuente: Elaboración propia

Se aplica la herramienta de la Tarjeta Rojas que consiste en colocar la notificación de desecho (tarjeta roja) sobre todos los elementos identificados como innecesarios, completar la información requerida, adherirlo en un lugar

visible y evitar que se desprenda fácilmente. Es preferible que la aplicación de las tarjetas se realice lo más rápido posible, por ejemplo: tres días como máximo a partir de la divulgación de los criterios de Seiri. Se coloca una tarjeta por artículo o por grupo que sean iguales (ver Figura 37).

| FORMATO Y APLICACIÓN DE TARJETA ROJA (SEIRI) | | | |
|---|----------------------|--|----------------------------|
| Tarea: | Implementación SEIRI | Empresa: | |
| Fecha: | | Proceso: | Aplicación de tarjeta roja |
| Responsab: | | Área: | Producción |
| <p>FORMATO DE TARJETA ROJA: Tamaño aproximado: 3" x 6" (pulg.) Color: preferiblemente rojo brillante, de modo que se pueda ver fácilmente en las áreas de producción.</p>  | | <p>EVIDENCIA DE APLICACIÓN:</p> <p>ALMACENAMIENTO TEMPORAL</p>  <p>Las herramientas, materiales, equipos, así como otros artículos con tarjetas rojas, de ser posible, deben agruparse en algún espacio del área de pintado. Mientras se determine su destino final.</p> | |

Figura 37. Formato de aplicación de tarjetas rojas
Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es aplicar SEITON y con esto se pretende ubicar los elementos necesarios en sitios donde se puedan encontrar fácilmente para su uso y nuevamente retornarlos al correspondiente sitio. Con esta aplicación se desea mejorar la identificación y marcación de los controles de los equipos, instrumentos, expedientes, de los sistemas y elementos críticos para el trabajo y su conservación en buen estado.

Permite la ubicación de materiales, herramientas y documentos de forma rápida, mejora la imagen del área ante el cliente “da la impresión de que las cosas se hacen bien”, mejora el control de stocks de repuestos y materiales,

mejora la coordinación para la ejecución de trabajos. Para realizar la organización también es importante establecer criterios y un procedimiento para realizarlo (ver Figura 38).

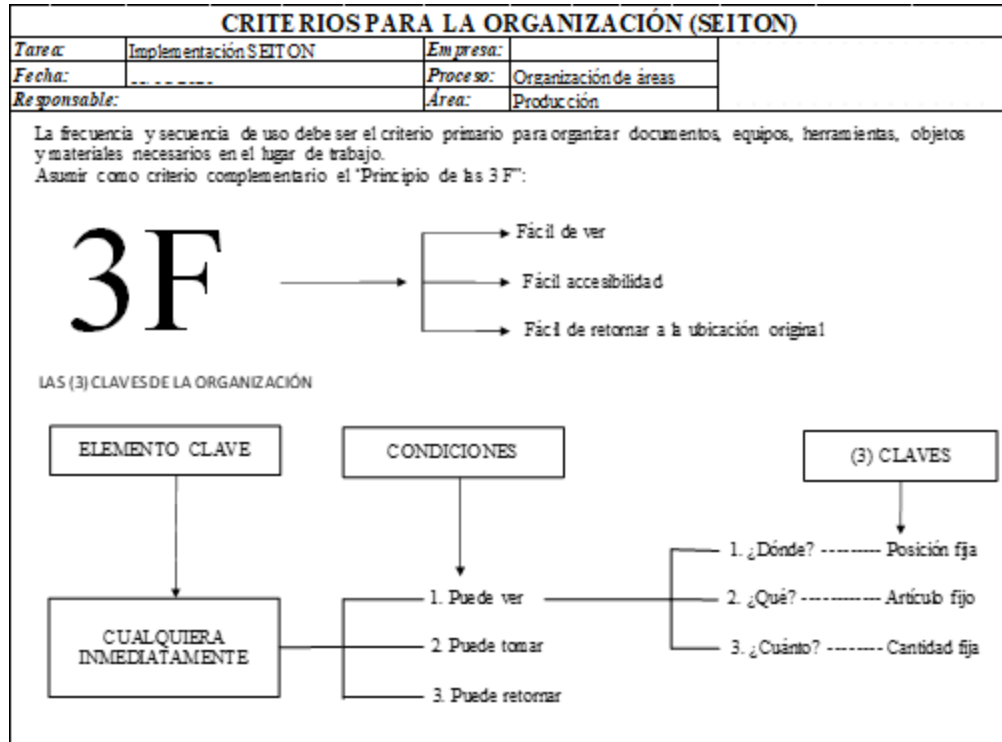


Figura 38. Formato de establecimientos para la organización de las estaciones de trabajo
Fuente: Elaboración propia

Cabe recordar que el propósito principal del Seiton (Orden) es ubicar los elementos necesarios en sitios concretos donde se puedan encontrar fácilmente para su uso y nuevamente retornarlos al correspondiente sitio. Las metodologías utilizadas en Seiton facilitan su codificación, identificación y ubicación de áreas para facilitar su conservación en un mismo sitio durante el tiempo y en perfectas condiciones. En las Figuras 39 y 40 se muestra el resultado final.

| ROTULACIÓN (SEITON) | | | |
|---|-----------------------|-----------------|---------------------|
| Tarea: | Implementación SEITON | Empresa: | |
| Responsable: | | Proceso: | Rotulación de áreas |
| Área: Producción | | | |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Se rotularon todos los materiales y herramientas, así como se determinó su lugar fijo. </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> | | | |

Figura 39. Formato para establecer rotulación de estaciones de trabajo

Fuente: Elaboración propia

| CODIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN POR COLORES (SE IT ON) | | | |
|--|-----------------------|-----------------|--------------------------|
| Tarea: | Implementación SEITON | Empresa: | |
| Responsable: | | Proceso: | Codificación por colores |
| Área: Producción | | | |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Definir nombre, código o color para cada clase de artículo. </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">  </div> | | | |

Figura 40. Formato para establecimiento de codificación y clasificación de herramientas

Fuente: Elaboración propia

Pretende incentivar la actitud de limpieza del sitio de trabajo y lograr mantener la clasificación y el orden de los elementos. El proceso de implementación se debe apoyar en un fuerte programa de entrenamiento y

suministro de los elementos necesarios para su realización, como también del tiempo requerido para su ejecución.

| PROGRAMA DE LIMPIEZA SEMANAL | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|-----------------------------|----------|----------|------|-----|-----|-----|--|
| Tarea: | Implementación del SEISO | | | | Empresa: | | | | | | |
| Responsable: | | | | | Proceso: | Limpieza | | | | | |
| Área: Producción | | | | | | | | | | | |
| ÁREAS | ACTIVIDAD | TAREAS | UTENSILIOS | RESPONSABLES | DÍAS | | | | | | |
| | | | | | Lun | Mar | Mier | Jue | Vie | Sab | |
| P I S O - H E R R A M S I P U E N E T S T A S O S M Á Q U I N A S - | Barrer y limpiar el ALMACÉN DE INSUMOS QUÍMICOS | Barrer y limpiar los stans de los materiales y productos químicos | Escoba, recogedor, trazo industrial y agua. | Trabajador asignado al área | | | | | | | |
| | | Colocar los desechos en los cilindros de basura. | | | | | | | | | |
| | | Colocar en su lugar los materiales utilizados | | | | | | | | | |
| | Limpieza en ALMACÉN DE PRODUCTOS TERMINADOS | Limpieza de estantes y piso. | Escoba, recogedor, trazo industrial y agua. | | | | | | | | |
| | | Recoger los desperdicios | | | | | | | | | |
| | | Ordenar productos | | | | | | | | | |
| | Limpieza en ALMACÉN DE MATERIA PRIMA | Limpieza de estantes y piso. | Escoba, recogedor, trazo industrial y agua. | | | | | | | | |
| | | Recoger agua de desperdicio de las pieles que contienen sales | | | | | | | | | |
| | | Colocar en su lugar los coches utilizados. | | | | | | | | | |
| | Limpieza en ALMACÉN DE MANTENIMIENTO | Limpieza de la máquina después de su uso. | Escoba, recogedor, trazo industrial y agua. | | | | | | | | |
| | | Desempolvar los estantes. | | | | | | | | | |
| | | Limpieza del suelo y recoger los materiales utilizados. | | | | | | | | | |
| Limpieza del piso en general | Recoger el agua del piso y los desperdicios. | Escoba, secador, detergente. | | | | | | | | | |
| Limpieza de techos de basura | Colocar la basura en los cilindros de basura. | Guantes, escoba y recogedor. | | | | | | | | | |
| | Colocar en su lugar los coches utilizados. | | | | | | | | | | |
| Limpieza de herramientas y ubicarlas en su lugar | Limpieza de las herramientas utilizadas. | Escobilla, agua trazo industrial y desengrasante. | | | | | | | | | |
| | Colocar toda las herramientas en su lugar. | - | | | | | | | | | |

Figura 41. Formato de programa de limpieza semanal

Fuente: Elaboración propia

La cuarta etapa es aplicar SEIKETZU en esta etapa se tiende a conservar lo que se ha logrado, aplicando estándares a la práctica de las tres primeras “S”. Esta cuarta S está fuertemente relacionada con la creación de los hábitos para conservar el lugar de trabajo en perfectas condiciones.

Se trata de estabilizar el funcionamiento de todas las reglas definidas en las etapas precedentes, con un mejoramiento y una evolución de la limpieza,

ratificando todo lo que se ha realizado y aprobado anteriormente, con lo cual se hace un balance de esta etapa y se obtiene una reflexión acerca de los elementos encontrados para poder darle una solución.

Con esto se busca obtener los siguientes beneficios:

- Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.
- Los operarios aprenden a conocer con profundidad el equipo y elementos de trabajo.
- Se evitan errores de limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios.

Si no existe un proceso para conservar lo que hemos conseguido en etapas anteriores, posiblemente se vuelvan a acumular elementos innecesarios en el puesto de trabajo con la consecuente desorganización. Esto se consigue enseñando al operario a crear normas con el apoyo de la dirección. Estas contendrán los tiempos, medidas de seguridad, medios necesarios y procedimientos para realizar el trabajo de limpieza. Si es posible, se debe apoyar con unas plantillas o muestras con unas instrucciones. A continuación, en la Figura 42 se muestra el estándar de limpieza establecido para el área de producción.










| ESTÁNDARES DE ORDEN Y LIMPIEZA (SEIKETSU) | | | | | | | | |
|---|--|--|---|-----------|------------|-------------------------|--------------|--|
| Tarea: | Implementación SEIKETSU | Empresa: | | | | | | |
| Responsable: | | Proceso: | Establecimiento de estándares | | | | | |
| Área: Producción | | | | | | | | |
| ZONAS DE LIMPIEZA | ELEMENTOS DE LIMPIEZA A UTILIZAR | EQUIPOS DE PROTECCIÓN | RRLHH. | TIEMPO | FRECUENCIA | DOCUMENTO DE REFERENCIA | | |
|  | Limpieza de las paredes y rejillas: En las paredes es donde se deposita la suciedad del ambiente y los restos de las pulverizaciones. Es el elemento de la cabina más vistoso y que ayuda a dar una buena impresión a los clientes y visitantes. Mantener su color blanco ayuda a dar una imagen de limpieza y profesionalidad al taller, además de aportar más luminosidad. |  |  | OPERARIOS | 20 min | 1 TURNO | DOCUMENTO 15 | |
|  | Rejillas del suelo: Las rejillas metálicas del suelo de la cabina suelen acabar con una capa de pintura pulverizada y se recomienda su limpieza con agua a presión por lo menos cada semana. |  |  | OPERARIOS | 15 min | 1 TURNO | DOCUMENTO 15 | |
|  | Recubrimiento de las lámparas: Se requiere una limpieza periódica para evitar que el polvo y la suciedad disminuyan el nivel de luminosidad en el área de acabado. |  |  | OPERARIOS | 10 min | 1 TURNO | DOCUMENTO 15 | |

Figura 42. Formato de estándares de orden y limpieza

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, la última etapa es la implementación del SHITSUKE que consiste en la práctica de la disciplina con el objetivo de lograr el hábito de respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y controles previamente desarrollados. Para esto se implementarán auditorías que se serán realizadas por el área de Calidad para que compruebe los avances y resultados obtenidos.

| 5S Hoja auditoria Producción | | | | | | | | | |
|------------------------------|---|---|--|--|--|--------------|-----------------|---|-----|
| Area | Calidad | | Calificación final: | | 0 | | Calificado por: | | |
| Fecha | | | Calificación previa: | | | | | | |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Calificación | | | |
| No iniciado; Cero esfuerzo | Actividad inicio, pequeño esfuerzo | Amplia actividad; sin embargo hay muchas oportunidades de mejora | Nivel Mínimo aceptable sostenido por al menos un (1) mes | Mejor resultado en su area; Aprobado por supervisor inmediato; sostenido por al menos un (1) mes | Mejor practica; Clase Mundial; Revisado por Gte general; sostenido al menos seis (6) meses | | | | |
| 5S No. | Chequear | Descripción | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Tot |
| PASO 1: Clasificación | | Promedio ## | | | | | | | |
| 1 | Componentes, materiales y partes | Solo los niveles necesarios de inventario en el area esta a la mano. Residuos y piezas sin uso estan en contenedores claramente marcados. | | | | | | | |
| 2 | Maquinas, gabinetes, muebles, bancos | Solo los articulos necesarios estan a la mano en el area. No hay maquinas, herramientas, bancos no necesarias en el area. | | | | | | | |
| 3 | Herramientas y otro equipo | Todas las herramientas, accesorios y otros equipos en el area son usados regularmente. Cualquier herramienta que es usada menos de una vez al dia, es | | | | | | | |
| 4 | Tableros de noticias | Estan actualizados, anuncios rotos o sucios, todos los boletines son arreglados en una manera ordenada | | | | | | | |
| 5 | Primera impresión completa | Su impresión general debería decir si es lo mejor que esperaría para un area de producción. | | | | | | | |
| | | TOTAL | 0 | | | | | | |
| PASO 2: Organización | | Promedio ## | | | | | | | |
| 6 | Diseño Area | Maquinas, autos y equipo estan arreglados en una manera logica y ordenada para promover un flujo suave en el area de trabajo | | | | | | | |
| 7 | Marcado pasillos y suelo | Lineas en el piso claramente marcadas, pasillos, areas de bodega y areas peligrosas. | | | | | | | |
| 8 | Documentación y señales visuales | Solo los documentos y cartapacios necesarios para el trabajo se guardan en el area. Los documentos y manuales son guardados en orden y limpios. | | | | | | | |
| 9 | Control visual y almacenamiento | Los accesorios son arreglados, divididos y claramente marcados para que sea obvio donde se almacenan en caso sean perdidos. | | | | | | | |
| 10 | Lugar específico para herramientas y accesorios | Herramientas y accesorios son arreglados y guardados en orden, se mantienen limpios y libres de cualquier riesgo de daño. Estan localizados facilmente para | | | | | | | |
| 11 | Cosas en el piso | Pocas, si alguna cosa son almacenadas en el piso. En caso de que sean almacenadas en el piso, estan claramente indicadas con señales y rotulo | | | | | | | |
| 12 | Almac. Material peligroso | Líquidos, solventes, inflamables, y otros químicos son apropiadamente rotulados y almacenados. Las hojas de seguridad (MSDS) estan disponibles. | | | | | | | |
| 13 | Acceso de emergencia | Dispositivos de seguridad estan claramente marcados, muy visibles y sin obstruccion. Las rutas de salida de emergencia estan marcadas con signos de | | | | | | | |
| 14 | Mantenimiento de equipo | Se lleva registro de mantenimiento y equipo claramente señalado. Puntos criticos de manten. diario estan claramente marcados (niveles de fluido, presion, | | | | | | | |
| | | TOTAL | 0 | | | | | | |
| PASO 3: Limpieza | | Promedio ## | | | | | | | |
| 15 | Condicion de pisos | Todos los pisos estan limpios y libre de suciedad, residuos o líquidos. Limpieza de pisos es hecha rutinariamente y en intervalos predeterminados. | | | | | | | |
| 16 | Maquinas/Equipo | Limpieza rutinaria de maquinas es aparente, no hay aceite, residuos, basura, empaque de comida en las superficies de trabajo. Las ventanas, paredes y todo el equipo de limpieza (botes de basura, escobas, trapeador, etc) estan guardadas en un lugar limpio. Es obvio a donde pertenecen y estan disponibles facilmente. Material peleroso esta guardado y rotulado correctamente. | | | | | | | |
| 17 | Herramientas y equipo de limpieza | Todo el equipo, ventiladores, bancos... todo en el area es limpiado regularmente. La responsabilidad de los operadores va mas allá de solo su equipo. | | | | | | | |
| 18 | Limpieza mas allá de lo propio | Cuando un paro inesperado ocurre, los operadores habitualmente y automaticamente limpian y barren su area de trabajo y equipo. | | | | | | | |
| 19 | Disciplina en Limpieza | Donde sea aplicable, se aplican mejores practicas de manufactura y operación. | | | | | | | |
| 20 | Mejores practicas de operación | | | | | | | | |
| | | TOTAL | 0 | | | | | | |

Figura 43. Formato de auditorías 5S

Fuente: Elaboración propia

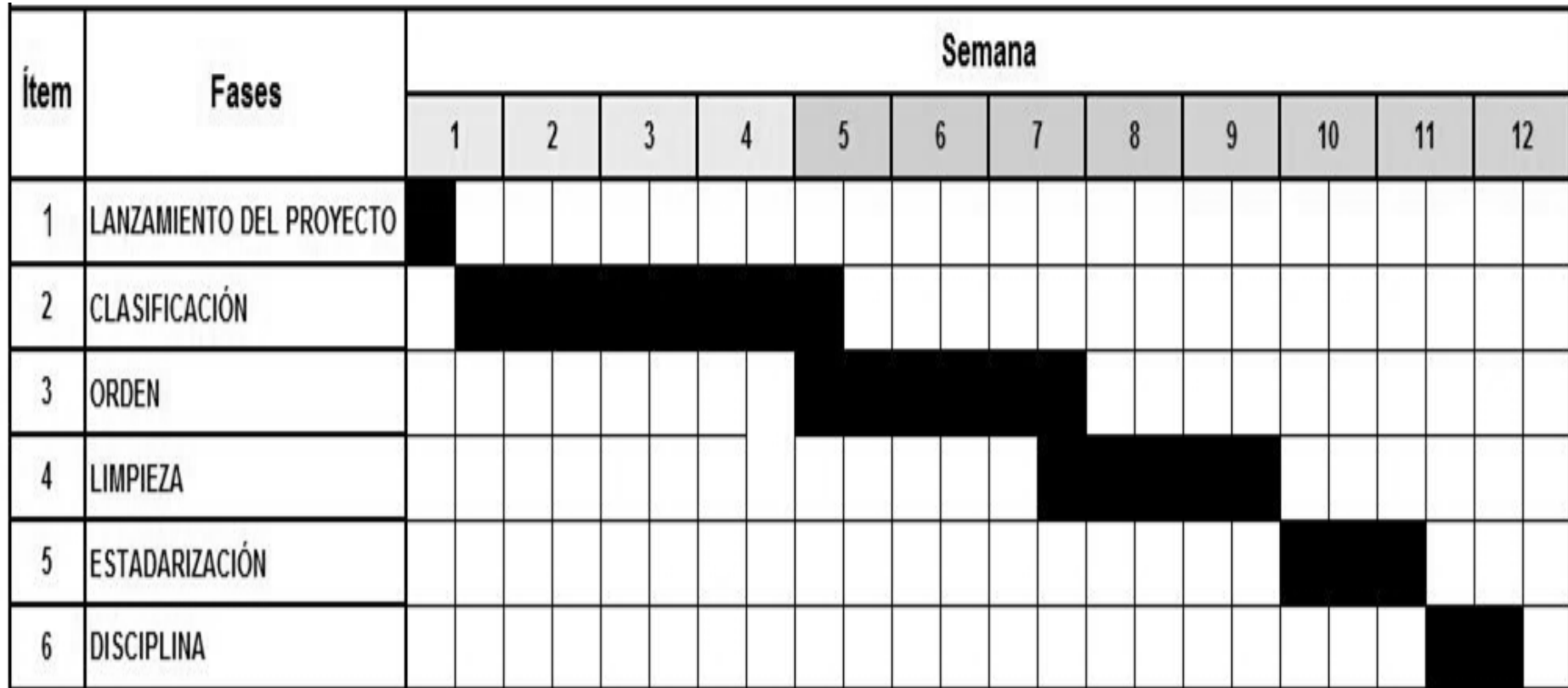


Figura 44. Diagrama de Gantt de las actividades de implementación de 5S

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Figura 44 anteriormente se desarrolló un pequeño programa para desarrollar las fases de las 5S durante los tres próximos meses y en la Figura 45 se muestra la ficha técnica donde se muestra los principales resultados obtenidos el ahorro obtenido en horas improductivas y costos.

| FICHA TÉCNICA IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA DE MEJORA: 5S | | | | |
|---|-------------------------|-------------------------------------|---------------|--------------------------|
| Datos generales de la tarea | | | | |
| Empresa: | | | | |
| Dirección: | | | | |
| Localidad: | | | | |
| RUC: | 20482775862 | | | |
| Teléfono: | 949927927 | | | |
| Nombre de la tarea: | Orden y limpieza | | | |
| Área: | Producción | | | |
| Código de la tarea: | 1540-085-2020 | | | |
| Descripción de la mejora | | | | |
| Definición del problema: Actualmente en promedio se genera anualmente 93.12 de horas improductivas por falta un mal diseño del método de trabajo, que genera S/. 13,641.60 de pérdida monetaria anual. Actualmente existe una falta de cultura sobre orden y limpieza. | | | | |
| Breve desarrollo de la mejora: Mediante la implementación de las 5S se busca mejorar y mantener las condiciones de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo. A través de un entorno de trabajo ordenado y limpio, se crean condiciones de seguridad, de motivación y de eficiencia. Eliminar los despilfarros o desperdicios de tiempos. | | | | |
| Aceptación de la mejora | | | | |
| Aprobado: | SI | <input checked="" type="checkbox"/> | NO | <input type="checkbox"/> |
| Fecha de aprobación: | 25/01/2020 | | | |
| Aprobado por: | Anselmo Vereau Anticona | | | |
| Responsable de implantación: | Omar Becerra | | | |
| Plazo de implantación: | 4 meses | | | |
| Fecha de implementación: | 2/02/2020 | | | |
| Horas - Hombre asignadas: | 350 horas - hombre | | | |
| Presupuesto asignado: | S/ | 55,335.00 | | |
| Cuantificación de la mejora esperada | | | | |
| Tiempo ahorrado anual (Hr/año) | 75.24 | | | |
| Ahorro económico anual esperado (S/. / años) | S/ 11,022.27 | | | |
| Datos de Mejora | | | | |
| Descripción | Actual | Propuesto | MEJORA | |
| Tiempo total trabajado en el mes (Hrs) | 253.83 | 235.49 | 18.34 | 7.23% |
| Pérdida monetaria por hora (S/. / hr) | 146.49 | 146.49 | 146.49 | 146.49 |
| Pérdida monetaria mensual (S/.) | 6713.86 | 4026.71 | 2687.15 | 40.02% |
| N° de incidencias por falta de aprovisionamiento interno | 26 | 5 | 21 | 80.77% |
| Clasificación de las horas empleadas | | | | |
| Total de horas de trabajo planificado (Hr) | Actual | Propuesto | MEJORA | |
| Total de horas de trabajo planificado (Hr) | 208 | 208 | 0 | 0.00% |
| Total de horas no productivas (Hr) | 45.83 | 27.49 | 18.34 | 40.02% |
| Clasificación de horas no productivas | | | | |
| Actual | Propuesto | MEJORA | | |
| Horas improductivas CR1 Producción | 7.36 | 0.92 | 6.44 | 87.50% |
| Horas improductivas CR2 Producción | 7.98 | 2.35 | 5.63 | 70.59% |
| Horas improductivas CR3 Producción | 7.76 | 1.49 | 6.27 | 80.80% |
| Horas improductivas CR1 Mantenimiento | 7.85 | 7.85 | 0.00 | 0.00% |
| Horas improductivas CR2 Mantenimiento | 7.51 | 7.51 | 0.00 | 0.00% |
| Horas improductivas CR3 Mantenimiento | 7.37 | 7.37 | 0.00 | 0.00% |
| INDICADOR PARA MRP | | | | |
| Actual | Propuesto | MEJORA | | |
| Porcentaje de horas improductivas por falta de orden y limpieza | 3.73% | 0.72% | 3.01% | 80.80% |

Figura 45. Ficha técnica de resultados obtenidos tras aplicar 5S

2.3.6. Desarrollo AMEF

En el área de mantenimiento se producen muchas horas improductivas por fallas mecánicas recurrentes, se identificó que la causa raíz de es problema es la falta de un método documentado de prevención de fallas, que sirva como protocolo para arreglar estas fallas sin tener que esperar que venga un especialista, ya que si se tiene las fallas bien estudiadas se podrá saber su origen y las acciones a tomar para enfrentarlas. Para ello es necesario aplicar un AMEF y en la Figura 46 se muestra el procedimiento a realizar para implementar en la empresa.

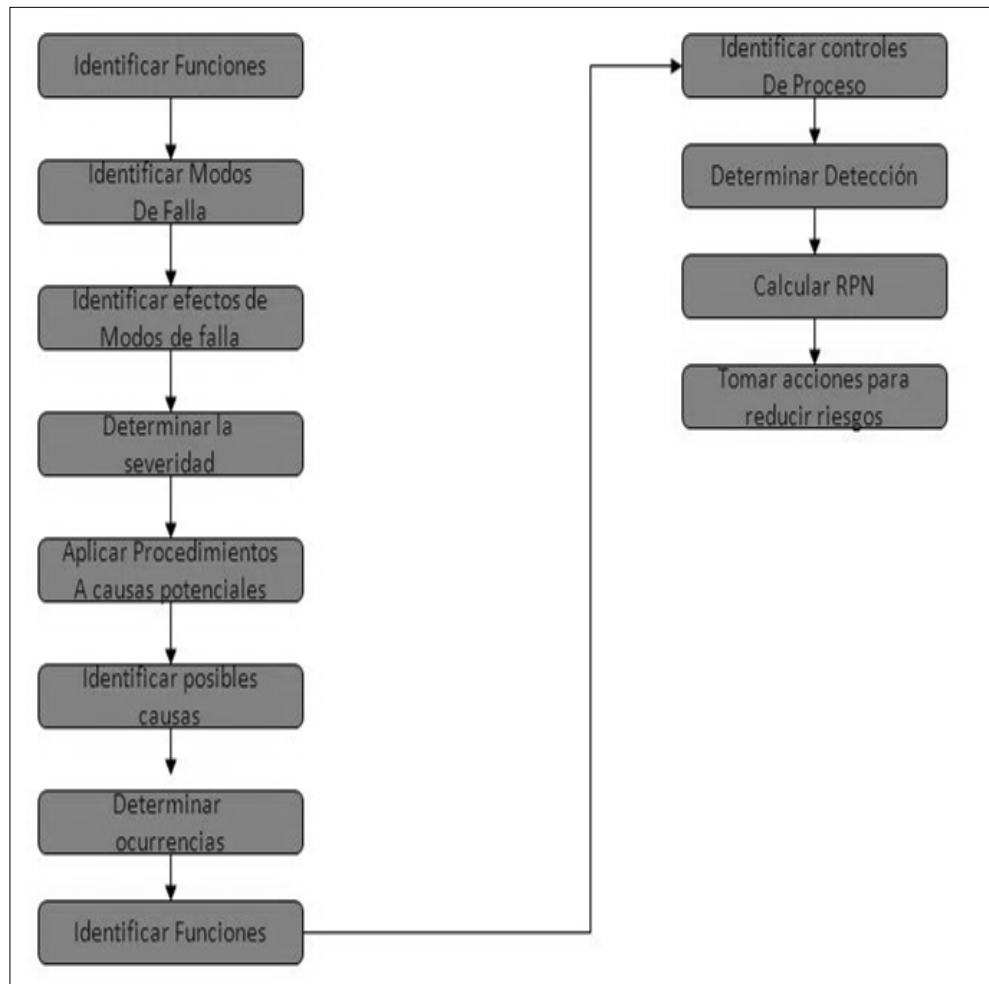


Figura 46. Procedimiento de implementación del AMEF

Fuente: Elaboración propia

En primer lugar, se debe identificar las fallas potenciales, para ello debe revisarse la información histórica y registrar las fallas que hayan ocurrido con anterioridad; en segundo lugar, deben identificarse con ayuda de los especialistas, todas las fallas que pudieran ocurrir en el paso del proceso. Esta identificación debe realizarse con espíritu crítico y analítico. En el caso de la empresa el proceso de cortado es la estación donde más incidencias de fallas se presenta y donde se concentrará el análisis.

A continuación, en la Tabla 17 se muestra el análisis realizado en el proceso de corte donde se identificaron los modos de falla y el efecto potencial de cada uno.

Tabla 17
Identificación del tipo de falla y los efectos potenciales

| Nº | Función del proceso | Falla potencial | Efecto potencial de la falla |
|----|---------------------|--|--|
| 1 | Cortar | Cortar un área menor a la especificada | No se puede armar los botines con las dimensiones correctas. Parte descartada. |
| 2 | Cortar | Cortar un área mayor a la especificada | Reproceso de corte hasta lograr las dimensiones correctas. |
| 3 | Cortar | Romper el centro del cuero con las tijeras | No se puede ensamblar una hebilla en el centro. Parte descartada. |
| 4 | Cortar | Manchar el cuero con suciedad de las tijeras | Alteración del color del cuero. Producto terminado no conforme. |
| 5 | Cortar | Cortar el cuerpo del operario | Accidente, incapacidad del operario, proceso interrumpido, alteración del color del cuero. |
| 6 | Cortar | Cortar o entregar piezas incompletas | No se puede el cuero con piezas incompletas. Proceso siguiente afectado. Reproceso. |

Fuente: Elaboración propia

Una vez que se listan todas las fallas y los efectos, se procede a calificar la severidad (gravedad) de los efectos potenciales. Para ello se estableció una escala como guía (ver Tabla 18).

Tabla 18
Guía de parámetros para evaluación de efectos de falla

| Calificación cuantitativa | Calificación cualitativa | Efecto en el cliente | Efecto en el proceso |
|---------------------------|--------------------------|---|---|
| 1 | Ninguno | Sin efecto perceptible | Ligero inconveniente para la operación u operador |
| 2 | Muy menor | No se cumple con el ajuste, acabados o presenta ruidos. Defecto notado por clientes críticos (25%) | Una parte del producto puede tener que ser reprocesado. Sin desechos. |
| 3 | Menor | No se cumple con el ajuste, acabados o presenta ruidos. Defecto notado por el 50% de los clientes. | Una parte del producto puede tener que ser reprocesado. Sin desechos. |
| 4 | Muy bajo | No se cumple con el ajuste, acabados o presenta ruidos. Defecto notado por el 75% de los clientes. | El producto debe ser seleccionado y una parte reprocesada. Sin desechos. |
| 5 | Bajo | Producto con especificaciones de calidad o niveles de desempeño bajos. Operable o usable. | El 100% del producto debe ser reprocesado o reparado fuera de línea. |
| 6 | Moderado | Producto operable o usable pero el cliente estará insatisfecho. | Una parte del producto puede tener que ser desechado sin selección o reparado con un tiempo y costo alto. |
| 7 | Alto | Producto operable o usable pero el cliente estará muy insatisfecho. | El producto tiene que ser seleccionado y una parte reparada con un tiempo y costo alto. |
| 8 | Muy alto | El producto es inoperable o inusable. | El 100% del producto debe ser desechado o puede ser reparado a un costo inviable. |
| 9-10 | Peligroso | En modo potencial afecta la operación segura del producto | Puede exponer al peligro al operado o al equipo. |

Fuente: Elaboración propia

Es necesario considerar que en caso de que una falla tenga efectos (cliente / proceso) con calificaciones diferentes, debe asignarse el mayor valor de severidad de los efectos. A continuación, en la Tabla 19 se muestra la evaluación realizada a los efectos de fallas identificadas.

Tabla 19
Evaluación de severidad de las fallas identificadas

| N° | Función del proceso | Falla potencial | Efecto potencia de la falla | Severidad |
|----|---------------------|--|--|-----------|
| 1 | Cortar | Cortar un área menor a la especificada | No se puede armar los botines con las dimensiones correctas. Parte descartada. | 6 |
| 2 | Cortar | Cortar un área mayor a la especificada | Reproceso de corte hasta lograr las dimensiones correctas. | 3 |
| 3 | Cortar | Romper el centro del cuero con las tijeras | No se puede ensamblar una hebilla en el centro. Parte descartada. | 8 |
| 4 | Cortar | Manchar el cuero con suciedad de las tijeras | Alteración del color del cuero. Producto terminado no conforme. | 5 |
| 5 | Cortar | Cortar el cuerpo del operario | Accidente, incapacidad del operario, proceso interrumpido, alteración del color del cuero. | 10 |
| 6 | Cortar | Cortar o entregar piezas incompletas | No se puede el cuero con piezas incompletas. Proceso siguiente afectado. Reproceso. | 3 |

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es indicar las causas de cada falla y evaluar la ocurrencia de las fallas. En este paso se deben relacionar las causas asociadas a cada falla identificada en el paso anterior. Además, se debe evaluar la ocurrencia de las fallas. Para evaluar la ocurrencia en un AMEF orientado al proceso, se recomienda utilizar un criterio, ya sea basado en probabilidad de fallas, en índices posibles de fallas basados en tantos por piezas, o en el índice de capacidad real Cpk.

Tabla 20
Criterio para evaluar la probabilidad de fallas

| Calificación cuantitativa | Probabilidad | Índice de fallas | Cpk |
|---------------------------|-------------------------------|-----------------------|-------|
| 1 | Remota: falla improbable | <0,01 por 1000 piezas | >1,67 |
| 2 | Baja: Pocas fallas | 0,1 por 1000 piezas | >1,30 |
| 3 | | 0,5 por 1000 piezas | >1,20 |
| 4 | | 1 por 1000 piezas | >1,10 |
| 5 | Moderada: Fallas ocasionales | 2 por 1000 piezas | >1,00 |
| 6 | Alta: Fallas frecuentes | 5 por 1000 piezas | >0,94 |
| 7 | | 10 por 1000 piezas | >0,86 |
| 8 | | 20 por 1000 piezas | >0,78 |
| 9 | | 50 por 1000 piezas | >0,55 |
| 10 | Muy alta: fallas persistentes | >100 por 1000 piezas | >0,55 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21
Identificación de las causas potenciales de las fallas

| N° | Función del proceso | Falla potencial | Efecto potencia de la falla | Causa de las fallas |
|----|---------------------|--|--|---|
| 1 | Cortar | Cortar un área menor a la especificada | No se puede armar los botines con las dimensiones correctas. Parte descartada. | Falta de pericia del operador; moldes imperfectos; instrumento de corte defectuoso. |
| 2 | Cortar | Cortar un área mayor a la especificada | Reproceso de corte hasta lograr las dimensiones correctas. | Falta de pericia del operador; moldes imperfectos; instrumento de corte defectuoso. |
| 3 | Cortar | Romper el centro del cuero con las tijeras | No se puede ensamblar una hebilla en el centro. Parte descartada. | Falta de pericia del operador; instrumento de corte defectuoso; condiciones de luz deficientes. |
| 4 | Cortar | Manchar el cuero con suciedad de las tijeras | Alteración del color del cuero. Producto terminado no conforme. | Falta de limpieza, orden y estandarización. |
| 5 | Cortar | Cortar el cuerpo del operario | Accidente, incapacidad del operario, proceso interrumpido, alteración del color del cuero. | Falta de pericia del operador; uso inadecuado o falta de elementos de protección personal. |
| 6 | Cortar | Cortar o entregar piezas incompletas | No se puede el cuero con piezas incompletas. Proceso siguiente afectado. Reproceso. | Falta de pericia del operador; carencia de herramientas de control de unidades en proceso. |

Fuente: Elaboración propia

| Calificación | | Tipos de inspección | | |
|--------------|--|---------------------|---|---|
| Cuantitativa | Criterio | A | B | C |
| 1 | Controles seguros para detectar: El ítem ha pasado a prueba de errores. Es casi improbable el hecho de realizar partes no conformes. | X | | |
| 2 | Controles casi seguros para detectar: El ítem ha pasado por medición automática. No puede pasar la parte no conforme. | X | X | |
| 3 | Controles con buena oportunidad de detectar: Detección inmediata del error en la estación o en la estación siguiente. No pasa la unidad no conforme. | X | X | |
| 4 | Controles con buena oportunidad de detectar: Detección del error en la estación siguiente. No pasa la unidad no conforme. | X | X | |
| 5 | Controles que pueden detectar: Mediciones "pasa" o "no pasa" realizado en el 100% de las partes después de dejar la estación. | | X | |
| 6 | Controles que pueden detectar: Control en menos del 100% de las partes; puede estar apoyado en métodos estadísticos. | | X | X |
| 7 | Controles con poca oportunidad de detectar: Control logrado con doble inspección visual. | | | X |
| 8 | Controles con poca oportunidad de detectar: Control efectuado con una inspección visual. | | | X |
| 9 | Controles que probablemente no detectarán: Control logrado con verificaciones indirectas o al azar. | | | X |
| 10 | Certeza absoluta de no detección: No se controla, no se detecta. | | | |

A = Prueba de error.
B = Medición automatizada.
C= Inspección visual/manual.

Figura 47. Formato de detección de falla y sus evaluaciones

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es obtener el número de prioridad de riesgo (RPN) para cada falla y tomar decisiones. El número de prioridad de riesgo, también conocido como RPN, por sus siglas en inglés (Risk Priority Number), es el producto de multiplicar la severidad, la ocurrencia, y la detección o detectabilidad. El RPN es un número entre 1 y 1000 que nos indica la prioridad que se le debe dar a cada falla para eliminarla. Cuando el RPN es superior a 100 es un claro indicador de que deben implementarse acciones de prevención o corrección para evitar la ocurrencia de las fallas, de forma prioritaria. Sin embargo, el objetivo general es el de tratar todas las fallas; muchos expertos coinciden en que un RPN superior a 30 requiere de un despliegue enfocado en el tratamiento del modo de falla. Una vez se ha establecido la prioridad de los modos de falla, se procede a ejecutar acciones preventivas, correctivas o de mejora. Ya en esta etapa se cuenta con una información relevante relacionada con el proceso, las fallas, las causas y los controles de detección.

En este caso se han sugerido acciones correctivas orientadas a las fallas y a las causas. Sin embargo, puedan establecerse acciones correctivas, preventivas y de mejora, enfocadas tanto a las fallas, a las causas, como a los controles de detección. Tal como se mencionó anteriormente, el AMEF constituye un documento dinámico, que admite múltiples revisiones, observaciones y calificaciones de acuerdo con el devenir de los procesos. Así mismo, se convierte en una fuente invaluable de información relacionada con los equipos, que puede utilizarse tanto para el despliegue de acciones de prevención, corrección y mejora; como para la capacitación y formación del personal en temas relacionados con los equipos y los procesos. En la Tabla 22 se muestra el AMEF.

Tabla 22
Matriz final de AMEF

| N° | Función del proceso | Falla potencial | Efecto potencia de la falla | Severidad | Causas potencias de las fallas | Ocurrencia | Control Actual del proceso | Detección | RPN | Acciones recomendadas | RPN |
|----|---------------------|--|--|-----------|---|------------|---|-----------|-----|--|-----|
| 1 | Cortar | Cortar un área menor a la especificada | No se puede armar los botines con las dimensiones correctas. Parte descartada. | 6 | Falta de pericia del operador; moldes imperfectos; instrumento de corte defectuoso. | 4 | Inspección simultánea con la operación. | 3 | 72 | Se cambiaron todos los moldes de corte y se estableció un procedimiento de revisión bimestral. | 54 |
| 2 | Cortar | Cortar un área mayor a la especificada | Reproceso de corte hasta lograr las dimensiones correctas. | 3 | Falta de pericia del operador; moldes imperfectos; instrumento de corte defectuoso. | 5 | Inspección simultánea con la operación. | 3 | 45 | Se cambiaron todos los moldes de corte y se estableció un procedimiento de revisión bimestral | 36 |
| 3 | Cortar | Romper el centro del cuero con las tijeras | No se puede ensamblar una hebilla en el centro. Parte descartada. | 8 | Falta de pericia del operador; instrumento de corte defectuoso; condiciones de luz deficientes. | 3 | Inspección simultánea con la operación. / Inspección final. | 3 | 72 | Se incluyeron los instrumentos de corte dentro del programa de Mantenimiento Preventivo. | 32 |
| 4 | Cortar | Manchar el cuero con suciedad de las tijeras | Alteración del color del cuero. Producto terminado no conforme. | 5 | Falta de limpieza, orden y estandarización. | 6 | Inspección simultánea con la operación. / Inspección final. | 5 | 150 | Avance en las etapas de clasificación, orden y limpieza. | 60 |
| 5 | Cortar | Cortar el cuerpo del operario | Accidente, incapacidad del operario, proceso interrumpido, alteración del color del cuero. | 10 | Falta de pericia del operador; uso inadecuado o falta de elementos de protección personal. | 2 | Operario. | 1 | 20 | Cambio de guantes protectores (Por petición de los operarios). | 20 |
| 6 | Cortar | Cortar o entregar piezas incompletas | No se puede el cuero con piezas incompletas. Proceso siguiente afectado. Reproceso. | 3 | Falta de pericia del operador; carencia de herramientas de control de unidades en proceso. | 6 | Inspección final de corte / Conteo inicial en costura. | 4 | 72 | Método de pegatinas implementado. | 36 |

Fuente: Elaboración propia

| DETALLE DE PLAN DE ACTIVIDADES | | ENERO | | | | FEBRERO | | | | MARZO | | | | ABRIL | | | | RESULTADOS |
|--|---|-------|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|--------------------------------|------------|
| | | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | |
| ACTIVIDAD | ACCIONES | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | |
| SELECCIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO | Reunión de trabajo con los encargados de planta y mantenimiento | | | | | | | | | | | | | | | | Minuta de trabajo | |
| | Visita a Areas de la Empresa | | | | | | | | | | | | | | | | Fotos, Informe de visita | |
| ESTABLECIMIENTO DE ESTRATEGIAS Y PLAN DE TRABAJO | Establecer el tipo de AMEF a realizar, su objeto y límites | | | | | | | | | | | | | | | | Informe (Parte N° 1) | |
| | Aclarar las prestaciones o funciones del producto o del proceso analizado. | | | | | | | | | | | | | | | | Informe (Parte N° 2) | |
| | Procesamiento de información | | | | | | | | | | | | | | | | Archivo en Excel con datos | |
| | Redacción de informe "antes" | | | | | | | | | | | | | | | | Informe de Diagnostico | |
| DIAGNÓSTICO TÉCNICO DE LAS MODOS Y EFECTOS DE FALLOS | Determinar los modos potenciales de fallo | | | | | | | | | | | | | | | | Informe (Parte N° 3) | |
| | Determinar los efectos potenciales de fallo | | | | | | | | | | | | | | | | Informe (Parte N° 4) | |
| | Determinar las causas potenciales de fallo | | | | | | | | | | | | | | | | Informe (Parte N° 5) | |
| | Identificar los sistemas de control actuales | | | | | | | | | | | | | | | | Informe (Parte N° 6) | |
| | Determinar los índices de evaluación para cada modo de fallo. | | | | | | | | | | | | | | | | Informe (Parte N° 7) | |
| | Calcular para cada modo de fallo potencial los números de prioridad de riesgos. | | | | | | | | | | | | | | | | Informe (Parte N° 8) | |
| DESARROLLO DE PROPUESTAS DE MEJORA | Inspección del trabajo realizado | | | | | | | | | | | | | | | | Informe de Diagnostico | |
| | Proposición de acciones de mejora | | | | | | | | | | | | | | | | Diagrama de distribucion | |
| | Aplicar medidas y desarrollar AMEF | | | | | | | | | | | | | | | | Fotos con nuevo reorganizacion | |
| DOCUMENTACION | Documentacion de propuesta de mejora | | | | | | | | | | | | | | | | Informe de propuesta | |
| | Elaboracion de informes sobre avance de AMEF | | | | | | | | | | | | | | | | informe de avances | |

Figura 48. Diagrama de Gantt de las actividades de implementación de AMEF

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Figura 48 se estableció un cronograma de actividades para establecer los tiempos para la implementación del AMEF en la empresa.

Por otro lado, en la Figura 49 se muestra la ficha técnica de la implementación del AMEF donde se muestra los principales resultados obtenidos.

| FICHA TÉCNICA IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA DE MEJORA: AMEF | | | | | |
|---|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------|--------------------------|--------|
| Datos generales de la tarea | | | | | |
| Empresa: | | | | | |
| Dirección: | | | | | |
| Localidad: | J | | | | |
| RUC: | 20482775862 | | | | |
| Teléfono: | 949927927 | | | | |
| Nombre de la tarea: | Documentación de prevención de fallas | | | | |
| Área: | Mantenimiento | | | | |
| Código de la tarea: | 1540-085-2020 | | | | |
| Descripción de la mejora | | | | | |
| Definición del problema: Actualmente en promedio se genera anualmente 94.20 de horas improductivas por falta de un método documentado de prevención de fallas, que genera S/ 16.648.42 de pérdida monetaria anual. Actualmente no existen procedimientos que establezcan protocolos para actuar frente a fallas comunes para solucionarlo de manera rápida. | | | | | |
| Breve desarrollo de la mejora: Mediante la implementación de AMEF se establece un procedimiento que permite identificar fallas en las máquinas, 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. | | | | | |
| Aceptación de la mejora | | | | | |
| Aprobado: | SI | <input checked="" type="checkbox"/> | NO | <input type="checkbox"/> | |
| Fecha de aprobación: | 25/01/2020 | | | | |
| Aprobado por: | Anselmo Vereau Anticona | | | | |
| Responsable de implantación: | Irvin Jaramillo | | | | |
| Plazo de implantación: | 4 meses | | | | |
| Fecha de implementación: | 2/02/2020 | | | | |
| Horas - Hombre asignadas: | 350 horas - hombre | | | | |
| Presupuesto asignado: | S/ | 31,935.00 | | | |
| Cuantificación de la mejora esperada | | | | | |
| Tiempo ahorrado anual (Hr/año) | 77.52 | | | | |
| Ahorro económico anual esperado (S./ años) | S/ 13,700.11 | | | | |
| Descripción | | Actual | Propuesto | MEJORA | |
| Tiempo total trabajado en el mes (Hrs) | | 253.83 | 229.03 | 24.80 | 9.77% |
| Pérdida monetaria por hora (S/ / hr) | | 176.73 | | | |
| Pérdida monetaria mensual (S/.) | | 8099.54 | 3716.11 | 4383.42 | 54.12% |
| Nº de incidencias por falta de aprovisionamiento intemo | | 17 | 3 | 14 | 82.35% |
| Clasificación de las horas empleadas | | Actual | Propuesto | MEJORA | |
| Total de horas de trabajo planificado (Hr) | | 208 | 208 | 0 | 0.00% |
| Total de horas no productivas (Hr) | | 45.83 | 21.03 | 24.80 | 54.12% |
| Clasificación de horas no productivas | | Actual | Propuesto | MEJORA | |
| Horas improductivas CR1 Producción | | 7.36 | 0.92 | 6.44 | 87.50% |
| Horas improductivas CR2 Producción | | 7.98 | 2.35 | 5.63 | 70.59% |
| Horas improductivas CR3 Producción | | 7.76 | 1.49 | 6.27 | 80.80% |
| Horas improductivas CR1 Mantenimiento | | 7.85 | 1.39 | 6.46 | 82.29% |
| Horas improductivas CR2 Mantenimiento | | 7.51 | 7.51 | 0.00 | 0.00% |
| Horas improductivas CR3 Mantenimiento | | 7.37 | 7.37 | 0.00 | 0.00% |
| INDICADOR PARA MRP | | Actual | Propuesto | MEJORA | |
| Porcentaje de horas improductivas por falta de un método documentado de prevención de fallas | | 3.77% | 0.67% | 3.11% | 82.29% |

Figura 49. Formato de ficha técnica de implementación de AMEF

2.3.7. Desarrollo Mantenimiento Autónomo

Como se mencionó otro de los grandes problemas en el área de mantenimiento son las horas improductivas por falta de disponibilidad de los equipos. El realizar mantenimiento autónomo ayuda a tener los equipos disponibles lo más pronto posible y a mantener la vida útil de los equipos, evitando el deterioro de los componentes de los mismos y a su vez la eliminación de accidentes e incremento de productividad en los procesos. A continuación, en la Figura 50 se muestra el procedimiento para la implementación de esta herramienta.

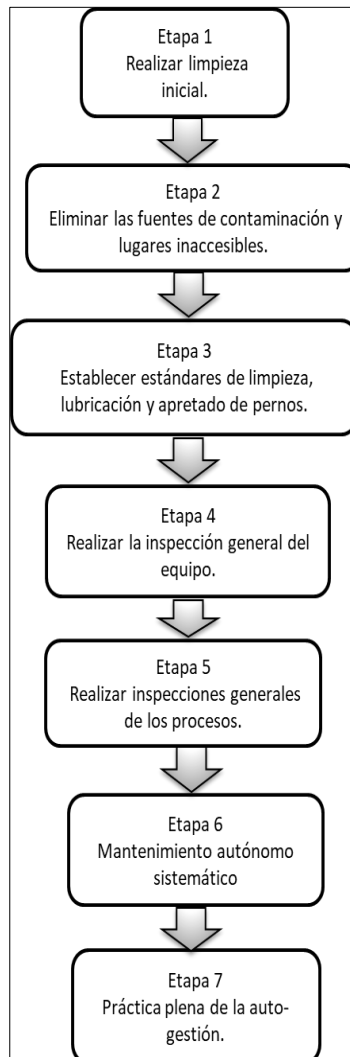


Figura 50. Procedimiento para implementar el Mantenimiento Autónomo

Fuente: Elaboración propia

El primer paso es realiza la limpieza inicial donde los trabajadores se convierten en sensores humanos para encontrar 7 tipos de anomalías obvias para estabilizar la operación del equipo mediante la limpieza e inspección. Al usar nuestros sentidos para ver y detectar cualquier anomalía. Esto se lleva a cabo tocando y observando los componentes y partes mientras se limpia. A través de la limpieza e inspección se pueden prevenir tornillos o piezas flojas, roturas, desgastes, rasgaduras, desalineación, soldaduras mal hechas, cableados mal hechos, oxidación, contaminación, fugas de aceite, partes no necesarias, bandas rotas o faltantes etc. Para ello será importante establecer un flujograma para seguir una misma forma y secuencia de los trabajos de limpieza inicial (ver Figura 51).

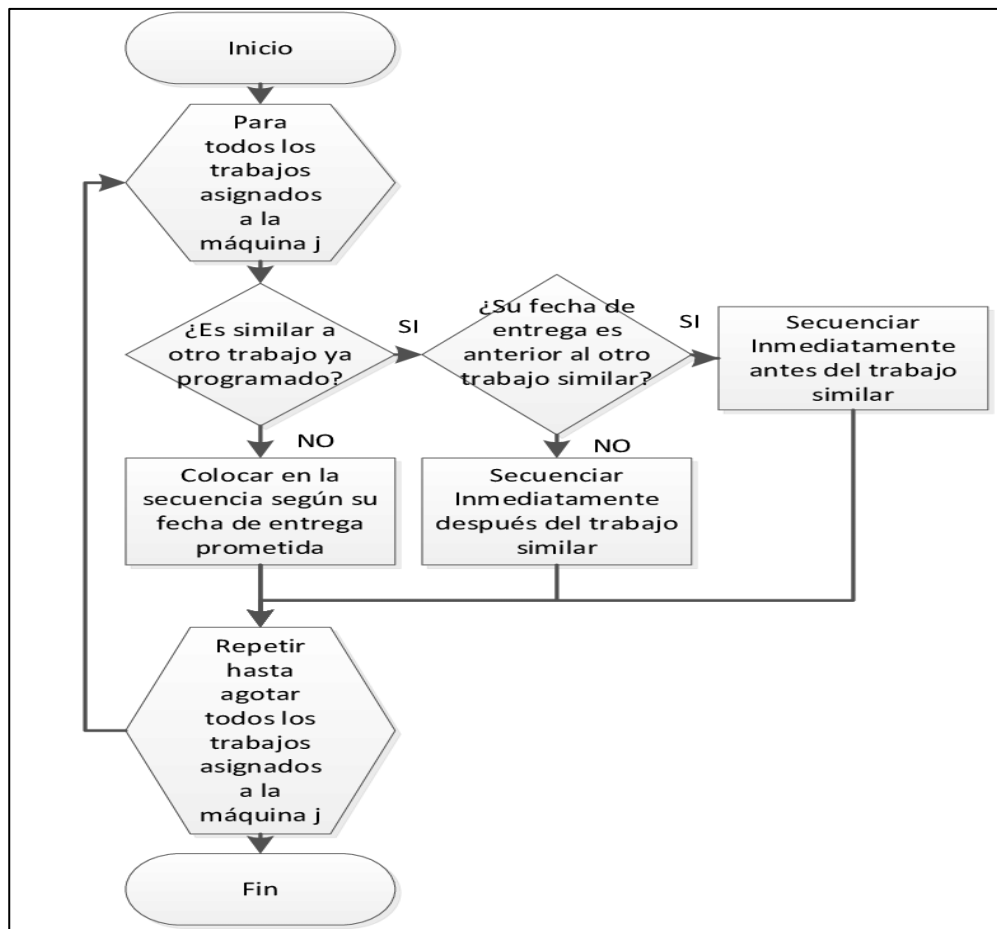


Figura 51. Diagrama de flujo para trabajos de limpieza inicial

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es la Eliminación de Fuentes de Contaminación (FDC) nos ayuda a mantener los equipos sin contaminación de todo tipo de materiales que se utilizan en la máquina y así simplificar la limpieza, inspección, lubricación y apriete.

Luego el tercer paso es la elaboración de estándares provisionales de limpieza, apriete, inspección y lubricación. El propósito de realizar el estándar nos ayuda a estandarizar las actividades que debe de realizar el técnico en cada una de sus máquinas para evitar que el equipo presente accidentes, averías, defectos o mermas.

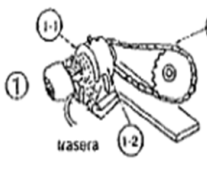
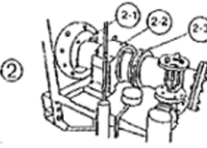
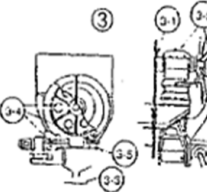
| ESTÁNDAR DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO+B2:B2:N30 | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|---|----------|-------------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------|
| Tarea: | Implementación Mantenimiento autónomo | | | Empresa: | | | | | | | |
| Fecha: | | | | Proceso: | Estandarización de limpiezas | | | | | | |
| Encargado: | | | | Área: | Mantenimiento | | | | | | |
| Chequero a través de la limpieza | | | | | | | | | | | |
|    | Pieza | Estándar | Método | Herramienta | Acción en caso anormal | Tiempo (min) | Intervalo | | | | Resp. |
| | | | | | | | D | S | M | A | |
| | 1. Sección motor | No suciedad por derrame aceite | Limpiar | | - | 10 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| | 1.1. Transmisión | No vibración, ruido anormal, sobrecalentamiento | | | Informe a supervisor | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| | 1.2. Indicador nivel aceite | Cantidad especificada | | - | Llenar hasta marca | (1) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| | 1.3. Cadena y dientes | No ruido anormal, lubricación adecuada | | - | Lubricar | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| | 2. Cojinete exterior | Limpio | Limpiar | | - | 10 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| | 2.1. Collarín | Sin fugas | | | Apretar o reemplazar | (1) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| | 2.2. Cojinete | Sin sobrecalentamiento | | - | Lubricar, observar, apretar si es necesario. | (1) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| | 2.3. Caja de agua de enfriamiento | Sin fugas | | | Apretar o reemplazar | (0.5) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| | 3. Árbol interior | Limpio | Limpiar | | - | ST | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| | 3.1. Collarín | Sin fugas | | | Apretar o reemplazar | (1) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| | 3.2. Cojinete interior | Sin sobrecalentamiento | | - | Lubricar, observar, apretar si es necesario. | (1) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| | 3.3. Caja de aceite Collarín | No acumulación | | | Chequear caja | 10 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| | 3.4. Tornillo de cojinete | No ruido inusual, sobrecalentamiento, o deformación pasos tornillo. | | - | Informar a supervisor | (3) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| Tiempo requerido (min) | | | | | | | | | | | |
| LUBRICACIÓN | | | | | | | | | | | |
| Punto de engrase | Tipo de lubricación | Cantidad lubricante | Método | Herramienta | Tiempo (min) | Intervalo | | | | | |
| | | | | | | D | S | M | A | | |
| 1.1. Reductor velocidad | Daprima Super C5 #58 | 12 | Aceitera | | 10 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | |
| 1.3. Cadena | ↑ | Lubricante total | ↑ | ↑ | 0.5 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | |
| 2.2. Cojinete exterior | Grasa | Grar tapa 2-3 | A mano | | 3 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | |
| 3.2. Cojinete interior | ↑ | ↑ | ↑ | | ↑ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | |
| 3.5. Caja tornillo | *2Z05 | | Aceitera | | 10 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 2x | |

Figura 52. Formato de estandarización de trabajos de limpieza y mantenimiento
Fuente: Elaboración propia

En el paso 4 se busca comprender mejor la función y mecanismo de los equipos y realizar inspecciones diarias basadas en el conocimiento y la lógica. Durante la inspección es importante enfocarse en los pequeños defectos que están ocasionando las pérdidas crónicas a través de averías y defectos, encontrarlos sin falta y solucionarlos encontrando la medida adecuada. Para ello, se necesita adquirir la habilidad de “medir el deterioro” para poder predecir los problemas de averías y defectos con anticipación mediante las actividades de inspección general. El objetivo de este paso es mejorar la disponibilidad de la máquina (Ciclo de vida) realizando inspecciones generales, con el fin de prevenir así el deterioro forzado en cada una de las partes de la máquina: tuercas y pernos, sistemas de mando, etc.

| PROCEDIMIENTO INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO | | | | | |
|--|--|---|---|---|--|
| Tarea: | Implementación Mantenimiento Autónomo | | Empresa: | | |
| Fecha: | | | Proceso: | Establecimiento de inspecciones | |
| Analista: | | | Área: | Mantenimiento | |
| FASE | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| | Estabilizar los intervalos entre fallos | Alargar la vida de los equipos | Restaurar periódicamente el deterioro | Predecir y ampliar la vida del equipo | |
| Mantenimiento autónomo | Paso 1: Realizar la limpieza inicial. Paso 2: Mejorar las fuentes de contaminación y lugares inaccesibles. Paso 3: Establecer estándares de limpieza y chequeo | Paso 4: Realizar la inspección general del equipo | Paso 5: Realizar la inspección general del proceso. | Paso 6: Sistematizar el mantenimiento autónomo. Paso 7: Práctica plena de la autogestión | |
| Mantenimiento especializado | Paso 1: Evaluar el equipo y comprender la situación actual de partida. | | | | Paso 6: Crear un sistema de mantenimiento predictivo |
| | Paso 2: Restaurar el deterioro y corregir las debilidades (apoyar el mantenimiento autónomo y prevenir recurrencias) | | Implantar el mantenimiento correctivo | | |
| | | Paso 3: Crear un sistema de gestión de la información | Establecer el mantenimiento periódico | | |
| | | | Paso 4: Crear un sistema de mantenimiento periódico | | |
| | | | | Paso 5: Crear un sistema de mantenimiento predictivo | |

Figura 53. Procedimiento de inspección y mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

| DETALLE DE PLAN DE ACTIVIDADES | | ENERO | | | | FEBRERO | | | | MARZO | | | | ABRIL | | | |
|---|--|-------|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|
| | | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM |
| ACTIVIDAD | ACCIONES | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| LIMPIEZA INICIAL | Crear grupos de limpieza | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Limpiar para eliminar polvo y suciedad | | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| | Realizar trabajos de preparación para lubricar y apretar pernos | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| CONTRAMEDIDAS EN LA FUENTE DE LOS PROBLEMAS | Identificar las causas del polvo, suciedad y difusión de esquirlas | | | | | ■ | | | | | | | | | | | |
| | Mejorar partes que son difíciles de limpiar y lubricar | | | | | | ■ | | | | | | | | | | |
| | Reducir el tiempo requerido para limpiar y lubricar | | | | | | | ■ | | | | | | | | | |
| ESTANDARIZACIÓN DE PROCEDIMIENTOS | Establecer estándares que reduzcan el tiempo gastado | | | | | | | | ■ | | | | | | | | |
| | Creación de formato de estándares | | | | | | | | ■ | | | | | | | | |
| | Difusión de estándares | | | | | | | | ■ | | | | | | | | |
| | Realización de informes de estándares | | | | | | | | | ■ | | | | | | | |
| INSPECCIÓN AUTÓNOMA | Establecimiento de inspecciones | | | | | | | | | | ■ | | | | | | |
| | Identificación de defectos | | | | | | | | | | | ■ | | | | | |
| | Corrección de defectos | | | | | | | | | | | | ■ | | | | |
| MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PLENO | Desarrollo adicionales de políticas y metas | | | | | | | | | | | | | ■ | | | |
| | Incrementar regularidad de actividades de mejora | | | | | | | | | | | | | | ■ | | |
| | Registrar resultados análisis MTBF | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ |

Figura 54. Diagrama de Gantt de las actividades de implementación del Mantenimiento Autónomo

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 53 anteriormente se muestra las actividades necesarias para implementar el Mantenimiento Autónomo, así como el tiempo de duración de cada una de estas actividades.

Por otro lado, en la Figura 54 se muestra la ficha técnica de la propuesta de implementación del Mantenimiento Autónomo donde se muestra los principales resultados.

| FICHA TÉCNICA IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA DE MEJORA: MANTENIMIENTO AUTÓNOMO | | | | |
|--|--|-------------------------------------|--------------|--------------------------|
| Datos generales de la tarea | | | | |
| Empresa: | | | | |
| Dirección: | | | | |
| Localidad: | | | | |
| RUC: | 20482775862 | | | |
| Teléfono: | 949927927 | | | |
| Nombre de la tarea: | Metodología orientada al mantenimiento | | | |
| Área: | Mantenimiento | | | |
| Código de la tarea: | 1540-085-2020 | | | |
| Descripción de la mejora | | | | |
| Definición del problema: Actualmente en promedio se genera anualmente 90.17 de horas improductivas por falta de disponibilidad de la maquinaria, que genera S/. 15,936.18 de pérdida monetaria anual. Actualmente los trabajos de mantenimiento no se realizan de manera eficiente y a tiempo. Los retrasos se genera porque no existe una adecuada planificación. | | | | |
| Breve desarrollo de la mejora: Mediante la implementación del Mantenimiento Autónomo es detectar y tratar con prontitud las anomalías del equipo, lo cual es precisamente el objetivo de un buen Mantenimiento. Los objetivos del Mantenimiento Autónomo son: Evitar el deterioro del equipo. | | | | |
| Aceptación de la mejora | | | | |
| Aprobado: | SI | <input checked="" type="checkbox"/> | NO | <input type="checkbox"/> |
| Fecha de aprobación: | 25/01/2020 | | | |
| Aprobado por: | Anselmo Vereau Anticona | | | |
| Responsable de implantación: | Irvin Jaramillo | | | |
| Plazo de implantación: | 4 meses | | | |
| Fecha de implementación: | 2/02/2020 | | | |
| Horas - Hombre asignadas: | 350 horas - hombre | | | |
| Presupuesto asignado: | S/ | 33,685.00 | | |
| Cuantificación de la mejora esperada | | | | |
| Tiempo ahorrado anual (Hr/año) | | | 75.12 | |
| Ahorro económico anual esperado (S./ años) | | | S/ 13,275.96 | |
| Clasificación de las horas empleadas | | | | |
| | Actual | Propuesto | MEJORA | |
| Tiempo total trabajado en el mes (Hrs) | 253.83 | 222.77 | 31.06 | 12.24% |
| Pérdida monetaria por hora (S./ hr) | 176.73 | | | |
| Pérdida monetaria mensual (S./) | 8099.54 | 2609.78 | 5489.75 | 67.78% |
| Nº de incidencias por falta de aprovisionamiento interno | 24 | 4 | 20 | 83.33% |
| Clasificación de horas no productivas | | | | |
| | Actual | Propuesto | MEJORA | |
| Total de horas de trabajo planificado (Hr) | 208 | 208 | 0 | 0.00% |
| Total de horas no productivas (Hr) | 45.83 | 14.77 | 31.06 | 67.78% |
| Clasificación de horas no productivas | | | | |
| | Actual | Propuesto | MEJORA | |
| Horas improductivas CR1 Producción | 7.36 | 0.92 | 6.44 | 87.50% |
| Horas improductivas CR2 Producción | 7.98 | 2.35 | 5.63 | 70.59% |
| Horas improductivas CR3 Producción | 7.76 | 1.49 | 6.27 | 80.80% |
| Horas improductivas CR1 Mantenimiento | 7.85 | 1.39 | 6.46 | 82.29% |
| Horas improductivas CR2 Mantenimiento | 7.51 | 1.25 | 6.26 | 83.36% |
| Horas improductivas CR3 Mantenimiento | 7.37 | 7.37 | 0.00 | 0.00% |
| INDICADOR PARA MRP | | | | |
| | Actual | Propuesto | MEJORA | |
| Porcentaje de horas improductivas por falta de una metodología orientada al mantenimiento | 3.61% | 0.60% | 3.01% | 83.36% |

Figura 55. Formato de ficha técnica de implementación de Mantenimiento Autónomo
 Fuente: Elaboración propia

2.3.8. Desarrollo SMED

El último problema que se presenta en el área de mantenimiento son los elevados tiempos de preparación de maquinaria, ya que estos se vienen desarrollando sin contar con una metodología estandarizada y eficiente para tener lista las máquinas al momento de iniciar la producción o realizar algún cambio de producto.

Para solucionar este problema se implementará SMED que se basa en procedimiento que se utiliza para optimizar el tiempo de cambio de útiles o herramientas. Este sistema es fácil de aplicar: únicamente es necesario que el personal adquiera una formación y que posteriormente sea disciplinado con lo aprendido.

Este tiene como idea en general que cualquier cambio de máquina o inicialización de proceso debería durar no más de 10 minutos. El principal objetivo del SMED es la reducción de tiempos de respuesta, menores plazos desde la investigación y diseño hasta el inicio de la producción y puesta del producto en el mercado, y la reducción en los plazos de elaboración. Ya que en estos tiempos el tiempo es muy importante y cada día ello toma mayor importancia tanto desde el punto de vista de la satisfacción del cliente, como desde los costos y de la capacidad competitiva de la empresa.

Eliminar el concepto de lote de fabricación reduciendo al máximo el tiempo de preparación de máquinas y de materiales, esta es en esencia la filosofía SMED.

Par establecer el método del SMED se elaboró un diagrama para explicar las 4 fases como se muestra en la Figura 55.

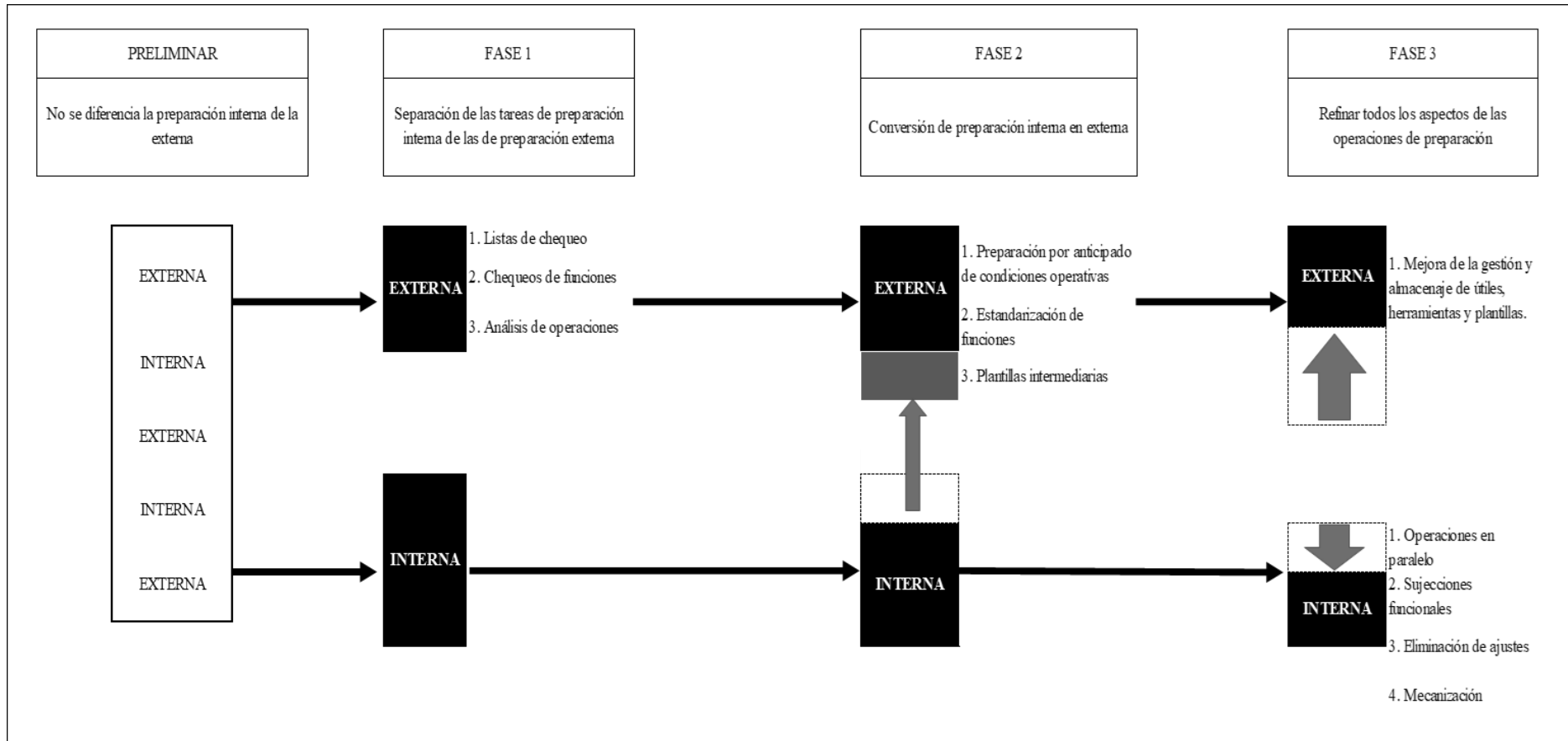


Figura 56. Procedimiento para implementar SMED

Fuente: Elaboración propia

La primera fase consiste en analizar las operaciones actuales para la preparación, en esta etapa es muy relevante nos permite clasificar ajustes internos y externos, debemos tener muy claro este punto. Debemos descomponer el proceso en operaciones elementales señalándolas sobre un documento preparado al efecto.

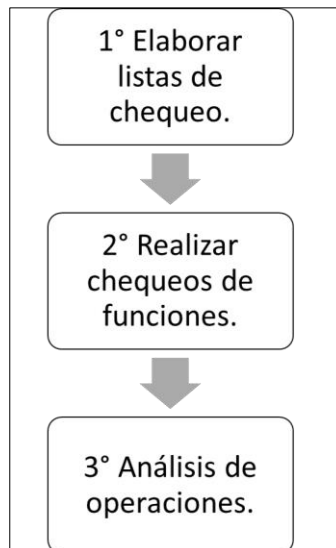


Figura 57. Pasos para desarrollar la primera fase del SMED
Fuente: Elaboración propia

| FORMATO LISTA DE CHEQUEO | | | |
|--|--|----------|--------------------|
| Tarea: | Implementación SMED | Empresa: | : |
| Fecha: | ----- | Proceso: | Check List |
| Responsable: | | Área: | Mantenimiento |
| Lista de Chequeo de operación efectiva a 15/01/2020 Equipo: Cabina de pintado BZB-FB-18 Operación: Fechas: 11-Ene | | | |
| Empleados entrenados para preparación y operación (necesarios 2) | | | |
| | González, M. | ✓ | Catalán, L. |
| ✓ | Elizalde, B. | | Osorio, S. |
| Herramientas necesarias | | | |
| ✓ | Aprieta tuercas automático | | |
| ✓ | Llave hexagonal | | |
| | Carro de rodillas . En línea B hasta 10:00 | | |
| Piezas Necesarias | | | |
| ✓ | Placa elevadora - tamaño 3,5 1 b | | |
| ✓ | Placa de compresión - tamaño 3,5 1 b | | |
| ✓ | Taladro de alimentación - Tamaño 3,5 lb | | |
| ✓ | Manguera de vacío, paños, cepillos de limpieza | | |
| Procedimientos e estándares a seguir | | | |
| ✓ | SOP 001 (preparación) | ✓ | SOP 003 (Limpieza) |

Figura 58. Formato de lista de chequeo de herramientas
Fuente: Elaboración propia

| CHEQUEO DE FUNCIONES DE PREPARACIÓN | | | | | |
|-------------------------------------|-----------------|---|-------------------|---------|----------------------|
| OPERACIÓN N° | TIEMPO (MIN) | DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN | TIPO DE OPERACIÓN | | ACCIÓN A DESARROLLAR |
| | | | INTERNA | EXTERNA | |
| 1 | 1 | Encender los dos interruptores principales | X | | |
| 2 | 5 | Verificar que enciendan (A, B, C e indicador power). | | X | |
| 3 | 2 | Encender interruptor de voltaje (girar de 0 hacia UAB) y verificar marque 350 | X | | |
| 4 | 2 | Encender las luces (girar hacia la derecha) | X | | |
| 5 | 1 | Verificar que la llave esté en sentido de vertical | X | | |
| 6 | 1 | Presionar el botón verde (start). | X | | |
| 7 | 2 | Verificar que encienda "Fan Indicator". | | X | |
| 8 | 1 | Verificar que el amperaje se establezca según imagen | | X | |
| 9 | 1 | Para apagar el extractor se presiona el botón rojo (Stop). | | X | |
| 10 | 5 | Verificar que el tanque no tenga un volumen menor a 10 psi | | X | |
| 11 | 3 | Abrir despacio la llave del tanque de gas | X | | |
| 12 | 4 | Verificar que los manómetros de entrada de gas de cada uno de los quemadores marquen aprox. 28 mbar | | X | |
| 13 | 5 | Programar el tiempo de quemado a 50 min | | X | |
| 14 | 5 | Programar la temperatura a 60 °C. | | X | |
| 15 | 3 | Estando el extractor encendido. Girar la llave hacia la izquierda (de normal a bake) | | X | |
| 16 | 5 | Verificar que el contador marque cero y que el extractor se apague automáticamente. | | X | |
| 17 | 5 | Verificar que los 4 quemadores estén encendidos. Si un quemador no está encendido, se prenderán las luces de los indicadores (Burner #1, Burner #2, Burner #3 o Burner #4). | | X | |
| TOTAL | 51 | | | | |

Figura 59. Formato de clasificación de operaciones de preparación de maquinaria

Fuente: Elaboración propia

La segunda fase es convertir operaciones internas en externas, es claro que esta actividad debe efectuarse siempre y cuando sea posible. Sin embargo, la conversión de actividades internas en externas no se limita de ninguna manera a efectuar actividades de preparación sobre la máquina cuando esta se encuentra operando, puesto que existen un sinnúmero de actividades que constituyen una conversión de actividades internas en externas sin compromisos de seguridad.

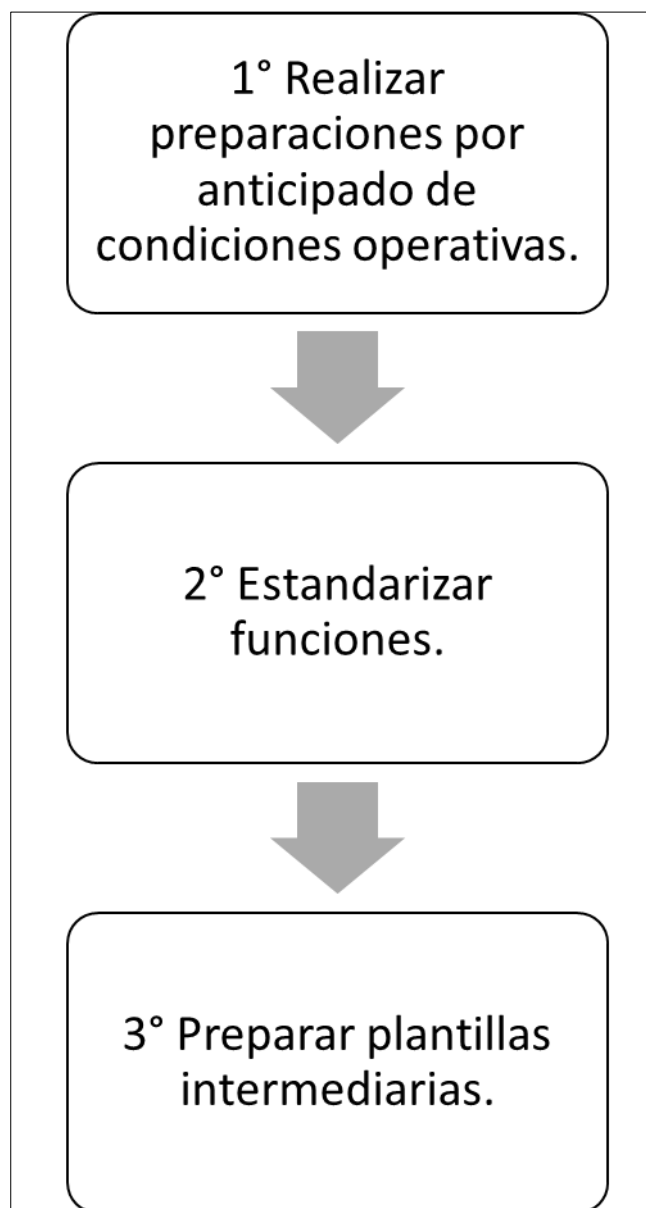


Figura 60. Procedimiento para desarrollar la segunda fase de SMED

Fuente: Elaboración propia

| REAGRUPAMIENTO | REDUCIR | | | | | | ORDENAMIENTO | | | ACCIÓN DE PROGRESO | |
|----------------|---------|---|---------|-----|-----|----------|--------------|---------|------------|--------------------|--------|
| | N° | OPERACIONES | TIEMPOS | | | DURACIÓN | INTERNO | EXTERNO | A SUPRIMIR | TIEMPO GANADO | ACCIÓN |
| | | | Hr | min | seg | | | | | | |
| RF-166-OP-290 | 1 | Encender los dos interruptores principales | 00 | 01 | 10 | 1' 10" | X | | | | |
| | 2 | Verificar que enciendan (A, B, C e indicador power). | 00 | 05 | 15 | 5' 15" | | X | | | |
| | 3 | Encender interruptor de voltaje (girar de 0 hacia UAB) y verificar marque 350 | 00 | 02 | 19 | 2' 19" | X | | | | |
| | 4 | Encender las luces (girar hacia la derecha) | 00 | 02 | 20 | 2' 20" | X | | | | |
| | 5 | Verificar que la llave esté en sentido de vertical | 00 | 01 | 35 | 1' 35" | X | | | | |
| | 6 | Presionar el botón verde (start). | 00 | 00 | 50 | 0' 50" | X | | | | |
| | 7 | Verificar que encienda "Fan Indicator". | 00 | 01 | 05 | 1' 05" | | X | | | |
| | 8 | Verificar que el amperaje se establezca según imagen | 00 | 00 | 25 | 0' 25" | | X | | | |
| | 9 | Para apagar el extractor se presiona el botón rojo (Stop). | 00 | 00 | 50 | 0' 50" | | X | | | |
| | 10 | Verificar que el tanque no tenga un volumen menor a 10 psi | 00 | 00 | 30 | 0' 30" | | X | | | |
| | 11 | Abrir despacio la llave del tanque de gas | 00 | 02 | 50 | 2' 50" | X | | | | |
| | 12 | Verificar que los manómetros de entrada de gas de cada uno de los quemadores marquen aprox. 28 mbar | 00 | 03 | 54 | 3' 54" | | X | | | |
| | 13 | Programar el tiempo de quemado a 50 min | 00 | 05 | 12 | 5' 12" | | X | | | |
| | 14 | Programar la temperatura a 60 °C. | 00 | 05 | 10 | 5' 10" | | X | | | |
| | 15 | Estando el extractor encendido. Girar la llave hacia la izquierda (de normal a bake) | 00 | 03 | 15 | 3' 15" | | X | | | |
| | 16 | Verificar que el contador marque cero y que el extractor se apague automáticamente. | 00 | 05 | 25 | 5' 25" | | X | | | |
| | 17 | Verificar que los 4 quemadores estén encendidos. Si un quemador no está encendido, se prenderán las luces de los indicadores (Burner #1, Burner #2, Burner #3 o Burner #4). | 00 | 05 | 05 | 5' 05" | | X | | | |
| TOTAL | | | | | | 47' 16" | | | | | |

Figura 61. Formato de preparación de mejoras segunda fase de SMED

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, la última fase consiste en reducir el tiempo de las operaciones internas. Esta fase consiste básicamente en reducir al mínimo los procesos de ajuste. Se considera que este tipo de procesos constituye entre el 50% y el 70% de las operaciones de preparación interna. Uno de los mejores métodos de reducción corresponde a la estandarización de las características de los sistemas de sujeción de los elementos móviles de las máquinas. Otro aspecto clave en esta fase pasa por los tiempos de parametrización y ajuste para lograr la calidad del producto, en este caso, debemos centrarnos en fijar un estándar de las operaciones del proceso de cambio de utillajes que se relacionen directamente con los parámetros de calidad.

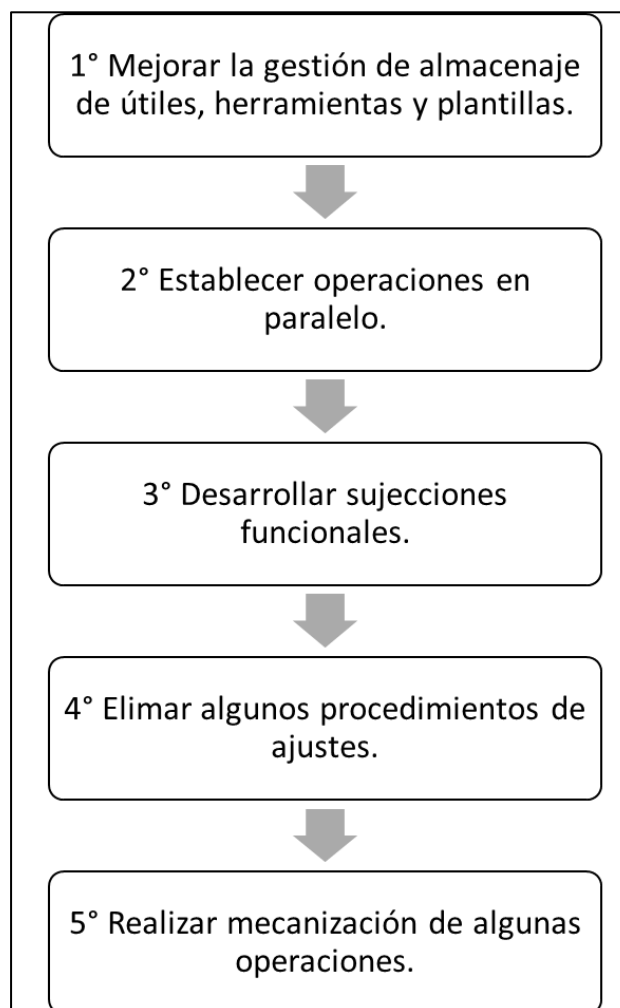


Figura 62. Procedimiento para desarrollar la tercera fase de SMED

Fuente: Elaboración propia

| DETALLE DE PLAN DE ACTIVIDADES | | ENERO | | | | FEBRERO | | | | MARZO | | | | ABRIL | | | |
|---|---|-------|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|
| | | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM | SEM |
| ACTIVIDAD | ACCIONES | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| PRESENTACIÓN DEL PROYECTO | Formación del equipo organizador | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| | Preparación de materiales de trabajo para supervisión | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| | Análisis y presentación de las zonas de aplicación y compromiso de colaboración | | | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| | Motivación y compromiso | | | | ■ | | | | | | | | | | | | |
| SEPARACIÓN DE LAS TAREAS DE PREPARACIÓN INTERNA DE LAS DE PREPARACIÓN EXTERNA | Elaborar Listas de chequeo | | | | | ■ | | | | | | | | | | | |
| | Chequeos de funciones | | | | | | ■ | | | | | | | | | | |
| | Mejora del transporte de útiles y herramientas | | | | | | | | ■ | | | | | | | | |
| CONVERSIÓN DE PREPARACIÓN INTERNA EN EXTERNA | Preparación por anticipado de condiciones operativas | | | | | | | | | | ■ | | | | | | |
| | Estandarización de funciones | | | | | | | | | | | ■ | | | | | |
| | Plantillas intermedias | | | | | | | | | | | | ■ | | | | |
| REFINAR TODOS LOS ASPECTOS DE LAS OPERACIONES DE PREPARACIÓN | Mejora de la gestión y almacenaje de útiles, herramientas y plantillas | | | | | | | | | | | | | | ■ | | |
| | Operaciones en paralelo | | | | | | | | | | | | | | | ■ | |
| | Sujecciones funcionales | | | | | | | | | | | | | | | | ■ |
| | Eliminación de ajustes | | | | | | | | | | | | | | | | ■ |

Figura 63. Diagrama de Gantt de las actividades de implementación del SMED

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 62 anteriormente se muestra las actividades necesarias para implementar el SMED, así como el tiempo de duración de cada una de estas actividades. Por otro lado, en la Figura 63 se muestra la ficha técnica de la propuesta de implementación del SMED donde se muestra los principales resultados.

| FICHA TÉCNICA IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA DE MEJORA: SMED | | | | |
|--|--|-------------------------------------|---------|--------------------------|
| Datos generales de la tarea | | | | |
| Empresa: | | | | |
| Dirección: | | | | |
| Localidad: | | | | |
| RUC: | 20482775862 | | | |
| Teléfono: | 949927927 | | | |
| Nombre de la tarea: | Metodología orientada al mantenimiento | | | |
| Área: | Mantenimiento | | | |
| Código de la tarea: | 1540-085-2020 | | | |
| Descripción de la mejora | | | | |
| Definición del problema: Actualmente en promedio se genera anualmente 88.49 de horas improductivas por el elevado tiempo de preparación de maquinaria, que genera S/. 15,639.26 de pérdida monetaria anual. Actualmente no existen procedimientos eficientes para preparar las máquinas a tiempo para iniciar la producción o cambiar de tipo de producto. | | | | |
| Breve desarrollo de la mejora: La clave del SMED está en poder identificar las actividades que son internas y externas, separarlas, convertir la mayor cantidad de actividades internas a externas y luego perfeccionarlas para optimizar la operación al máximo. | | | | |
| Aceptación de la mejora | | | | |
| Aprobado: | SI | <input checked="" type="checkbox"/> | NO | <input type="checkbox"/> |
| Fecha de aprobación: | 25/01/2020 | | | |
| Aprobado por: | Anselmo Vereau Anticona | | | |
| Responsable de implantación: | Irvin Jaramillo | | | |
| Plazo de implantación: | 4 meses | | | |
| Fecha de implementación: | 2/02/2020 | | | |
| Horas - Hombre asignadas: | 350 horas - hombre | | | |
| Presupuesto asignado: | S/ | 31,330.00 | | |
| Cuantificación de la mejora esperada | | | | |
| Tiempo ahorrado anual (Hr/año) | 81.64 | | | |
| Ahorro económico anual esperado (S./ años) | S/ 14,427.74 | | | |
| Clasificación de las horas empleadas | | | | |
| | Actual | Propuesto | MEJORA | |
| Tiempo total trabajado en el mes (Hrs) | 253.83 | 215.96 | 37.87 | 14.92% |
| Pérdida monetaria por hora (S./ hr) | 176.73 | | | |
| Pérdida monetaria mensual (S./) | 8099.54 | 1407.47 | 6692.07 | 82.62% |
| Nº de incidencias por falta de aprovisionamiento interno | 26 | 2 | 24 | 92.31% |
| Clasificación de horas no productivas | | | | |
| | Actual | Propuesto | MEJORA | |
| Total de horas de trabajo planificado (Hr) | 208 | 208 | 0 | 0.00% |
| Total de horas no productivas (Hr) | 45.83 | 7.96 | 37.87 | 82.62% |
| Clasificación de horas no productivas | | | | |
| | Actual | Propuesto | MEJORA | |
| Horas improductivas CR1 Producción | 7.36 | 0.92 | 6.44 | 87.50% |
| Horas improductivas CR2 Producción | 7.98 | 2.35 | 5.63 | 70.59% |
| Horas improductivas CR3 Producción | 7.76 | 1.49 | 6.27 | 80.80% |
| Horas improductivas CR1 Mantenimiento | 7.85 | 1.39 | 6.46 | 82.29% |
| Horas improductivas CR2 Mantenimiento | 7.51 | 1.25 | 6.26 | 83.36% |
| Horas improductivas CR3 Mantenimiento | 7.37 | 0.57 | 6.80 | 92.31% |
| INDICADOR PARA MRP | | | | |
| | Actual | Propuesto | MEJORA | |
| Porcentaje de horas improductivas por falta de un método efectivo para la reparación de maquinaria | 3.54% | 0.27% | 3.27% | 92.31% |

Figura 64. Formato de ficha técnica de implementación de SMED

Fuente: Elaboración propia

2.3.9. Plan de capacitación

Es importante la capacitación y formación continua ya que es indispensable dar a conocer de manera didáctica los cambios en la metodología de trabajo a los trabajadores para que sepan aplicar correctamente lo aprendido en su trabajo diario y porque no realizar sugerencias para mejorar.

Los trabajadores que reciban las capacitaciones estarán en mejores condiciones para realizar su trabajo. Para empezar, se vuelve más consciente de los procedimientos adecuados para tareas básicas. La Capacitación también puede formar empleados más seguros en sí mismo, ya que sienten que desarrollan habilidades que incrementan su valor y competitividad en el mercado. Esta confianza es una motivación para realizar un mejor trabajo y pensar en nuevas ideas que le ayuden a pulir sus capacidades.

Es por ello que se deben elaborar los programas de desarrollo y formación de forma que estén bien estructurados, de esta manera se asegura que los trabajadores tengan una experiencia coherente y forman conocimientos sólidos.

Para el desarrollo de las capacitaciones del presente proyecto fue necesario recurrir a instituciones externas expertas en las herramientas a implementar ya que cuenta con la experiencia para dictar los conocimientos de manera didáctica, estas capacitaciones están basados en módulos que van desde una introducción hasta la práctica y ejecución de lo aprendido.

Aproximadamente se espera que la capacitación de cada herramienta tenga una duración de un mes ya que será dictado en orden de aplicación es decir una tras otras.

| CAPACITACIÓN | MÓDULO | DIRIGIDO | DURACIÓN | OBJETIVO | CRONOGRAMA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXPOSITOR | INVERSIÓN | | | |
|-----------------------|--|---------------------------------|----------|--|------------|---|---|---|---------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|------|---|---|---|-----------|--------------|--------------|--|--|
| | | | | | ENERO | | | | FEBRERO | | | | MARZO | | | | ABRIL | | | | MAYO | | | | | | | | |
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | |
| MRP | Planeación agregada de la producción: modelos | Jefe de producción y operadores | 3 horas | Estandarizar los procedimientos en almacén para que los materiales requeridos estén en el momento oportuno para cumplir con las demandas de los clientes. | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | TECSUP | S/ 16,950.00 | | |
| | Planeación maestra de la producción: modelos | | 4 horas | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sistemas de inventario: demanda independiente y dependiente. | | 3 horas | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sistema MRP | | 3 horas | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Explicación de la propuesta de implementación de MRP | | 3 horas | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INGENIERÍA DE MÉTODOS | Diagnóstico del método de trabajo | Jefe de producción y operadores | 4 horas | Unificar los procedimientos de la empresa que utiliza diferentes prácticas para el mismo proceso. Alcanzar la composición que no es más que la reutilización de un proceso ya establecido como un componente (o sub-proceso) de otro proceso, que a veces está en otro departamento o sector de la empresa. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | OMAR BECERRA | S/ 17,450.00 | | |
| | Medición del trabajo | | 4 horas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Explicación de la propuesta de implementación de Estandarización de procesos | | 4 horas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5'S | Fundamentos de la Cultura 5'S | Jefe de producción y operadores | 4 horas | Conocer y mantener la Metodología 5'S con la finalidad de lograr equipos de trabajo eficientes y productivos, con espacios limpios, despejados y ordenados, eliminando actividades sin valor agregado y no productivas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | TECSUP | S/ 16,980.00 | | |
| | 5'S en toda la Organización | | 4 horas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Explicación de la propuesta de implementación de 5S en la empresa | | 6 horas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 65. Plan de capacitación de herramientas de mejora en el área de Producción

Fuente: Elaboración propia

2.3.10. Cálculo de inversiones

Par poder evaluar económicamente la propuesta de mejora es importante calcular el ahorro esperado y la inversión requerida. La inversión requerida está conformada por tres grandes montos: la inversión en la fase inicial, fase de implementación y fase de sostenibilidad. Cabe resaltar que la inversión en su mayor parte está conformada por los costos de capacitación ya que al realizar cambios en la gestión y metodología de trabajo requerirá muchas horas de capacitación que por supuesto son pagadas a los trabajadores. En la Tabla 23 se muestra el resumen de las inversiones.

Tabla 23

Resúmenes de ahorro e inversión requerida por cada herramienta de mejora

| HERRAMIENTA DE MEJORA | AHORRO ESPERADO | INVERSIÓN REQUERIDA |
|------------------------------|------------------------|----------------------------|
| MRP | S/11,321.12 | S/14,790.00 |
| INGENIERÍA DE MÉTODOS | S/9,902.36 | S/19,290.00 |
| 5S | S/11,022.37 | S/35,690.00 |
| AMEF | S/13,700.11 | S/12,290.00 |
| MANTENIMIENTO AUTÓNOMO | S/13,275.96 | S/14,040.00 |
| SMED | S/14,427.74 | S/11,685.00 |
| TOTAL | S/73,649.66 | S/107,785.00 |

Fuente: Elaboración propia

2.3.11. Cálculo de tasa mínima aceptable de rendimiento

La Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) es un porcentaje que por lo regular determina la persona que va a invertir en tu proyecto. Esta tasa se usa como referencia para determinar si el proyecto le puede generar ganancias o no. Si al evaluar el proyecto no se obtiene una tasa de rendimiento superior a la TMAR, no será aprobado por el inversor.

La fórmula empleada para la presente investigación es la que se muestra a continuación:

$$\text{TMAR} = i + f + if$$

Dónde:

i: tasa promedio de inflación del país

f: premio al riesgo indicado por el inversor

Aplicando los cálculos correspondientes en la Tabla 24 se muestra el valor obtenido:

Tabla 24

Cálculo de TMAR

| Ítem | Concepto | Valor |
|-------------|---|---------------|
| i | inflación | 2.60% |
| f | premio al riesgo | 12.00% |
| TMAR | Tasa mínima aceptable de rendimiento | 15.03% |

Fuente: Banco Central de Reserva del Perú (2021)

2.3.12. Evaluación económica - financiera

Una vez teniendo calculado la inversión y el ahorro, se procede a realizar el estado de resultados y flujo de caja proyectado para un período de evaluación de 5 años que es lo que se estima el ciclo de vida del presente proyecto. La tasa con la que se evaluó es del 15.33% obtenida del cálculo del TMAR. A continuación, en la Figura 66 se muestra los resultados del VAN, TIR y B/C.

| | | | | | | |
|-------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Inversión Total | S/.107,785.00 | | | | | |
| TMAR | 15.33% | | | | | |
| ESTADO DE RESULTADOS | | | | | | |
| AÑOS | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Beneficio | | S/.73,649.7 | S/.73,649.7 | S/.73,649.7 | S/.73,649.7 | S/.73,649.7 |
| Perdida monetaria | | S/.15,182.6 | S/.15,182.6 | S/.15,182.6 | S/.15,182.6 | S/.15,182.6 |
| Utilidad antes de impuestos | | S/.58,467.1 | S/.58,467.1 | S/.58,467.1 | S/.58,467.1 | S/.58,467.1 |
| Impuestos | | S/.17,540.1 | S/.17,540.1 | S/.17,540.1 | S/.17,540.1 | S/.17,540.1 |
| Utilidad después de impuestos | | S/.40,927.0 | S/.40,927.0 | S/.40,927.0 | S/.40,927.0 | S/.40,927.0 |
| FLUJO DE CAJA | | | | | | |
| AÑOS | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Utilidad antes de impuestos | | S/.40,927.0 | S/.40,927.0 | S/.40,927.0 | S/.40,927.0 | S/.40,927.0 |
| Inversión | -S/.107,785.0 | | | | | |
| Flujo Neto Efectivo | -S/.107,785.0 | S/.40,927.0 | S/.40,927.0 | S/.40,927.0 | S/.40,927.0 | S/.40,927.0 |
| VAN | S/.28,354.95 | | | | | |
| TIR | 26.03% | | | | | |
| Beneficio/Costo | S/1.548 | | | | | |
| PRI | 3 | | | | | |

Figura 67. Formato del análisis económico de la propuesta de mejora

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Tras desarrollar una propuesta de mejora a través de un plan de Estudio de Métodos y Tiempos se pudo observar una reducción de las pérdidas monetarias anuales de S/. 88,832.22 a S/. 15,182.56, generando un ahorro en costos de S/. 73,649.66, lo que significaría una reducción de estos en un 82.90%, demostrándose que el plan desarrollado impacta de manera directa sobre los costos de producción de la empresa de calzado de seguridad industrial.

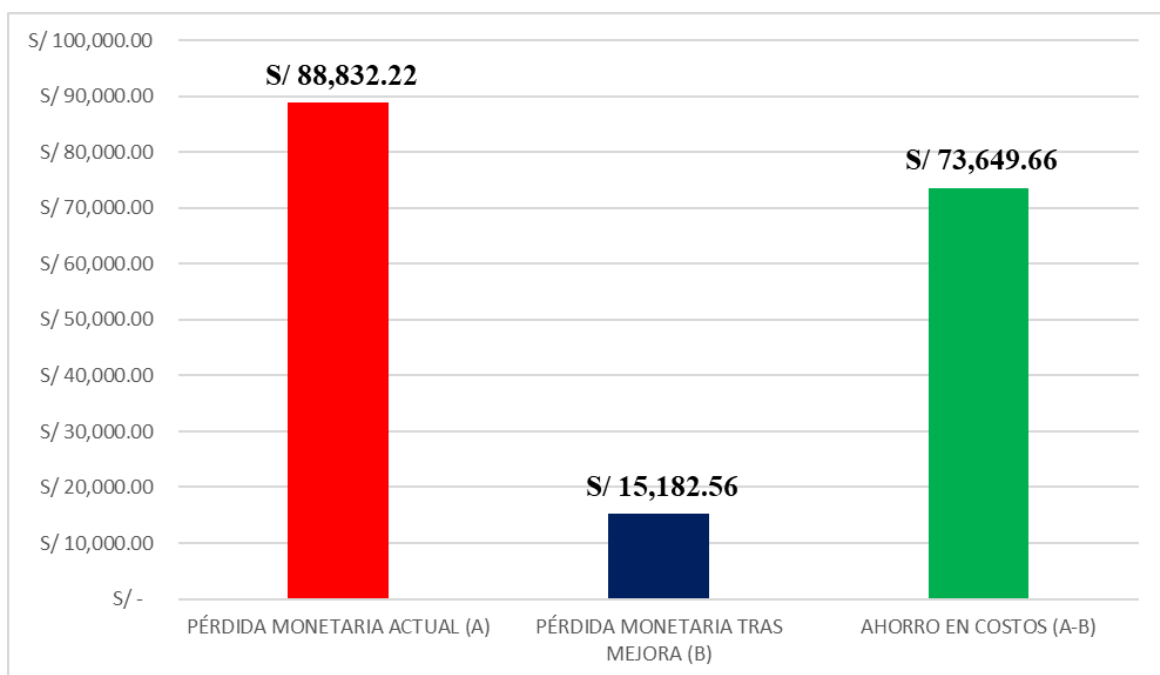


Figura 68. Resultados del impacto de la propuesta sobre los costos

Fuente: Elaboración propia

Se realizó un diagnóstico para poder identificar las principales causas raíces que originan el problema investigado, fueron seis las causas identificadas, pero se debieron priorizar aquellas que tienen mayor relevancia sobre el problema, por eso tras aplicar un análisis de Pareto se eligieron aquellas que representan el 80% del problema, teniendo las causas priorizadas se procedió a costear las pérdidas que genera cada una, obteniéndose una sumatoria total de S/. 88,832.22 de pérdida anualmente, a continuación, en la Tabla 24 se presenta los costos de pérdidas actuales.

Tabla 25
Resultados obtenidos del diagnóstico

| Cri | Descripción | Pérdidas monetarias actuales |
|--------------|---|-------------------------------------|
| CR1 | Falta de planeación de requerimiento de materiales | S/12,932.56 |
| CR2 | Falta de estandarización de métodos y tiempos | S/14,034.20 |
| CR3 | Falta de orden y limpieza | S/13,641.60 |
| CR1 | Falta de un método documentado de prevención de fallas | S/16,648.42 |
| CR2 | Falta de una metodología orientada al mantenimiento | S/15,936.18 |
| CR3 | Falta de un método efectivo para la preparación de maquinaria | S/15,639.26 |
| TOTAL | | S/. 88,832.22 |

Fuente: Elaboración propia

Se desarrolló la propuesta de mejora en la Gestión de la Producción y Gestión del Mantenimiento donde de acuerdo a los indicadores técnicos se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 26
Resultados obtenidos en los principales indicadores

| Cri | Indicador | Valor actual | Valor objetivo | Herramienta de mejora |
|------------|---|---------------------|-----------------------|------------------------------|
| CR1 | Porcentaje de horas improductivas por falta de planificación de requerimiento de materiales | 3.54% | 1.77% | MRP |
| CR2 | Porcentaje de tiempos de operaciones que no agregan valor | 3.84% | 1.92% | Ingeniería de métodos |
| CR3 | Porcentaje de horas improductivas por falta de orden y limpieza | 3.73% | 1.87% | 5S |
| CR1 | Porcentaje de horas improductivas por falta de un método documentado de prevención de fallas | 3.77% | 1.89% | AMEF |
| CR2 | Porcentaje de horas improductivas por falta de metodología orientada al mantenimiento | 3.61% | 1.81% | Mantenimiento Autónomo |
| CR3 | Porcentaje de horas improductivas por falta de un método efectivo para la preparación de maquinaria | 3.55% | 1.77% | SMED |

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la Figura 69, se presenta una gráfica detallando los costos de pérdida iniciales y el ahorro obtenido de la aplicación de las herramientas, en donde se visualiza una gran mejora en los costos.

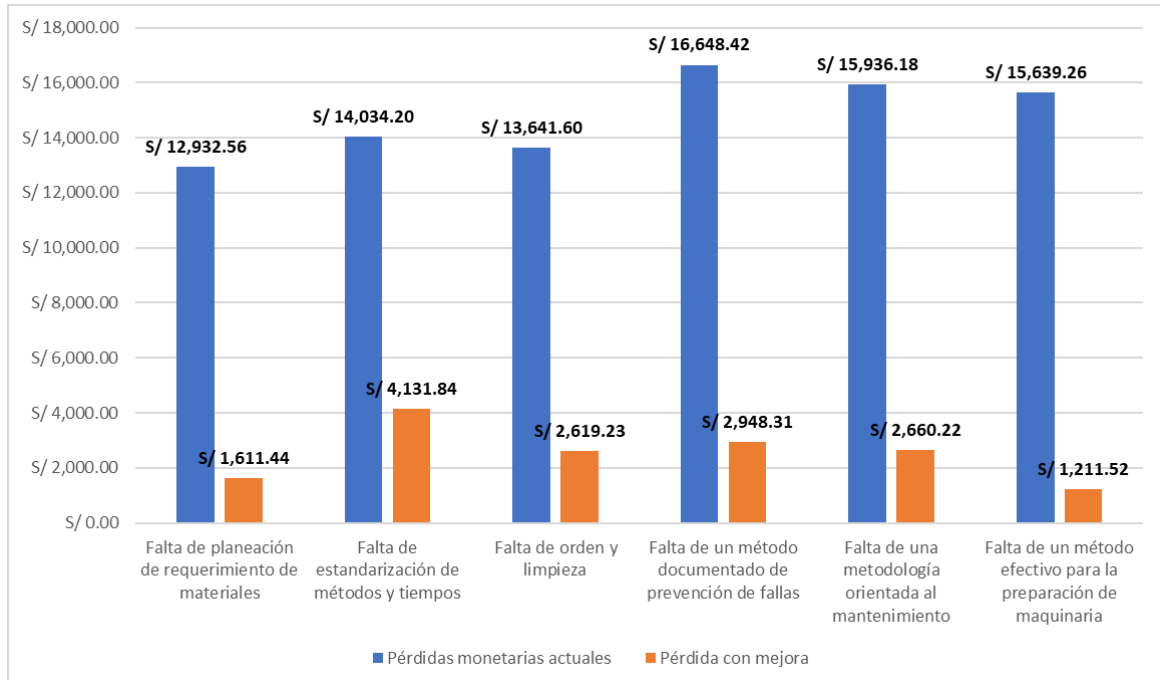


Figura 69. Ahorro obtenido tras aplicar propuesta

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la evaluación del impacto económico financiero de la propuesta y los costos operativos de una empresa de calzado de seguridad industrial, determinándose los siguientes indicadores financieros:

Tabla 27

Resultados obtenidos tras el análisis económico

| Indicador | Valor obtenido |
|-----------------------|----------------|
| Monto de la inversión | S/.107,785.00 |
| VAN | S/.28,354.95 |
| TIR | 26.03% |
| Beneficio - costo | S/.1.548 |

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Se planteó como primer objetivo específico diagnosticar la situación actual de los costos en la empresa investigada, de acuerdo con Gómez (2015), la mejora de la rentabilidad se ve condicionada ante una adecuada Gestión de la Producción y Mantenimiento, muchas veces se generan pérdidas que se encuentran implícitas en los costos reduciendo la utilidad y por ende la rentabilidad, para esto es necesario diagnosticar a detalle las causas que generan pérdidas.

En la presente investigación se realizó un diagnóstico exhaustivo en el proceso de las áreas de producción y mantenimiento, aplicándose un análisis de Ishikawa, donde se identificaron que las principales causas raíz fueron: porcentaje de horas improductivas por falta de planificación de requerimiento de materiales, porcentaje de horas improductivas por falta de estandarización de métodos y tiempos, porcentaje de horas improductivas por falta de orden y limpieza, porcentaje de horas improductivas por falta de un método documentado de prevención de fallas, porcentaje de horas improductivas por falta de metodología orientada al mantenimiento y porcentaje de horas improductivas por falta de un método efectivo para la preparación de maquinaria; tras la identificación de estas causas se calcula una pérdida monetaria anual de S/. 88,832.22 entre todas las causas raíz.

Comparando con el estudio de Botero (2016) se identificaron la existencia de deficiencias presentadas en las actividades de la Gestión de la Producción y Gestión del Mantenimiento, las cuales fueron, la deficiente verificación física de las mercaderías, la falta de verificación de la documentación recibida, el inadecuado proceso de almacenamiento de las mercaderías, la desactualización del registro de mercaderías, la falta de verificación y monitoreo de las mercaderías que se encuentran

en el almacén, las cuales generaron pérdidas cuya suma total ascendió a S/. 33.677.11. Por otra parte, en el estudio realizado por Lucioni & Mauricio (2016), se encontró una situación similar al realizar un primer diagnóstico basándose en el costeo de las causas raíces y encontrando un monto de pérdida considerable de S/.125,475.35. A diferencia de los resultados de Guzmán (2017) su diagnóstico se realizó basándose en una encuesta a los expertos de la empresa donde a través de una matriz de priorización encontraron aquellas causas que resultan relevantes al momento de encontrar soluciones.

En base las comparaciones de los diagnósticos se pueden considerar que es de vital importancia realizar un análisis previo para identificar las causas que generan los problemas en un almacén, este por lo general se puede realizar bajo dos enfoques, uno de manera cualitativa donde se pueda consultar la opinión de expertos y trabajadores que son los principales actores en el proceso, y otro enfoque cuantitativo en base a la data costeadada recolectada por la empresa brindándose un análisis más objetivo en base a los números.

El segundo objetivo específico fue desarrollar las mejoras en la Gestión de la Producción y Gestión del Mantenimiento. De acuerdo con Lucioni & Mauricio (2016) sostienen que una adecuada gestión en esas áreas es clave para poder tener una rentabilidad por encima del 25%, que esto se traduce en la satisfacción de necesidades de cualquier empresa. En la investigación se desarrollaron las siguientes herramientas de mejora: MRP, Ingeniería de Métodos, 5S, AMEF, Mantenimiento Autónomo y SMED, esto permitió obtener resultados favorables como la reducción del porcentaje de horas improductivas por falta de planificación de requerimiento de materiales que pasó de 3.54% a 1.77%, la reducción del porcentaje de horas improductivas por falta de estandarización de métodos y tiempos que pasó de 3.84% a 1.92%, la reducción del

porcentaje de horas improductivas por falta de orden y limpieza que pasó de 3.73% a 1.87%, entre otros. Por otro lado, Botero (2016) tras el desarrollo de su propuesta lograron disminuir el porcentaje de horas improductivas por falta de un método documentado de prevención de fallas.

Al analizar el caso de las investigaciones citadas se puede observar que de todas maneras mejorar la Gestión de la Producción y Gestión del Mantenimiento se logra reducir pérdidas a través de procedimientos estandarizados y controles eficaces, pero teniendo en cuenta que el grado de impacto es diferente, esto se puede interpretar que depende también de las circunstancias de trabajo de cada empresa y de las características particulares que puede presentar sus activos. Pues bien, las empresas diariamente tienen nuevos retos y nuevas competencias, por lo cual las impulsa a no solo ser buenas si no excelente, por ende, el crecimiento excesivo de la competencia exige a las empresas tener un mayor nivel de respuesta y de eficiencia en sus procesos para de esa manera poder tener una acogida en el mercado en el que se esté moviendo.

De igual forma es importante resaltar la implicancia práctica de los resultados conlleva a poder tener una mejor comprensión de la realidad actual de la empresa y los motivos por el cual ha presentado falencias, esta comprensión ha permitido identificar las estrategias requeridas a través del desarrollo de herramientas de mejora para poder encontrar la solución al problema. De igual forma la implicancia metodológica se demuestra en la precisión con el que se obtuvieron los resultados, el diseño de la investigación mediante los instrumentos y análisis de los datos ha permitido cuantificar de manera precisa factores como las pérdidas económicas y la variabilidad obtenida en la rentabilidad de la empresa, garantizando la utilidad del método empleado para futuras investigaciones.

4.2. Conclusiones

Son seis las causas raíz que se identificaron en el diagnóstico de las áreas de producción y mantenimiento de la empresa de calzado a la que hace referencia este trabajo aplicativo. En el área de producción las causas identificadas fueron: falta de una planeación de requerimientos de materiales, falta de estandarización de métodos y tiempos y falta de orden y limpieza; mientras que en el área de mantenimiento son: falta de un método documentado de prevención de fallas, falta de una metodología orientada al mantenimiento y falta de un método efectivo para la preparación de maquinaria; se calcula una pérdida monetaria anual de S/. 88,832.22 entre todas las causas raíz.

Se desarrollaron seis herramientas de mejora las cuales fueron: MRP, Ingeniería de Métodos, 5S, AMEF, Mantenimiento Autónomo y SMED, obteniéndose resultados significativos entre los principales están la reducción de las horas improductivas en un 82.62% y generando un ahorro de S/. 73,649.66 anualmente que representa una reducción del 83% de la pérdida monetaria.

Se evaluó la propuesta de implementación a través del VAN, TIR y B/C, obteniendo valores de S/28,354.95, 26.03% y 1.55 para cada indicador respectivamente, evidenciando que las propuestas son factibles y rentables para la empresa de calzado.

Las propuestas de mejoras desarrolladas en las áreas de producción y mantenimiento redujeron significativamente los costos en la empresa de calzado permitiéndole satisfacer necesidades importantes.

REFERENCIAS

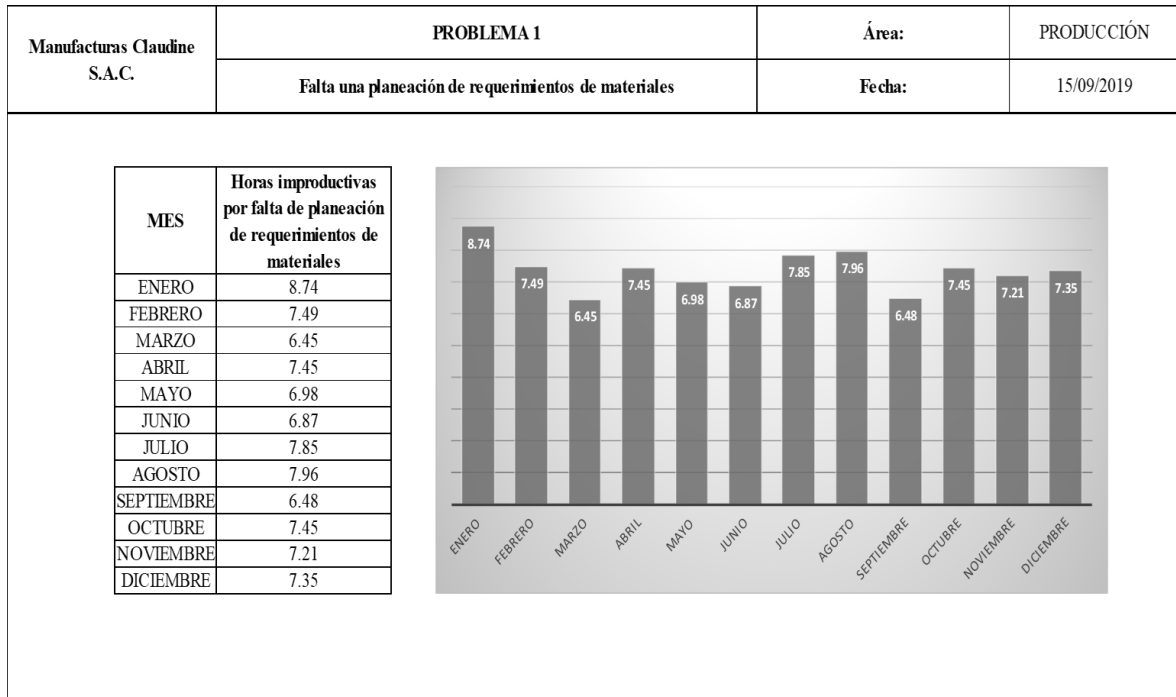
- Aguilar, J. (2017). *Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad*. Tecnología, Ciencia, Educación, 25(1), 15-26.
- Barrios, A. & Ortiz, M. (2018). *El mantenimiento en el desarrollo de la gestión empresarial, Fundamentos teóricos*. Observatorio de la Economía Latinoamericana, 170, 1-21.
- Beltrán-Andreu, A. (2018). *La industria menorquina del calzado: claves para aumentar su competitividad en un mundo global*. Revista de Historia Industrial, (46), 127-158.
- Botero, J. (2016). *Sistema de gestión de producción para la empresa Scarpa calzado original en la ciudad de Bogotá, Colombia* (Bachelor's thesis, Universidad Ean).
- Carlos, L., & Acero, P. (2016). *Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos*. Ecoe Ediciones.
- Carrasco, F. (2016). *Características de los sistemas TPM y RCM en la ingeniería del mantenimiento*. 3c Tecnología: glosas de innovación aplicadas a la pyme, 5(3), 68-75.
- Dorbessan, J. (2016). *Las 5S, herramientas de cambio*. editorial Universitaria de la UTN.
- Fernández, M. (2019). *Estandarización de los procesos de la producción y su incidencia en la eficiencia de la gestión en la industria del calzado en el Perú*. Lima.
- García, R. (2017). *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos*. Editorial McGraw-Hill, México.
- Gomez, O. (2015). *Mejoramiento Del Sistema Productivo De La Empresa Calzado Beatriz De Vargas*. Doctoral dissertation, Universidad Industrial de Santander, Escuela De Estudios Industriales Y Empresariales.

- Guzmán, F. (2017). *Propuesta de mejora en el área de producción de calzado de cuero para aumentar la productividad en la empresa Segusa SAC-Trujillo*. Tesis de Titulación. Universidad Privada del Norte, Perú.
- Lucioni, L., & Mauricio, S. (2016). *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento en una asociación de mype's de calzado de Lima para la correcta planificación y abastecimiento de pedidos en grandes volúmenes*. Tesis de titulación. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Poma, J. (2015). *Diseño e implementación del sistema MRP en las pymes*. *Industrial data*, 17(2), 48-55.
- Posada, J. (2017). Interacción y conexiones entre las técnicas 5s, SMED y Poka Yoke en procesos de mejoramiento continuo. *Tecnura*, 10(20), 139-148.
- Prospecta - Centro de Innovación y Competitividad. (2019). *El mercado mundial de calzado 2018*. León; Guanajuato, México: Centro México Empresarial.
- Riesco, M. (2015). *Gestión De La Producción: Como Planificar Y Controlar La Producción Industrial*. Ideas propias Editorial SL.
- Rodríguez, E. (2017). *Gestión de mantenimiento para equipos, médicos*. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 22(1), 59-67.
- Sacristán, F. (2015). *Las 5S. Orden y limpieza en el puesto de trabajo*. Fc editorial.
- Shingo, S. (2017). *Una revolución en la producción: el sistema SMED*. 3a Edición. Routledge.
- Soto, H. (2017). *La competitividad de la industria del calzado en el Perú y sus proyecciones en el mediano plazo: caso PYME Tobbex International y el papel de CITECCAL*.

- Useche, A. (2016). *Gestión de mantenimiento en pymes industriales*. Revista venezolana de gerencia, 18(61), 86-104.
- Vargas Téllez, J. A. (2019). *Organización del trabajo y satisfacción laboral: un estudio de caso en la industria del calzado*. Nova scientia, 4(7), 172-204.
- Vásquez, J. (2015). *Modelo de programación lineal para planeación de requerimiento de materiales*. Revista Tecnológica-ESPOL, 28(2).
- Villarán, F. (2018). *Las PYMEs en la estructura empresarial peruana*. Lima: SASE, 5-11.
- Viteri, J. (2015). *Gestión de la producción con enfoque sistémico*. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial.

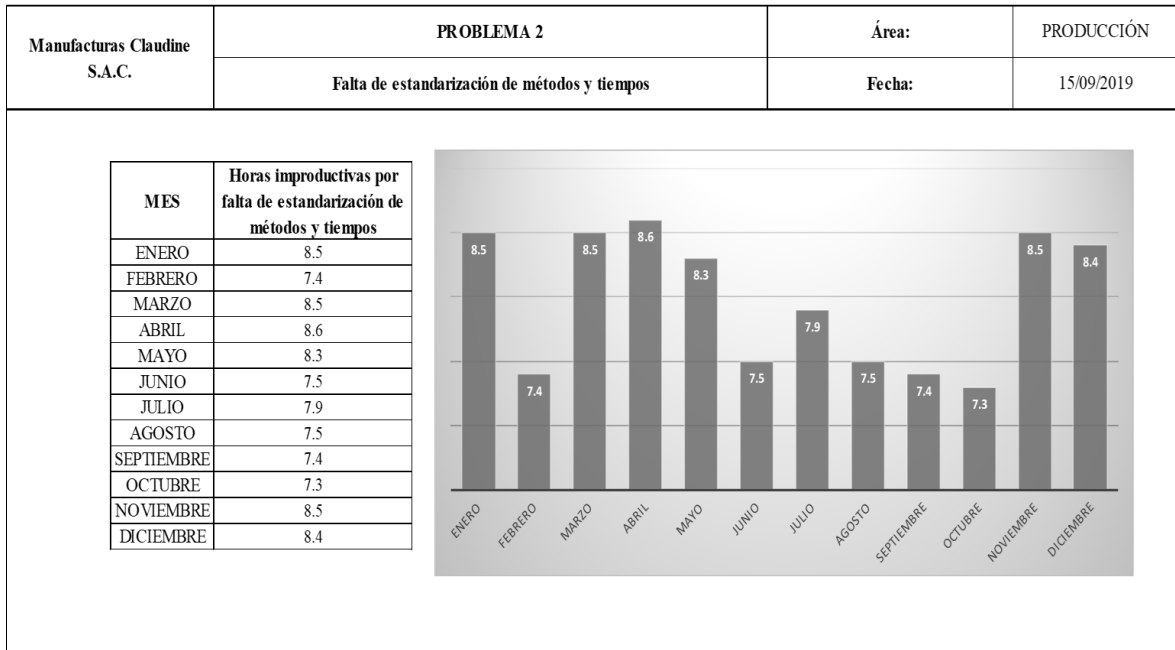
ANEXOS

ANEXO 01: Problema 1 del área de producción



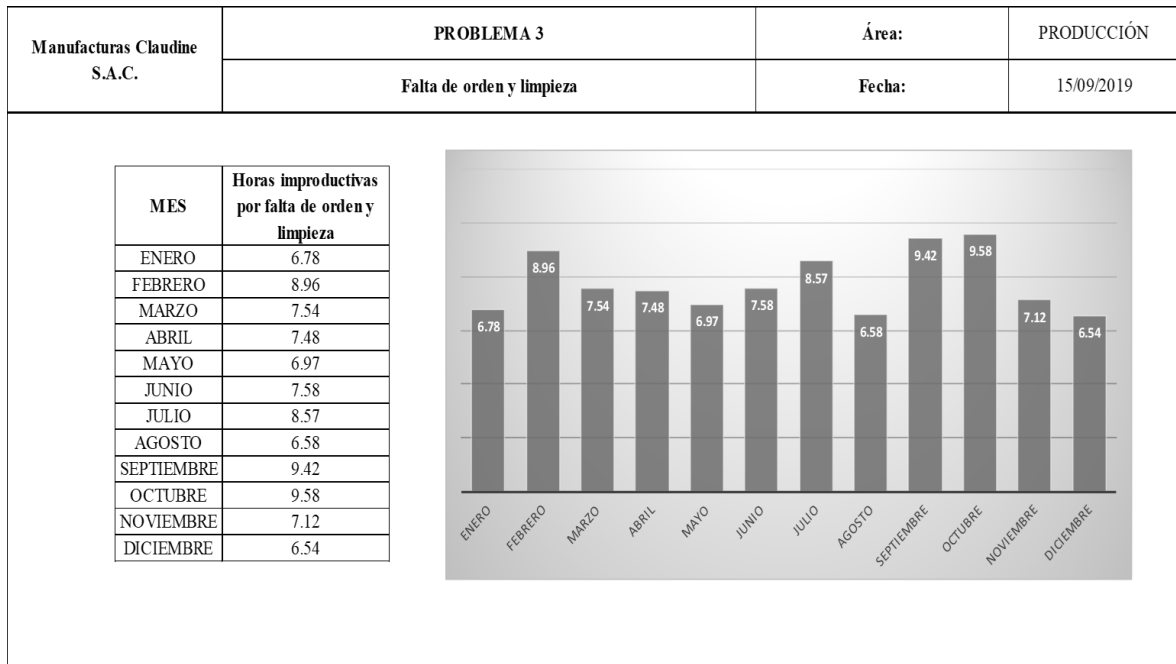
Fuente: Empresa de calzado

ANEXO 02: Problema 2 del área de producción



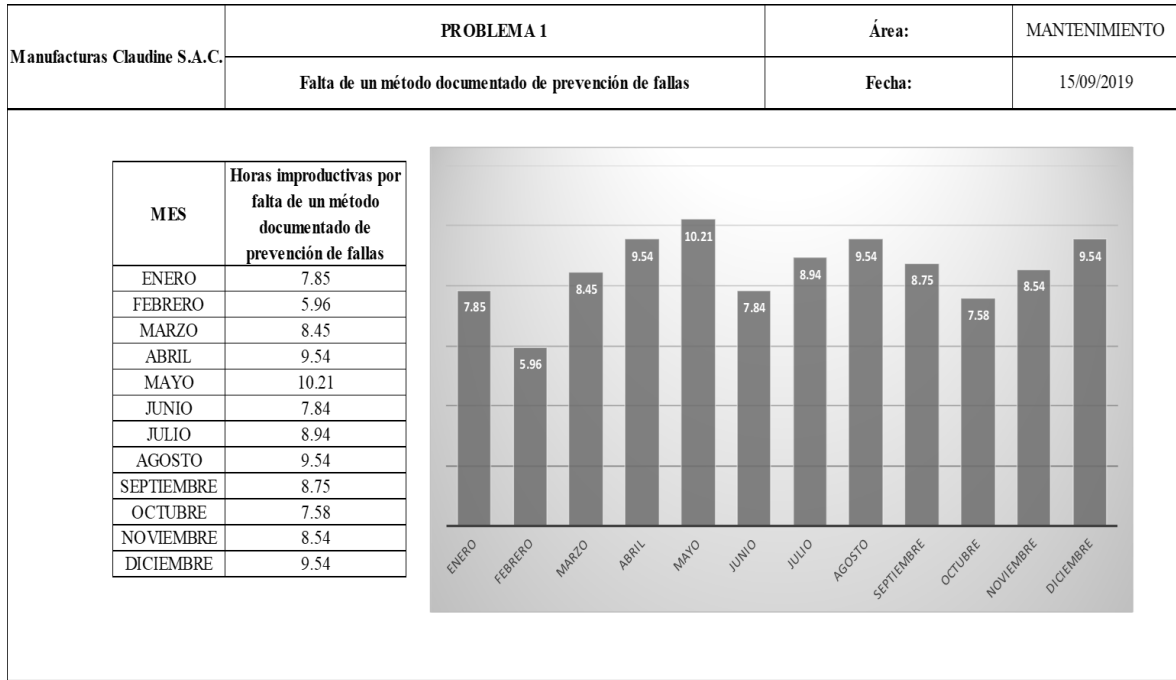
Fuente: Empresa de calzado

ANEXO 03: Problema 3 del área de producción



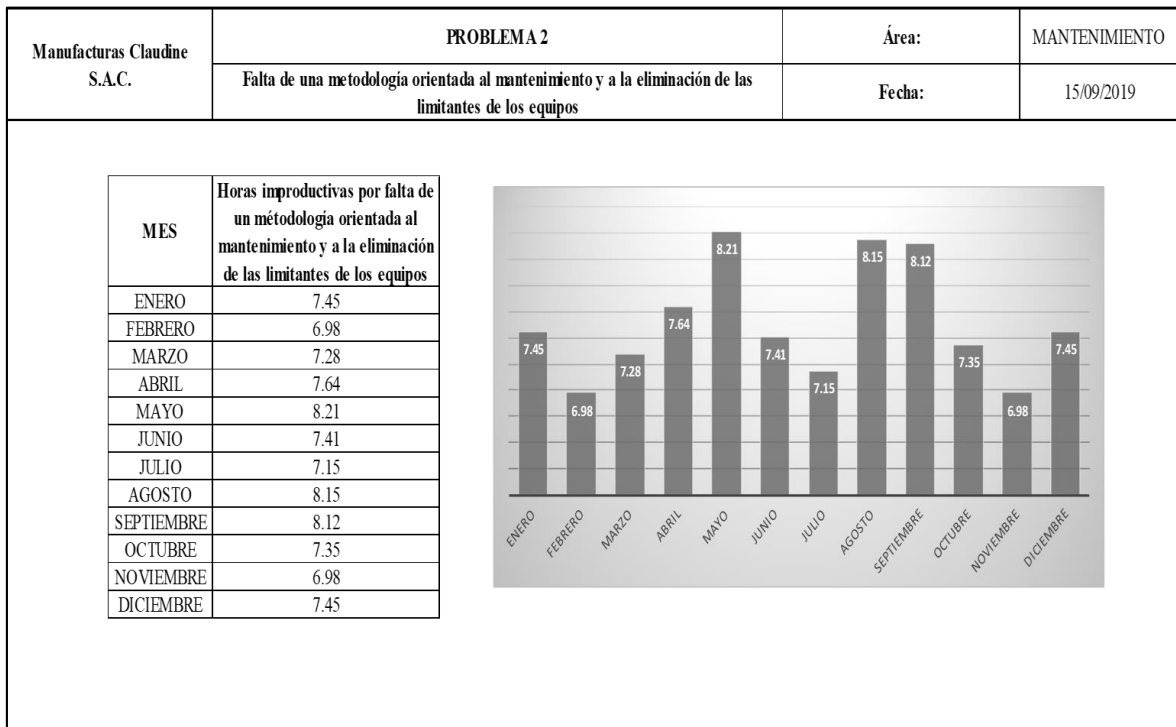
Fuente: Empresa de calzado.

ANEXO 04: Problema 1 del área de mantenimiento



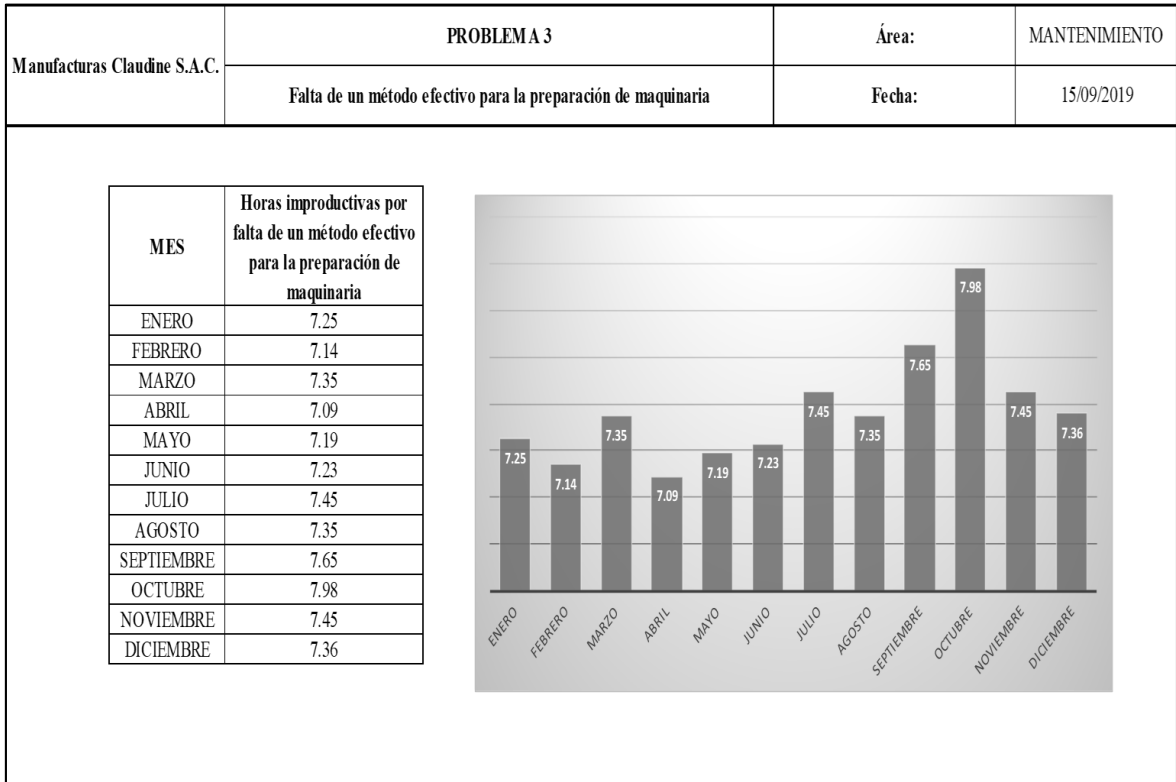
Fuente: Empresa de calzado

ANEXO 05: Problema 2 del área de mantenimiento



Fuente: Empresa de calzado

ANEXO 06: Problema 3 del área de mantenimiento



Fuente: Empresa de calzado

ANEXO 07: Formato costos de producción y mantenimiento

COSTOS DE PRODUCCIÓN

MATERIA PRIMA DIRECTA

| PROCESO | INSUMO | CANTIDAD | | C.U. | TOTAL |
|----------------------------|------------------|----------|---------|---------|--------------------|
| Todos los procesos | Cuero sintético | 1200 | metro | S/15.00 | S/18,000.00 |
| | Suela Neolip | 24 | rollo | S/19.00 | S/456.00 |
| | Hilo Nylon N° 20 | 160 | cono | S/9.00 | S/1,440.00 |
| | Tapillas | 264 | bolsas | S/32.00 | S/8,448.00 |
| | España | 64 | plancha | S/6.00 | S/384.00 |
| | Hebillas | 1600 | bolsas | S/7.50 | S/12,000.00 |
| COSTO TOTAL MENSUAL | | | | | S/18,000.00 |

MANO DE OBRA DIRECTA

| PROCESO | TRABAJADOR | CANTIDAD | | SUELDO | TOTAL |
|----------------------------|---------------------------------|----------|----------|------------|--------------------|
| CORTADO | Juan Carlos Guzmán | 5 | OPERADOR | S/1,000.00 | S/5,000.00 |
| | Junior Guaylupo Rodríguez | | | | |
| | Luis Alberto Murga Guzmán | | | | |
| | Irving Castañeda Guzmán | | | | |
| | Paulo Azañero | | | | |
| PERFILADO | Julio Ortiz | 8 | OPERADOR | S/1,250.00 | S/10,000.00 |
| | Diego Luján | | | | |
| | Haro Eustaquio | | | | |
| | Jordy Cachay Díaz | | | | |
| | Benjamín Bustinza Aguilar | | | | |
| | Rodrigo Chávez Narvaez | | | | |
| | Aaron Bendayan Claros | | | | |
| | Renzo Saldaña | | | | |
| ARMADO | Oscar Gamarra | 10 | OPERADOR | S/1,150.00 | S/11,500.00 |
| | Daniel Hilario Quilcate | | | | |
| | Jean Carlos Briceño Rodríguez | | | | |
| | Luis Antonio Llontop | | | | |
| | Roberto Flores Vera | | | | |
| | Juan David Zegarra Águila | | | | |
| | Mario Flores Caba | | | | |
| | Pablo Alejandro Burgos Zavaleta | | | | |
| | Mateo Carlos Leyva Díaz | | | | |
| | Humberto Quezada | | | | |
| EMPAQUE | Hugo Chávez | 4 | OPERADOR | S/1,000.00 | S/4,000.00 |
| | Herbert Quevedo | | | | |
| | Juan Víctor Sandoval | | | | |
| | Jim Lora | | | | |
| COSTO TOTAL MENSUAL | | | | | S/30,500.00 |

COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN

| MATERIAL INDIRECTO | | | | | |
|----------------------------|-----------------------------------|----------|----------------|------------|--------------------|
| PROCESO | INSUMOS | CANTIDAD | | C.U. | TOTAL |
| Todos los procesos | Chinches | 24 | caja | S/6.00 | S/144.00 |
| | Cajas para zapatos | 1600 | docena | S/16.44 | S/26,304.00 |
| | Bolsas empaques | 1600 | docena | S/3.84 | S/6,144.00 |
| COSTO TOTAL MENSUAL | | | | | S/32,592.00 |
| MANO DE OBRA INDIRECTA | | | | | |
| PROCESO | TRABAJADOR | CANTIDAD | | SUELDO | TOTAL |
| Todos los procesos | German Cabellos | 1 | Jefe de área | S/3,500.00 | S/3,500.00 |
| | Pedro Sánchez | 1 | Supervisor | S/1,800.00 | S/1,800.00 |
| | Benjamín Bustinza | 1 | Supervisor | S/1,800.00 | S/1,800.00 |
| | Brenda Castañeda | 1 | Supervisor | S/1,800.00 | S/1,800.00 |
| | Alberto Del Río | 1 | Calidad | S/1,650.00 | S/1,650.00 |
| | Maite del Pilar Valdeerrama | 1 | Calidad | S/1,650.00 | S/1,650.00 |
| COSTO TOTAL MENSUAL | | | | | S/12,200.00 |
| OTROS COSTOS INDIRECTOS | | | | | |
| Todos los procesos | Energía Eléctrica | 25000 | KWh | S/0.21 | S/5,250.00 |
| | Servicio de agua y alcantarillado | 22 | m ³ | S/7.50 | S/165.00 |
| | Arrendamiento | 1 | servicio | S/5,000.00 | S/5,000.00 |
| | Predios | 1 | impuesto | S/500.00 | S/500.00 |
| | SCTR | 1 | servicios | S/300.00 | S/300.00 |
| | Seguro Patrimonial | 1 | servicio | S/800.00 | S/800.00 |
| | Celulares | 5 | servicio | S/95.00 | S/475.00 |
| | GPL | 55 | galon | S/14.00 | S/770.00 |
| | Productos de limpieza | 1 | servicio | S/200.00 | S/200.00 |
| | Depreciación de máquinas | 1 | servicio | S/4,617.60 | S/4,617.60 |
| | COSTO TOTAL MENSUAL | | | | |

Fuente: Empresa de calzado

ANEXO 08: Formato cálculo de pérdida monetaria CR1 Producción

| PÉRDIDA MONETARIA POR FALTA DE APROVISIONAMIENTO INTERNO | | | | | | | |
|--|------------|--|---|----------------------------------|-------------------------------|------------------------|--|
| DATOS (Hr) | | | FÓRMULA | | | | |
| Lucro Cesante | S/ | 34.27 | $COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = Hrs.\ improductivas \times (C.I.F.+C.M.O.D. + L.C.)$ C.I.F.= Costos indirectos de fabricación C.M.O.D. = Costos de mano de obra directa L.C. = Costo de lucro cesante | | | | |
| Tasa C.I.F. | S/ | 75.56 | | | | | |
| Costo M.O.D. | S/ | 36.66 | | | | | |
| AÑO | MES | Hrs. Improductivas por falta de programación de transporte | Costo lucro cesante | Costos indirectos de fabricación | Costo de Mano de obra directa | COSTO TOTAL DE PÉRDIDA | |
| 2018 | Enero | 8.74 | S/ 299.53 | S/ 660.43 | S/320.40 | S/1,280.36 | |
| | Febrero | 7.49 | S/ 256.70 | S/ 565.98 | S/274.57 | S/1,097.25 | |
| | Marzo | 6.45 | S/ 221.05 | S/ 487.39 | S/236.45 | S/944.89 | |
| | Abril | 7.45 | S/ 255.32 | S/ 562.95 | S/273.11 | S/1,091.39 | |
| | Mayo | 6.98 | S/ 239.22 | S/ 527.44 | S/255.88 | S/1,022.53 | |
| | Junio | 6.87 | S/ 235.45 | S/ 519.13 | S/251.84 | S/1,006.42 | |
| | Julio | 7.85 | S/ 269.03 | S/ 593.18 | S/287.77 | S/1,149.98 | |
| | Agosto | 7.96 | S/ 272.80 | S/ 601.49 | S/291.80 | S/1,166.10 | |
| | Septiembre | 6.48 | S/ 222.08 | S/ 489.66 | S/237.55 | S/949.29 | |
| | Octubre | 7.45 | S/ 255.32 | S/ 562.95 | S/273.11 | S/1,091.39 | |
| | Noviembre | 7.21 | S/ 247.10 | S/ 544.82 | S/264.31 | S/1,056.23 | |
| | Diciembre | 7.35 | S/ 251.90 | S/ 555.40 | S/269.44 | S/1,076.74 | |
| PROMEDIO MENSUAL | | 7.36 | S/252.13 | S/555.90 | S/269.69 | S/1,077.71 | |
| TOTAL ANUAL | | 88.28 | S/3,025.51 | S/6,670.83 | S/3,236.23 | S/12,932.56 | |

Fuente: Empresa de calzado

ANEXO 09: Formato cálculo de pérdida monetaria CR2 Producción

| PÉRDIDA MONETARIA POR FALTA DE ESTANDARIZACIÓN DE MÉTODOS Y TIEMPOS | | | | | | | |
|---|------------|--|---|----------------------------------|-------------------------------|------------------------|--|
| DATOS (Hr) | | | FÓRMULA | | | | |
| Lucro Cesante | S/ | 34.27 | $COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = Hrs.\ improductivas \times (C.I.F. + C.M.O.D. + L.C.)$ C.I.F.= Costos indirectos de fabricación C.M.O.D. = Costos de mano de obra directa L.C. = Costo de lucro cesante | | | | |
| Tasa C.I.F. | S/ | 75.56 | | | | | |
| Costo M.O.D. | S/ | 36.66 | | | | | |
| AÑO | MES | Hrs. Improductivas por falta de programación de transporte | Costo lucro cesante | Costos indirectos de fabricación | Costo de Mano de obra directa | COSTO TOTAL DE PÉRDIDA | |
| 2018 | Enero | 8.5 | S/ 291.31 | S/ 642.30 | S/311.60 | S/1,245.21 | |
| | Febrero | 7.4 | S/ 253.61 | S/ 559.18 | S/271.27 | S/1,084.06 | |
| | Marzo | 8.5 | S/ 291.31 | S/ 642.30 | S/311.60 | S/1,245.21 | |
| | Abril | 8.6 | S/ 294.74 | S/ 649.85 | S/315.26 | S/1,259.86 | |
| | Mayo | 8.3 | S/ 284.46 | S/ 627.18 | S/304.27 | S/1,215.91 | |
| | Junio | 7.5 | S/ 257.04 | S/ 566.73 | S/274.94 | S/1,098.71 | |
| | Julio | 7.9 | S/ 270.75 | S/ 596.96 | S/289.60 | S/1,157.31 | |
| | Agosto | 7.5 | S/ 257.04 | S/ 566.73 | S/274.94 | S/1,098.71 | |
| | Septiembre | 7.4 | S/ 253.61 | S/ 559.18 | S/271.27 | S/1,084.06 | |
| | Octubre | 7.3 | S/ 250.18 | S/ 551.62 | S/267.61 | S/1,069.41 | |
| | Noviembre | 8.5 | S/ 291.31 | S/ 642.30 | S/311.60 | S/1,245.21 | |
| | Diciembre | 8.4 | S/ 287.88 | S/ 634.74 | S/307.93 | S/1,230.56 | |
| PROMEDIO MENSUAL | | 7.98 | S/273.60 | S/603.26 | S/292.66 | S/1,169.52 | |
| TOTAL ANUAL | | 95.80 | S/3,283.23 | S/7,239.07 | S/3,511.90 | S/14,034.20 | |

Fuente: Empresa de calzado

ANEXO 10: Formato cálculo de pérdida monetaria CR3 Producción

| PÉRDIDA MONETARIA POR FALTA DE ORDEN Y LIMPIEZA | | | | | | | |
|---|------------|--|--|----------------------------------|-------------------------------|------------------------|--|
| DATOS (Hr) | | | FÓRMULA | | | | |
| Lucro Cesante | S/ | 34.27 | $COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = Hrs.\ improductivas \times (C.I.F.+ C.M.O.D. + L.C.)$ C.I.F.= Costos indirectos de fabricación C.M.O.D. = Costos de mano de obra directa L.C. = Costo de lucro cesante | | | | |
| Tasa C.I.F. | S/ | 75.56 | | | | | |
| Costo M.O.D. | S/ | 36.66 | | | | | |
| AÑO | MES | Hrs. Improductivas por falta de programación de transporte | Costo lucro cesante | Costos indirectos de fabricación | Costo de Mano de obra directa | COSTO TOTAL DE PÉRDIDA | |
| 2018 | Enero | 6.78 | S/ 232.36 | S/ 512.33 | S/248.55 | S/993.23 | |
| | Febrero | 8.96 | S/ 307.07 | S/ 677.06 | S/328.46 | S/1,312.59 | |
| | Marzo | 7.54 | S/ 258.41 | S/ 569.76 | S/276.41 | S/1,104.57 | |
| | Abril | 7.48 | S/ 256.35 | S/ 565.22 | S/274.21 | S/1,095.78 | |
| | Mayo | 6.97 | S/ 238.87 | S/ 526.68 | S/255.51 | S/1,021.07 | |
| | Junio | 7.58 | S/ 259.78 | S/ 572.78 | S/277.87 | S/1,110.43 | |
| | Julio | 8.57 | S/ 293.71 | S/ 647.59 | S/314.16 | S/1,255.46 | |
| | Agosto | 6.58 | S/ 225.51 | S/ 497.21 | S/241.21 | S/963.94 | |
| | Septiembre | 9.42 | S/ 322.84 | S/ 711.82 | S/345.32 | S/1,379.98 | |
| | Octubre | 9.58 | S/ 328.32 | S/ 723.91 | S/351.19 | S/1,403.42 | |
| | Noviembre | 7.12 | S/ 244.01 | S/ 538.02 | S/261.01 | S/1,043.04 | |
| | Diciembre | 6.54 | S/ 224.14 | S/ 494.19 | S/239.75 | S/958.08 | |
| PROMEDIO MENSUAL | | 7.76 | S/265.95 | S/586.38 | S/284.47 | S/1,136.80 | |
| TOTAL ANUAL | | 93.12 | S/3,191.38 | S/7,036.56 | S/3,413.65 | S/13,641.60 | |

Fuente: Empresa de calzado

ANEXO 11: Formato cálculo de pérdida monetaria CR1 Mantenimiento

| PÉRDIDA MONETARIA POR FALTA DE UN MÉTODO DOCUMENTADO DE PREVENCIÓN DE FALLAS | | | | | | | | |
|--|------------|--|--|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------|--|
| DATOS (Hr) | | | FÓRMULA | | | | | |
| Lucro Cesante | S/ | 34.27 | $COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = Hrs.\ improductivas \times (C.D.F. + C.S.F. + L.C.+C.M.H.)$ C.D.F. = Costos de distribución física C.S.F. = Costos de suministros físicos L.C. = Costo por hora de lucro cesante C.M.H. = Costo de mantenimiento por hora | | | | | |
| Tasa C.I.F. | S/ | 75.56 | | | | | | |
| Costo M.O.D. | S/ | 36.66 | | | | | | |
| Costo Mantenimiento por hora | S/ | 30.24 | | | | | | |
| AÑO | MES | Hrs. Improductivas por falta de programación de transporte | Costo lucro cesante | Costos indirectos de fabricación | Costo de Mano de obra directa | Costo de mantenimiento por hora | COSTO TOTAL DE PÉRDIDA | |
| 2018 | Enero | 7.85 | S/ 269.03 | S/ 593.18 | S/287.77 | S/237.38 | S/1,387.37 | |
| | Febrero | 7.85 | S/ 269.03 | S/ 593.18 | S/287.77 | S/237.38 | S/1,387.37 | |
| | Marzo | 7.85 | S/ 269.03 | S/ 593.18 | S/287.77 | S/237.38 | S/1,387.37 | |
| | Abril | 7.85 | S/ 269.03 | S/ 593.18 | S/287.77 | S/237.38 | S/1,387.37 | |
| | Mayo | 7.85 | S/ 269.03 | S/ 593.18 | S/287.77 | S/237.38 | S/1,387.37 | |
| | Junio | 7.85 | S/ 269.03 | S/ 593.18 | S/287.77 | S/237.38 | S/1,387.37 | |
| | Julio | 7.85 | S/ 269.03 | S/ 593.18 | S/287.77 | S/237.38 | S/1,387.37 | |
| | Agosto | 7.85 | S/ 269.03 | S/ 593.18 | S/287.77 | S/237.38 | S/1,387.37 | |
| | Septiembre | 7.85 | S/ 269.03 | S/ 593.18 | S/287.77 | S/237.38 | S/1,387.37 | |
| | Octubre | 7.85 | S/ 269.03 | S/ 593.18 | S/287.77 | S/237.38 | S/1,387.37 | |
| | Noviembre | 7.85 | S/ 269.03 | S/ 593.18 | S/287.77 | S/237.38 | S/1,387.37 | |
| | Diciembre | 7.85 | S/ 269.03 | S/ 593.18 | S/287.77 | S/237.38 | S/1,387.37 | |
| PROMEDIO MENSUAL | | 7.85 | S/269.03 | S/593.18 | S/287.77 | S/237.38 | S/1,387.37 | |
| TOTAL ANUAL | | 94.20 | S/3,228.40 | S/7,118.17 | S/3,453.25 | S/2,848.61 | S/16,648.42 | |

Fuente: Empresa de calzado

ANEXO 12: Formato cálculo de pérdida monetaria CR2 Mantenimiento

| PÉRDIDA MONETARIA POR FALTA DE UNA METODOLOGÍA ORIENTADA AL MANTENIMIENTO | | | | | | | | |
|---|------------|--|--|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------|--|
| DATOS (Hr) | | | FÓRMULA | | | | | |
| Lucro Cesante | S/ | 34.27 | $COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = Hrs.\ improductivas \times (C.D.F. + C.S.F. + L.C.+C.M.H.)$ C.D.F. = Costos de distribución física C.S.F. = Costos de suministros físicos L.C. = Costo por hora de lucro cesante C.M.H. = Costo de mantenimiento por hora | | | | | |
| Tasa C.I.F. | S/ | 75.56 | | | | | | |
| Costo M.O.D. | S/ | 36.66 | | | | | | |
| Costo Mantenimiento por hora | S/ | 30.24 | | | | | | |
| AÑO | MES | Hrs. Improductivas por falta de programación de transporte | Costo lucro cesante | Costos indirectos de fabricación | Costo de Mano de obra directa | Costo de mantenimiento por hora | COSTO TOTAL DE PÉRDIDA | |
| 2018 | Ene ro | 7.45 | S/ 255.32 | S/ 562.95 | S/273.11 | S/225.29 | S/1,316.67 | |
| | Feb re ro | 6.98 | S/ 239.22 | S/ 527.44 | S/255.88 | S/211.08 | S/1,233.61 | |
| | Mar zo | 7.28 | S/ 249.50 | S/ 550.11 | S/266.88 | S/220.15 | S/1,286.63 | |
| | Abr il | 7.64 | S/ 261.84 | S/ 577.31 | S/280.07 | S/231.03 | S/1,350.25 | |
| | May o | 8.21 | S/ 281.37 | S/ 620.38 | S/300.97 | S/248.27 | S/1,450.99 | |
| | Jun io | 7.41 | S/ 253.95 | S/ 559.93 | S/271.64 | S/224.08 | S/1,309.60 | |
| | Jul io | 7.15 | S/ 245.04 | S/ 540.29 | S/262.11 | S/216.22 | S/1,263.65 | |
| | Agosto | 8.15 | S/ 279.31 | S/ 615.85 | S/298.77 | S/246.46 | S/1,440.39 | |
| | Septiembre | 8.12 | S/ 278.29 | S/ 613.58 | S/297.67 | S/245.55 | S/1,435.09 | |
| | Octubre | 7.35 | S/ 251.90 | S/ 555.40 | S/269.44 | S/222.26 | S/1,299.00 | |
| | Noviembre | 6.98 | S/ 239.22 | S/ 527.44 | S/255.88 | S/211.08 | S/1,233.61 | |
| | Diciembre | 7.45 | S/ 255.32 | S/ 562.95 | S/273.11 | S/225.29 | S/1,316.67 | |
| PROMEDIO MENSUAL | | 7.51 | S/257.52 | S/567.80 | S/275.46 | S/227.23 | S/1,328.01 | |
| TOTAL ANUAL | | 90.17 | S/3,090.28 | S/6,813.64 | S/3,305.51 | S/2,726.74 | S/15,936.18 | |

Fuente: Empresa de calzado

ANEXO 13: Formato cálculo de pérdida monetaria CR3 Mantenimiento

| PÉRDIDA MONETARIA POR FALTA DE UN MÉTODO EFECTIVO PARA LA PREPARACIÓN DE MÁQUINA | | | | | | | | |
|--|------------|--|--|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------|--|
| DATOS (Hr) | | | FÓRMULA | | | | | |
| Lucro Cesante | S/ | 34.27 | $COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = Hrs.\ improductivas \times (C.D.F. + C.S.F. + LC.+C.M.H.)$ C.D.F. = Costos de distribución física C.S.F. = Costos de suministros físicos LC. = Costo por hora de lucro cesante C.M.H. = Costo de mantenimiento por hora | | | | | |
| Tasa C.I.F. | S/ | 75.56 | | | | | | |
| Costo M.O.D. | S/ | 36.66 | | | | | | |
| Costo Mantenimiento por hora | S/ | 30.24 | | | | | | |
| AÑO | MES | Hrs. Improductivas por falta de programación de transporte | Costo lucro cesante | Costos indirectos de fabricación | Costo de Mano de obra directa | Costo de mantenimiento por hora | COSTO TOTAL DE PÉRDIDA | |
| 2018 | Enero | 7.25 | S/ 248.47 | S/ 547.84 | S/265.78 | S/219.24 | S/1,281.33 | |
| | Febrero | 7.14 | S/ 244.70 | S/ 539.53 | S/261.74 | S/215.91 | S/1,261.89 | |
| | Marzo | 7.35 | S/ 251.90 | S/ 555.40 | S/269.44 | S/222.26 | S/1,299.00 | |
| | Abril | 7.09 | S/ 242.99 | S/ 535.75 | S/259.91 | S/214.40 | S/1,253.05 | |
| | Mayo | 7.19 | S/ 246.41 | S/ 543.31 | S/263.58 | S/217.43 | S/1,270.72 | |
| | Junio | 7.23 | S/ 247.78 | S/ 546.33 | S/265.04 | S/218.64 | S/1,277.79 | |
| | Julio | 7.45 | S/ 255.32 | S/ 562.95 | S/273.11 | S/225.29 | S/1,316.67 | |
| | Agosto | 7.35 | S/ 251.90 | S/ 555.40 | S/269.44 | S/222.26 | S/1,299.00 | |
| | Septiembre | 7.65 | S/ 262.18 | S/ 578.07 | S/280.44 | S/231.34 | S/1,352.02 | |
| | Octubre | 7.98 | S/ 273.49 | S/ 603.00 | S/292.54 | S/241.32 | S/1,410.34 | |
| | Noviembre | 7.45 | S/ 255.32 | S/ 562.95 | S/273.11 | S/225.29 | S/1,316.67 | |
| | Diciembre | 7.36 | S/ 252.24 | S/ 556.15 | S/269.81 | S/222.57 | S/1,300.77 | |
| PROMEDIO MENSUAL | | 7.37 | S/252.73 | S/557.22 | S/270.33 | S/222.99 | S/1,303.27 | |
| TOTAL ANUAL | | 88.49 | S/3,032.70 | S/6,686.70 | S/3,243.92 | S/2,675.94 | S/15,639.26 | |

Fuente: Empresa de calzado