



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DEL
MANTENIMIENTO PARA REDUCIR LOS COSTOS DE
LA EMPRESA EDITORA LA INDUSTRIA DE TRUJILLO
S.A.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autor:

Bach. Arantza Colmenares Sánchez

Asesor:

Ing. Julio César Cubas Rodríguez

Trujillo – Perú

2020

DEDICATORIA

La dedico a toda mi familia, mi mamá Lupe quien está conmigo en todo momento, hermana Selene, mi súper sobrino Calef y compañera Grissell que fueron un gran apoyo emocional durante el tiempo que escribía esta tesis.

AGRADECIMIENTO

Agradezco el gran amor de Dios a todas las personas que quiero y a mi mamá Lupe porque por ella soy todo lo que soy.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad Problemática	12
1.2. Formulación del problema	28
1.3. Objetivos	28
1.3.1. Objetivo General	28
1.3.2. Objetivos Específicos	28
1.4. Hipótesis	28
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	29
2.1. Tipo de investigación	29
2.2. Métodos	29
2.3. Procedimiento	31
2.3.1. Generalidades de la empresa	31
2.3.2. Diagnóstico del área problemática	33
2.3.3. Identificación de indicadores	39
2.3.4. Desarrollo AMEF	42
2.3.5. Desarrollo SMED	54
2.3.6. Desarrollo 5S	62
2.3.7. Desarrollo Ciclo PDCA	72
2.3.8. Plan de capacitación	77

2.3.9. Cálculo de inversiones	79
2.3.10. Evaluación económica - financiera	83
CAPÍTULO III. RESULTADOS	81
3.1. Resultados de AMEF	81
3.2. Resultados de SMED	83
3.3. Resultados de 5S	85
3.4. Resultados de Ciclo PDCA	87
3.5. Resumen de resultados	89
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	90
4.1. Conclusiones	90
4.2. Discusión	91
REFERENCIAS	93
ANEXOS	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Metodología empleada para la presente investigación	29
Tabla 2. Lista de proveedores de la Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.	33
Tabla 3. Cálculo de la pérdida monetaria de la CR1	35
Tabla 4. Cálculo de la pérdida monetaria de la CR2	36
Tabla 5. Cálculo de la pérdida monetaria de la CR3	37
Tabla 6. Cálculo de la pérdida monetaria de la CR4	38
Tabla 7. Cuadro de indicadores y herramientas de mejora de las causas raíz	41
Tabla 8. Determinación de modo de fallas	46
Tabla 9. Determinación de efecto de fallas	47
Tabla 10. Determinación de causa de fallas	47
Tabla 11. Identificación de controles actuales	50
Tabla 12. Escala de valoración de la probabilidad de ocurrencia de falla	50
Tabla 13. Escala de valoración de la probabilidad de rangos de severidad de falla	51
Tabla 14. Escala de valoración de la probabilidad de detección de la falla	51
Tabla 15. Escala de valoración de la probabilidad de detección de la falla	51
Tabla 16. Cálculo del RPN de las causas y efectos de fallas	52
Tabla 17. Resumen de inversiones y beneficios por herramientas	83
Tabla 18. Resumen de resultados	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Previsiones de la industria gráfica en el mundo	13
Figura 2. Datos financieros internacionales de los impresores	14
Figura 3. Ingresos vs Costos - Año 2019	15
Figura 4. Número de fallas y horas improductivas mensuales por fallas mecánicas	16
Figura 5. Gráfica de control del promedio del MTTR	17
Figura 6. Gráfica de control de la desviación estándar del MTTR	17
Figura 7. Horas improductivas mensuales por el elevado tiempo de preparación de maquinaria	18
Figura 8. Horas improductivas mensuales por la falta de orden y limpieza	19
Figura 9. Horas improductivas por falta de plan de mejora continua	20
Figura 10. Efectividad de los trabajos de mantenimiento	20
Figura 11. Procedimiento de aplicación de AMEF	24
Figura 12. Procedimiento de implementación del SMED	25
Figura 13. Procedimiento de aplicación de 5S	26
Figura 14. Ciclo de Deming - PDCA	27
Figura 15. Diagrama de Ishikawa de la problemática en el área de mantenimiento	34
Figura 16. Diagrama de flujo del proceso de implementación AMEF	43
Figura 17. Formato de registro de minuta de reunión de trabajo AMEF	44
Figura 18. Formato de establecimiento de objetivos y alcance del AMEF	45
Figura 19. Desarrollo final del AMEF	54
Figura 20. Diagrama de Gantt para el desarrollo de las actividades de implementación del AMEF	55

Figura 21. Formato de registro de propuesta de implementación de AMEF	53
Figura 22. Procedimiento establecido para la implementación del SMED	54
Figura 23. Formato de registro de clasificación de actividades de preparación	55
Figura 24. Formato de registro de conversión de actividades internas a externas	60
Figura 25. Formato de registro de mejora SMED	61
Figura 26. Formato de registro de las mejoras realizadas en la última etapa del SMED	63
Figura 27. Diagrama de Gantt del plan de actividades para implementación del SMED	64
Figura 28. Formato de registro de propuesta de implementación de SMED	65
Figura 29. Procedimiento de implementación de las 5S	63
Figura 30. Procedimiento para implantar la Primera S	64
Figura 31. Formato de inventario de artículos necesarios e innecesarios (SEIRI)	65
Figura 32. Formato de registro de control visual (SEITON)	66
Figura 33. Procedimiento para implantar la Tercera S	70
Figura 34. Formato de registro para Check List para limpieza	70
Figura 35. Formato de registro de actividades estandarizadas	71
Figura 36. Procedimiento para implementación de la quinta S	72
Figura 37. Formato de auditorías para el seguimiento de las 5S	73
Figura 38. Plan de sostenimiento en el tiempo de las 5S	74
Figura 39. Formato de registro de propuesta de implementación de 5S	75
Figura 40. Ciclo de mejora continua	73
Figura 41. Formato de tarjeta de oportunidad	74
Figura 42. Formato de ejecución de mejoras	75
Figura 43. Formato para el seguimiento de las mejoras	76

Figura 44. Formato de registro de propuesta de implementación de CICLO PDCA	80
Figura 45. Plan de capacitación para el desarrollo de las propuestas de mejora	82
Figura 46. Formato de evaluación económica de la propuesta de mejora	84
Figura 47. Impacto del AMEF sobre las horas no productivas	85
Figura 48. Impacto de mejora del AMEF sobre el MTTR	86
Figura 49. Impacto económico de aplicar AMEF	86
Figura 50. Impacto del AMEF sobre las horas no productivas	87
Figura 51. Porcentaje de horas no productivas por preparación de maquinaria	84
Figura 52. Impacto económico de aplicar SMED	84
Figura 53. Impacto del 5S sobre las horas no productivas	85
Figura 54. Porcentaje de horas no productivas por falta de orden y limpieza	90
Figura 55. Impacto económico de aplicar 5S	90
Figura 56. Impacto del 5S sobre las horas no productivas	91
Figura 57. Porcentaje de horas no productivas por falta de orden y limpieza	92
Figura 58. Impacto económico de aplicar 5S	92

RESUMEN

Se realizó un trabajo de investigación con el propósito de determinar el impacto de la propuesta de mejora mediante la aplicación de herramientas de Gestión del Mantenimiento en el área de mantenimiento, sobre los costos de la Empresa Editora La Industria de Trujillo; 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 diagnosticó la situación actual del área de producción calculándose una pérdida de S/. 13,246.88 mensual y S/. 158,962.59 anual. Mediante un Diagrama de Ishikawa se logró identificar las principales causas raíz que generaban estas pérdidas.

Posteriormente se planteó desarrollar cuatro herramientas de mejora para eliminar las causas raíz las cuales fueron: AMEF, SMED, 5S y PDCA, obteniéndose una reducción del 30.96% de los costos de fabricación lo que significa un ahorro de S/. 90,786.10 anualmente.

Además, se realizó un análisis económico calculándose los principales indicadores para comprobar su viabilidad obteniéndose como resultados: VAN de S/. 239,364.90, un TIR de 60.14%, RBC de S/.1.11 y el PRI de un año y medio.

Finalmente se llegó a la conclusión que la propuesta de mejora es técnicamente como económicamente viable y reduce los costos de la empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.

Palabras claves: AMEF, SMED, 5S y PDCA

ABSTRACT

A research work was carried out with the purpose of determining the impact of the improvement proposal through the application of Maintenance Management tools in the maintenance area, on the costs of the La Industria Publishing Company in Trujillo; with the assumption that costs will be reduced. The present investigation for its orientation is of the applied type and for its design of the pre-experimental type. The current situation of the production area was diagnosed calculating a loss of S /. 13,246.88 monthly and S /. 158,962.59 annual. Using an Ishikawa diagram, the main root causes that generated these losses are detected.

Subsequently, it was proposed to develop four improvement tools to eliminate the root causes of which were: AMEF, SMED, 5S and PDCA, obtaining a 30.96% reduction in manufacturing costs, which means a saving of S /. 90,786.10 annually.

In addition, an economic analysis was performed calculating the main indicators to verify its viability, obtaining as a result: NPV of S /. 239,364.90, an IRR of 60.14%, RBC of S / .1.11 and the PRI of one and a half years.

Finally, it was concluded that the improvement proposal is technically as economically viable and to reduce the costs of the company Editora La Industria de Trujillo S.A.

Keywords: AMEF, SMED, 5S y PDCA

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

La industria de la impresión a lo largo de los últimos años ha sufrido constantes cambios, debido a los cada vez más rápidos cambios tecnológicos que se han ido desarrollando en el mundo. Pero pese a ello y contrario a lo que muchos expertos creían, el cambio de formatos tradicionales por digitales no ha terminado con la impresión en medios físicos, y contra todo pronóstico estos siguen vigentes.

Según Giessing J. (2018), sostiene que las principales razones por las que sigue existiendo el mercado de la impresión es que esta industria se ha sabido adaptar a las tendencias, y al mismo tiempo, ha desarrollado nuevos procesos de impresión para mantenerse vigente; por otro lado la imprenta física sigue siendo indispensable en muchas industrias, desde la prensa hasta el marketing, pues los medios físicos siguen siendo una parte importante en el trabajo que buscan las marcas para promocionarse y llegar a su público objetivo.

Sin embargo, cabe resaltar que estos intentos por mantenerse en competencia para cualquier empresa no serían sostenibles sin una gestión que no sea eficiente y en una industria como la imprenta donde es la maquinaria uno de los principales factores que mantiene rentable a las empresas, sería complicado que no se cuente con una buena gestión del mantenimiento ya que al mantenerlas siempre operativas permitiría ser productivos y ser competitivos.

Respecto a esto Rubio (2019) en su estudio donde realizó una encuesta sostiene que, a escala internacional, el 42% de los impresores afirma que su negocio disfruta de una buena salud económica, mientras que solo el 11% contesta que su situación es mala. Así que el saldo es positivo en un 31%, tal y como se presenta en la Figura N° 1 que se muestra a continuación.

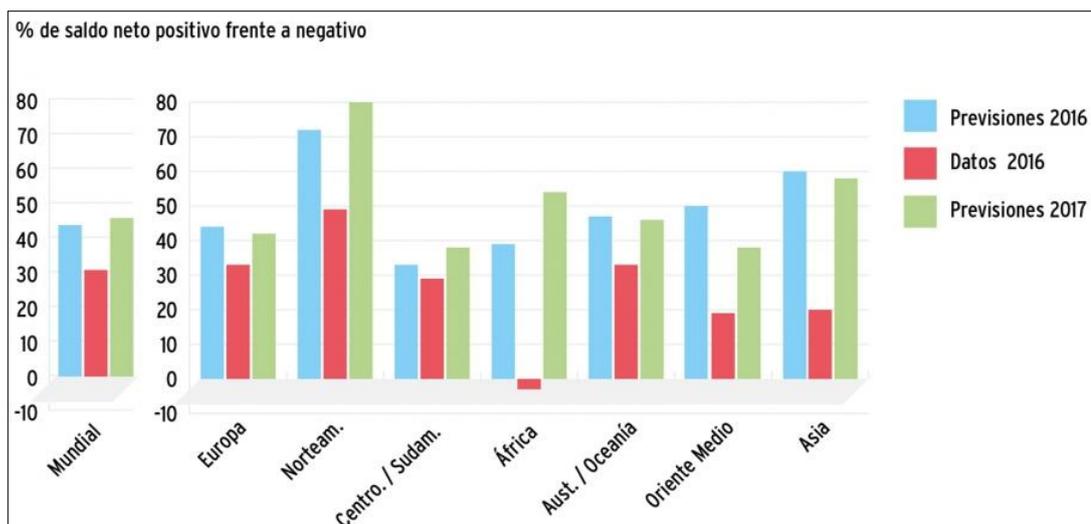


Figura 1. Previsiones de la industria gráfica en el mundo

Fuente: Rubio, J. (2019)

Por los datos obtenidos en los estudios citados permite llegar a la conclusión que tanto en los impresores como en los proveedores se está instalando una perspectiva más cautelosa. El resumen económico incluido en el informe principal indica que esta cautela está más que justificada. Además, los propios datos financieros de impresores y proveedores confirman que el 56% afirma que su empresa goza de buena salud económica, mientras que solo el 6% tiene una situación mala, así que el saldo positivo es del 50%. En todo el mundo, los impresores siguen observando la caída de los precios, que compensan utilizando más los recursos para incrementar los ingresos generales, aunque sea a costa del margen de beneficio.

Si profundizamos en los datos tanto por región como por segmento de mercado, el panorama es más complicado. Por ejemplo, en Sudamérica / Centroamérica y África, los precios aumentaron, mientras que en Oriente Medio los precios y los márgenes se han recortado notablemente. De manera similar, los impresores editoriales norteamericanos anuncian una disminución de los ingresos, los precios y la utilización, mientras que estos mismos tres elementos aumentaron en Sudamérica / Centroamérica y África.

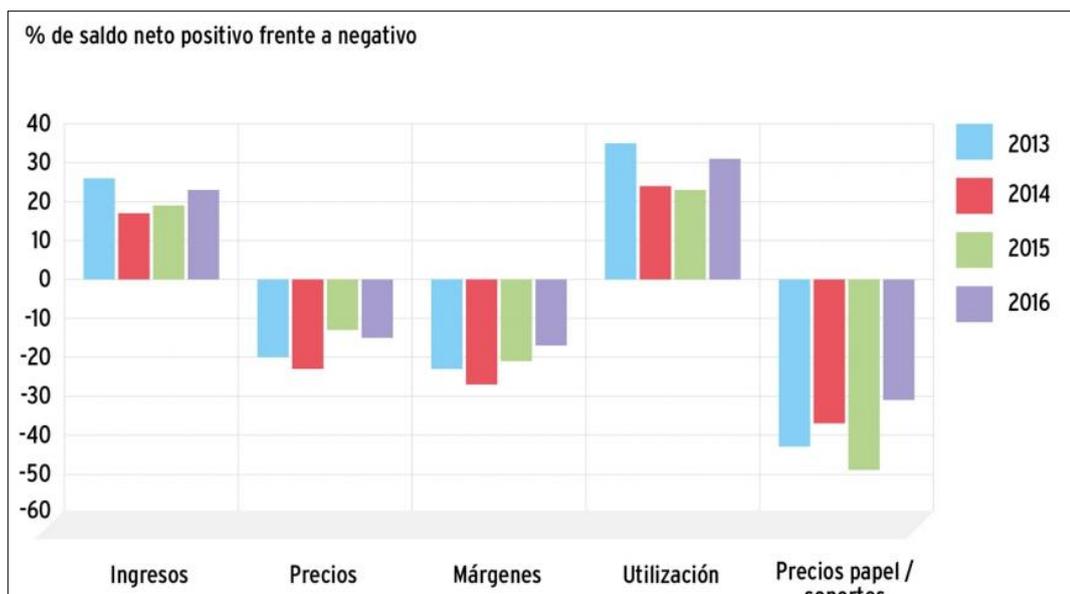


Figura 2. Datos financieros internacionales de los impresores

Fuente: Rubio, J. (2009)

A nivel nacional, en la industria de la imprenta para la mayoría de los medios de comunicación se presenta muchas dificultades con respecto al conocimiento sobre la gestión adecuada del mantenimiento de sus activos principales, ya que no se preocupan muy a fondo por mantenerlos totalmente operativos, prefieren no invertir mucho en conservarlos. Esto genera problemas al momento que la empresa necesite tomar decisiones para que puedan aportar en la mejora de sus procesos y transformación de sus materias primas de productos manufacturados para finalmente su distribución y/o consumo.

La Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A. no se escapa a esta realidad y durante los últimos años ha ido incrementando sus costos debido a que descuido demasiado la gestión del mantenimiento de sus principales equipos, lo que le ha generado en muchas ocasiones grandes pérdidas, la empresa ha optado por buscar reducir estos costos reduciendo la mano de obra o algunos servicios, pero lejos de solucionar el problema han logrado con estas medidas. En la empresa se edita, imprime y distribuye las marcas La Industria de Trujillo, La Industria de Ancash y el

vespertino Satélite. Además, se encuentra incursionando con éxito en los escenarios digitales (Web y redes sociales) atendiendo los desafíos del mercado informativo, los cambios también vienen en procedimientos y optimización de recursos, reducción de costos y en los niveles de producción.

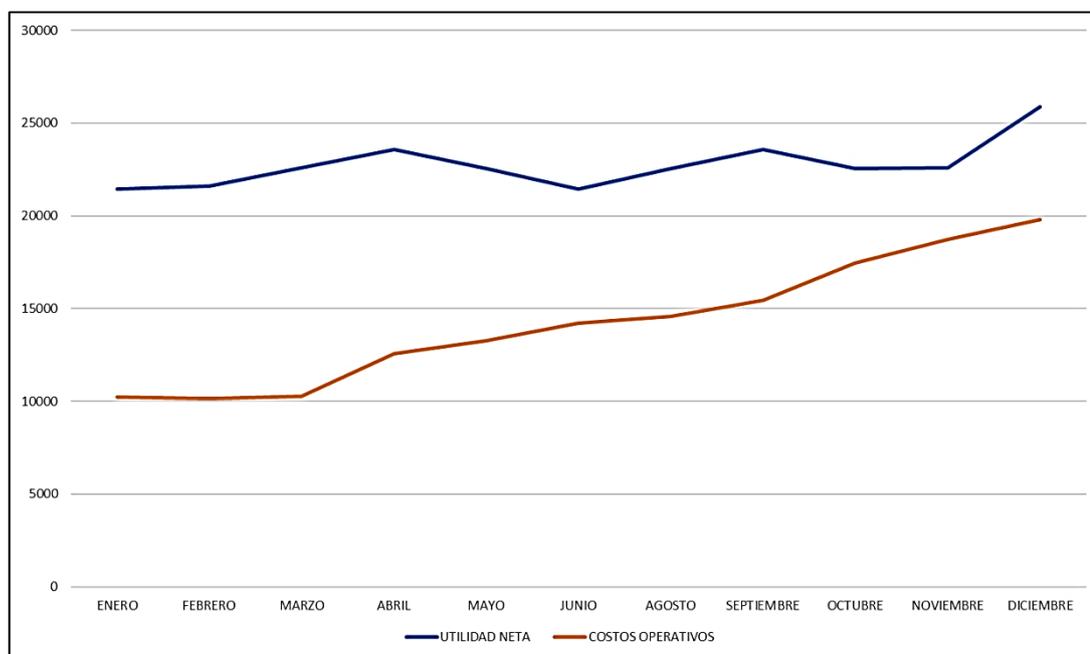


Figura 3. Ingresos vs Costos - Año 2019

Fuente: Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.

Como se muestra en la Figura 3, el principal problema de la empresa son sus altos costos que se han ido incrementando considerablemente a raíz de la mala gestión del mantenimiento durante el año 2019, dejando cada vez menos margen de ganancia lo cual es alarmante para una empresa que es consciente de que tiene que ir evolucionando no solo tecnológicamente sino también en su modelo de gestión y no debe descuidar ningún aspecto.

A raíz de este problema principal se puede identificar en la realidad problemática de la empresa cuatro problemas secundarios que originarían este problema principal y para lo cual es fácil cuantificar su impacto debido a que todas las horas improproductivas son registradas en los partes de incidencias de la empresa.

El primero problema son las horas improductivas por las fallas repetitivas, ya que estas generan en promedio 17.29 horas improductivas ya que al estar paradas las máquinas no solo genera retrasos en la producción de periódicos sino también pérdidas en costos de mano de obra que se calcula un S/. 4,005.14 de manera mensual, en la Figura 4 se presenta una gráfica donde se muestra las horas

i

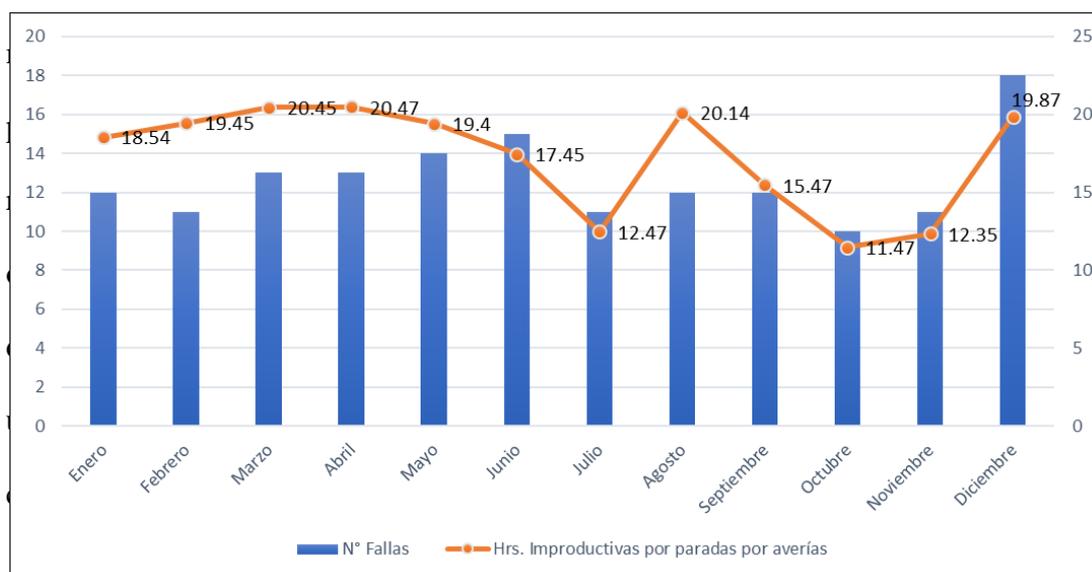


Figura 4. Número de fallas y horas improductivas mensuales por fallas mecánicas y el número de fallas generadas mes a mes por este problema.

Fuente: Empresa Editora La Industria de Trujillo

Cabe resaltar que la empresa cuenta con una máquina “Rotativa Goss” de segunda mano con la que imprime actualmente los periódicos que vende, la empresa es consciente de que no va a poder renovar su maquinaria debido a las circunstancias del mercado de periódicos, por lo que se ve limitado a tener que aplicar solo mantenimientos preventivos y correctivos, descartando el mantenimiento predictivo por lo que no le brindaría un beneficio costo adecuado y además no cuenta con la mano de obra calificada disponible.

Es por ello que para la empresa es importante tener una respuesta rápida ante fallas mecánicas imprevistas que se dan de manera eventual por la antigüedad la máquina,

ya que de no poder arreglar rápido estas fallas retrasaría demasiado la producción de periódicos y su distribución, generando pérdidas. Se sabe que el MTTR (tiempo promedio de reparación) actual es de 1.37 horas, lo cual es alarmante ya que está al límite de lo que puede esperar la impresión del tiraje diario. A continuación, en las Figura 5 y 6 se presentan las gráficas de control del MTTR donde se puede observar que el tiempo de reparación se encuentra fuera de control.

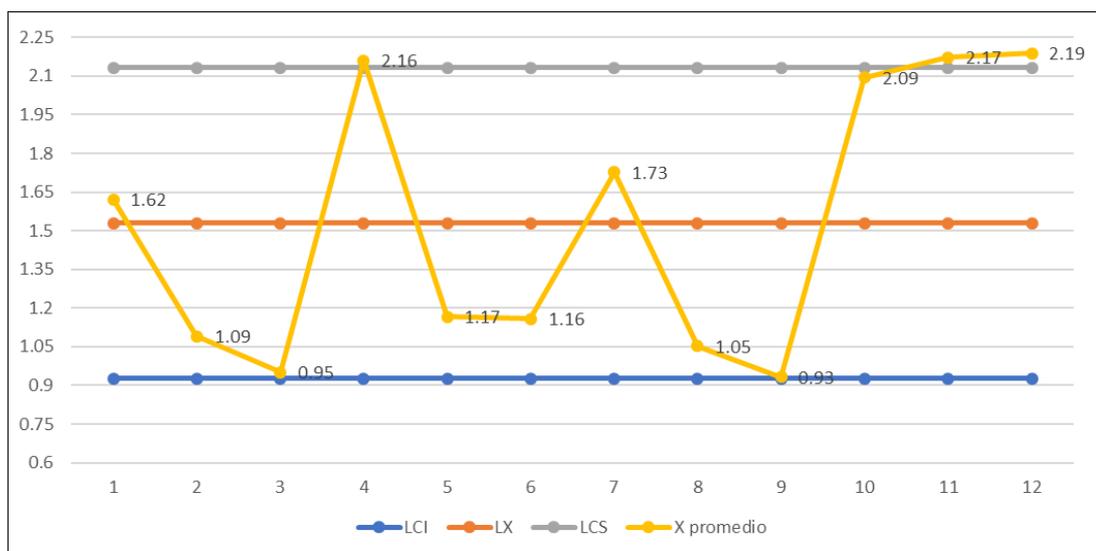


Figura 5. Gráfica de control del promedio del MTTR

Fuente: Empresa Editora La Industria de Trujillo

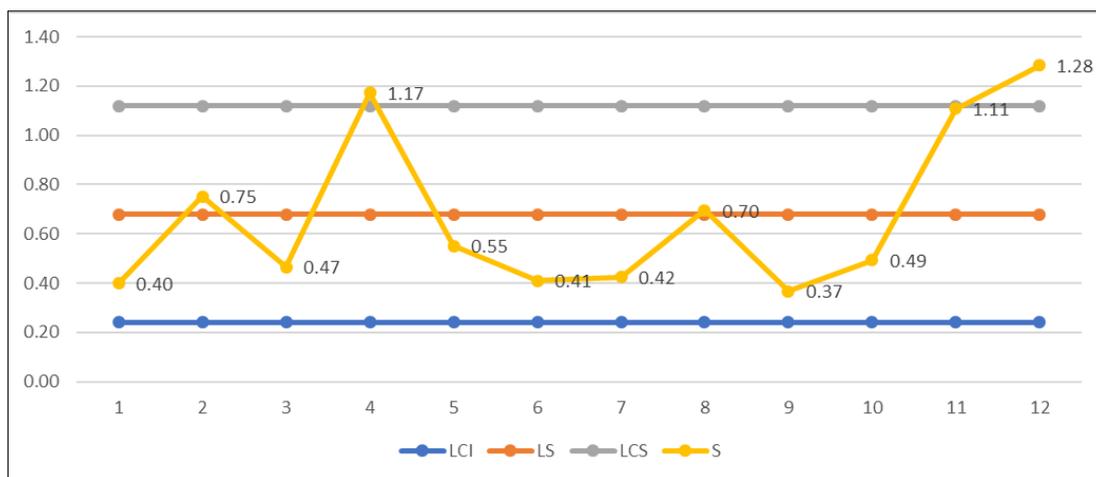


Figura 6. Gráfica de control de la desviación estándar del MTTR

Fuente: Empresa Editora La Industria de Trujillo

El segundo problema son los excesivos tiempos por preparación de máquina que se da generalmente cuando se cambia de formato, ya que al no tener las operaciones estandarizadas para realizar los cambios se genera demasiado despilfarro en los tiempos de preparación generando 34.36 horas improductivas en promedio mensualmente, en la Figura 7 se muestra a cantidad de horas improductivas por cada mes, lo que genera también retrasos en la fabricación de los periódicos y como se sabe los periódicos de no llegar a la hora, la probabilidad de que se venda se reduce considerablemente, en pérdida monetaria se estima que aproximadamente son S/. 4,060.95 los que se pierde mensualmente.

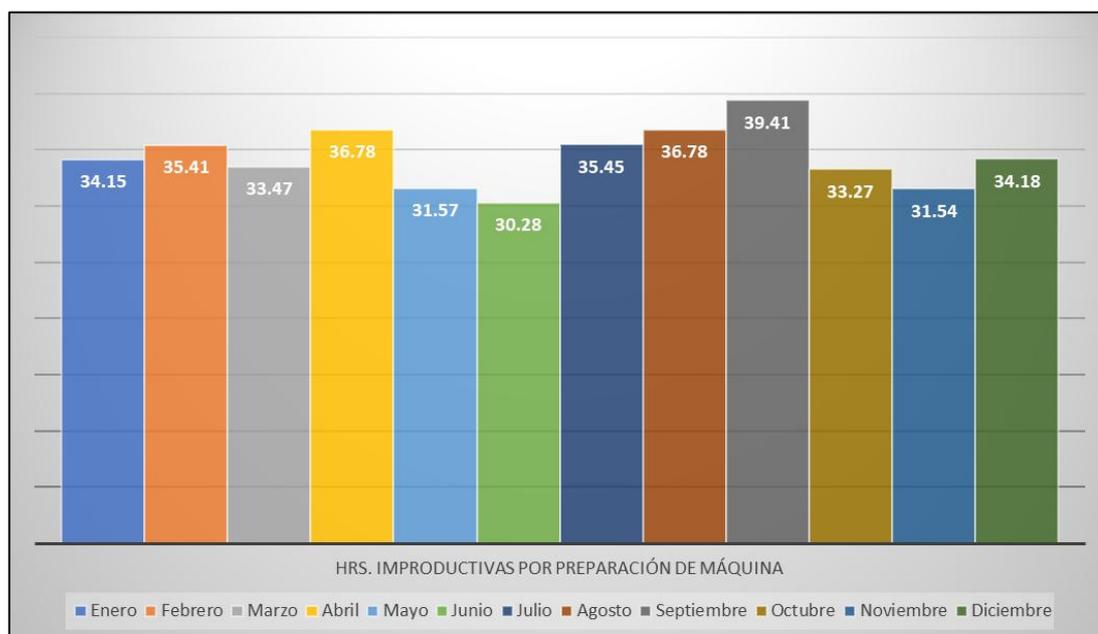


Figura 7. Horas improductivas mensuales por el elevado tiempo de preparación de maquinaria

Fuente: Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.

El tercer problema es la falta de orden y limpieza, la empresa descuida mucho este tema, solo hace limpieza una vez a la semana contratando a un personal externo, pero el inconveniente es que al dejar todo para un solo día genera que se acumule el desorden y la suciedad llegando a extremos de tener que parar la producción para ordenar y limpiar para así poder continuar haciendo que se genere en promedio 26.49

horas improductivas mensualmente, como se muestra en la Figura 6 es constante este problema y se calcula que mensualmente se genera una pérdida de S/. 3,145.95

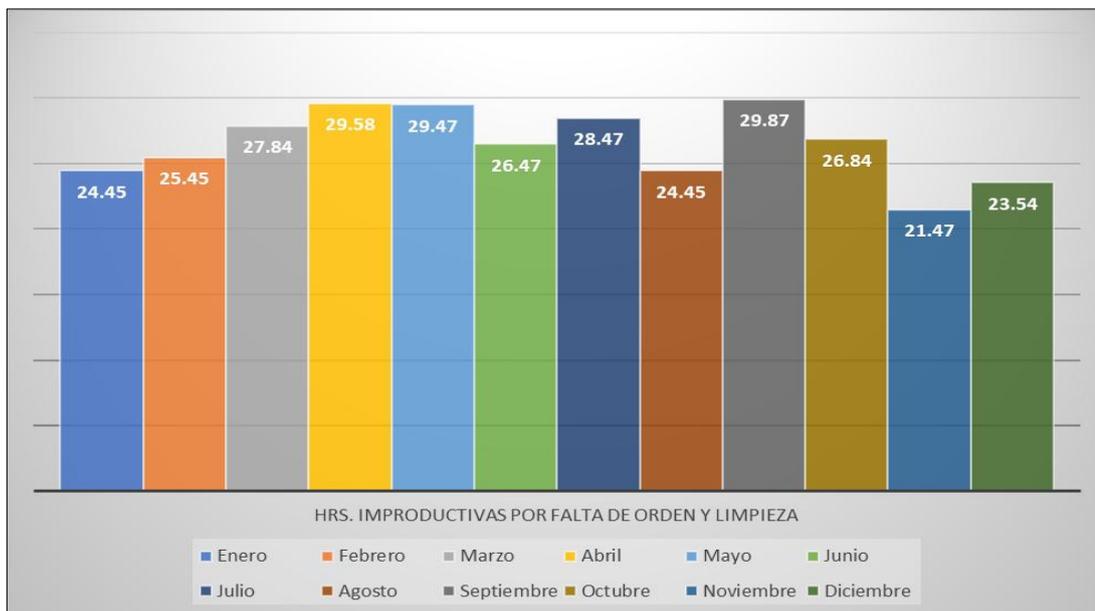


Figura 8. Horas improductivas mensuales por la falta de orden y limpieza

Fuente: Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.

El último problema es la falta de un plan de mejora continua ya que en muchas ocasiones se han presentado problemas repetitivos como por ejemplo el cálculo del tiraje de periódicos o el correcto apilado de las bobinas de papel industrial, problemas que en un momento se les dio solución pero que no fueron sostenibles y que se presentan cíclicamente, ya que la empresa renueva personal periódicamente y el personal entrante desconoce de estos problemas ya afrontados pero que al no tener un plan de mejora continua no se logra eliminarlos por completo con nuevas ideas, se calcula que en promedio se genera 15.91 horas improductivas mensualmente y una pérdida anual de aproximadamente S/. 2,034.84.

También cabe resaltar que actualmente la empresa viene realizando trabajos de mantenimiento preventivo que en muchas ocasiones no realiza de manera correcta o se realiza a destiempo, hablando en números se sabe que en promedio se realizan hasta nueve trabajos de mantenimiento preventivo que se programan pero de los

cuales solo cinco se realizan de manera correcta o a tiempo y los otros cuatro si se presentan inconvenientes presentando apenas un 52% de efectividad en los trabajos.

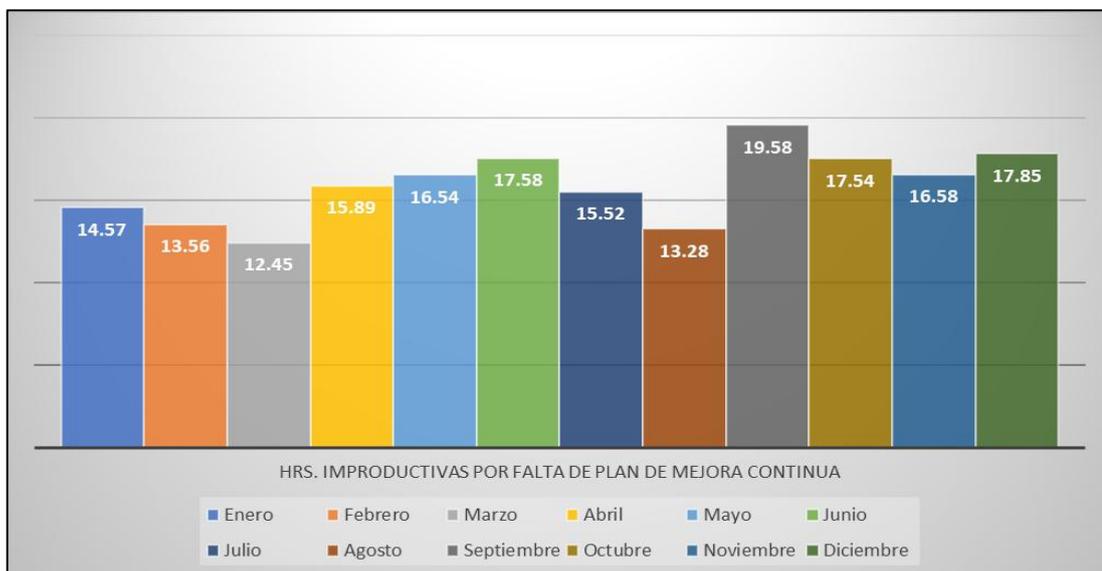


Figura 9. Horas improductivas por falta de plan de mejora continua

Fuente: Empresa Editora La Industria de Trujillo

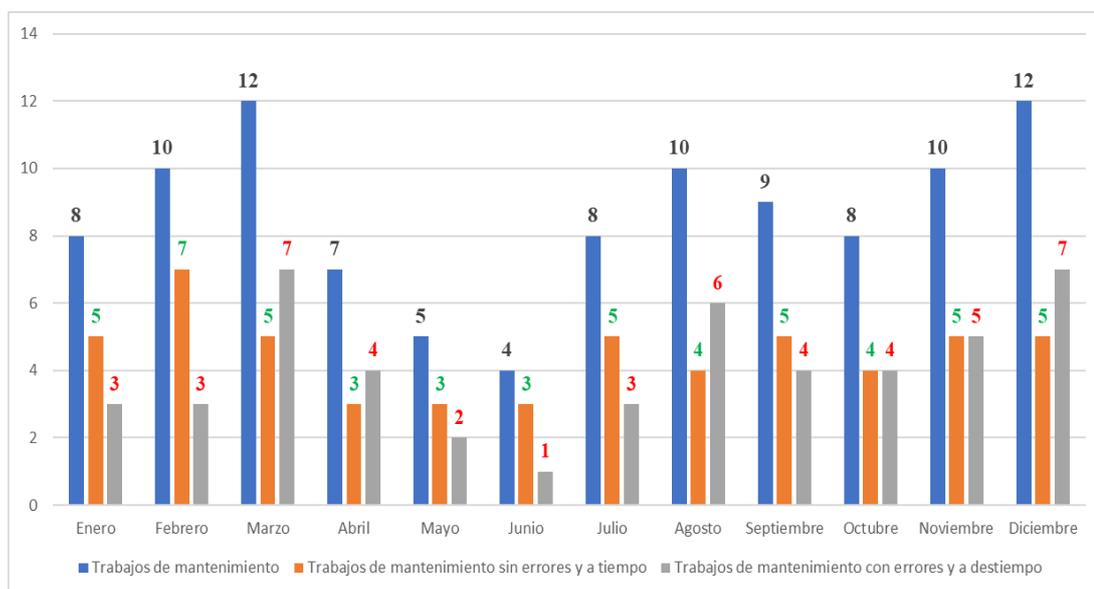


Figura 10. Efectividad de los trabajos de mantenimiento

Fuente: Empresa Editora La Industria de Trujillo

Todos estos problemas pueden ser solucionados con técnicas y herramientas de Gestión del Mantenimiento, pero cabe resaltar que el principal problema es saber cuál sería el impacto de la propuesta de mejora sobre los costos actuales de la

empresa, es decir si es que tanto técnicamente como económicamente es viable para la empresa, para poder saber si se puede ahorrar y poder seguir siendo competitiva en sus costos.

ANTECEDENTES

INTERNACIONAL

Un primer trabajo corresponde a Chérrez (2014), quien realizó la investigación titulada: *Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento de la empresa Cerámica Andina C.A.* En este trabajo se manejaron teorías sobre las mejoras enfocadas, mantenimiento planificado y mantenimiento autónomo que permiten mejorar la gestión del mantenimiento en cualquier empresa, desde las perspectivas del orden, planificación y el control. Este trabajo se relaciona con la investigación en curso, ya que propone una metodología sistemática para la aplicación de técnicas y herramientas de la gestión del mantenimiento, a través de metodologías esquematizadas. Con lo que se busca aplicar de igual forma a todos los procesos relacionados.

NACIONAL

Un segundo trabajo de Villegas (2016), se denomina: *“Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la empresa MANFER S.R.L. CONTRATISTAS GENERALES”*. Se trata de un proyecto factible, apoyado por una investigación de campo, en el cual se utilizó las técnicas de SMED Y AMEF. El SMED les permitió a partir de una secuencia de procedimientos estandarizados y cuantificados en tiempo para realizar los cambios de formato en un tiempo relativamente aceptable en comparación con el tiempo desproporcionado que se venía realizando. Mientras tanto el AMEF permitió establecer protocolos para responder cuando se presentan fallas y poder reducir sus

efectos lo mayor posible. La muestra está constituida por cuarenta trabajadores del área de mantenimiento, obtenida por muestreo intencional. Este trabajo se relaciona con la investigación planteada, ya que muestra cómo debe estructurarse una propuesta de mejora para el área de mantenimiento, desde la perspectiva de la prevención, a través de estrategias de planificación y control de los trabajos de mantenimiento.

LOCAL

Un tercer trabajo de Casas (2017), lleva por título: *“Propuesta de plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos críticos de la empresa Terminales Portuarios Peruanos S.A.C”*. En la tesis se propuso la implementación de un plan de mantenimiento basado en la metodología RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad) con el objetivo de mejorar la disponibilidad de los equipos que están directamente relacionados con la actividad principal del almacén de contenedores de la empresa Terminales Portuarios Peruanos SAC. En el plan propuesto se incluyen el desarrollo de algunas herramientas como 5S y el ciclo PDCA. La 5S es la base para poder ordenar todo ya que era indispensable reorganizar y disciplinar el área para que el plan de mantenimiento pudiera llevarse de manera eficiente. Por otro lado el investigadora propone al final la aplicación del ciclo PDCA para dar sostenibilidad a las mejoras ya que conforme pase el tiempo surgirán nuevos inconvenientes y el plan debía contar con una mejora continua que lo haga sostenible en el tiempo.

BASES TEÓRICAS

Gestión del mantenimiento

Garrido (2010) lo define como el conjunto de operaciones cuya finalidad es la de garantizar la continuidad de las actividades operativas de las maquinarias, logrando

prevenir atrasos en el proceso por averías. Con respecto a esto Useche (2013) agrega que la Gestión del Mantenimiento es relevante porque permite disminuir los costos en base a la optimización del consumo de materiales y empleo de mano de obra. Cabe aclarar que para que esto suceda es imprescindible estudiar y analizar el modelo de gestión que mejor se adapta a las características de cada empresa; además de analizar la influencia que tiene cada uno de los equipos en los resultados de la empresa.

Sin embargo, Molina (2006) afirma que el mantenimiento debe tener los objetivos en función de garantizar la vida técnica de los equipos e instalaciones, priorizando los objetivos presupuestales, aplicando las tecnologías y métodos adecuados. Vale aclarar que además de lo antes planteado lo que se busca hacer que los equipos sean más eficientes y seguros.

Análisis del modo y efecto de fallas (AMEF)

Díaz (2004) respecto sobre AMEF, lo define como una herramienta que permite determinar acciones de prevención a partir de la identificación de riesgos en el análisis de potenciales fallas en la maquinaria, con el fin de establecer los controles adecuados que eviten la ocurrencia de las mismas. Por otro lado, Barajas (2011) afirma que el AMEF es un proceso que se debe de llevar a cabo constantemente en los procesos operativos para detectar a tiempo las fallas que puedan llegar a ocurrir y evitar que se conviertan en urgentes o en pérdidas para la empresa. Cabrera (2018) estable el procedimiento para la implementación del AMEF que se muestra en la figura 11.



Figura 11. Procedimiento de aplicación de AMEF
Fuente: Cabrera (2018)

Single-Minute Exchange of Die (SMED)

Según Posada (2017) respecto al SMED, Es una metodología de mejora de procesos, la aplicación más común es en la reducción de tiempos de alistamiento en máquinas, esto no significa que sea su única utilidad, también pueden usarse variantes de la técnica para análisis de otras actividades como alistamiento de equipos de mantenimiento que se van a campo a trabajar entre otros. Mientras que Carbonell (2015), afirma que El SMED sirve para reducir el tiempo de cambio y para aumentar la fiabilidad del proceso de cambio, lo que reduce el riesgo de defectos y averías.

Shingo (2017) establece el procedimiento para aplicar SMED como se muestra en la Figura 12.

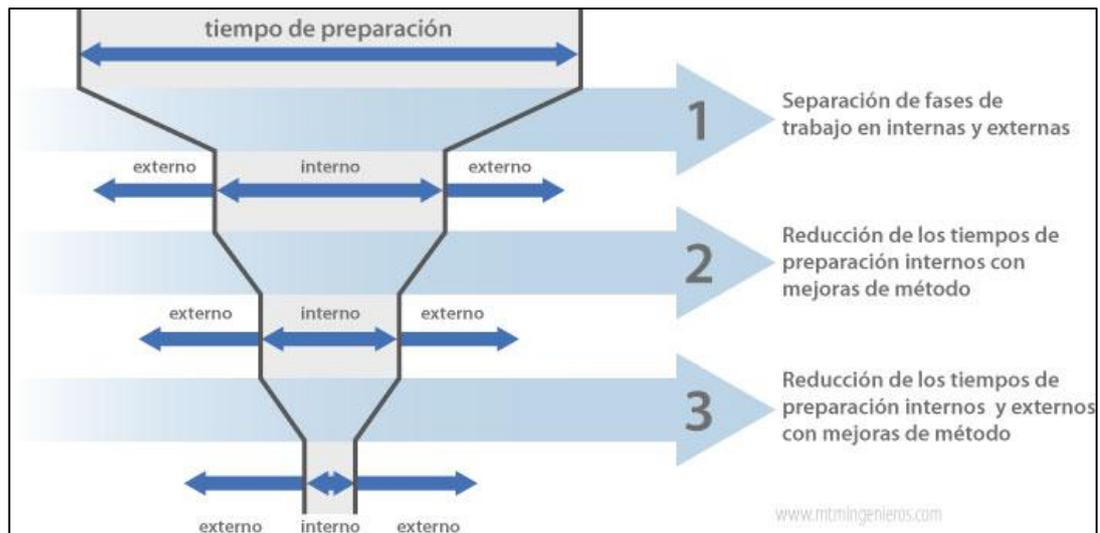


Figura 12. Procedimiento de implementación del SMED

Fuente: Shingo, S. (2017)

Metodología 5S

Según Dorbessan (2016), define las 5S como una metodología que agrupa una serie de actividades que buscan crear o mejorar las condiciones de trabajo que permitan desarrollar las operaciones de forma ordenada, limpia y organizada. Además Villacreses (2015), sostiene que dichas condiciones de deben crear con el refuerzo de los buenos hábitos de comportamiento e interacción social, buscando crear un entorno que sea eficiente y productivo.

Según Sacristán (2015) menciona las cinco fases: clasificación u organización (Seiri), orden (Seiton), limpieza (Seiso), estandarización (Seiketsu) y disciplina (Shitsuke). A continuación en la Figura 13 se resumen el procedimiento de las 5S.



Figura 13. Procedimiento de aplicación de 5S

Fuente: Sacristán (2015)

CICLO PDCA

Según Bernal (2015), define el ciclo PDCA como una metodología describe los cuatro pasos esenciales que se deben llevar a cabo de forma sistemática para lograr la mejora continua, entendiendo como tal al mejoramiento continuado. La interpretación de este ciclo es muy sencilla: cuando se busca obtener algo, lo primero que hay que hacer es planificar cómo conseguirlo, después se procede a realizar las acciones planificadas (hacer), a continuación, se comprueba qué tal se ha hecho (verificar) y finalmente se implementan los cambios pertinentes para no volver a incurrir en los mismos errores (actuar). Nuevamente se empieza el ciclo planificando su ejecución, pero introduciendo las mejoras provenientes de la experiencia anterior.

Por otro lado, Costas (2017) sostiene que la metodología PDCA es ampliamente utilizada por las corporaciones que desean mejorar su nivel de gestión a través del control eficiente de procesos y actividades internas y externas, por medio de la estandarización de la información y reduciendo al mínimo las posibilidades de errores en la toma de decisiones importantes.

A continuación, en la Figura 14 se muestra el procedimiento para la implementación del ciclo PDCA.

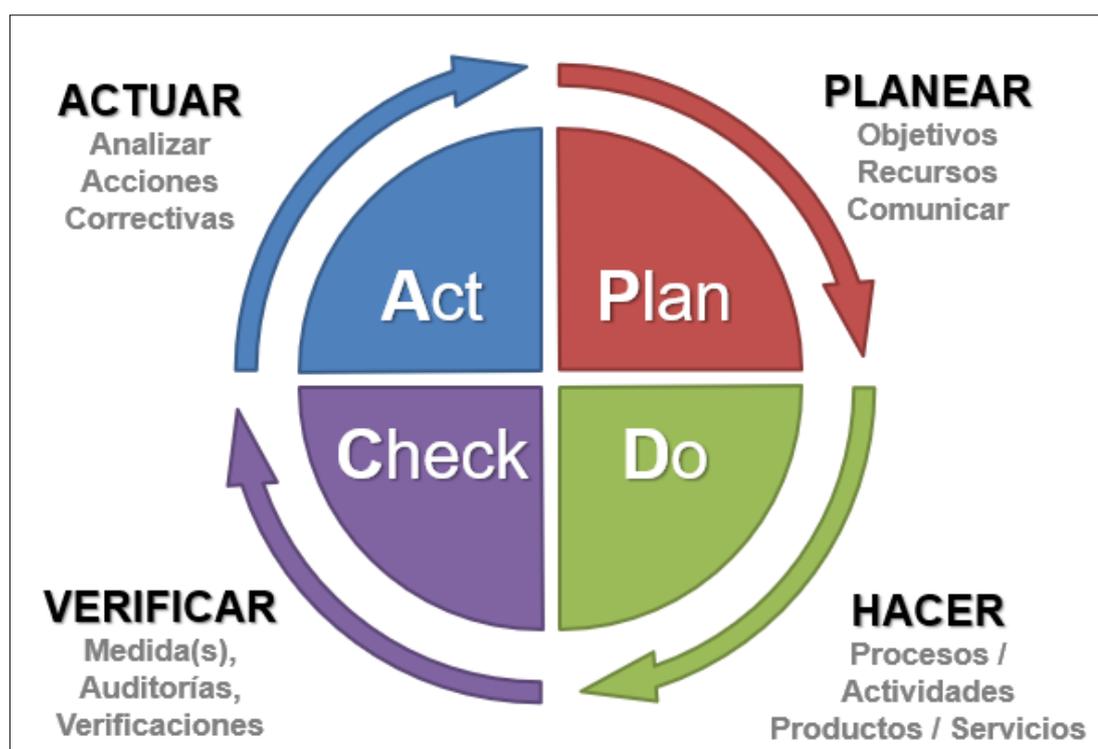


Figura 14. Ciclo de Deming - PDCA

Fuente: Costas (2017)

Como su nombre indica, consiste en cuatro etapas que hay que hacer de forma sucesiva y en un cierto orden, por lo que cada una de ellas tiene una anterior y una posterior. Este ciclo no se acaba, sino que hay que seguir indefinidamente. Las actuaciones son las siguientes:

- Planificación
- Ejecución

- Evaluación
- Actuación

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento sobre los costos de la empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar el impacto de la propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento sobre los costos en la empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar los problemas en el área de mantenimiento de la empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.
- Elaborar la propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento de la empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.
- Evaluar económicamente la propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento de la empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.

1.4. Hipótesis

La implementación de la propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento reduce significativamente los costos de la empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Por la orientación: Investigación Aplicada

La presente investigación es aplicada porque tiene por objetivo resolver un determinado problema o planteamiento específico, enfocándose en la búsqueda y consolidación del conocimiento de herramientas de Ingeniería Industrial para su aplicación y, por ende, para el enriquecimiento del desarrollo cultural y científico.

Por el diseño: Investigación Pre Experimental

La investigación es pre experimental ya que solo se restringe a la observación de la variable independiente, sin realizar cambios sobre este, para que luego se analice y evalúe los cambios obtenidos en la variable dependiente después de aplicar las técnicas y herramientas de Ingeniería Industrial.

2.2. Métodos

Para llevar a cabo el presente proyecto de investigación es necesario especificar los procedimientos concretos que deberán realizarse para la consecución de los objetivos. A continuación, en la Tabla 1 se detalla los procedimientos a realizar en cada etapa.

Tabla 1.
Metodología empleada para la presente investigación

ETAPA	PROCEDIMIENTO
Diagnóstico	<p><u>Diagrama de Ishikawa</u>: se utiliza para analizar el problema principal, identificando todas las causas raíz que lo originan.</p> <p><u>Costeo de pérdidas</u>: Luego de haber identificado las principales causas raíz se procede a costear las pérdidas de acuerdo a los tiempos de horas improductivas, prorrateando de acuerdo a los logísticos actuales.</p>

Desarrollo de la propuesta
de mejora

Matriz de indicadores: finalmente se procede a elaborar esta matriz para poder medir el impacto de cada causa raíz a través de indicadores que permitan establecer objetivos que se podrán alcanzar a través de las técnicas y herramientas a utilizar.

Dado el diagnóstico en términos cuantitativos, en esta etapa se va a dar un catálogo de soluciones para cada causa raíz priorizada, mediante la selección de técnicas herramientas adecuada. Cabe resaltar que el desarrollo de la propuesta de mejora también integra la decisión estratégica sobre cuáles son los cambios que deben incorporarse a los diferentes procesos y operaciones en el área de logística, para que sean traducidos en una reducción de las pérdidas que se diagnosticaron en la etapa anterior. Dicho plan, además debe servir de base para la detección de mejoras, debe permitir el control y seguimiento de las diferentes acciones a desarrollar, así como la incorporación de acciones correctoras ante posibles contingencias no previstas.

Análisis económico
financiero

Presupuesto de inversiones de la mejora: en este proceso se presentará el análisis de las inversiones necesarias para llevar a efecto la propuesta de mejora, realizándose la siguiente clasificación, conforme la naturaleza de la inversión: inversión en activos tangibles e intangibles.

Flujo de caja: se determinará los nuevos flujos de ingresos y egresos de dinero a raíz de la propuesta de mejora para poder realizar los cálculos de los indicadores para el estudio económico-financiero.

VAN: el cálculo de este indicará en cuanto se capitalizará el proyecto y por ende si es rentable o no su aplicación desde el punto de vista económico.

TIR: este indicador permitirá medir el rendimiento de la inversión a realizarse y si es que se logrará superar la tasa de rendimiento esperado.

B/C: con el cálculo de este indicador se podrá determinar cuánto se obtendrá de beneficio por cada sol invertido en la ejecución de la propuesta de mejora.

Fuente: Elaboración Propia

2.3. Procedimiento

2.3.1. Generalidades de la empresa

La Industria es un diario peruano con una tirada de más de 20.000 ejemplares diarios. Se fundó en Trujillo un 8 de noviembre de 1895 por los trujillanos Teófilo Vergel y Raúl Edmundo Haya de Cárdenas, lo cual lo convierte en el tercer diario existente más antiguo e importante del país y uno de los más antiguos de lengua castellana.

VISIÓN

Seremos un grupo humano calificado, en permanente formación, comprometido con ofrecer contenidos interactivos informativos, explicativos y didácticos, y espacios abiertos a la conversación ciudadana y la deliberación, aprovechando tecnologías y formatos innovadores que atraerán a diversos públicos lectores, merecerán su confianza y los invitarán a participar de manera responsable.

MISIÓN

Somos una institución trujillana dedicada al ejercicio y la promoción de los derechos a informar y a la libre expresión, mediante la generación y divulgación de contenidos dirigidos a la formación de ciudadanos felices, reflexivos y participantes en la defensa y constante análisis de sus derechos y deberes, los de nuestra Patria y los principios democráticos universales.

VALORES:

Bajo la convicción de que la felicidad humana se fundamenta en una actitud de constante aprendizaje y superación personal, nos comprometemos a practicar entre nosotros y con la sociedad a la que servimos, los siguientes valores.

Veracidad, independencia, credibilidad

Velamos por el bien común y trabajamos por el avance de nuestra democracia ofreciendo información debidamente confirmada gracias a que aplicamos rigurosos protocolos del ejercicio profesional que nos convierten en fuente confiable de información.

Compromiso, responsabilidad, solidaridad

Somos un equipo de personas convencido de la vocación de servicio de los medios de comunicación y por ello dedicamos nuestros conocimientos y capacidades a atender con responsabilidad la necesidad de la sociedad de tener acceso a contenidos informativos y pedagógicos confiables.

Honestidad y transparencia

Asumimos con orgullo nuestro compromiso de acatamiento a las leyes y los principios éticos correlativos a nuestra misión institucional. Nuestros procedimientos y actuaciones están abiertos al escrutinio público.

PRODUCTOS OFICIALES

Actualmente son 4 los productos principales que tiene la empresa los cuales son:

- La Industria Trujillo
- La Industria Chimbote
- Satélite del Valle
- Satélite Vespertino
- ¿Qué hay?

PRINCIPALES PROVEEDORES

Por su parte, los principales proveedores de insumos de empresa son:

Tabla 2.
Lista de proveedores de la Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.

Empresa	Productos y servicios
Papelera El Inca S.R.	Papel periódico
Papelera del Sur S.A.	Papel periódico
Forsac Perú S.A.C.	Papel periódico
Cartones Villa Marina S.A.	Papel periódico
CIA Industrial Continental S.R.L.	Tintas Y,C,M Y B
Metrocolor S.A.	Tintas Y,C,M Y B
Emusa Perú S.A.C.	Tintas Y,C,M Y B
Anaya y compañía S.A.C.	Repuestos Industriales
SUPERTEC S.A.C.	Placas de impresión
INTCOMEX S.A.C.	Placas de impresión
C & C S.A.	Placas de impresión
SOLUMAN S.A.	Servicios de mantenimientos

Fuente: Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.

2.3.2. Diagnóstico del área problemática

Actualmente la empresa es consciente de la realidad de la industria de la imprenta que lo limita considerablemente a tener que optimizar sus recursos. Pero existe un gran problema que es el incremento de sus costos durante el último tiempo debido a una mala gestión del mantenimiento.

Se identificaron cuatro subproblemas que generan el problema principal y mediante un Diagrama de Ishikawa (Figura 15) se identificaron las causas raíz de cada subproblema los cuales son: falta de un procedimiento para identificar las causas y efectos de fallas, falta de métodos y procedimientos estandarizados para la preparación de maquinaria, falta de orden y limpieza y falta de un plan de mejora continua.

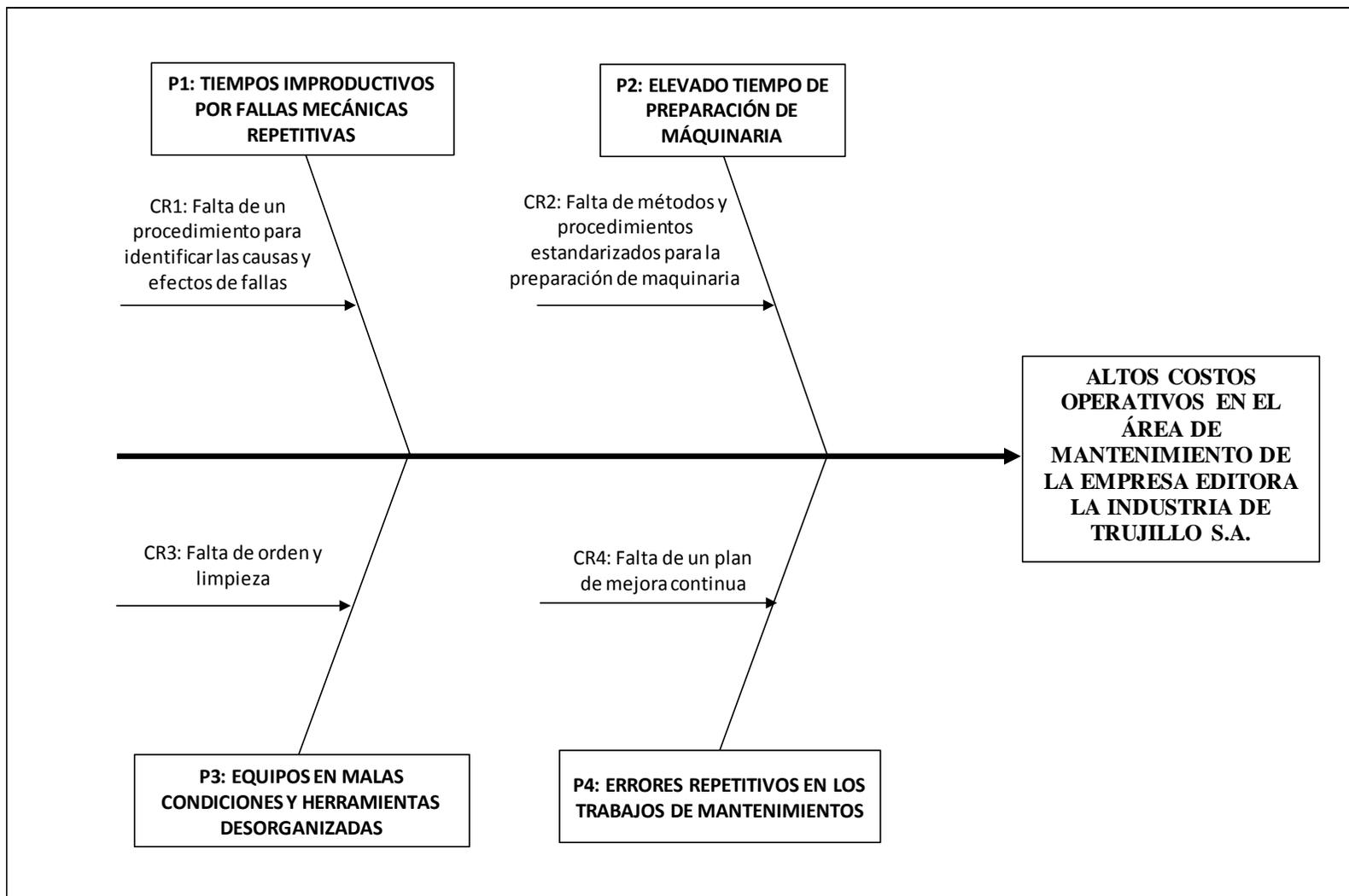


Figura 15. Diagrama de Ishikawa de la problemática en el área de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

PÉRDIDA MONETARIA CR1: Falta de un procedimiento para identificar las causas y efectos de fallas

El primer problema son las fallas mecánicas repetitivas que en su mayoría son de rápida solución pero que se extiende el tiempo de reparación debido a una reacción tardía del personal ante estas circunstancias. Es por ello por lo que se identificó que la causa raíz de este problema es la falta de un procedimiento para identificar las causas y efectos de fallas. Si se estableciera los procedimientos los operadores tendrían claro la manera de cómo enfrentar las averías que se dan de manera inminente debido al tiempo de uso que ya tiene la máquina y que no es posible controlar solo con trabajos de mantenimiento preventivos. El tiempo es clave para imprimir los periódicos los retrasos ocasionarían que la noticia llegue tarde y por tanto no se compre los periódicos. En la Tabla 3 se presenta el cálculo de la pérdida monetaria de esta causa raíz.

Tabla 3.
Cálculo de la pérdida monetaria de la CR1

Año	Mes	N° Fallas	Horas improductivas por CR1	Pérdida monetaria
2019	Enero	12	18.54	S/4,567.82
	Febrero	11	19.45	S/5,579.35
	Marzo	13	20.45	S/3,661.73
	Abril	13	20.47	S/5,783.91
	Mayo	14	19.4	S/3,666.88
	Junio	15	17.45	S/4,450.60
	Julio	11	12.47	S/2,952.91
	Agosto	12	20.14	S/4,167.82
	Septiembre	12	15.47	S/2,927.04
	Octubre	10	11.47	S/2,732.54
	Noviembre	11	12.35	S/2,939.79
	Diciembre	18	19.87	S/4,631.29
Total		152	207.53	S/48,061.67

Fuente: Elaboración propia

PÉRDIDA MONETARIA CR2: Falta de métodos y procedimientos estandarizados para la preparación de maquinaria

El segundo problema son los elevados tiempos de preparación de máquina, cuando inicia el día lo primero que deben hacer los trabajadores son los trabajos para la preparación de la máquina “Rotativa Goss” el problema surge que estas actividades se realizan de manera desordenada y empírica que no permite determinar con exactitud el tiempo para poner operativa la maquinaria.

La causa raíz que origina este problema es la falta de métodos y procedimientos estandarizados para la preparación de maquinaria, tener un método claro y con los tiempos estandarizados reduciría considerablemente los tiempos muertos y por tanto ahorrar costos, con esto tener el control de la producción. En la Tabla 4 se muestra el cálculo de la pérdida monetaria de la CR2.

Tabla 4.
Cálculo de la pérdida monetaria de la CR2

Año	Mes	Horas improductivas por CR2	Pérdida monetaria
2019	Enero	34.15	S/4,049.17
	Febrero	35.41	S/4,130.98
	Marzo	33.47	S/3,985.79
	Abril	36.78	S/4,276.83
	Mayo	31.57	S/3,764.98
	Junio	30.28	S/3,565.89
	Julio	35.45	S/4,112.36
	Agosto	36.78	S/4,376.83
	Septiembre	39.41	S/4,568.48
	Octubre	33.27	S/4,094.92
	Noviembre	31.54	S/3,770.70
	Diciembre	34.18	S/4,034.45
Total		412.29	S/48,731.37

Fuente: Elaboración propia

PÉRDIDA MONETARIA CR3: Falta de orden y limpieza

El tercer problema son los equipos en malas condiciones y herramientas desorganizadas, es evidente que la causa raíz que origina este problema es la falta de orden y limpieza, esto no sólo es necesario para el buen funcionamiento de la empresa, sino también un requisito legal. Esto también crea en el lugar de trabajo un problema, por un lado, disminuye la eficiencia, y por otro, prepara el escenario para los accidentes. El desorden y la falta de limpieza transforman el lugar de trabajo en un sitio peligroso y desagradable e influyen en forma negativa en el comportamiento de las personas que trabajan en dichos lugares. La limpieza tiene como propósito clave el de mantener todo en condición óptima, de modo que cuando alguien necesite utilizar algo lo encuentre listo para su uso. En la Tabla 5 se presenta el cálculo de la pérdida monetaria de la CR3.

Tabla 5.
Cálculo de la pérdida monetaria de la CR3

Año	Mes	Horas improductivas por CR3	Pérdida monetaria
2019	Enero	24.45	S/2,931.23
	Febrero	25.45	S/3,018.60
	Marzo	27.84	S/3,292.01
	Abril	29.58	S/3,493.32
	Mayo	29.47	S/3,492.29
	Junio	26.47	S/3,130.17
	Julio	28.47	S/3,328.92
	Agosto	24.45	S/2,961.23
	Septiembre	29.87	S/3,531.04
	Octubre	26.84	S/3,190.63
	Noviembre	21.47	S/2,595.29
	Diciembre	23.54	S/2,786.70
Total		317.90	S/37,751.43

Fuente: Elaboración propia

PÉRDIDA MONETARIA CR4: Falta de un plan de mejora continua

El cuarto problema son los errores repetitivos en los trabajos de mantenimientos, es muy frecuente ver en la empresa que se presentan muchas horas improductivas por errores en los trabajos mantenimientos que se repiten frecuentemente y que podrían evitarse fácilmente si existieran registros de las soluciones que se van dando. Cada vez que se da solución a un inconveniente en los trabajos de mantenimiento esta solución no es registrada, perdiéndose en el tiempo y cuando se repite el inconveniente al trabajador que le toca afrontar comienza desde cero para encontrar una nueva solución. Es por ello por lo que la causa raíz de este problema es la falta de un plan de mejora continua, que permitiría establecer un protocolo para encontrar la solución de cualquier inconveniente y que deje un registro para que esta solución trascienda en el tiempo hasta que sea reemplazada por alguna otra que sea óptima. En la tabla 6 se presenta el cálculo de la pérdida monetaria de la CR4.

Tabla 6.
Cálculo de la pérdida monetaria de la CR4

Año	Mes	Horas improductivas por CR4	Pérdida monetaria
2019	Enero	14.57	S/1,847.60
	Febrero	13.56	S/1,837.13
	Marzo	12.45	S/1,615.72
	Abril	15.89	S/2,095.97
	Mayo	16.54	S/2,067.07
	Junio	17.58	S/2,380.82
	Julio	15.52	S/1,933.51
	Agosto	13.28	S/1,817.50
	Septiembre	19.58	S/2,266.57
	Octubre	17.54	S/2,283.44
	Noviembre	16.58	S/2,071.44
	Diciembre	17.85	S/2,201.35
Total		190.94	S/24,418.13

Fuente: Elaboración propia

2.3.3. Identificación de indicadores

Teniendo calculado las pérdidas monetarias de cada causa raíz, cabe resaltar que estas pérdidas son el primer indicador que permite medir la variable dependiente. Pero también es importante establecer indicadores que permitan medir la parte técnica que está estrechamente relacionada con la variable independiente que es la propuesta de mejora que se ejecutará.

Para la primera causa raíz el indicador por defecto es el MTTR (Tiempo medio de reparación) como se sabe cada hora y cada minuto es vital antes de la impresión del tiraje de los periódicos, actualmente se tiene un MTTR promedio de 1.37 horas por reparación, sin olvidar que también se presentan demasiadas desviaciones en este tiempo, entonces se debería disminuir al menos la mitad para garantizar que se imprima a tiempo el tiraje y la herramienta de mejora a utilizar es el AMEF ya que esta permitirá identificar las causas y efectos de las fallas para poder establecer protocolos para afrontar las fallas y reducir los tiempos de reparación.

Para la segunda causa raíz el indicador que se utiliza es el porcentaje de horas improductivas por tiempo de preparación de maquinaria durante el mes, se sabe que en promedio se emplea 34.36 horas para la preparación lo que representa un 17%, con esto se busca medir un antes y después de aplicar la herramienta SMED que busca establecer un método óptimo para reducir al mínimo el tiempo requerido para preparar la maquinaria, la mayoría de actividades que se realizan son con la máquina apagada, lo ideal sería buscar realizar todas las actividades con la máquina encendida y establecer una secuencia que ordene de forma jerárquica cada actividad, priorizando aquellas que toman más tiempo y buscar hacerlas de manera más rápida y efectiva.

Para la tercera causa raíz se estableció medir el porcentaje de horas improductivas que se genera por la falta de orden y limpieza, es probable que a la hora de planificar cómo mejorar una organización, pensemos en soluciones complejas. Hablar de organizar, ordenar y limpiar puede ser considerado por muchos como algo demasiado simple. Son conceptos asociados al ámbito doméstico, no al empresarial. Sin embargo, estos tres conceptos son el primer paso que debe dar cualquier organización en su proceso de mejora, para aumentar la producción y obtener un entorno seguro y agradable. Es por ello que para atacar esta causa raíz se empleará la metodología de las 5S.

Para la cuarta causa raíz se ve la necesidad de medir el porcentaje de efectividad de los trabajos de mantenimiento, actualmente se tiene una efectividad del 52% debido a los problemas repetitivos que no son registrados ni solucionados de manera sostenible. Cabe recordar que uno de los principales problemas que puede presentarse en la empresa es que cuando se decide a mejorar alguna de sus áreas se lleva a cabo de manera intuitiva, sin realizar un análisis de cuales son aquellas actividades que consumen más recursos. Es por ello que se necesita aplicar el ciclo PDCA para lograr una mejora continua los trabajos de mantenimiento en el que participen cada uno las personas que componen el área de mantenimiento, con el objetivo de aumentar de manera progresiva la calidad, la competitividad y la productividad, incrementando el valor para el cliente y la eficiencia en el uso de los recursos.

A continuación, en la Tabla 7 se presente un cuadro donde se resumen los indicadores y las herramientas de mejora a utilizar.

Tabla 7.
Cuadro de indicadores y herramientas de mejora de las causas raíz.

ÁREA	Cri	CAUSA RAÍZ	INDICADOR	FÓRMULA	VALOR ACTUAL	VALOR OBJETIVO	PÉRDIDA MONETARIA ANUAL	HERRAMIENTA DE MEJORA
MANTENIMIENTO	CR1	Falta de un procedimiento para identificar las causas y efectos de fallas	Porcentajes de fallas solucionadas	$\%Fs = \frac{N^{\circ} \text{ de fallas identificadas y solucionadas}}{N^{\circ} \text{ de fallas presentadas}} \times 100\%$	55.26%	95%	S/48,061.67	AMEF
			MTTR: Tiempo medio de reparación	$MTTR = \frac{\text{Total de horas de reparación}}{N^{\circ} \text{ Total de fallas}}$	1.37	0.68		
			Porcentaje de actividades de preparación internas	$\%Ai = \frac{N^{\circ} \text{ de actividades de preparación internas}}{N^{\circ} \text{ de actividades de preparación}} \times 100\%$	80.00%	40.00%		
	CR2	Falta de métodos y procedimientos estandarizados para la preparación de maquinaria	Tiempo promedio de preparación de maquinaria	$T_{pp} = \frac{\sum \text{Tiempos de preparación de cada mes}}{\text{Número de meses}}$	34.36	17.18	S/48,731.37	SMED
			Porcentaje de horas no productivas por preparación de máquina	$\%Hp = \frac{\text{Total de hr. mensuales de preparación de maquinaria}}{\text{Total de horas mensuales trabajadas}} \times 100\%$	17%	8%		
			Porcentaje de cumplimiento de actividades de limpieza	$\%Cl = \frac{N^{\circ} \text{ de actividades de limpieza realizadas}}{N^{\circ} \text{ de actividades de limpiezas programadas}} \times 100\%$	53%	95%		
			CR3	Falta de orden y limpieza	Porcentaje de artículos extraviados	$\%Ae = \frac{N^{\circ} \text{ de artículos extraviados durante el mes}}{N^{\circ} \text{ de artículos inventariados al comienzo del mes}} \times 100\%$		
	Porcentaje de horas no productivas por falta de orden y limpieza	$\%Hl = \frac{\text{Total de hr. mensuales por falta de limpieza}}{\text{Total de horas mensuales trabajadas}} \times 100\%$			13%	6%		
CR4	Falta de un plan de mejora continua	Efectividad de trabajos de mantenimientos realizados	$\%Et = \frac{N^{\circ} \text{ de trabajos de mantenimiento realizados sin fallas y a tiempo}}{N^{\circ} \text{ de trabajos de mantenimientos programados}} \times 100\%$	52%	90%	S/24,418.13	CICLO PDCA	

Fuente: Elaboración propia

2.3.4. Desarrollo AMEF

Como se mencionó la causa raíz que genera los tiempos no productivos por fallas mecánicas repetitivas es la falta un procedimiento para identificar las causas y efectos de fallas que busque reducir las horas no productivas y controlar mejor las fallas, la herramienta que permitirá lograr establecer este procedimiento es el AMEF.

Una de las ventajas potenciales del AMEF, es que esta herramienta es un documento dinámico, en el cual se puede recopilar y clasificar mucha información acerca de los defectos que se vienen presentando, la información es un capital invaluable para la empresa.

En primer lugar, debe considerarse que para desarrollar el AMEF se requiere de un trabajo previo de recolección de información; en este caso el proceso debe contar con documentación suficiente acerca de todos los elementos que lo componen.

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 en el mantenimiento de la maquinaria. 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.

Para poder implementar esta herramienta se estableció un procedimiento basado en once pasos que permitirá ir de lo estratégico a lo operativo de forma ascendente y para tomar las acciones de mejora. En la Figura 16 se puede observar el proceso.

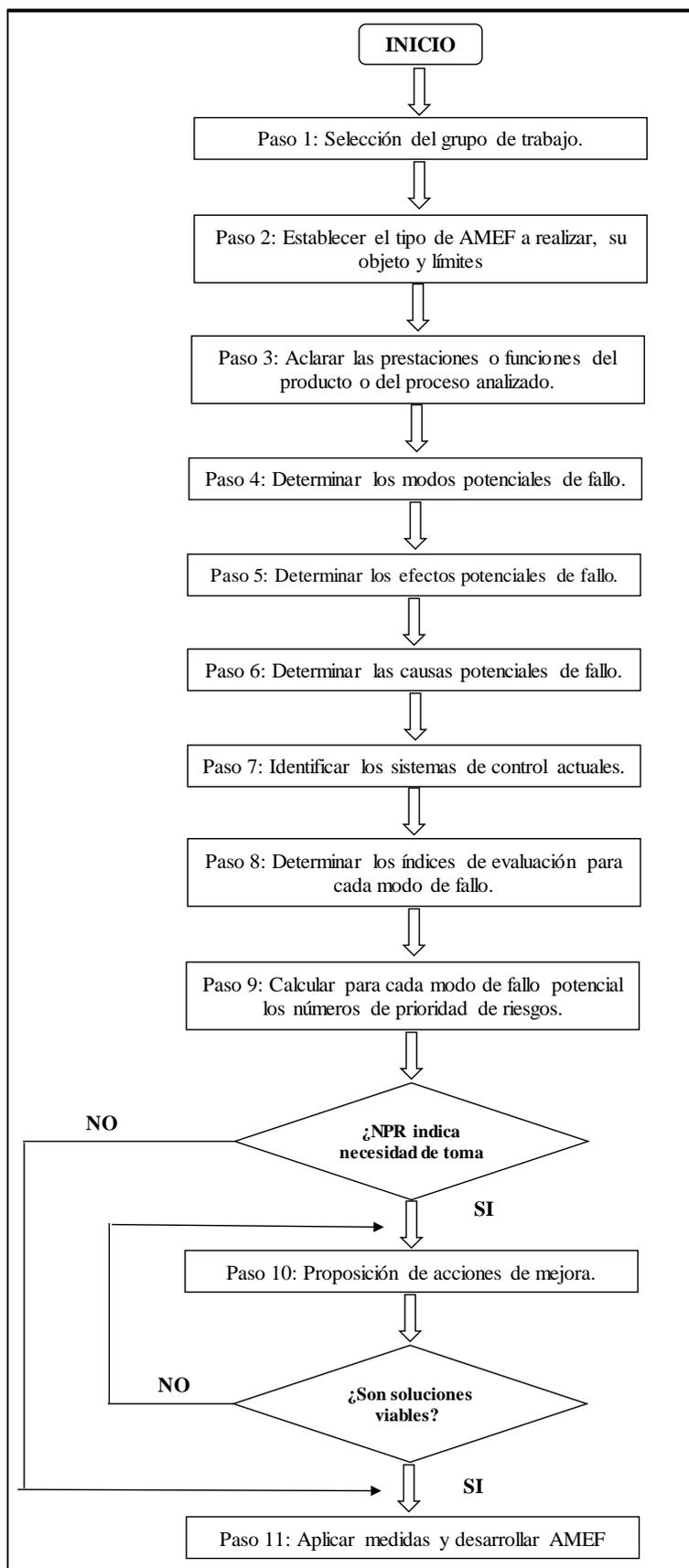


Figura 16. Diagrama de flujo del proceso de implementación AMEF

Fuente: Elaboración propia

El primer paso es seleccionar y conformar el equipo de trabajo de acuerdo con las funciones que puede realizar cada integrante. Este equipo se caracteriza por tener un responsable o coordinador con conocimientos en AMEF, quien se encarga de gestionar la metodología; además del líder se requiere de 3 o 4 personas más, con habilidades y conocimientos del proceso de mantenimiento, para conformar un grupo multidisciplinario. En la Figura 17 se puede observar la minuta de la reunión de trabajo donde se seleccionó el equipo de trabajo.

MINUTA DE REUNIÓN DE TRABAJO AMEF		
Fecha: 2 de enero de 2020	Hora inicial: 10:30 a.m.	Hora Final: 12:30 p.m.
Objetivo: Seleccionar y organizar el grupo de trabajo encargado para la implementación del AMEF		
Nombre:	Puesto:	Función:
Arantza Colmenares	Investigadora externa	Establecer la metodología y desarrollo del AMEF en los procesos de mantenimiento de la planta de impresión
Víctor Mantilla	Jefe de planta	Brindar la información de los indicadores de la gestión actual de las fallas mecánicas
Jose García	Técnico electricista	Diagnosticar las fallas eléctricas frecuentes y proponer soluciones
Martín Guevara	Técnico mecánico - eléctrico	Diagnosticar las fallas mecánicas frecuentes y proponer soluciones
Marco Agüero	Técnico soldador	Evaluar los efectos y modo de falla
Lugar de la reunión: Planta de impresión - Parque Industrial		
Puntos tratados: - Selección de personal para desarrollo de AMEF - Proceso de implementación AMEF - Estrategias de implementación AMEF		
Acuerdos tomados: - Establecer los responsables y sus funciones para establecer el AMEF - Establecer un cronograma de trabajo - Evaluar puntos en contra - Establecer estrategias para implementar AMEF correctamente - Establecer el procedimiento para implementar AMEF		
Observaciones: - La parte técnica estará a cargo de los técnicos especialistas - La parte metodológica estará a cargo del investigador externo. - La gestión de los trabajos e información a cargo del jefe de planta		

Figura 17. Formato de registro de minuta de reunión de trabajo AMEF
Fuente: Elaboración propia

Para el segundo y tercer paso es importante establecer los objetivos y alcance del AMEF. Es importante tener claro los objetivos para saber llevar de manera correcta las actividades de implementación del AMEF en el área de mantenimiento, así como también tener claro las limitaciones que se presentan.

Por otro lado, también es importante identificar cual será el alcance que tiene esta herramienta en los trabajos de mantenimiento saber de qué manera va tener un impacto sobre el problema.

FORMATO ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVOS Y ALCANCES DEL AMEF			
Tarea:	Establecimiento objetivos y alcances	Empresa:	Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.
Fecha:	3/01/2020	Proceso:	Preprensa - Prensa
Analista:	Arantza Colmenares	Área:	Mantenimiento
<p>OBJETIVOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el funcionamiento de la maquinaria. - Determinar los efectos de las fallas potenciales en la máquina rotativa GOSS. - Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial. - Analizar la confiabilidad del proceso de mantenimiento realizado. - Documentar el proceso. 		<p>LÍMITES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - No se tiene disponible toda la información de las fallas mecánicas frecuentes por falta de registros completos. - Se cuenta con tiempo limitado de los técnicos ya que gerencia pide que se realice el estudio sin descuidar las funciones diarias. 	
<p>ALCANCES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cabe mencionar que el realizar un análisis de los modos y efectos de fallas utilizando AMEF permite identificar de manera exhaustiva las causas que la origina y con esto poder establecer protocolos para actuar frente a estas circunstancias, buscando minimizar o erradicar los tiempos no productivos, todo esto de una manera sistemática. 			

Figura 18. Formato de establecimiento de objetivos y alcance del AMEF

Fuente: Elaboración propia

Para el cuarto paso es necesario definir las funciones de las partes de la maquinaria analizada e identificar todos los posibles modos de fallo. Esta identificación es un paso crítico y por ello se utilizarán todos los datos que pueden ayudar en la tarea como: los conocimientos de los expertos mediante la realización de tormentas de ideas o procesos lógicos de deducción.

En cualquier caso, se tendrá en cuenta que el uso del producto o proceso, a menudo, no es el especificado y se identificarán también los modos de fallo.

En la Tabla 8 se muestra cómo se determina los modos de falla en base al proceso y la función de la parte de la maquinaria analizada.

Tabla 8.
Determinación de modo de fallas

Descripción de la parte o proceso	Función de la parte o proceso	Modo de la falla
Rotativa GOSS	Impresión de periódicos	Excentricidad
		Caras fuera de paralelismo
	Sistema de entintado y humectación	Paredes muy delgadas
		Rugosidad fuera de especificación

Fuente: Elaboración propia

Para el quinto paso del proceso de AMEF, luego de definir la función y los modos de falla, es identificar las consecuencias potenciales del modo de falla; esta actividad debe realizarse a través de la tormenta de ideas y una vez identificadas estas consecuencias, deben introducirse en el modelo como efectos. Se debe asumir que los efectos se producen siempre que ocurra el modo de falla. El procedimiento para Consecuencias Potenciales es aplicado para registrar consecuencias remotas o circunstanciales, a través de la identificación de modos de falla adicionales, el procedimiento es el siguiente.

En la Tabla 9 se determina los efectos de falla de la máquina rotativa GOSS en base a los modos de falla del anterior paso.

Tabla 9.
Determinación de efecto de fallas

Función de la parte o proceso	Modo de la falla	Efecto de fallas
Impresión de periódicos	Excentricidad	Vibración del freno
	Caras fuera de paralelismo	Cuchilla de la fuente de tinta
Sistema de entintado y humectación	Paredes muy delgadas	Desgaste prematuro
	Rugosidad fuera de especificación	Ruido

Fuente: Elaboración propia

Para el sexto paso se deben relacionar las causas asociadas a cada falla identificada en el paso anterior, cabe resaltar que estas causas pueden ser directa o indirecta. En la Tabla 10 se muestra las causas de las fallas en base a los efectos y modos de fallas identificadas anteriormente.

Tabla 10.
Determinación de causa de fallas

Modo de la falla	Efecto de fallas	Causa de la falla
Excentricidad	Vibración del freno	Diferencias de espesores en paredes por fundición desplazada
		Sujeción incorrecta
Caras fuera de paralelismo	Cuchilla de la fuente de tinta	Ajuste incorrecto de herramienta de inyección
Paredes muy delgadas	Desgaste prematuro	Ajuste incorrecto del tren de tinta
Rugosidad fuera de especificación	Ruido	Ajuste incorrecto del tambor del tintero

Fuente: Elaboración propia

Para el séptimo paso se identificaron los controles diseñados para prevenir las posibles causas de las fallas, tanto los directos como los indirectos, o bien para detectar el modo de fallo resultante.

Esta información se obtiene del análisis de sistemas y procesos de control de la maquinaria rotativa GOSS.

Tabla 11.
Identificación de controles actuales

Efecto de fallas	Causa de la falla	Controles actuales
Vibración del freno	Diferencias de espesores en paredes por fundición desplazada	Control dimensional de espesores de pared
Cuchilla de la fuente de tinta	Sujeción incorrecta	No existen
Desgaste prematuro	Ajuste incorrecto de herramienta de inyección	Checar la primera y la 20ava periódicos impresos
Ruido	Ajuste incorrecto del tren de tinta	Checar la primera y la 20ava periódicos impresos
	Ajuste incorrecto del tambor del tintero	Checar la primera y la 20ava periódicos impresos

Fuente: Elaboración propia

En el octavo paso se debe describir el tipo de control que se tiene para detectar cada falla. Además, se debe evaluar, en una escala del 1 al 10, la capacidad de detección de la misma; entre mayor sea la posibilidad de detectar la falla, menor será la calificación. Para ello se utilizaron las siguientes tablas de valoración:

Tabla 12.
Escala de valoración de la probabilidad de ocurrencia de falla

Probabilidad de ocurrencia de la falla	
Altamente improbable	1
Muy baja probabilidad	2 - 3
Probabilidad media	4 - 6
Alta probabilidad	7 - 8
Muy alta probabilidad	9 - 10

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13.
Escala de valoración de la probabilidad de rangos de severidad de falla

Rangos de severidad de la falla	
Muy baja severidad	1
Severidad baja	2 - 3
Severidad promedio	4 - 6
Severidad alta	7 - 8
Muy alta severidad	9 - 10

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14.
Escala de valoración de la probabilidad de detección de la falla

Probabilidad de detección de la falla	
Alta probabilidad	1
Probab. Medianamente alta	2 - 5
Probabilidad media	6 - 8
Muy baja probabilidad	9
Altamente improbable	10

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15.
Escala de valoración de la probabilidad de detección de la falla

Número de probabilidad de riesgo (NPR)	
Alto riesgo de falla	500 - 1000
Probabilidad media de riesgo	125 + 499
Bajo riesgo de falla	1 - 34
No existe riesgo	0

Fuente: Elaboración propia

Para el paso nueve se debe calcular 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.

Tabla 16.
Cálculo del RPN de las causas y efectos de fallas

EFECTO DE FALLAS	CAUSA DE LA FALLA	OCURR.	SEVER.	DETECC.	NPR
Vibración del freno	Diferencias de espesores en paredes por fundición desplazada	5	5	7	175
	Sujeción incorrecta	2	5	7	70
Cuchilla de la fuente de tinta	Ajuste incorrecto de herramienta de inyección	4	5	8	160
Desgaste prematuro	Ajuste incorrecto del tren de tinta	4	7	7	196
Ruido	Ajuste incorrecto del tambor del tintero	4	5	9	190

Fuente: Elaboración propia

A.M.E.F. DE:		ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE LA FALLA							GERENCIA: ING. MANTENIMIENTO		INGENIERO(A): ARANTZA COLMENARES					
<input checked="" type="checkbox"/> PROCESO <input type="checkbox"/> DISEÑO		A.M.E.F. No. : 001		FECHA DE REVISIÓN: 14/01/2020			DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO		FECHA ELABORACIÓN: 10/01/2020							
PROVEEDOR (ES) AFECTADO (S): LIT - LIA - STV - ST		DESCRIPCIÓN		PROCESO ANALIZADO:			NÚMERO: 1302-DF001		DEPARTAMENTO INVOLUCRADO: MANTENIMIENTO		HOJA 1 DE 1					
							MODELO: B12									
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE O PROCESO	FUNCIÓN DE LA PARTE O PROCESO	MODO DE LA FALLA	EFECTO DE LA FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIONES ACTUALES	SITUACIÓN ACTUAL				ACCIONES RECOMENDADAS	RESPONSABLE	ACCIONES ADOPTADAS	EVALUACIÓN DE MEJORAS			
						O C U R R	S E V E R	D E T E C	NPR				O C U R R	S E V E R	D E T E C	NPR
Rotativa GOSS	Impresión de periódicos	Excentricidad	Vibración del freno	Diferencias de espesores en paredes por fundición desplazada	Control dimensional de espesores de pared	5	5	7	175	Verificación periódica de centrado de caja de fundición y del estado de las bujes al inicio de cada corrida. Verificación dimensional del modelo cada 500 ciclos.	Técnico mecánico eléctrico	Se implantó lo recomendado	5	3	3	45
				Sujeción incorrecta	No existen	2	5	7	70	Auditoría una vez por turno de condiciones de sujeción. Verificación dimensional en escantillón.	Técnico mecánico eléctrico	Se implantó lo recomendado	2	5	2	20
	Sistema de entintado y humectación	Caras fuera de paralelismo	Cuchilla de la fuente de tinta	Ajuste incorrecto de herramienta de inyección	Checar la primera y la 20ava periódicos impresos	4	5	8	160	Verificar la 1era y 20 avo periódico y aumentar el muestreo a 5 periódicos segundo	Técnico mecánico eléctrico	Se implantó lo recomendado	4	5	2	40
				Ajuste incorrecto del tren de tinta	Checar la primera y la 20ava periódicos impresos	4	7	7	196	Verficciar la 1era. Y 5 periódicos Introducir CEP	Técnico mecánico eléctrico	Se implantó lo recomendado	4	7	2	56
		Rugosidad fuera de especificación	Ruido	Ajuste incorrecto del tambor del tintero	Checar la primera y la 20ava periódicos impresos	4	5	9	180	Verificar con rugosímetro cada hora	Técnico mecánico eléctrico	Se implantó lo recomendado	2	5	2	20

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LA FALLA: ALTAMENTE IMPROBABLE = 1 MUY BAJA PROBABILIDAD = 2 - 3 PROBABILIDAD MEDIA = 4 - 6 ALTA PROBABILIDAD = 7 - 8 MUY ALTA PROBABILIDAD = 9 - 10	RANGOS DE SEVERIDAD DE LA FALLA: MUY BAJA SEVERIDAD = 1 SEVERIDAD BAJA = 2 - 3 SEVERIDAD PROMEDIO = 4 - 6 SEVERIDAD ALTA = 7 - 8 MUY ALTA SEVERIDAD = 9 - 10	PROBABILIDAD DE DETECCIÓN DE LA FALLA: ALTA PROBABILIDAD = 1 PROBAB. MEDIANAMENTE ALTA = 2 - 5 PROBABILIDAD MEDIA = 6 - 8 MUY BAJA PROBABILIDAD = 9 ALTAMENTE IMPROBABLE = 10	NÚMERO DE PRIORIDAD DE RIESGO (NPR): ALTO RIESGO DE FALLA = 500 - 1000 PROBAB. MEDIA DE RIESGO = 125 - 499 BAJO RIESGO DE FALLA = 1 - 134 NO EXISTE RIESGO = 0	OCURRENCIA -) SEVERIDAD -) DETECCIÓN -)	CAUSA EFECTO MODO
--	--	---	---	---	-------------------------

Figura 19. Desarrollo final del AMEF

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 20. Diagrama de Gantt para el desarrollo de las actividades de implementación del AMEF

Fuente: Elaboración propia

El último paso se muestra en la Figura 19 (Pag. 51) donde el resultado final del desarrollo del AMEF que establece las nuevas acciones a tomar para reducir las falles mecánicas repetitivas y en la Figura 20 se muestra el Diagrama de Gantt donde se describen las actividades a desarrollar para implementar el AMEF en la empresa.

Finalmente, en la Figura 21 se muestra el formato donde se resume la propuesta de implementación del AMEF y el impacto técnico – económico que tiene en la Gestión del Mantenimiento de la empresa.

FICHA TÉCNICA IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA DE MEJORA: AMEF				
Datos generales de la tarea				
Empresa:	Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.			
Dirección:	Jr. Agustín Gamarra Nro. 443 Cercado			
Localidad:	La Esperanza - Trujillo - Perú			
RUC:	20132162230			
Teléfono:	998585071			
Nombre de la tarea:	Reparación de fallas mecánicas			
Área:	Mantenimiento			
Código de la tarea:	203-045-2020			
Descripción de la mejora				
Definición del problema: Actualmente en promedio se genera 17.29 de horas no productivas por fallas mecánicas repetitivas, que genera en promedio S/. 4.005.14 de pérdida monetaria mensualmente. No existiendo control sobre estas fallas que se repiten frecuentemente y que a pesar de ello no se sabe como solucionar estas circunstancias de manera rápida y eficiente.				
Breve desarrollo de la mejora: La eliminación de los modos de fallas potenciales tiene beneficios tanto a corto como a largo plazo. A corto plazo, representa ahorros de los costos de reparaciones, las pruebas repetitivas y el tiempo de paro. El beneficio a largo plazo es mucho más difícil medir puesto que se relaciona con la satisfacción del cliente con el producto y con sus percepciones de la calidad.				
Aceptación de la mejora				
Aprobado:	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Fecha de aprobación:	13/01/2020			
Aprobado por:	Enrique Sifuentes			
Responsable de implantación:	Arantza Colmenares			
Plazo de implantación:	4 meses			
Fecha de implementación:	2/02/2020			
Horas - Hombre asignadas:	350 horas - hombre			
Presupuesto asignado:	S/. 25000			
Cuantificación de la mejora esperada				
Tiempo ahorrado anual (Hr/año)				171.84
Ahorro económico anual esperado (S/. / años)				S/ 18.795.86
Clasificación de las horas empleadas				
	Actual	Propuesto	MEJORA	
Tiempo total trabajado en el mes (Hrs)	302.05	287.73	14.32	4.74%
Pérdida monetaria por hora (S/. / hr)	109.38			
Pérdida monetaria mensual (S/.)	10287.19	8720.87	1566.32	15.23%
Nº de fallas presentadas durante el mes	13	3	10	76.92%
Clasificación de horas no productivas				
	Actual	Propuesto	MEJORA	
Total de horas trabajadas sin incidencias (Hr)	208	208	0	0.00%
Total de horas no productivas (Hr)	94.05	79.73	1.18	1.25%
Clasificación de horas no productivas				
	Actual	Propuesto	MEJORA	
Horas no productivas CR1: averías repetitivas	17.29	2.97	14.32	82.82%
Horas no productivas CR2: preparación maq.	34.36	34.36	0	0.00%
Horas no productivas CR3: desorganización	26.49	26.49	0	0.00%
Horas no productivas CR4: errores repetitivos	15.91	15.91	0	0.00%
INDICADOR PARA AMEF				
	Actual	Propuesto	MEJORA	
MTTR (TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN)	1.33	0.99	0.34	25.56%

Figura 21. Formato de registro de propuesta de implementación de AMEF

Fuente: Elaboración propia

2.3.5. Desarrollo SMED

Actualmente la empresa tiene una variedad de periódicos compuesto de varios suplementos que tiene que imprimir en cantidades limitadas y en un tiempo corto, luchando contra el reloj diariamente. Y gerencia espera tener siempre calidad, coste y plazo bajo control en planta. Por lo que es un reto para las áreas operativas de la empresa incrementar la flexibilidad, resulta crítico reducir al mínimo los tiempos en los tiempos de preparación de maquinaria que es la esencia de la filosofía del SMED. En la Figura 22 Se establece el procedimiento metodológico para la implementación del SMED en las operaciones de preparación de máquina.

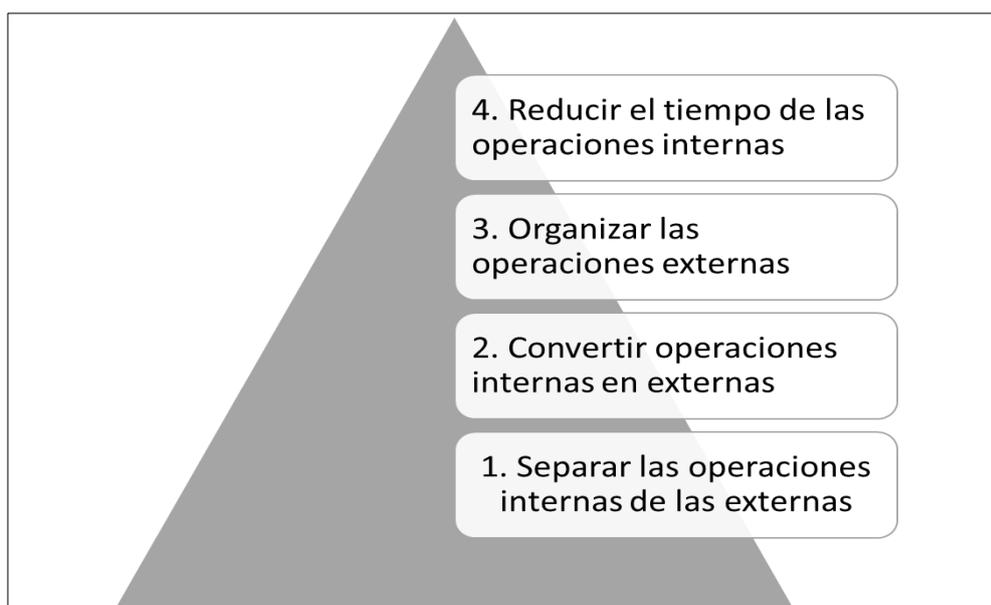


Figura 22. Procedimiento establecido para la implementación del SMED
Fuente: Elaboración propia

En la primera etapa para aplicar SMED es poder diferenciar entre las preparaciones internas y externas. Se debe hacer un especial esfuerzo y ser meticulosos en diferenciar todas las operaciones que realmente son externas pues esta diferencia puede reducir entre un 30% y un 50% el tiempo de preparación interna. En la Figura 23 se puede observar este análisis.

DATOS DE LA TAREA Y RESUMEN DEL ESTUDIO DE MÉTODOS PARA LA PREPARACIÓN DE LA ROTATIVA GOSS																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Parámetros Técnicos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ejes por casete:</td> <td>5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Velocidad puente grúa</td> <td>1</td> <td>m/s</td> </tr> <tr> <td>Velocidad trans puente grúa</td> <td>0.5</td> <td>m/s</td> </tr> <tr> <td>Subir o bajar puente grúa</td> <td>29</td> <td>Sg.</td> </tr> </tbody> </table>					Parámetros Técnicos			Ejes por casete:	5		Velocidad puente grúa	1	m/s	Velocidad trans puente grúa	0.5	m/s	Subir o bajar puente grúa	29	Sg.	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Parámetros Técnicos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N° de casetes a cambiar</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Paquetes por enganche:</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Posicionamiento transversal</td> <td>12.5 m</td> </tr> </tbody> </table>						Parámetros Técnicos		N° de casetes a cambiar	4	Paquetes por enganche:	2	Posicionamiento transversal	12.5 m
Parámetros Técnicos																																	
Ejes por casete:	5																																
Velocidad puente grúa	1	m/s																															
Velocidad trans puente grúa	0.5	m/s																															
Subir o bajar puente grúa	29	Sg.																															
Parámetros Técnicos																																	
N° de casetes a cambiar	4																																
Paquetes por enganche:	2																																
Posicionamiento transversal	12.5 m																																
TARE A	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	TIPO	DISTANCIA	Tiempo Unitario (seg)	Unidades	Tiempo de operación (seg)	N° de operarios	Tiempo Hombre (seg)	OPERACIÓN EXTERNA	OPERACIÓN INTERNA																							
PREPARACIÓN DE TORNO	Encender interruptor del área de trabajo	○		25.00	1.00	25.00	1.00	25.00		X																							
	Posicionar bobinas de papel	⇒	45.00	128.00	1.00	128.00	1.00	128.00		X																							
	Inspeccionar limpieza de los ejes rotativos	□		114.00	1.00	114.00	1.00	114.00		X																							
	Desplazamiento a quitar brazos	⇒		15.00	1.00	15.00	11.00	15.00		X																							
	Limpieza de bancada	○		20.00	5.00	100.00	1.00	100.00		X																							
	Limpieza de chuck	○		47.28	8.00	378.24	1.00	378.24		X																							
	Transportar bobinas hacia posición inicial	⇒		96.25	8.00	770.00	1.00	770.00		X																							
	Limpieza de rodillos de impresión	○		32.67	4.00	130.68	1.00	130.68		X																							
	Desplazar	⇒		30.33	8.00	242.64	1.00	242.64		X																							
	Lubricación de bancada	○		48.75	4.00	195.00	1.00	195.00		X																							
	Lubricación de ejes de los rotores	○		90.00	4.00	360.00	1.00	360.00		X																							
	Lubricación de engranajes de motor	○		178.00	1.00	178.00	1.00	178.00		X																							
	Encender interruptor principal de la rotativa GOSS	○		42.07	20.00	841.40	1.00	841.40	X																								
	Encender interruptor auxiliar	○		31.00	1.00	31.00	1.00	31.00	X																								
	Colocar placas de impresión	○		97.00	1.00	97.00	1.00	97.00	X																								
	TOTAL						3605.96		3605.96																								

Figura 23. Formato de registro de clasificación de actividades de preparación
Fuente: Elaboración propia

Cabe aclarar que las operaciones internas son aquellas que hay que hacerlas con la máquina parada y las externas son aquellas que se pueden hacer con la máquina encendida.

Es muy útil realizar una lista de comprobación con todas las partes y pasos necesarios para una operación, incluyendo nombres, especificaciones, herramientas, parámetros de la máquina, etc. A partir de esa lista realizaremos una comprobación para asegurarnos de que no hay errores en las condiciones de operación, evitando pruebas que hacen perder el tiempo.

Para la segunda etapa es necesario revisar los ajustes que se asocian normalmente a la posición relativa de las piezas y útiles auxiliares, pero una vez hecho el cambio, se demora un tiempo en lograr imprimir los periódicos de manera correcta, siempre las primeras impresiones salen con error en las impresiones hasta ajustarse los colores. Se llama ajuste en realidad a las no conformidades que a base de prueba y error van surgiendo hasta hacer que el producto reúna las especificaciones necesarias.

Para el desarrollo de la propuesta se partirá de la base de que los mejores ajustes son los que no se necesitan, por eso se recurre a fijar las posiciones. Se busca recrear las mismas condiciones que la última vez que se fabricó. Como muchos ajustes pueden ser realizados con la máquina en marcha, se recomienda que todas las actividades sean estandarizadas para precisar el espacio requerido y para acomodar los diferentes útiles que se utilizan.

A continuación, en la Figura 24 se resumen las mejoras realizadas en las actividades, donde se agruparon 6 actividades para convertirlas en actividades externas, reduciendo considerablemente el tiempo de preparación en esta segunda fase.

DATOS DE LA TAREA Y RESUMEN DEL ESTUDIO DE MÉTODOS PARA LA PREPARACIÓN DE LA MÁQUINA ROTATIVA GOSS																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Parámetros Técnicos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ejes por casete:</td> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Velocidad puente grúa</td> <td>1</td> <td>m/s</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Velocidad trans puente grúa</td> <td>0.5</td> <td>m/s</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Subir o bajar puente grúa</td> <td>29</td> <td>Sg.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Parámetros Técnicos					Ejes por casete:	5				Velocidad puente grúa	1	m/s			Velocidad trans puente grúa	0.5	m/s			Subir o bajar puente grúa	29	Sg.			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Parámetros Técnicos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N° de casetes a cambiar</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Paquetes por enganche:</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Posicionamiento transversal</td> <td>12.5 m</td> </tr> </tbody> </table>						Parámetros Técnicos		N° de casetes a cambiar	4	Paquetes por enganche:	2	Posicionamiento transversal	12.5 m
Parámetros Técnicos																																											
Ejes por casete:	5																																										
Velocidad puente grúa	1	m/s																																									
Velocidad trans puente grúa	0.5	m/s																																									
Subir o bajar puente grúa	29	Sg.																																									
Parámetros Técnicos																																											
N° de casetes a cambiar	4																																										
Paquetes por enganche:	2																																										
Posicionamiento transversal	12.5 m																																										
TAREA	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	TIPO	DISTANCIA	Tiempo Unitario (seg)	Unidades	Tiempo de operación (seg)	N° de operarios	Tiempo Hombre (seg)	OPERACIÓN EXTERNA	OPERACIÓN INTERNA																																	
	Encender interruptor del área de trabajo	○		47.28	8.00	378.24	1.00	378.24		X																																	
	Transportar herramientas y bobinas	⇒		96.25	8.00	770.00	1.00	770.00		X																																	
	Lubricación de bancada	○		32.67	4.00	130.68	1.00	130.68		X																																	
	Desplazar bobinas	⇒		30.33	8.00	242.64	1.00	242.64		X																																	
	Lubricación de rodillos de impresión	○		48.75	4.00	195.00	1.00	195.00		X																																	
	Encender interruptor principal de la máquina rotativa goss	○		90.00	4.00	360.00	1.00	360.00	X																																		
	Lubricación de engranajes de motor	○		178.00	1.00	178.00	1.00	178.00	X																																		
	Encender interruptor auxiliar del torno	○		42.07	20.00	841.40	1.00	841.40	X																																		
	Colocar la placas	○		31.00	1.00	31.00	1.00	31.00	X																																		
	Quitar útiles	○		97.00	1.00	97.00	1.00	97.00	X																																		
	TOTAL					3223.96		3223.96																																			

Figura 24. Formato de registro de conversión de actividades internas a externas

Fuente:

Elaboración

propia

Como las actividades externas se pueden hacer con la máquina en marcha, para la tercera etapa el equipo debe de hacer un ejercicio de planificación con el objeto de que todas las actividades externas estén preparadas en el momento que vaya a comenzar el proceso de cambio de referencia. En la Figura 25 se muestra el formato de mejora para reducir los tiempos de búsqueda de herramientas.

		Jun-18																												
Responsable: Luis Espino	Máquina:	ROTATIVA GOSS																												
DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORA																														
																														
SITUACIÓN																														
Existen puntos específicos que conciernen a la regulación de la altura de brazo, donde se hace indispensable el uso de alguna herramienta para poder desajustarlos.																														
EFFECTOS																														
Las espigas son parte de la cadena de arrastre, que por su constante funcionamiento, en ocasiones suele romperse.																														
ACCIÓN		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nº</th> <th>cant.</th> <th>Componentes</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>Destornilladores planos</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>Destornillador estrella</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1</td> <td>Alicate universal</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1</td> <td>Alicate punta plana</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1</td> <td>Llave francesa</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>3</td> <td>Espigas de repuesto</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">Foto N°8</p>	Nº	cant.	Componentes		1	2	Destornilladores planos		2	1	Destornillador estrella		3	1	Alicate universal		4	1	Alicate punta plana		5	1	Llave francesa		6	3	Espigas de repuesto	
Nº	cant.		Componentes																											
1	2		Destornilladores planos																											
2	1	Destornillador estrella																												
3	1	Alicate universal																												
4	1	Alicate punta plana																												
5	1	Llave francesa																												
6	3	Espigas de repuesto																												
PROPUESTA																														
Las herramientas facilitaran la realización de intervenciones de reparación menores, sin tener que hacer búsquedas ni extensos recorridos, la vitrina estará a disposición única de los operadores de turno.																														
La vitrina de herramientas será instalada en cada motor rotor, y deberá contar con las siguientes herramientas frecuentes y repuestos básicos																														

Figura 25. Formato de registro de mejora SMED

Fuente: Elaboración propia

En la última fase el equipo debe de plantear ideas de mejora para reducir los tiempos de ejecución de las actividades internas. Se debe realizar mejoras en las operaciones elementales de preparación. Que, si bien se pueden someter, como método operatorio que son, al análisis de métodos y las propuestas de mejora.

Adoptar modos o métodos para la realización de operaciones paralelas en la Rotativa Goss. Las tareas sobre los rodillos de impresión, el banco y las grandes prensas, generan actividades de preparación en ambos lados o en la parte frontal y trasera de la máquina. Si solamente un operario realiza estas operaciones, se despilfarra mucho tiempo y movimientos, conforme se traslada de un lado a otro o del frente a la parte trasera y alrededor de la máquina. Pero cuando dos personas realizan simultáneamente operaciones paralelas, el tiempo de preparación usualmente se reduce en más de la mitad, debido a las economías de movimiento. Cuando se emplean tales operaciones paralelas, las horas-hombre de preparación son las mismas o menores que si se hiciese con un solo trabajador, pero la tasa de operación de la máquina se incrementa. El método es rechazado a menudo, por directivos que creen que no pueden disponer de otro trabajador para ayudar en las tareas de preparación. En la Figura 26 se muestra el formato donde se registra las mejoras para esta última etapa del SMED.

Una vez que se ha definido una idea de mejora y esta ha sido aceptada por todos, el equipo debe definir el Plan de acción a seguir para implementar esa idea de mejora como se muestra en la Figura 27.

Finalmente, en la Figura 28 se muestra el formato donde se resume la propuesta de implementación del SMED y el impacto técnico – económico.

DATOS DE LA TAREA Y RESUMEN DEL ESTUDIO DE MÉTODOS PARA LA PREPARACIÓN DE LA MÁQUINA ROTATIVA GOSS

Parámetros Técnicos		
Ejes por casete:	5	
Velocidad puente grúa	1	m/s
Velocidad trans puente grúa	0.5	m/s
Subir o bajar puente grúa	29	Sg.

Parámetros Técnicos	
N° de casetes a cambiar	4
Paquetes por enganche:	2
Posicionamiento transversal	12.5 m

TAREA	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	TIPO	DISTANCI A	Tiempo Unitario (seg)	Unidades	Tiempo de operación (seg)	N° de operarios	Tiempo Hombre (seg)
	Encender interruptor del área de trabajo	○		32.67	3.00	98.01	1.00	98.01
	Desplazar	⇨		30.33	5.00	151.65	1.00	151.65
	Lubricación de bancada	○		48.75	3.00	146.25	1.00	146.25
	Lubricación de rodillos de impresión y engranajes	○		42.07	10.00	420.70	1.00	420.70
	Encender interruptor principal y auxiliar de la maq	○		31.00	1.00	31.00	1.00	31.00
	Colocar placas de impresión	○		97.00	1.00	97.00	1.00	97.00
	TOTAL					944.61		944.61

Figura 26. Formato de registro de las mejoras realizadas en la última etapa del SMED

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	
Separar las operaciones internas de las externas	Reunión de trabajo con los encargados de planta y mantenimiento																	Minuta de trabajo
	Elaboración de formato de registro de clasificación de actividades de preparación																	Fotos, Formato
Convertir operaciones internas en externas	Reevaluar y comprobar que no se ha dado ningún paso erróneo en la fase anterior																	Informe (Parte N° 1)
	Pre reglaje de herramienta																	Informe (Parte N° 2)
	Eliminación de ajustes																	Archivo en Excel con datos
	Redacción de informe segunda etapa																	Informe de Diagnostico
Organizar las operaciones externas	Utilización de anclajes funcionales																	Informe (Parte N° 3)
	Útiles complementarios																	Informe (Parte N° 4)
	Completar todo pre-trabajo antes de iniciar el cambio																	Informe (Parte N° 5)
	Utilizar marcas visuales, en lugar de hacer ajustes al tanteo																	Informe (Parte N° 6)
	Eliminar pasos de búsqueda de herramientas o materia prima o productos.																	Informe (Parte N° 7)
Reducir el tiempo de las operaciones internas	Redacción de informe segunda etapa																	Informe (Parte N° 8)
	Ejecución de operación en paralelo																	Informe de Diagnostico
	Estandarización de las tareas																	Diagrama de distribución
DOCUMENTACION	Elementos de fijación rápidos																	Fotos con nuevo reorganizacion
	Documentación de propuesta de mejora																	Informe de propuesta
	Elaboración de informes sobre avance de SMED																	informe de avances

Figura 27. Diagrama de Gantt del plan de actividades para implementación del SMED

Fuente: Elaboración propia

FICHA TÉCNICA IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA DE MEJORA: SMED

Datos generales de la tarea				
Empresa:	Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.			
Dirección:	Jr. Agustín Gamarra Nro. 443 Cercado			
Localidad:	La Esperanza - Trujillo - Perú			
RUC:	20132162230			
Teléfono:	998585071			
Nombre de la tarea:	Reducción de tiempos de preparación Rotativa GOSS			
Área:	Mantenimiento			
Código de la tarea:	203-045-2020			

Descripción	Actual	Propuesto	MEJORA	
Tiempo total trabajado en el mes (Hrs)	302.05	269.1135	32.9365	10.90%
Pérdida monetaria por hora (S./hr)	109.38			
Pérdida monetaria mensual (S./)	10287.19	6684.59	3602.59	35.02%
N° de fallas presentadas durante el mes	13	3	10	76.92%
Clasificación de las horas empleadas	Actual	Propuesto	MEJORA	
Total de horas trabajadas sin incidencias (Hr)	208	208	0	0.00%
Total de horas no productivas (Hr)	94.05	61.1135	1.54	1.64%
Clasificación de horas no productivas	Actual	Propuesto	MEJORA	
Horas no productivas CR1: averías repetitivas	17.29	2.97	14.32	82.82%
Horas no productivas CR2: preparación maq.	34.36	15.74	18.62	54.18%
Horas no productivas CR3: desorganización	26.49	26.49	0	0.00%
Horas no productivas CR4: errores repetitivos	15.91	15.91	0	0.00%
INDICADOR PARA SMED	Actual	Propuesto	MEJORA	
% De horas no productivas por preparación de maquinaria	16.52%	7.57%	8.95%	54.18%

Descripción de la mejora	
Definición del problema: Actualmente en promedio se genera 34.36 de horas no productivas por preparación de maquinaria, que genera en promedio S/. 4,060.95 de pérdida monetaria mensualmente. No existiendo un método estandarizado que permita preparar la maquinaria de manera rápida y eficiente.	
Breve desarrollo de la mejora: Al disminuir el tiempo de preparación, se logrará aumentar la capacidad de producción. También se usará para obtener flexibilidad ya que se con esto de podrá tener tiempos de holguras ante cualquier percance que se presente. Asegurando en cumplir con los plazos de fabricación.	

Aceptación de la mejora	
Aprobado:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Fecha de aprobación:	13/01/2020
Aprobado por:	Enrique Sifuentes
Responsable de implantación:	Arantza Colmenares
Plazo de implantación:	4 meses
Fecha de implementación:	2/02/2020
Horas - Hombre asignadas:	350 horas - hombre
Presupuesto asignado:	S/. 25000

Cuantificación de la mejora esperada	
Tiempo ahorrado anual (Hr/año)	223.40
Ahorro económico anual esperado (S./ años)	S/ 24,296.10

Figura 28. Formato de registro de propuesta de implementación de SMED

Fuente: Elaboración propia

2.3.6. Desarrollo 5S

Como se sabe las 5S es uno de los conceptos principales de las reglas de operación para las actividades de grandes industrias y es una de las herramientas de mejora que consigue excelentes resultados con una baja inversión. Las 5S incluyen métodos para gestionar los activos (personal, instalaciones y equipos) que brindan soporte a las operaciones (flujo de

información). Como se sabe la empresa tiene 26.49 horas no productivas por falta de orden y limpieza es por eso que es la herramienta ideal para solucionar estos problemas son las 5S. A continuación, en la Figura 29 se muestra el procedimiento metodológico para la implementación de las 5S.

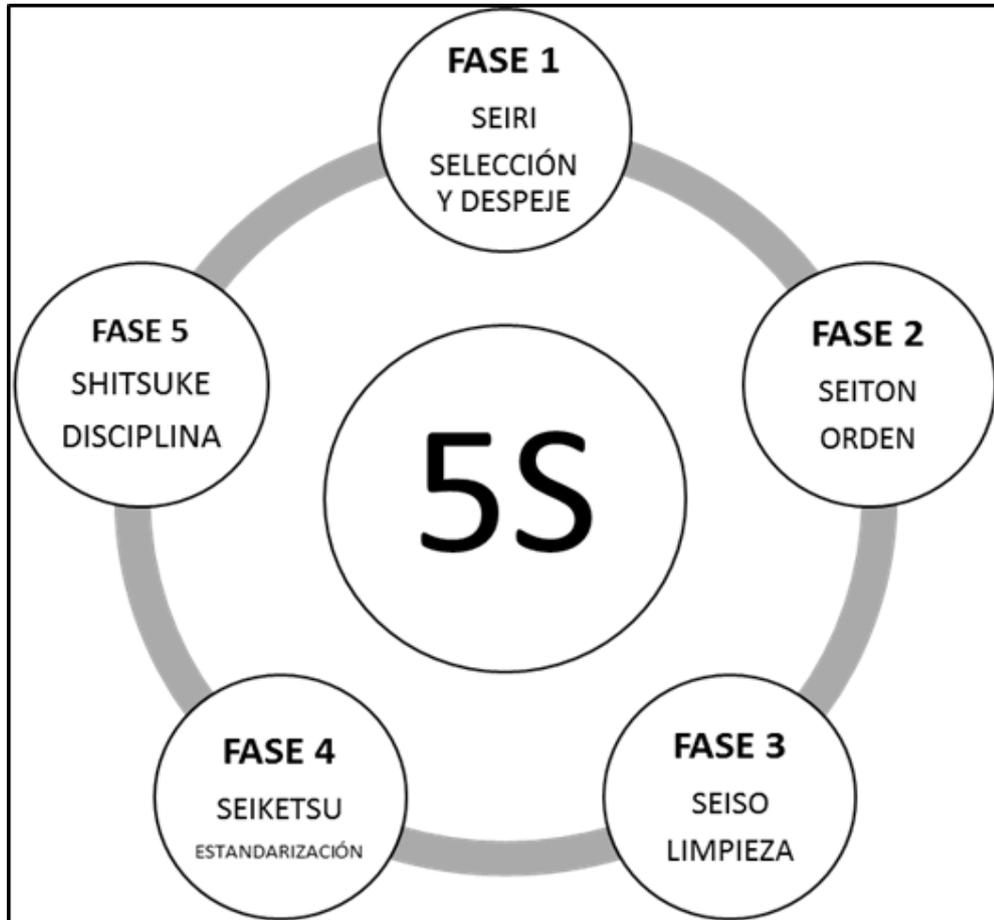


Figura 29. Procedimiento de implementación de las 5S

Fuente: Jaume, 2015

En la primera etapa se busca identificar os elementos necesarios de los innecesarios en el área de trabajo, separarlos y deshacerse de los últimos, evitando que vuelvan a aparecer. En esta etapa se retirarán del puesto de trabajo todos los elementos que no sean necesarios para la ejecución del trabajo. El equipo de trabajo realizará las siguientes actividades para como se muestra en la Figura 30 para llevar a cabo esta etapa.

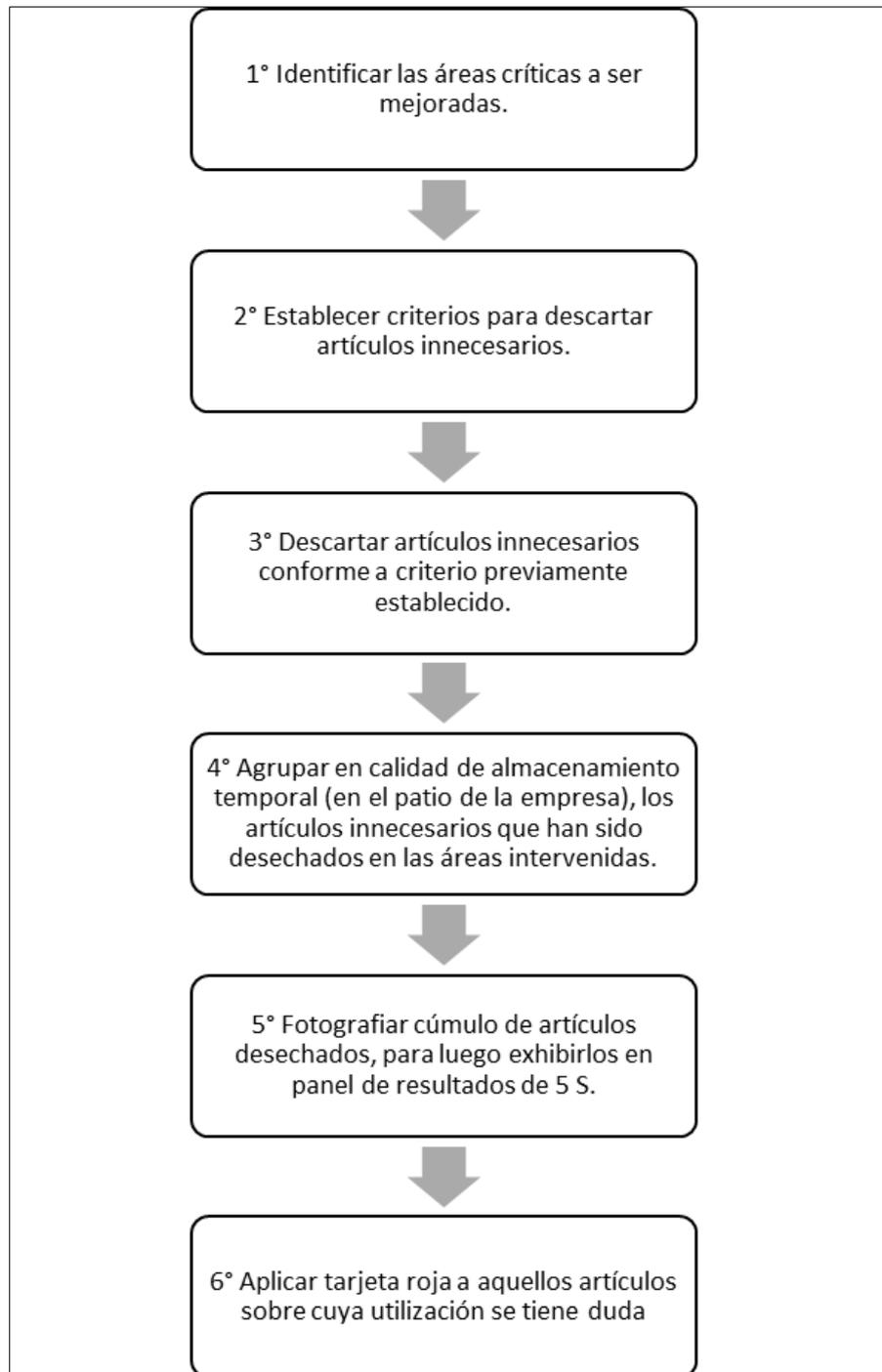


Figura 30. Procedimiento para implantar la Primera S

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 31 se puede observar cómo se clasificaron los materiales, con esta evaluación, es posible hacer un levantamiento de todos los documentos, equipos, herramientas y stock de la empresa, separando y descartando aquello que ya no sirve más y puede, eventualmente, quedarse entubando el espacio.

DOCUMENTO 4 - INVENTARIO DE ARTÍCULOS NECESARIOS E INNECESARIOS (SEIRI)										
Tarea:		Implementación SEIRI			Empresa:		Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.			
Fecha:		2/01/2020			Proceso:		Impresión			
Analistas:		Arantza Colmenares			Área:		Mantenimiento			
Nº	NOMBRE DEL ELEMENTO	ACCIÓN SUGERIDA					CATEGORÍA	Nº TARJETA ROJA	RAZÓN	DESTINO
		AGRUPAR	ELIMINAR	REUBICAR	REPARAR	RECICLAR				
1	WAÍPE	X					MATERIAL DE LIMPIEZA	54757	NO PERTENECE AL ÁREA	ALMACÉN DE LIMPIEZA
2	ACEITE TRIPLE A			X			INSUMOS	55241	NO PERTENECE AL ÁREA	ALMACÉN GENERAL
3	POTE DE GRASA	X					INSUMOS	56969	NO PERTENECE AL ÁREA	ALMACÉN DE LIMPIEZA
4	BALON DE OXIPROPILENO		X				INSUMOS	54728	NO PERTENECE AL ÁREA	ALMACÉN DE DESPERDICIO
5	ALICATE	X					HERRAMIENTAS	54758	NO PERTENECE AL ÁREA	ALMACÉN GENERAL
6	SIERRA DE MANGO			X			HERRAMIENTAS	56986	NO PERTENECE AL ÁREA	ALMACÉN GENERAL
7	REFRIGERANTE			X			INSUMOS	54568	NO PERTENECE AL ÁREA	ALMACÉN GENERAL
8	LLAVE BOCA FIJA	X					HERRAMIENTAS	52451	NO PERTENECE AL ÁREA	ALMACÉN GENERAL
9	ESCOBA	X					MATERIAL DE LIMPIEZA	53654	NO PERTENECE AL ÁREA	ALMACÉN GENERAL
10	PISTOLA HVLP				X		HERRAMIENTAS	85475	NO PERTENECE AL ÁREA	ALMACÉN GENERAL
11	LIJADORA Y TACO	X					HERRAMIENTAS	25468	NO PERTENECE AL ÁREA	ALMACÉN GENERAL
12	LIJADORA ROTO ORBITAL				X		HERRAMIENTAS	54269	NO PERTENECE AL ÁREA	ALMACÉN GENERAL
13	MEDIDOR DE ESPESOR				X		HERRAMIENTAS	52458	NO PERTENECE AL ÁREA	ALMACÉN GENERAL
14	MARTILLO DE BOLA			X			HERRAMIENTAS	53694	NO PERTENECE AL ÁREA	ALMACÉN GENERAL
15	BROCAS DE TALADRO					X	HERRAMIENTAS	52148	NO PERTENECE AL ÁREA	ALMACÉN GENERAL
16	CINCELES			X			HERRAMIENTAS	56218	NO PERTENECE AL ÁREA	ALMACÉN GENERAL
17	MORDAZAS AUTOBLOCANTES					X	HERRAMIENTAS	25874	NO PERTENECE AL ÁREA	ALMACÉN GENERAL
18	PISTOLA DE EXTRUSIÓN				X		HERRAMIENTAS	36958	NO PERTENECE AL ÁREA	ALMACÉN GENERAL
19	METRO			X			HERRAMIENTAS	42158	NO PERTENECE AL ÁREA	ALMACÉN GENERAL
20	PELACABLE			X			HERRAMIENTAS	12548	NO PERTENECE AL ÁREA	ALMACÉN GENERAL
21	DETECTOR DE VOLTAJE			X			HERRAMIENTAS	12564	NO PERTENECE AL ÁREA	ALMACÉN GENERAL
22	COCHE PORTA MATERIALES				X		HERRAMIENTAS	25899	NO PERTENECE AL ÁREA	ALMACÉN GENERAL
23	CARRITO DE HERRAMIENTAS				X		HERRAMIENTAS	26545	NO PERTENECE AL ÁREA	ALMACÉN GENERAL

Figura 31. Formato de inventario de artículos necesarios e innecesarios (SEIRI)

Fuente: Elaboración propia

El segundo paso es el desarrollo de “SEITON” (Organización) en esta fase se busca ordenar todos los ambientes de la línea de producción mediante la técnica de señalización de puestos de trabajo, las principales herramientas que se debe utilizar es el mapa de codificación de estaciones y señalización para marcar e identificar cada estación de trabajo y el Check List para auditoría de limpieza, orden y clasificación. En la Figura 32 se muestra el formato con el que se trabajó para poder registrar la forma correcta de organizar las herramientas que quedaron como utilizables.

DOCUMENTO 12 - CONTROL VISUAL (SEITON)			
Tarea:	Implementación SEITON	Empresa:	La Industria Trujillo S.A.
Fecha:	2/01/2020	Proceso:	Orden y limpieza
Analistas:	Arantza Colmenares	Área:	Mantenimiento
			
<p>En este panel las herramientas se colocan en la silueta que le corresponda</p>			
<p>La imagen o símbolo por si solo denota condición de riesgo o peligro</p>			

Figura 32. Formato de registro de control visual (SEITON)

Fuente: Elaboración propia

La tercera etapa o fase es la limpieza básica del área, estableciendo la frecuencia para dicha limpieza de forma regular. Esto va desde la limpieza de las herramientas y mesa de trabajo hasta el fregado de los suelos. El equipo debe efectuar la limpieza inicial para que funcione luego el plan de limpieza establecido.

Estamos en el punto de implantación efectiva; es decir, Limpiar. Es conveniente eliminar el concepto de limpieza como actividad externa al proceso. Se han de definir los métodos de limpieza, los responsables y su frecuencia de ejecución.

Para ello fue necesario establecer un método para organizar la implementación de esta S como se muestra en la Figura 33 y en la Figura 34 el formato de Check List para la limpieza.

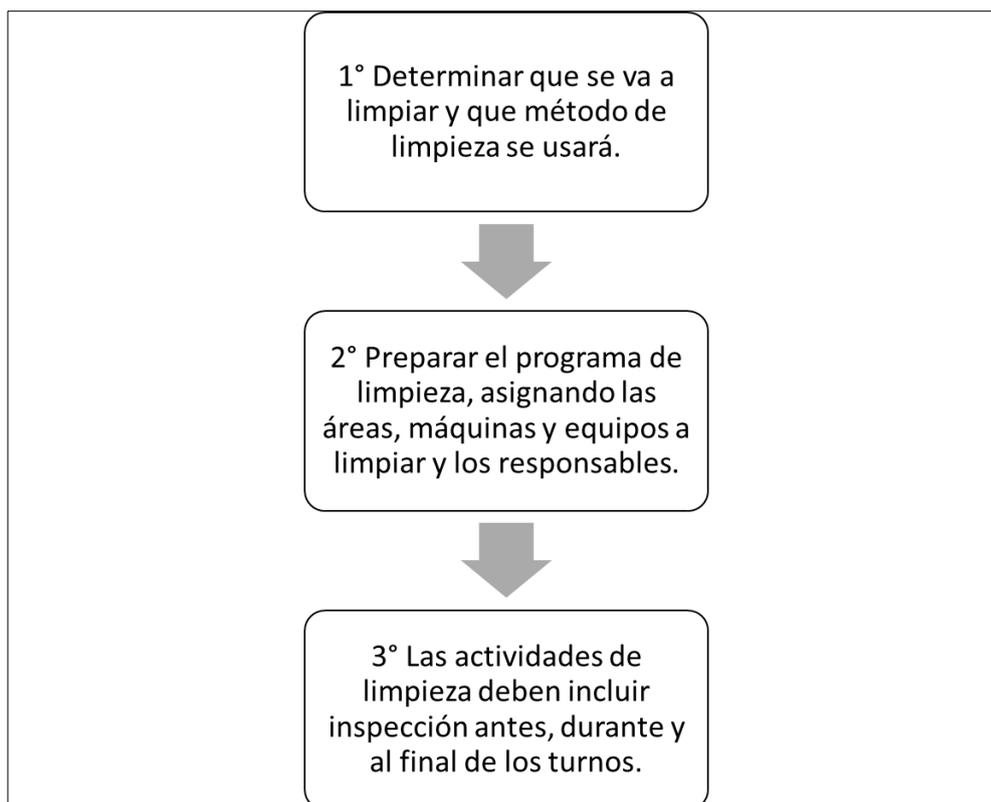


Figura 33. Procedimiento para implantar la Tercera S

Fuente: Elaboración propia

DOCUMENTO 16: CHECK LIST PARA LIMPIEZA (SEISO)					
Tarea:	Implementación SEISO	Empresa:	La Industria Trujillo S.A.		
Fecha:	2/01/2020	Proceso:	Limpieza		
Analistas:	Arantza Colmenares	Área:	Mantenimiento		
					
N°	ASPECTOS	BUENO	MALO	N/A	OBSERVACIONES
1	Los equipos y máquinas se encuentran con sus protectores y guardas correspondientes.	X			
2	Las paredes, techos, ventanas y pisos se encuentran limpios de polvo.	X			
3	Los pisos y pasadizos se encuentran bien señalizados y libres de obstáculos.	X			
4	Los estantes y anaqueles donde son ubicados los repuestos, insumos y materiales se encuentran clasificados, ordenados y limpios.	X			
5	Los pisos se encuentran secos, libres de derrames de combustibles y grasas, disponen de bandejas para recepción de líquidos derramados.	X			
6	Se cuenta con trampas de aceites y grasas de las zanjas de mantenimiento y se encuentran señalizados y limpios.	X			
7	Disponen de los equipos, herramientas y materiales necesarios para hacer la limpieza.	X			
8	Las mesas de trabajo se encuentran ordenadas y limpias, libres de grasas, virutas u otros objetos innecesarios.	X			

Figura 34. Formato de registro para Check List para limpieza

Fuente: Elaboración propia

Llegamos, entonces, al Seiketsu, que nos trae el concepto de normalización, de hacer cotidiano y sistematizar los nuevos valores y patrones impuestos por Seiri, Seiton y Seiso. Es aquí donde ocurre el establecimiento de rutinas y normas que mantendrán el nuevo modelo.

Con ese sentido, es posible dejar a mano todo lo que es de uso diario y en lugares más reservados lo que sólo es pedido en determinados momentos; crear un sentido de vigilancia de todos los colaboradores con la limpieza; fijar patrones que mantengan la organización – como el uso de etiquetas, paneles de control y estanterías, por ejemplo – y así sucesivamente.

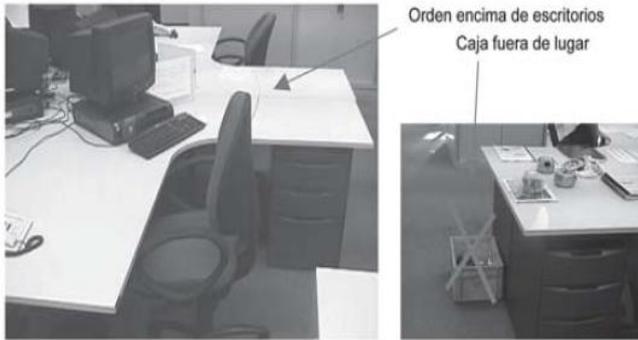
DOCUMENTO 21 - ORDEN AL FINAL DEL TURNO (SEIKETSU)				
<i>Tarea:</i>	Implementación SEIKETSU	<i>Empresa:</i>	La Industria de Trujillo S.A	
<i>Fecha:</i>	3/01/2020	<i>Proceso:</i>	Estandarización	
<i>Analistas:</i>	Arantza Colmenares	<i>Área:</i>	Mantenimiento	
OBJETIVO	CONTROL	NORMAL	ANORMAL => QUIÉN HACE QUÉ	
5S	Estándar Visual	Situación igual a la foto	Situación diferente a foto	La persona que la utilice debe regresar al estándar inmediatamente.
				
Observaciones: Nada encima del escritorio al final del turno.				
Ubicación de la ficha: Panel 5S			Poner aquí el responsable de zona: TODOS	
			Fecha:	

Figura 35. Formato de registro de actividades estandarizadas

Fuente: Elaboración propia

La forma de mantener la limpieza en el tiempo es con seguimiento. Es el momento de controlar la implementación efectiva de las 5s. Para ello

verificaremos los resultados obtenidos y, de forma continua, buscaremos oportunidades de mejora.

Aplicando Campañas de Limpieza quedaremos en el mejor de los casos a la tercera S. Para conseguir una implantación eficaz y eficiente de las 5s es necesario introducir todo el proceso productivo en el ciclo de mejora; para ello es necesario comenzar con la implicación de todo el personal; aspecto sencillo si se explican y demuestran las ventajas de su implementación.

En la Figura 36 se muestra el procedimiento para la implementación de Shitsuke y en la Figura 37 el formato de auditorías para dar seguimiento a las actividades de 5S.

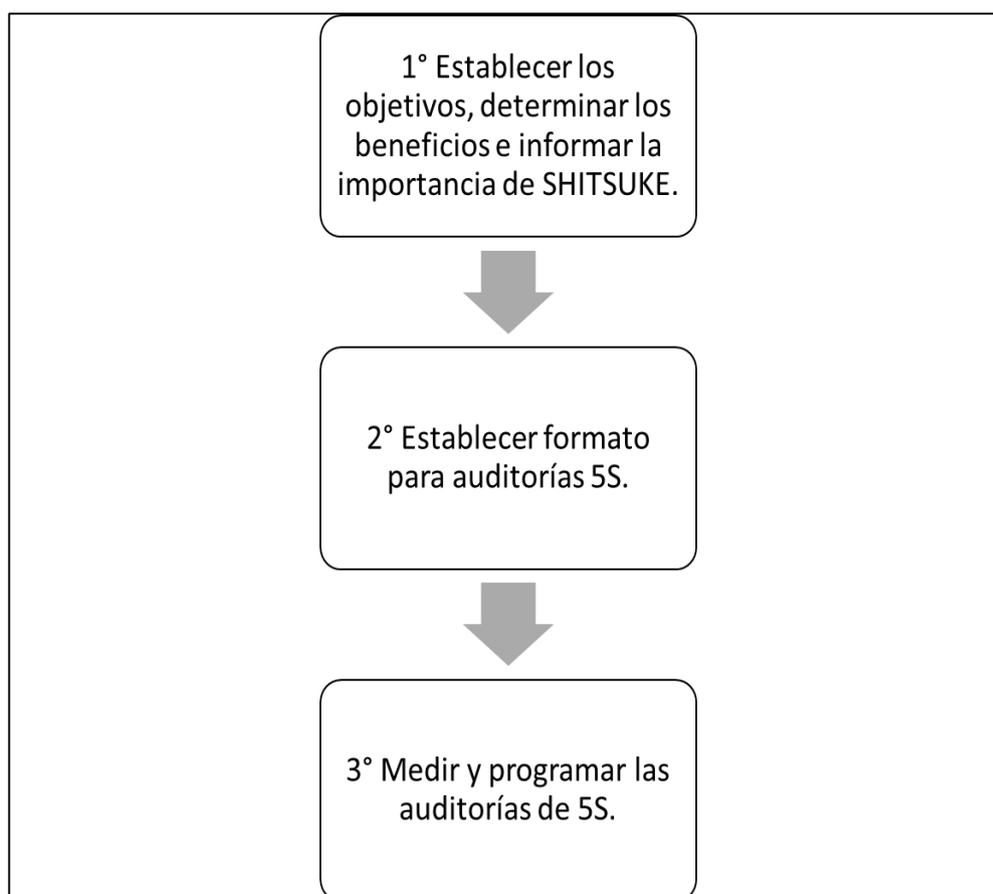


Figura 36. Procedimiento para implementación de la quinta S

Fuente: Elaboración propia

DOCUMENTO 24: FORMATO AUDITORÍA 5S (SHITSUKE)																					
Tarea:	Implementación SHITSUKE	Empresa:																			
Fecha:		Proceso:																			
Analistas:		Área:																			
Empresa :		Auditoria 5s																			
Area: Producción		Auditor :																			
		Dia :																			
Sistema de puntuación			Objetivo Real																		
0 Inexistente - No se aprecia ninguna realidad respecto a lo preguntado 1 Insuficiente - El grado de cumplimiento es menor del 40% 2 Bien - El grado de cumplimiento es mayor del 40% y menor del 90% 3 Excelente - El grado de cumplimiento es mayor del 90%			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>1ª s</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2ª s</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3ª s</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4ª s</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5ª s</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Total</td><td></td><td></td></tr> </table>	1ª s			2ª s			3ª s			4ª s			5ª s			Total		
1ª s																					
2ª s																					
3ª s																					
4ª s																					
5ª s																					
Total																					
Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio																					
No es más limpio el que más limpia sino el que menos ensucia																					
1ª s Separar y eliminar innecesarios	1	¿Los objetos considerados necesarios para el desarrollo de las actividades del área se encuentran organizados?	0	1	2	3															
	2	Solo los niveles necesarios de inventario en el area esta a la mano. Residuos y piezas sin uso estan en contenedores claramente marcados..																			
	3	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 guardada fuera del area.																			
	4	Su impresión general debería decir si es lo mejor que esperaria para un area de producción.																			
	Total																				
2ª s Situar e identificar necesarios	1	Lineas en el piso claramente marcadas, pasillos, areas de bodega y areas peligrosas.	X																		
	2	Herramientas y accesorios son arreglados y guardados en orden, se mantienen limpios y libres de cualquier riesgo de daño. Estan localizados facilmente para cambios.																			
	3	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																			
	4	Dispositivos de seguridad estan claramente marcados, muy visibles y sin obstruccion. Las rutas de salida de emergencia estan marcadas con signos de salida, luces, etc. Estan en buenas condiciones.																			
	Total																				
3ª s Suprimir la suciedad	1	Todos los pisos estan limpios y libre de suciedad, residuos o liquidos. Limpieza de pisos es hecha rutinariamente y en intervalos predeterminados.	X																		
	2	Limpieza rutinaria de maquinas es aparente, no hay aceite, residuos, basura, empaque de comida en las superficies de trabajo. Las ventanas, paredes y equipo estan limpios																			
	3	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 peligroso esta guardado y rotulado correctamente.																			
	4	Cuando un paro inesperado ocurre, los operadores habitualmente y automaticamente limpian y barren su area de trabajo y equipo.																			
	Total																				
4ª s Estandarizar	1	Tableros de informacion estan disponibles en cada area de produccion y son facilmente accesibles al personal en el area.	X																		
	2	Auditorias 5S se realizan en cada area de trabajo, al menos mensualmente, los resultados son compartidos a los trabajadores y las metas para nuevos niveles se presentan con plan de acción.																			
	Total																				
5ª s Sostener y respetar	1	Cada area de operación, adentro y afuera cae sobre la responsabilidad de un administrador o supervisor de 5S	X																		
	2	Todos los documentos y cartapacios estan claramente rotulados con sus contenidos. Responsables para el control y revisiones esta claro. Todo rotulado.																			
	3	Administrador responsable o colaborador visita cada area regularmente y provee comentarios a los esfuerzos y resultados de 5S																			
	4	Controles de disciplina se llevan a cabo para asegurar mantenerse a alto nivel. Hay un alto grado de responsabilidad para mantener los sistemas.																			
	Total																				
Evaluación realizada por:		Evaluación validada por:																			
Firma		Firma																			

Figura 37. Formato de auditorías para el seguimiento de las 5S

Fuente: Elaboración propia

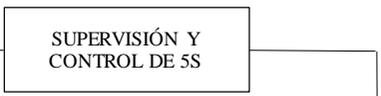
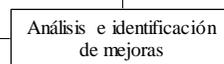
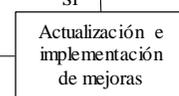
DIAGRAMA DE PROCESO	QUIÉN	DOCUMENTACIÓN QUE ANALIZA E INDICADORES	CUÁNDO	POSIBLES ACCIONES	DOCUMENTACIÓN QUE SE GENERA
	JEFES DE MANTENIMIENTO	Matriz de indicadores: %CI, %Ae, %HI	Revisión mensual	Activar órdenes de acción y solicitar presupuesto para implementar mejoras.	Informe técnico para administración
		Tablas resumen Evaluación			
					
	Supervisor y técnicos de mantenimiento	Diagramas de 5S, programa de limpieza, tarjetas rojas, inventario.	Revisión semanal	Evaluar mediante diagrama de Ishikawa las posibles causas que generan los nuevos problemas	Cuadros 5S, documentación de mejora 5s
		Tablas resumen Evaluación			
	Supervisor y técnicos de mantenimiento	Diagramas de 5S, programa de limpieza, tarjetas rojas, inventario.	Diario	Emitir acciones correctivas sobre las incidencias	Documentos de medidas correctivas y propuesta mejora

Figura 38. Plan de sostenimiento en el tiempo de las 5S

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la Figura 38 se muestra el formato donde se resume la propuesta de implementación de las 5S y el impacto técnico – económico.

FICHA TÉCNICA IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA DE MEJORA: 5S				
Datos generales de la tarea				
Empresa:	Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.			
Dirección:	Jr. Agustín Gamarra Nro. 443 Cercado			
Localidad:	La Esperanza - Trujillo - Perú			
RUC:	20132162230			
Teléfono:	998585071			
Nombre de la tarea:	Reducción de tiempos de preparación Rotativa GOSS			
Área:	Mantenimiento			
Código de la tarea:	203-045-2020			
Descripción de la mejora				
Definición del problema: Actualmente en el área se encuentra desordenado, lleno de herramientas malogradas e insumos vencidos. Aspecto sucio del lugar de trabajo, de las personas, fugas, goteras, poca luz, Desorden, reflejado por pasillos ocupados, útiles amontonados, cables sueltos. Estanterías repletas de útiles cuya identificación es complicada y elementos de máquina rotos o que faltan.				
Breve desarrollo de la mejora: Separar aquello que es realmente útil de aquello que no lo es. <ul style="list-style-type: none"> • Mantener lo que se necesita y eliminar lo que sobra. • Separar los elementos necesarios según su uso y a la frecuencia de utilización. 				
Aceptación de la mejora				
Aprobado:	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Fecha de aprobación:	13/01/2020			
Aprobado por:	Enrique Sifuentes			
Responsable de implantación:	Arantza Colmenares			
Plazo de implantación:	4 meses			
Fecha de implementación:	2/02/2020			
Horas - Hombre asignadas:	350 horas - hombre			
Presupuesto asignado:	S/. 25000			
Cuantificación de la mejora esperada				
Tiempo ahorrado anual (Hr/año)	206.64			
Ahorro económico anual esperado (S./ años)	S/	22,602.28		
Datos de Impacto				
Descripción	Actual	Propuesto	MEJORA	
Tiempo total trabajado en el mes (Hrs)	302.05	251.8935	50.1565	16.61%
Pérdida monetaria por hora (S./ hr)	109.38			
Pérdida monetaria mensual (S./)	10287.19	4801.07	5486.12	53.33%
N° de fallas presentadas durante el mes	13	3	10	76.92%
Clasificación de las horas empleadas				
Actual	Propuesto	MEJORA		
Total de horas trabajadas sin incidencias (Hr)	208	208	0	0.00%
Total de horas no productivas (Hr)	94.05	43.8935	2.14	2.28%
Clasificación de horas no productivas				
Actual	Propuesto	MEJORA		
Horas no productivas CR1: averías repetitivas	17.29	2.97	14.32	82.82%
Horas no productivas CR2: preparación maq.	34.36	15.74	18.62	54.18%
Horas no productivas CR3: desorganización	26.49	9.27	17.22	0.00%
Horas no productivas CR4: errores repetitivos	15.91	15.91	0	0.00%
INDICADOR PARA 5S				
Actual	Propuesto	MEJORA		
% De horas no productivas por falta de orden y limpieza	12.74%	4.46%	8.28%	65.01%

Figura 39. Formato de registro de propuesta de implementación de 5S

Fuente: Elaboración propia

2.3.7. Desarrollo Ciclo PDCA

En la actualidad, la empresa se encuentra inmersa en un entorno muy competitivo y con cambios constantes cada vez más frecuentes. Es por ello que la calidad y mejora de procesos se convierten en un imperativo para la

supervivencia de la empresa, con el propósito de seguir ofreciendo sus productos y servicios a bajo coste, y que satisfagan los requerimientos de los clientes. La empresa necesita gestionar sus actividades y recursos con la finalidad de orientarlos hacia la consecución de buenos resultados, mediante la adaptación de herramientas y metodologías que permita su Proceso de Gestión y Mejora Continua.

El Ciclo PDCA (o círculo de Deming), es la sistemática más usada para implantar un sistema de mejora continua cuyo principal objetivo es la autoevaluación, destacando los puntos fuertes que hay que tratar de mantener y las áreas de mejora en las que se deberá actuar. En la Figura 39 se establece el procedimiento para aplicar esta mejora continua.



Figura 40. Ciclo de mejora continua

Fuente: Elaboración propia

La primera fase es la de planificar se trabaja en la identificación del problema o actividades susceptibles de mejora, se establecen los objetivos a alcanzar, se fijan los indicadores de control y se definen los métodos o herramientas para conseguir los objetivos establecidos. Una forma de identificar estas mejoras

puede ser realizando grupos de trabajo o bien buscar nuevas tecnologías o herramientas que puedan aplicarse a los procesos actuales. Para detectar tecnologías o herramientas a veces es conveniente fijarse en otros sectores, esto aporta una visión diferente, pero muchas de las soluciones pueden aplicarse a más de un sector.

IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES DE MEJORA			
<i>Fecha:</i>	8/01/2020	<i>Proceso:</i>	Abastecimiento interno
<i>Encargado:</i>	Arantza Colmenares	<i>Área:</i>	Mantenimiento
			
TARJETA DE OPORTUNIDADES			
FECHA	<u>2/01/2020</u>	PROYECTO	<u>Mejorar la carga e inicio</u>
DECLARACIÓN DEL PROBLEMA			
Demora en la carga e inicio de la distribución en los muelles de carga y descarga de cuero liso			
MIEMBROS DEL EQUIPO			
Juan Víctor Sandoval		Lucía Carbonel Llanos	
Germán Cabellos Rojas		Elisa Linares Díaz	
Junior Guaylupo Rodríguez		Irving Jaramillo Urquiaga	
Junior Aquino Quilcate		Omar Becerra Carranza	
Jhony Espino Salirrosas		Leydi García Bacilio	
DECLARACIÓN DEL OBJETIVO			
Mejorar el proceso en la distribución en los muelles de salida de producto terminado			
ALCANCE			
Proceso de verificación de distribución.			
RESTRICCIONES / SUPUESTOS			
Concentración en los muelles de salida. Falta de personal de carga concentración en los muelles de salida.			
COMENTARIOS ADICIONALES			
Aumentar más personal en la carga de concentración			

Figura 41. Formato de tarjeta de oportunidad

Fuente: Elaboración propia

Llega el momento de llevar a cabo el plan de acción, mediante la correcta realización de las tareas planificadas, la aplicación controlada del plan y la verificación y obtención del feedback necesario para el posterior análisis.

En numerosas ocasiones conviene realizar una prueba piloto para probar el funcionamiento antes de realizar los cambios a gran escala. La selección del piloto debe realizarse teniendo en cuenta que sea suficientemente representativo, pero sin que suponga un riesgo excesivo para la empresa.

EJECUCIÓN DE MEJORAS									
Fecha:	3/01/2020	Proceso:	Abastecimiento interno						
Encargado:	Arantza Colmenares	Área:	Mantenimiento						
Tarjeta No.	Descripción	Acciones	Clasificación/Criti- dad	Responsable	AVANCE				Observaciones
					20%	50%	75%	100%	
5417	Organización	Formación del equipo organizador	Importante	Juan Víctor Sandoval				X	
2458	Preparación	Preparación de materiales de trabajo para supervisión y guía de auditorías internas.	Relevante	Germán Cabellos Rojas			X		
5236	Análisis	Análisis y presentación de las zonas de aplicación y compromiso de colaboradores.	Relevante	Junior Guaylupo Rodríguez		X			
5478	Motivación	Motivación y compromiso	Poco relevante	Junior Aquino Quicate		X			
5236	Identificación	Identificación de puntos críticos	Importante	Jhony Espino Salirrosas		X			
5248	Criterios	Establecer criterios para descartar artículos innecesarios.	Importante	Lucia Carbonel Llanos			X		
5699	Descarte	Descartar artículos innecesarios conforme a criterios establecidos.	Importante	Elisa Linares Díaz			X		
5712	Agrupar	Agrupar en calidad de almacenamiento temporal.	Importante	Irving Jaramillo Urquiaga		X			
5245	Fotografiar	Fotografiar evidencia de mejora en el área	Poco relevante	Omar Becerra Carranza		X			
5698	Determinar	Determinar que se va arreglar y qué método se va a utilizar.	Relevante	Leydi García Bacilio			X		
5235	Programación	Preparar el programa de ejecución y los responsables.	Relevante	Lena Morales Iparraquirre			X		
5149	Limpieza	Las actividades de limpieza deben incluir inspección antes, durante y al final de los turnos.	Importante	Esteban Jáuregui Rojas				X	

Figura 42. Formato de ejecución de mejoras

Fuente: Elaboración propia

Una vez implantada la mejora se comprueban los logros obtenidos en relación con las metas u objetivos que se marcaron en la primera fase del ciclo mediante herramientas de control (Diagrama de Pareto, Check lists, KPIs, etc.)

Para evitar subjetividades, es conveniente definir previamente cuáles van a ser las herramientas de control y los criterios para decidir si la prueba ha funcionado o no.

SEGUIMIENTO DE MEJORAS													
Fecha:	12/01/2020			Proceso:	Abastecimiento interno								
Encargado:	Arantza Colmenares			Área:	Mantenimiento								
AREA DEL KAIZEN: Zona de Carga - Operador				DESCRIPCIÓN: Mejorar la carga e inicio de distribución				FECHA DEL EVENTO 11/12/2020					
LIDER	Arantza colmenares			OBJETIVO	Objetivo Nro 01: Disminuir el porcentaje de horas en el tiempo de la carga de los muelles de salida 1%								
CO-LIDER	Monica Ynfanzon			S DE LA									
FACILITADOR	Hebert Romero			MEJORA									
INDICADORES	Antes	Objetivo	% Mejora	Después	% Mejora	2 semanas después	% Mejora	1 mes después	% Mejora	3 meses después	% Mejora	9 meses después	% Mejora
SEGURIDAD													
CALIDAD													
# de salidas	12%	11%	1%	10%	2%	10%	2%	7%	3%	5%	2%	3%	2%
INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD													
REDUCCIÓN DE COSTOS													

Figura 43. Formato para el seguimiento de las mejoras

Fuente: Elaboración propia

Por último, tras comparar el resultado obtenido con el objetivo marcado inicialmente, es el momento de realizar acciones correctivas y preventivas que permitan mejorar los puntos o áreas de mejora, así como extender y aprovechar los aprendizajes y experiencias adquiridas a otros casos, y estandarizar y consolidar metodologías efectivas.

En el caso de que se haya realizado una prueba piloto, si los resultados son satisfactorios, se implantará la mejora de forma definitiva, y si no lo son habrá que decidir si realizar cambios para ajustar los resultados sin desecharla.

Finalmente, en la Figura 43 se muestra el formato donde se resume la propuesta de implementación del CICLO PDCA y el impacto técnico – económico.

FICHA TÉCNICA IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA DE MEJORA: CICLO PDCA

Datos generales de la tarea				
Empresa:	Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.			
Dirección:	Jr. Agustín Camara Nro. 443 Cercado			
Localidad:	La Esperanza - Trujillo - Perú			
RUC:	20132162230			
Teléfono:	998585071			
Nombre de la tarea:	Reducción de tiempos de preparación Rotativa GOSS			
Área:	Mantenimiento			
Código de la tarea:	203-045-2020			

Descripción de la mejora				
Definición del problema: Actualmente en promedio se genera 15.91 de horas no productivas por falta de un plan de mejora continua, que genera en promedio S/. 2,034.84 de pérdida monetaria mensualmente. No existiendo un procedimiento que establezca los pasos a seguir para implementar una mejora de manera sistemática				
Breve desarrollo de la mejora: El ciclo PDCA proporciona una mejora continua precisamente porque funciona de forma cíclica. Cada parte de su proyecto o actividad pasará por la misma etapa varias veces, asegurando que los errores se puedan corregir y adaptar a las necesidades y la situación real de la empresa.				

Aceptación de la mejora				
Aprobado:	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Fecha de aprobación:	13/01/2020			
Aprobado por:	Enrique Sifuentes			
Responsable de implantación:	Arantza Colmenares			
Plazo de implantación:	4 meses			
Fecha de implementación:	2/02/2020			
Horas - Hombre asignadas:	350 horas - hombre			
Presupuesto asignado:	S/. 25000			

Cuantificación de la mejora esperada				
Tiempo ahorrado anual (Hr/año)	133.68			
Ahorro económico anual esperado (S/. / años)	S/	14,621.92		

Descripción	Actual	Propuesto	MEJORA	
Tiempo total trabajado en el mes (Hrs)	302.05	240.7535	61.2965	20.29%
Pérdida monetaria por hora (S./ hr)	109.38			
Pérdida monetaria mensual (S./)	10287.19	3582.58	6704.61	65.17%
Nº de fallas presentadas durante el mes	13	3	10	76.92%
Clasificación de las horas empleadas	Actual	Propuesto	MEJORA	
Total de horas trabajadas sin incidencias (Hr)	208	208	0	0.00%
Total de horas no productivas (Hr)	94.05	32.7535	2.87	3.05%
Clasificación de horas no productivas	Actual	Propuesto	MEJORA	
Horas no productivas CR1: averías repetitivas	17.29	2.97	14.32	82.82%
Horas no productivas CR2: preparación maq.	34.36	15.74	18.62	54.18%
Horas no productivas CR3: desorganización	26.49	9.27	17.22	65.01%
Horas no productivas CR4: errores repetitivos	15.91	4.77	11.14	70.02%
INDICADOR PARA CICLO PDCA	Actual	Propuesto	MEJORA	
% De horas no productivas por falta de plan de mejora continua	12.74%	4.46%	8.28%	65.01%

Figura 44. Formato de registro de propuesta de implementación de CICLO PDCA

Fuente: Elaboración propia

2.3.8. Plan de capacitación

Habiendo desarrollado las propuestas de mejora el siguiente paso será planificar las capacitaciones para hacer entender y preparar lo que se plantea realizar con los operarios para que se pueda trabajar en equipo y hacia el mismo objetivo que es el de reducir las horas improductivas para reducir los costos en la empresa. En la Figura 44 se detalla el plan de capacitación indicando los temas a realizar, hacia quienes va dirigido, la duración el objetivo y el cronograma establecido.

2.3.9. Cálculo de inversiones

Par poder llevar a la realidad la implementación de las herramientas de mejora es necesario emplear inversiones que cubran: costo de capacitación, costos de implementación, costos tangibles e intangibles. Además de todo esto la inversión se justificará si el beneficio obtenido permite generar valor a la empresa. En la Tabla 16 se resumen las inversiones requeridas y el beneficio económico obtenido por implementar las mejoras.

Tabla 17.

Resumen de inversiones y beneficios por herramientas

HERRAMIENTA	INVERSIÓN TOTAL	AHORRO MENSUAL	AHORRO ANUAL
5S	S/35,824.00	S/1,883.52	S/22,602.28
SMED	S/51,629.00	S/1,117.92	S/24,296.10
AMEF	S/59,143.00	S/2,288.81	S/29,265.81
CICLO PDCA	S/36,944.00	S/1,257.71	S/14,621.92
TOTAL	S/183,540.00	S/6,547.96	S/90,786.11

Fuente: Elaboración propia

2.3.10. Evaluación económica - financiera

El análisis económico es la última vía para determinar si el proyecto es factible o no para la empresa, para ello es indispensable calcular tres indicadores que son: VAN, TIR y B/C. Estos indicadores permitirán conocer si el proyecto genera valor o no a la empresa. Entonces haciendo los cálculos y considerando una tasa de descuento del 15.33% calculado mediante la fórmula del COK, se obtuvo como resultados un VAN de S/. 239,364.90, un TIR del 60.14% y un B/C de S/. 1.11, permitiendo saber que las propuestas de mejoras si generan valor y por tanto son técnica y económicamente viables.

Inversión Total	S/.183,540.00					
TMAR	15.33%					
ESTADO DE RESULTADOS						
AÑOS	0	1	2	3	4	5
Ingresos		S/.330,984.0	S/.347,533.2	S/.364,909.9	S/.383,155.4	S/.402,313.1
Costos Operativos		S/.237,786.0	S/.242,541.7	S/.247,392.6	S/.252,340.4	S/.257,387.2
Depreciación de activos		S/.55,411.2	S/.55,411.2	S/.55,411.2	S/.55,411.2	S/.55,411.2
Ahorro anual esperado		S/.90,786.1	S/.90,786.1	S/.90,786.1	S/.90,786.1	S/.90,786.1
GAV		S/.47,557.2	S/.47,557.2	S/.47,557.2	S/.47,557.2	S/.47,557.2
Utilidad antes de impuestos		S/.81,015.7	S/.92,809.2	S/.105,335.0	S/.118,632.7	S/.132,743.6
Impuestos		S/.24,304.7	S/.27,842.8	S/.31,600.5	S/.35,589.8	S/.39,823.1
Utilidad después de impuestos		S/.56,711.0	S/.64,966.4	S/.73,734.5	S/.83,042.9	S/.92,920.5
FLUJO DE CAJA						
AÑOS	0	1	2	3	4	5
Utilidad antes de impuestos		S/.56,711.0	S/.64,966.4	S/.73,734.5	S/.83,042.9	S/.92,920.5
Depreciación de activos		S/.55,411.2	S/.55,411.2	S/.55,411.2	S/.55,411.2	S/.55,411.2
Inversión	-S/.183,540.0					
Flujo Neto Efectivo	-S/.183,540.0	S/.112,122.2	S/.120,377.6	S/.129,145.7	S/.138,454.1	S/.148,331.7
VAN	S/.239,364.90					
TIR	60.14%					
AÑOS	0	1	2	3	4	5
Ingresos		S/.330,984.0	S/.347,533.2	S/.364,909.9	S/.383,155.4	S/.402,313.1
Egresos		S/.309,647.9	S/.317,941.7	S/.326,550.3	S/.335,487.4	S/.344,767.5
VNA Ingresos	S/.1,200,006.89					
VNA Egresos	S/.1,079,093.97					
Beneficio/Costo	S/.1.11					

Figura 46. Formato de evaluación económica de la propuesta de mejora

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Resultados de AMEF

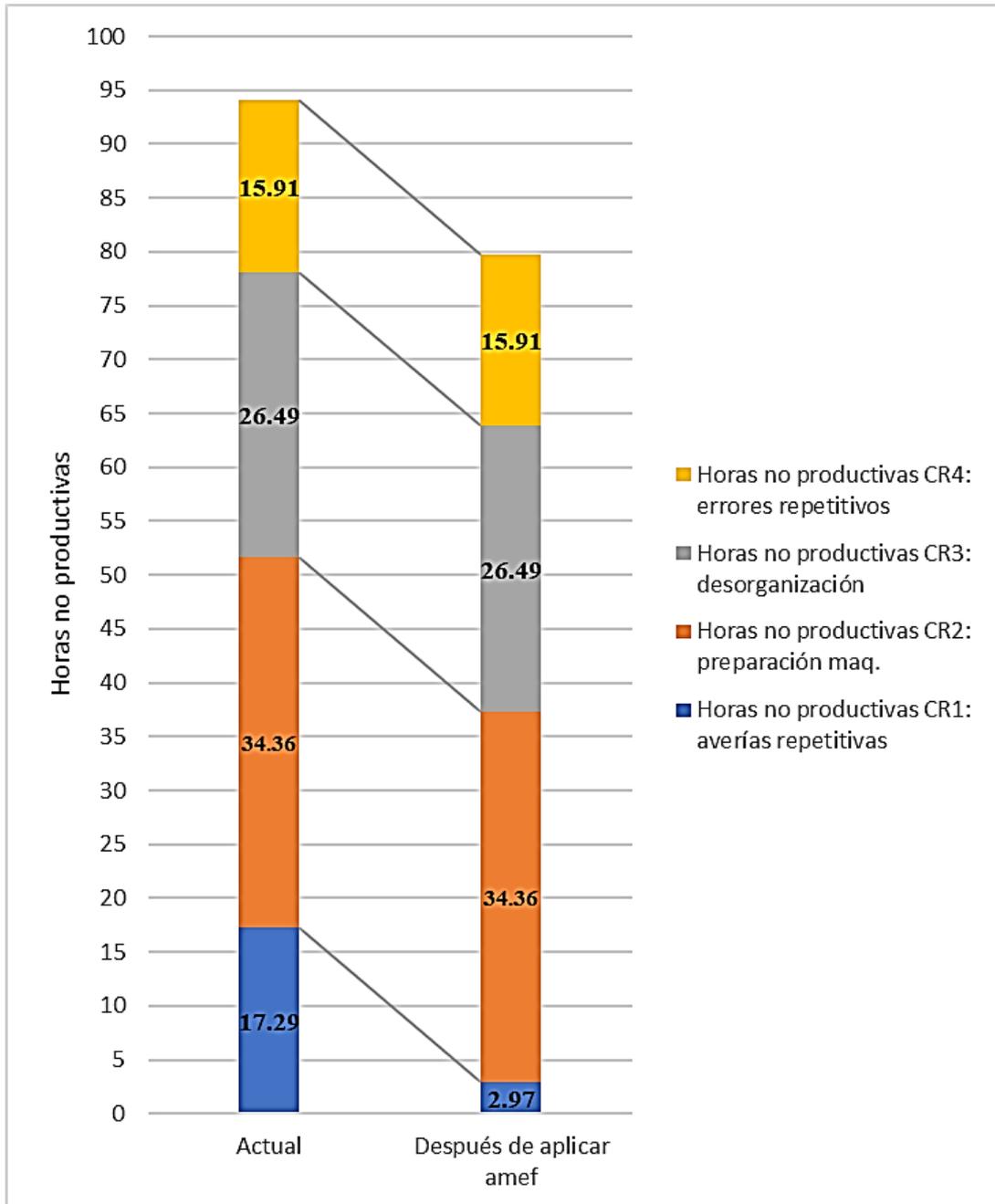


Figura 47. Impacto del AMEF sobre las horas no productivas

Formato: Elaboración propia

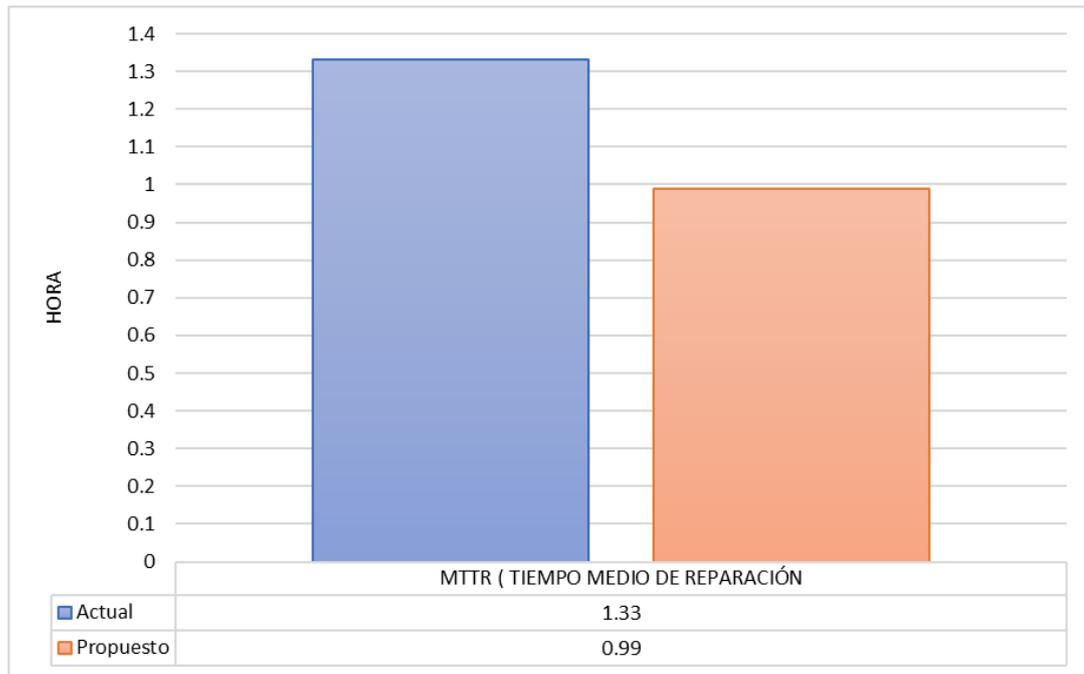


Figura 48. Impacto de mejora del AMEF sobre el MTTR

Fuente: Elaboración propia

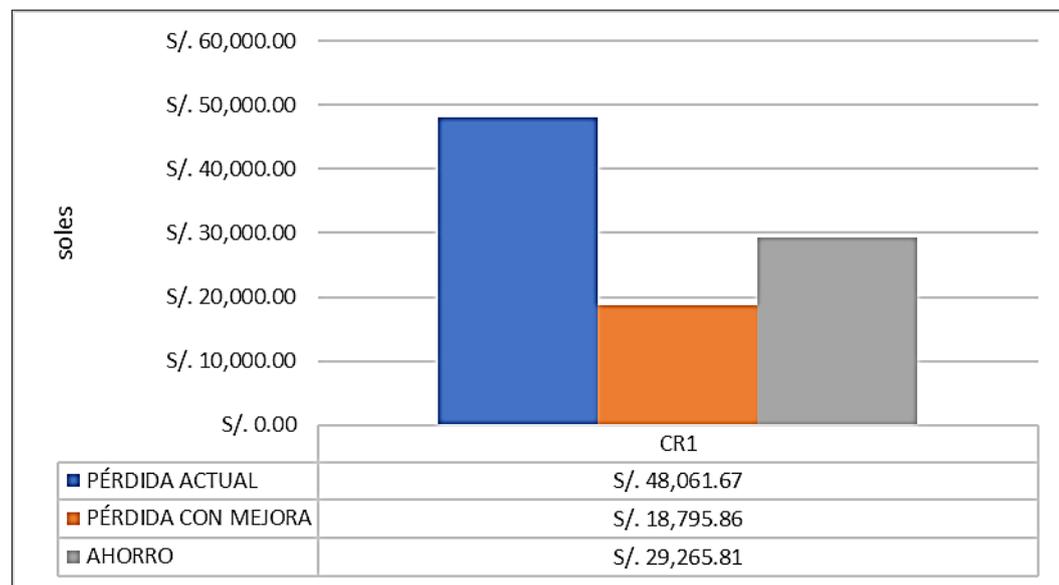


Figura 49. Impacto económico de aplicar AMEF

Fuente: Elaboración propia

3.2. Resultados de SMED

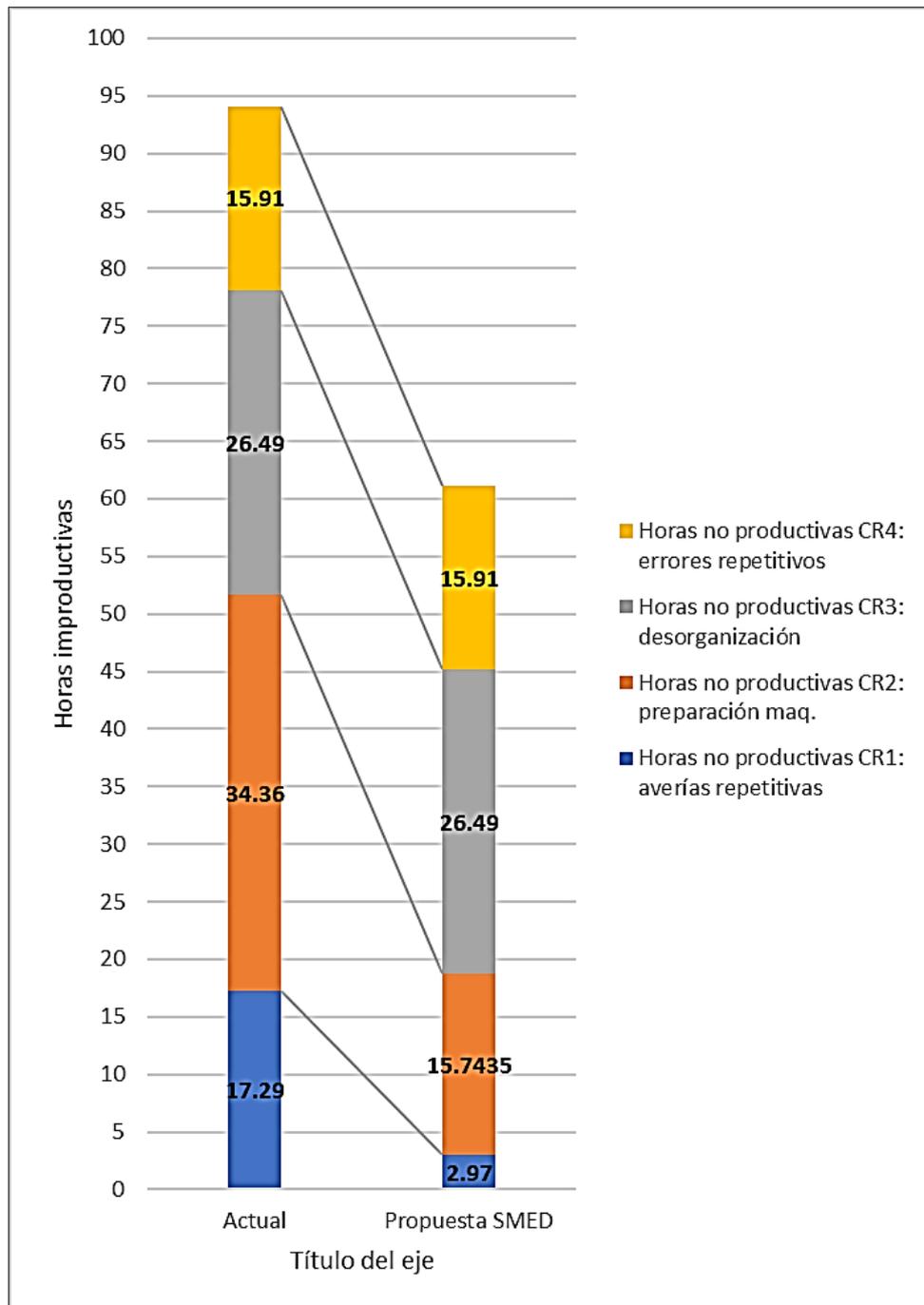


Figura 50. Impacto del AMEF sobre las horas no productivas

Fuente: Elaboración propia

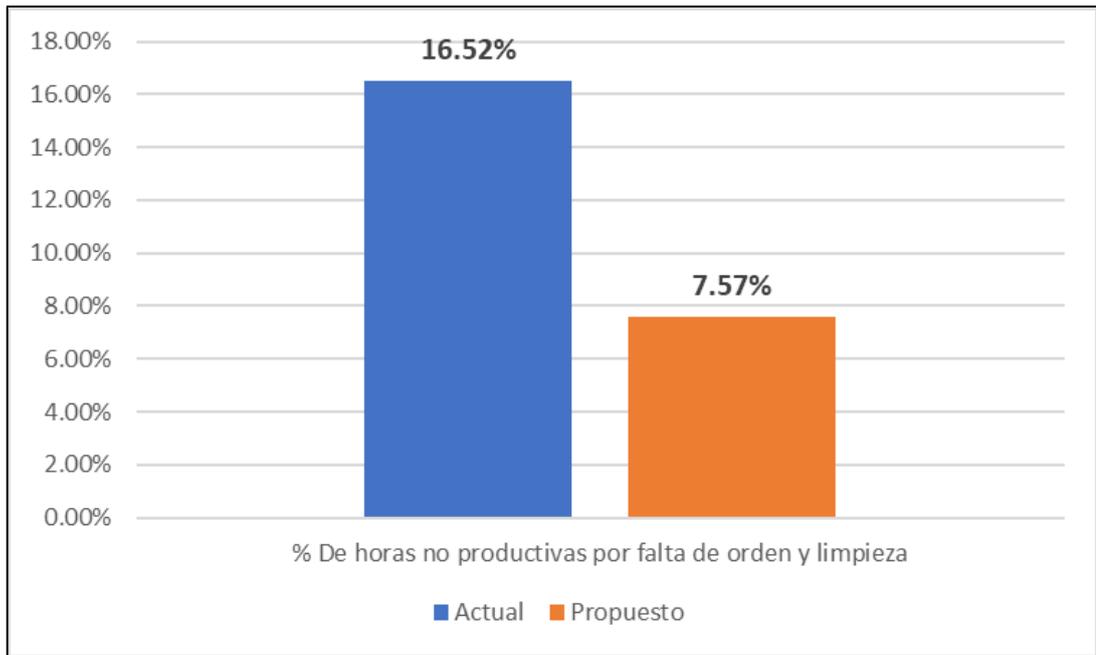


Figura 51. Porcentaje de horas no productivas por preparación de maquinaria

Fuente: Elaboración propia

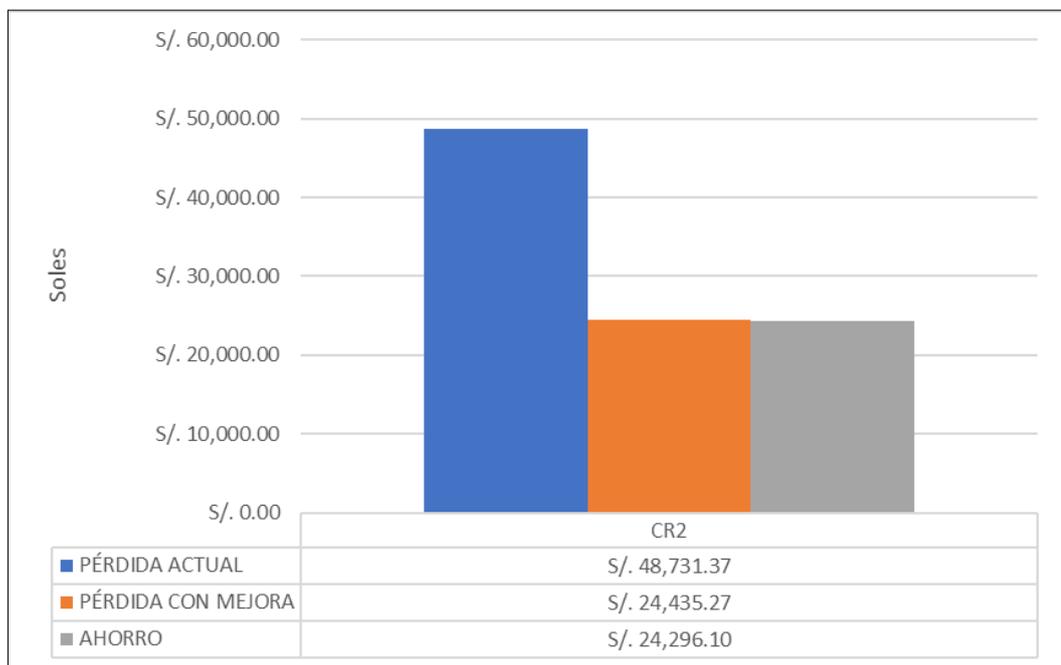


Figura 52. Impacto económico de aplicar SMED

Fuente: Elaboración propia

3.3. Resultados de 5S

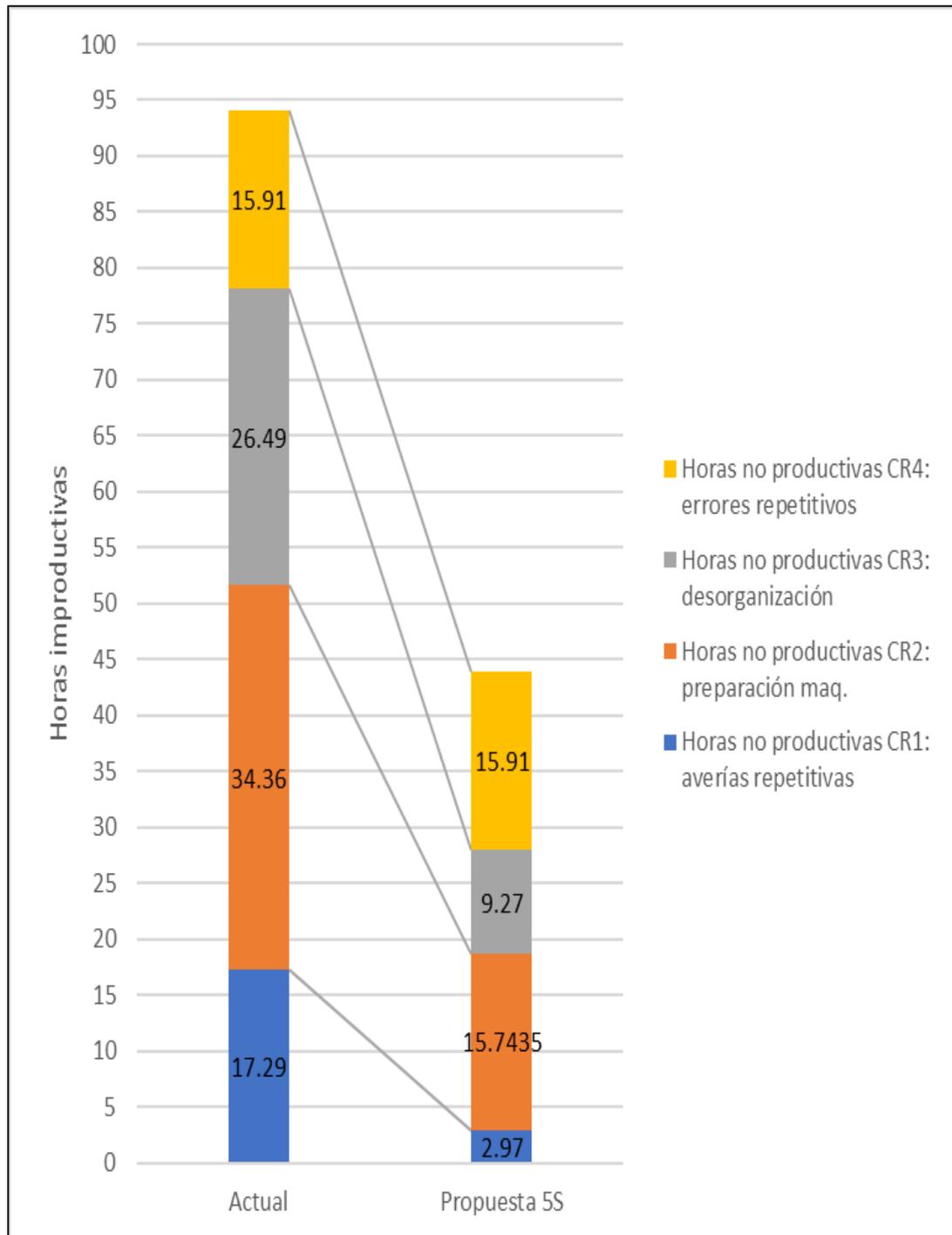


Figura 53. Impacto del 5S sobre las horas no productivas

Fuente: Elaboración propia

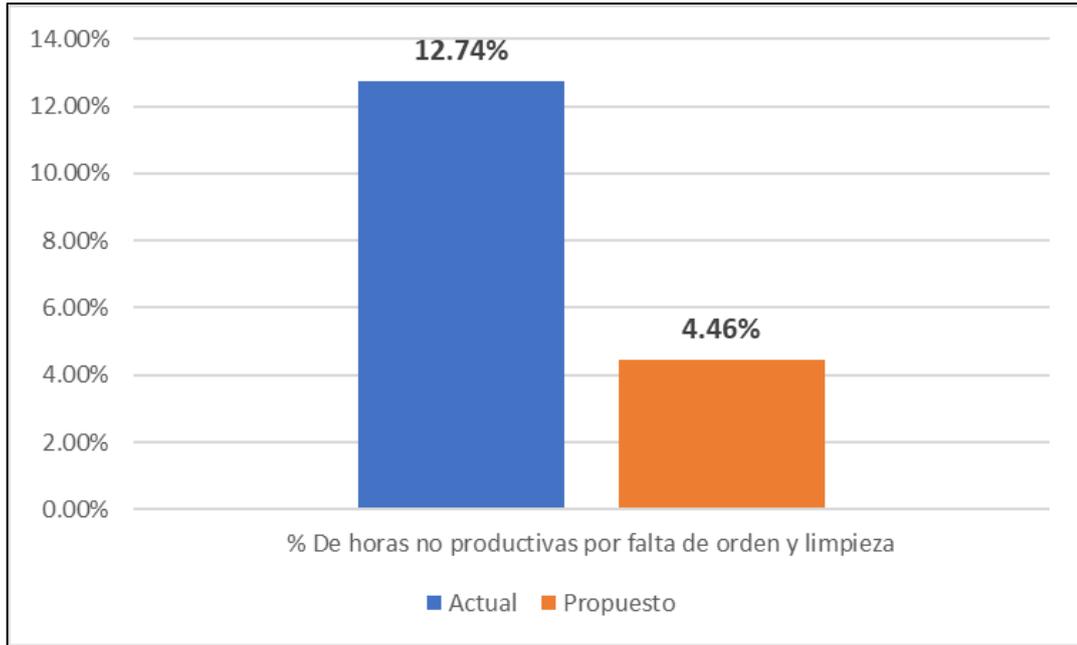


Figura 54. Porcentaje de horas no productivas por falta de orden y limpieza

Fuente: Elaboración propia

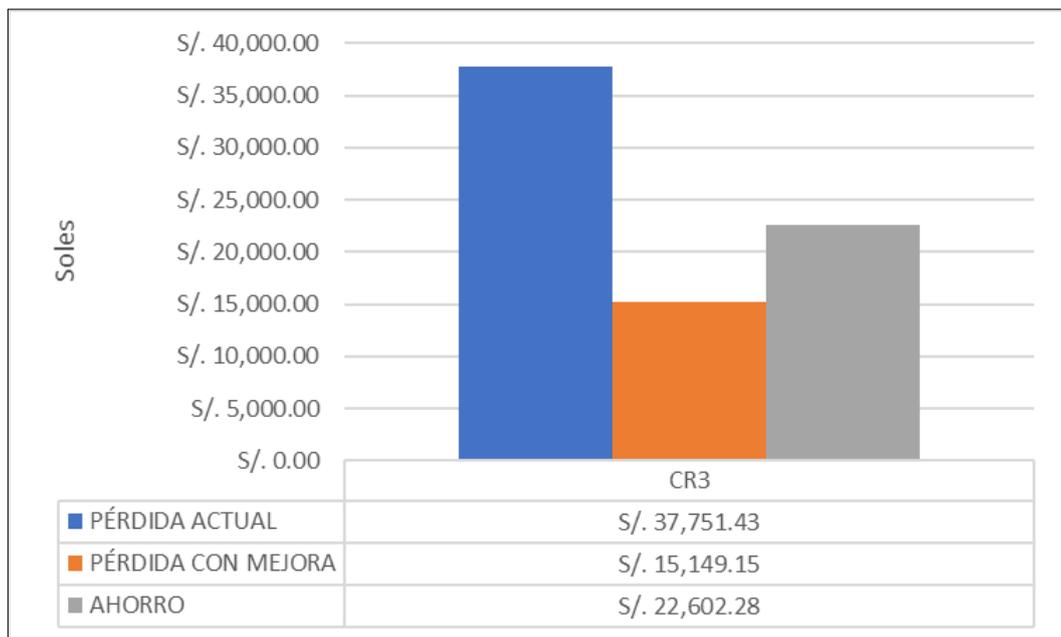


Figura 55. Impacto económico de aplicar 5S

Fuente: Elaboración propia

3.4. Resultados de Ciclo PDCA

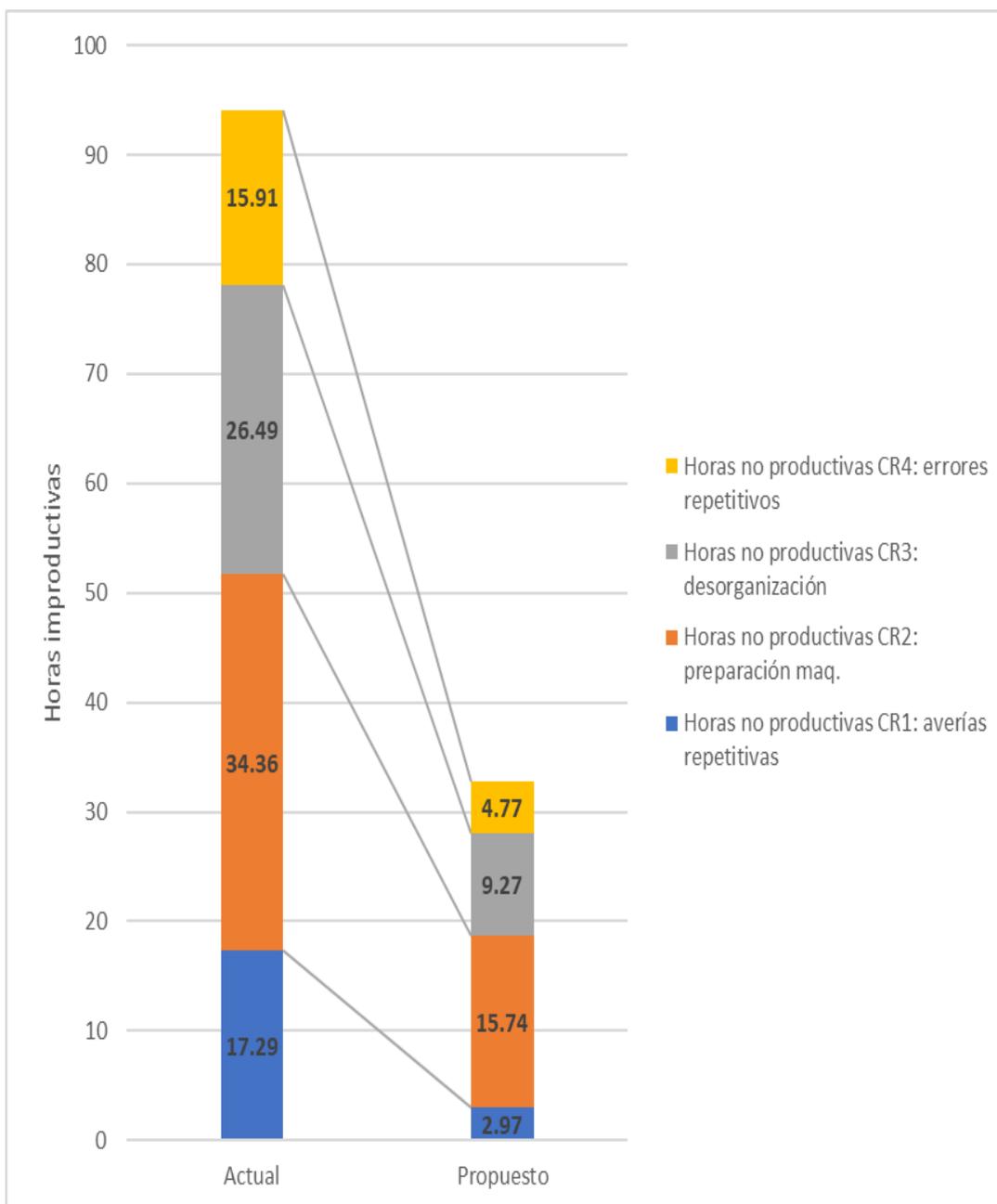


Figura 56. Impacto del 5S sobre las horas no productivas

Fuente: Elaboración propia

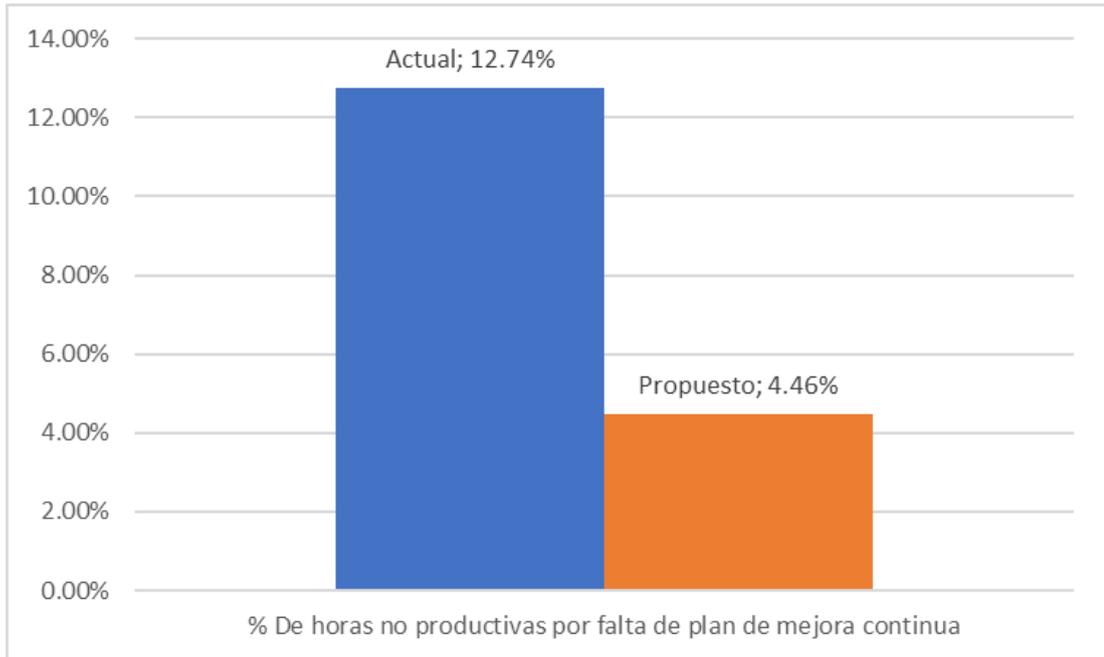


Figura 57. Porcentaje de horas no productivas por falta de orden y limpieza

Fuente: Elaboración propia

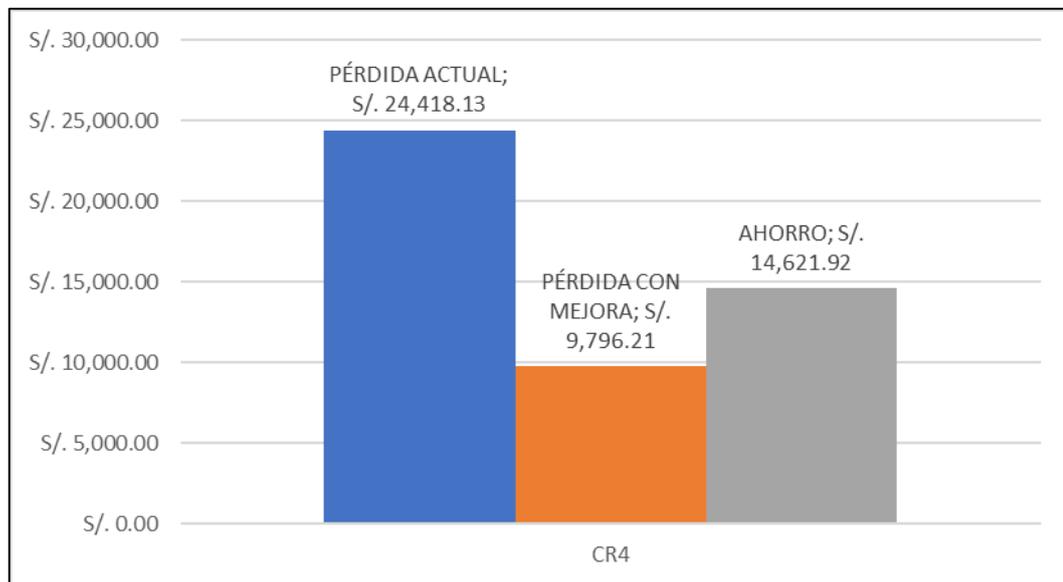


Figura 58. Impacto económico de aplicar 5S

Fuente: Elaboración propia

3.5. Resumen de resultados

Tabla 18.

Resumen de resultados

ÁREA	Cri	INDICADOR	VALOR ACTUAL	VALOR CON MEJORA	PÉRDIDA MONETARIA ACTUAL	PÉRDIDA MONETARIA CON MEJORA	AHORRO ESPERADO	HERRAMIENTA DE MEJORA
MANTENIMIENTO	CR1	Porcentajes de fallas solucionadas	55.26%	93%				
		MTTR: Tiempo medio de reparación	1.37	0.99	S/ 48,061.67	S/18,795.86	S/29,265.81	AMEF
		Porcentaje de actividades de preparación internas	80.00%	20.00%				
	CR2	Tiempo promedio de preparación de maquinaria	34.36	13.54	S/ 48,731.37	S/24,435.27	S/24,296.10	SMED
		Porcentaje de horas no productivas por preparación de máquina	17%	8%				
		Porcentaje de cumplimiento de actividades de limpieza	53%	95%				
	CR3	Porcentaje de artículos extraviados	19%	3%	S/ 37,751.43	S/15,149.15	S/22,602.28	5S
		Porcentaje de horas no productivas por falta de orden y limpieza	13%	6%				
CR4		Efectividad de trabajos de mantenimientos realizados	52%	93%	S/ 24,418.13	S/9,796.21	S/14,621.92	CICLO PDCA

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Como se puede observar en las Figura 45, 46 y 47 se muestran los resultados por la implementación del AMEF, los datos señalan que se puede generar un ahorro anual de S/. 29,265.81; esto debido principalmente a la reducción de 17.29 horas a 2.97 horas de tiempos improductivos generado; al respecto, Villegas (2016) en su investigación señala que con el AMEF se logra identificar fácilmente las principales causas que generan las fallas recurrentes y esto conlleva a reducir tiempos muertos y por ende reducir costos, mientras que Cherrez (2014) explica con AMEF está asegurado la reducción del MTTR debido a que establece claros que permiten realizar de manera más rápida y eficiente los trabajos de mantenimiento correctivo.

Por otro lado, para la segunda causa raíz se obtuvieron resultados favorables que se pueden observar en las Figura 50, 51 y 52, donde se destaca el ahorro anual esperado por la implementación del SMED el cuál es de S/. 24,296.10; con esta mejora se busca reducir significativamente los trabajos de preparación de maquinaria, para esto Villegas (2016) explica que las mejoras establecidas con SMED permiten ahorrar costos por que convierte las mayorías de actividades de preparación interna a externas, es decir se realizan más actividades con la máquina encendida ahorrando hasta un 40% los tiempos.

Para la tercera causa raíz los resultados mostrados en las Figuras 53, 54 y 55 se presenta los resultados obtenidos a través de la implementación de las 5S como herramienta base para organizar y mantener de manera limpia los ambientes de trabajos, el ahorro anual calculado es de S/. 22,602.28; esto debido a que se redujo los tiempos improductivos de 13% a 6%; al respecto, Casas (2017) las 5S tienen una alta probabilidad de éxito por su bien ordenada metodología de implementación y

por considerar plan de acción para buscar una sostenibilidad en el tiempo permitiendo ahorros significativos.

Finalmente, en las Figuras 56, 57 y 58 se presenta los resultados por la implementación del ciclo PDCA, los datos señalan que se puede generar un ahorro anual de S/. 14,621.92; además de presentar un incremento de la efectividad del 52% al 93%; Casas (2017) explica que el ciclo PDCA permite a las organizaciones controlar eficientemente sus procesos internos y externos, reduciendo así los errores y mejorando la toma de decisiones en cada una de las áreas. La planificación estratégica es de suma importancia para las compañías en la actualidad.

4.2. Conclusiones

- Se determinó un impacto significativo de la propuesta de mejora en la Gestión del Mantenimiento ya que genera un ahorro en los costos de S/. 90,786.11 anualmente, es decir los reduce en un 30.96%, permitiéndole a la empresa satisfacer ciertas necesidades.
- Son cuatro las causas raíz que se identificaron en el diagnóstico del área problemática de la Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.; a la que hace referencia este trabajo aplicativo y las cuales son: falta de un procedimiento para identificar las causas y efectos de fallas, falta de métodos y procedimientos estandarizados para la preparación de maquinaria, falta de un plan de mejora continua y falta de orden y limpieza; identificándose una pérdida monetaria anual de S/. 158,962.59 entre todas las causas raíz.
- Se desarrollaron cuatro herramientas de mejora las cuales fueron: AMEF, SMED, 5S y Ciclo PDCA, obteniéndose resultados significativos entre los principales están la reducción de las horas no productivas en un 34.83% y reduciendo la pérdida monetaria en 61%.

- Se evaluó la propuesta de mejora a través del VAN, TIR y B/C, obteniendo valores de S/.239,364.94, 60.14% y 1.11 para cada indicador respectivamente, evidenciando que la implementación de las herramientas es factibles y rentables para la Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.C.

REFERENCIAS

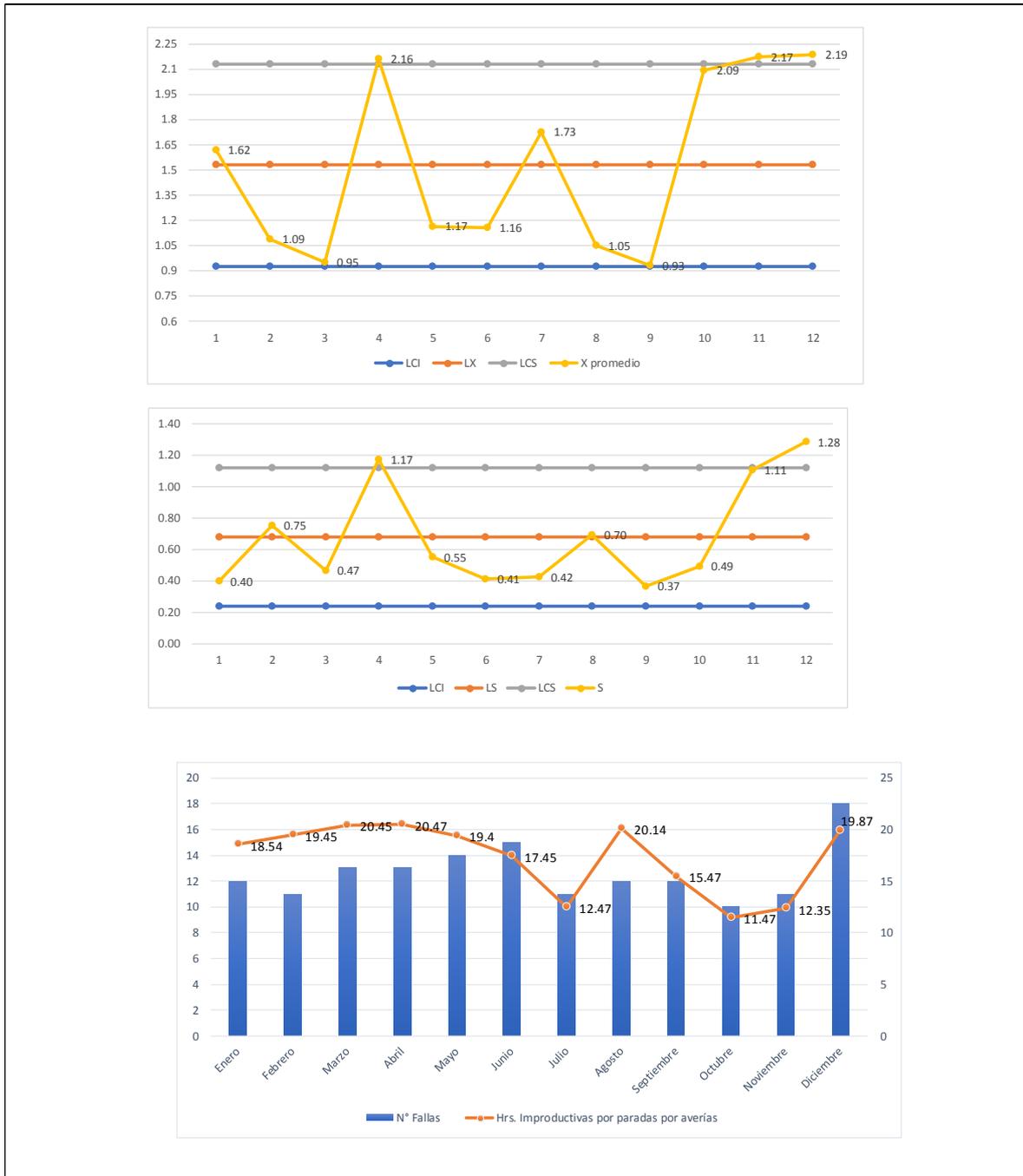
- Barajas, A. (2011). *Propuesta de una estrategia de mantenimiento utilizando Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora, 20-24
- Bernal, J. (2015). *Ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar): El círculo de Deming de mejora continua*. Grupo PDCA Home, 1-2.
- CABRERA, I. (2018). *Análisis de Criticidad y AMEF para Gestión de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad*. Buenos Aires, Argentina.
- Carbonell, F. (2015). *Técnica SMED. Reducción del tiempo preparación*. 3c Tecnología, 2(2), 2.
- Costas, J. (2017). *Entender el ciclo PDCA de mejora continua*. Asociación Española para la Calidad (AEC).
- Díaz, M. (2004). *Plan de mantenimiento basado en análisis de modos y efectos de falla (AMEF) para la grúa pluma giratoria caso: empresa Schlumberger de Venezuela SA base REW*. Trabajo de Grado. Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt. Programa Ingeniería y tecnología. Los puertos de Altagracia, Venezuela.
- Dorbessan, J. (2016). *Las 5S, herramientas de cambio*. Editorial Universitaria de la UTN.
- Garrido, S. (2010). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Ediciones Diaz de santos.
- Grajales, M. (2016). *La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento*. Scientia et technica, 1(30)
- Molina, J. (2006). *Mantenimiento y seguridad industrial*. IMU: Ingeniería municipal, 214, 20-23.

- Moubray, J. (2017). *Mantenimiento centrado en confiabilidad*. Gran Bretaña: Aladon Ltda.
- Posada, J. (2017). *Interacción y conexiones entre las técnicas 5s, SMED y Poka Yoke en procesos de mejoramiento continuo*. *Tecnura*, 10(20), 139-148.
- Quizhpi, S., Javier, J., Tocto, Q., & Patricio, M. (2014). *Propuesta de un sistema de gestión para el mantenimiento de la empresa Cerámica Andina CA (Bachelor's thesis)*.
- Roque, C., & Lenin, R. (2017). *Propuesta de plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos críticos de la empresa Terminales Portuarios Peruanos SAC en el año 2017*.
- Rubio, J. (2019). *La crisis del modelo económico de la industria de los periódicos [1]/Crisis of the Economic Model of the Newspaper Industry*. *Estudios sobre el mensaje periodístico*, 15, 61.
- 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.
- Useche, A. (2013). *Gestión de mantenimiento en pymes industriales*. *Revista venezolana de gerencia*, 18(61), 86-104.
- Vidal, B. (2018). *Metodología Six Sigma. Comparación entre ciclo PDCA y DMAIC*. In *Cuadernos de investigación aplicada* (pp. 27-34). 3ciencias.
- Villacreses, K. (2015). *Implementación de una metodología con la técnica 5S para mejorar el área de matricería de una empresa extrusora de aluminio*. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 18(1).
- Villegas Arenas, J. (2017). Tesis: *Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la empresa Manfer SRL Contratistas Generales*.

ANEXOS

ANEXO 01: Formato de registro – Diagnóstico del problema N° 1

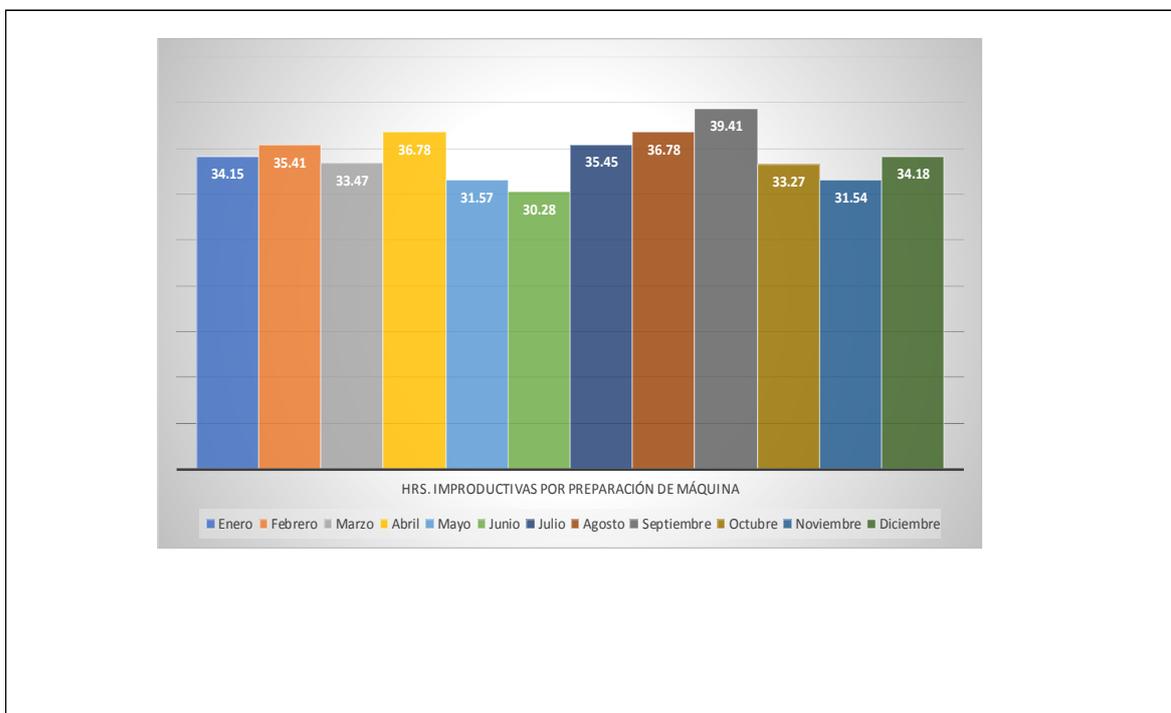
Título del trabajo:	<i>Diagnóstico</i>	Documento:	<i>02-54757-2019-1</i>	Fecha:	<i>15/06/2019</i>
Descripción del trabajo:	<i>Diagnóstico de problema N° 1</i>	Departamento:	<i>Mantenimiento</i>	Analista:	<i>Arantza Colmenares</i>



Fuente: Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.

ANEXO 02: Formato de registro – Diagnóstico del problema N° 2

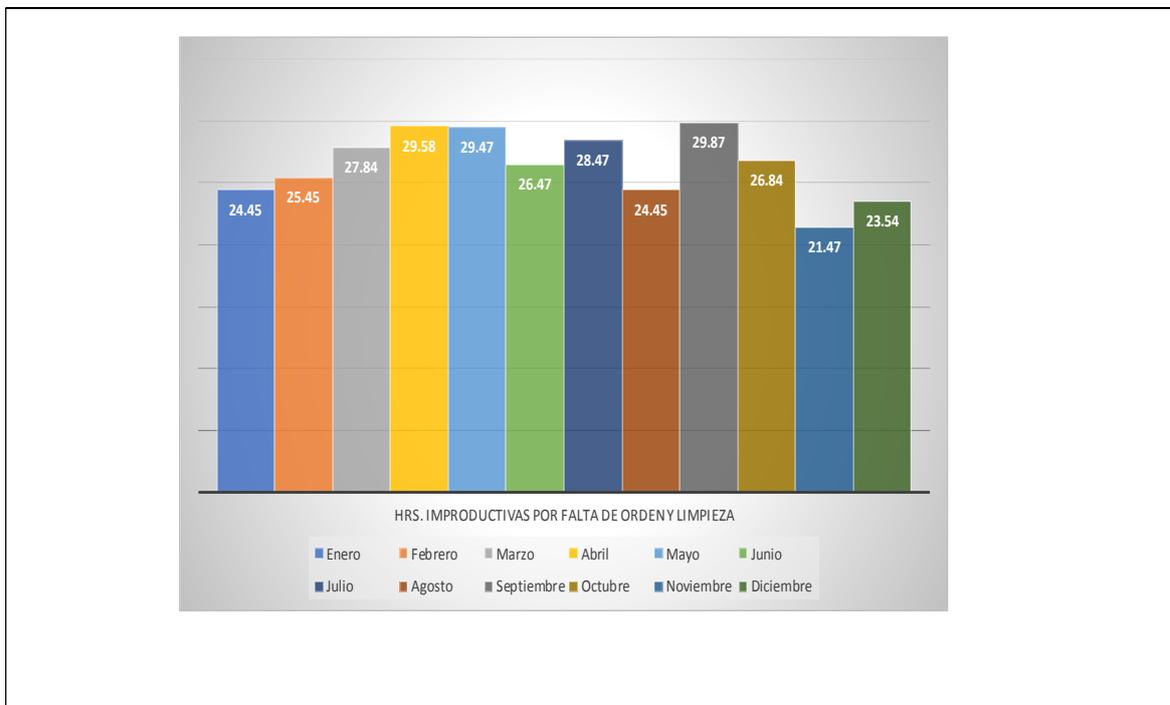
Título del trabajo:	<i>Diagnóstico</i>	Documento:	<i>02-54757-2019-1</i>	Fecha:	<i>15/06/2019</i>
Descripción del trabajo:	<i>Diagnóstico de problema N° 2</i>	Departamento:	<i>Mantenimiento</i>	Analista:	<i>Arantza Colmenares</i>



Fuente: Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.

ANEXO 03: Formato de registro – Diagnóstico del problema N° 3

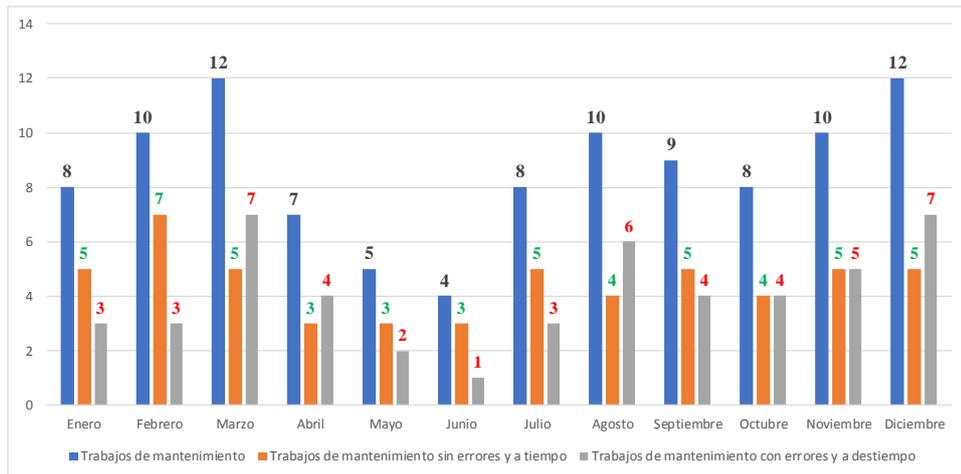
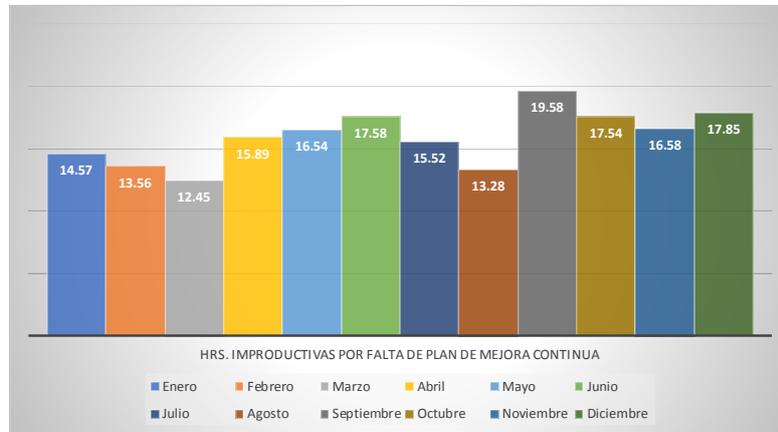
Título del trabajo:	<i>Diagnóstico</i>	Documento:	<i>02-54757-2019-1</i>	Fecha:	<i>15/06/2019</i>
Descripción del trabajo:	<i>Diagnóstico de problema N° 3</i>	Departamento:	<i>Mantenimiento</i>	Analista:	<i>Arantza Colmenares</i>



Fuente: Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.

ANEXO 04: Formato de registro – Diagnóstico del problema N° 4

Título del trabajo:	Diagnóstico	Documento:	02-54757-2019-1	Fecha:	15/06/2019
Descripción del trabajo:	Diagnóstico de problema N° 4	Departamento:	Mantenimiento	Analista:	Arantza Colmenares



Fuente: Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.

ANEXO 05: Formato de costos de producción

COSTOS DE PRODUCCIÓN				
MATERIALES DIRECTOS				
INSUMO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	C.U.	TOTAL
PAPEL PERIÓDICO DE 61.0 CM 45.0 GR/M2	10	Unidad Bobina	S/80.00	S/800.00
PAPEL PERIÓDICO DE 30.5 CM 45.0 GR/M2	5	Unidad Bobina	S/60.00	S/300.00
PAPEL PERIÓDICO DE 82.0 CM 45.0 GR/M3	4	Unidad Bobina	S/50.00	S/200.00
TINTA BLACK.	2	Cilindro	S/70.00	S/140.00
TINTA YELLOW.	2	Cilindro	S/70.00	S/140.00
TINTA MAGENTA.	2	Cilindro	S/70.00	S/140.00
TINTA CYAN.	2	Cilindro	S/70.00	S/140.00
TOTAL				S/1,860.00
MANO DE OBRA DIRECTA				
TRABAJADOR	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	C.U.	TOTAL
Bobinero	1	Hombre	S/930.00	S/930.00
Receptor	1	Hombre	S/930.00	S/930.00
Ayudante	1	Hombre	S/930.00	S/930.00
TOTAL				S/2,790.00
COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN				
MATERIALES INDIRECTOS				
INSUMO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	C.U.	TOTAL
PLACA UV CTcP 850*586	1245	unid	S/0.50	S/622.50
PLACA UV CTcP 914*610	745	unid	S/0.50	S/372.50
PLACA UV CTcP 670*586	425	unid	S/0.50	S/212.50
REV. PLACAS CTCP	2	unid	S/10.00	S/20.00
ROLLER WASH	3	unid	S/15.00	S/45.00
SOLUCIÓN DE FUENTE	5	unid	S/12.00	S/60.00
CONSERVADOR DE PLANCHAS CTCP	4	unid	S/14.00	S/56.00
TRAPOS WIPALL	7	unid	S/5.00	S/35.00
TOTAL				S/1,423.50
MANO DE OBRA INDIRECTA				
TECNICO ELECTRICISTA	1	Hombre	S/1,500.00	S/1,500.00
TÉCNICO MECÁNICO	1	Hombre	S/1,500.00	S/1,500.00
JEFE DE PLANTA	1	Hombre	S/2,800.00	S/2,800.00
PRACTICANTE	1	Hombre	S/930.00	S/930.00
TOTAL				S/6,730.00
OTROS COSTOS INDIRECTOS				
DEPRECIACIÓN	1	Servicio	S/1,500.00	S/1,500.00
ALMACENAMIENTO	1	Servicio	S/450.00	S/450.00
MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS	1	Servicio	S/2,500.00	S/2,500.00
LIMPIEZA	1	Servicio	S/200.00	S/200.00
AGUA	1	Servicio	S/350.00	S/350.00
LUZ	1	Servicio	S/1,547.00	S/1,547.00
PREDIOS	1	Servicio	S/345.00	S/345.00
INTERNET	1	Servicio	S/120.00	S/120.00
TOTAL				S/7,012.00

Fuente: Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.

ANEXO 06: Formato de registro – Costos de pérdida de CRI

COSTOS DE PÉRDIDA POR FALTA DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS									
Tarea:	Costeo de pérdidas			Empresa:	Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.				
Fecha:	5/05/2019			Proceso:	Impresión de periódicos				
Analista:	Arantza Colmenares			Área:	Mantenimiento				
DATOS (Hr)				FÓRMULA					
Costo M.O.D.	S/		13.41	COSTO TOTAL DE PÉRDIDA = Hrs. improductivas x (C.M.O.D. + C.I.F. + L.C. + C.M.C.) C.M.O.D. = Costo por hora de mano de obra directa C.I.F. = Costos indirectos de fabricación por hora L.C. = Costo por hora de lucro cesante C.M.C. = Costo por mantenimientos correctivos					
Tasa C.I.F.	S/		72.91						
Lucro cesante	S/		23.05						
AÑO	MES	Nº Fallas	Hrs. Improductivas por paradas por averías	MTTR	Costo de M.O.D.	C.I.F.	C.M.C.	LUCRO CESANTE	COSTO TOTAL DE PÉRDIDA
2018	Enero	12	18.54	1.55	S/ 248.69	S/ 1,351.77	S/2,540.00	S/427.36	S/4,567.82
	Febrero	11	19.45	1.77	S/ 260.89	S/ 1,418.12	S/3,452.00	S/448.34	S/5,579.35
	Marzo	13	20.45	1.57	S/ 274.31	S/ 1,491.03	S/1,425.00	S/471.39	S/3,661.73
	Abril	13	20.47	1.57	S/ 274.57	S/ 1,492.49	S/3,545.00	S/471.85	S/5,783.91
	Mayo	14	19.4	1.39	S/ 260.22	S/ 1,414.47	S/1,545.00	S/447.19	S/3,666.88
	Junio	15	17.45	1.16	S/ 234.06	S/ 1,272.30	S/2,542.00	S/402.24	S/4,450.60
	Julio	11	12.47	1.13	S/ 167.27	S/ 909.20	S/1,589.00	S/287.44	S/2,952.91
	Agosto	12	20.14	1.68	S/ 270.15	S/ 1,468.43	S/1,965.00	S/464.24	S/4,167.82
	Septiembre	12	15.47	1.29	S/ 207.51	S/ 1,127.93	S/1,235.00	S/356.60	S/2,927.04
	Octubre	10	11.47	1.15	S/ 153.85	S/ 836.29	S/1,478.00	S/264.39	S/2,732.54
	Noviembre	11	12.35	1.12	S/ 165.66	S/ 900.45	S/1,589.00	S/284.68	S/2,939.79
	Diciembre	18	19.87	1.10	S/ 266.53	S/ 1,448.74	S/2,458.00	S/458.02	S/4,631.29
PROMEDIO MENSUAL		13	17.29	1.37	S/231.97	S/1,260.94	S/2,113.58	S/398.65	S/4,005.14
TOTAL ANUAL		152	207.53		S/2,783.70	S/15,131.23	S/25,363.00	S/4,783.74	S/48,061.67

Fuente: Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.

ANEXO 07: Formato de registro – Costos de pérdida de CR2

COSTOS DE PÉRDIDA POR FALTA DE TRABAJOS DE PREPARACIÓN ESTANDARIZADO							
Tarea:	Costeo de pérdidas		Empresa:	Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.			
Fecha:	5/05/2019		Proceso:	Impresión de periódicos			
Analista:	Arantza Colmenares		Área:	Mantenimiento			
DATOS (Hr)			FÓRMULA				
Costo M.O.D.	S/	13.41	$COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = Hrs.\ improductivas \times (C.M.O.D. + C.I.F. + L.C. + C.M.)$ C.M.O.D. = Costo por hora de mano de obra directa C.I.F. = Costos indirectos de fabricación por hora L.C. = Costo por hora de lucro cesante C.M. = Costo de materiales perdidos por pruebas				
Tasa C.I.F.	S/	72.91					
Lucro cesante	S/	23.05					
AÑO	MES	Hrs. Improductivas por preparación de máquina	Costo de M.O.D.	C.I.F.	C.M.	LUCRO CESANTE	COSTO TOTAL DE PÉRDIDA
2018	Enero	34.15	S/ 458.07	S/ 2,489.91	S/314.00	S/787.19	S/4,049.17
	Febrero	35.41	S/ 474.97	S/ 2,581.78	S/258.00	S/816.23	S/4,130.98
	Marzo	33.47	S/ 448.95	S/ 2,440.33	S/325.00	S/771.51	S/3,985.79
	Abril	36.78	S/ 493.35	S/ 2,681.67	S/254.00	S/847.81	S/4,276.83
	Mayo	31.57	S/ 423.46	S/ 2,301.80	S/312.00	S/727.72	S/3,764.98
	Junio	30.28	S/ 406.16	S/ 2,207.75	S/254.00	S/697.98	S/3,565.89
	Julio	35.45	S/ 475.51	S/ 2,584.70	S/235.00	S/817.15	S/4,112.36
	Agosto	36.78	S/ 493.35	S/ 2,681.67	S/354.00	S/847.81	S/4,376.83
	Septiembre	39.41	S/ 528.62	S/ 2,873.42	S/258.00	S/908.43	S/4,568.48
	Octubre	33.27	S/ 446.27	S/ 2,425.75	S/456.00	S/766.90	S/4,094.92
	Noviembre	31.54	S/ 423.06	S/ 2,299.61	S/321.00	S/727.02	S/3,770.70
	Diciembre	34.18	S/ 458.47	S/ 2,492.10	S/296.00	S/787.88	S/4,034.45
PROMEDIO MENSUAL		34.36	S/460.85	S/2,505.04	S/303.08	S/791.97	S/4,060.95
TOTAL ANUAL		412.29	S/5,530.24	S/30,060.50	S/3,637.00	S/9,503.63	S/48,731.37

Fuente: Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.

ANEXO 08: Formato de registro – Costos de pérdida de CR3

COSTOS DE PÉRDIDA POR FALTA DE ORDEN Y LIMPIEZA							
Tarea:	Costeo de pérdidas		Empresa:	Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.			
Fecha:	5/05/2019		Proceso:	Impresión de periódicos			
Analista:	Arantza Colmenares		Área:	Mantenimiento			
DATOS (Hr)			FÓRMULA				
Costo M.O.D.	S/	13.41	$COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = Hrs.\ improductivas \times (C.M.O.D. + C.I.F. + L.C. + C.M.)$ C.M.O.D. = Costo por hora de mano de obra directa C.I.F. = Costos indirectos de fabricación por hora L.C. = Costo por hora de lucro cesante C.M. = Costo de material deteriorado por suciedad				
Tasa C.I.F.	S/	72.91					
Lucro cesante	S/	23.05					
AÑO	MES	Hrs. Improductivas por falta de orden y limpieza	Costo de M.O.D.	C.I.F.	C.M.	LUCRO CESANTE	COSTO TOTAL DE PÉRDIDA
2018	Enero	24.45	S/ 327.96	S/ 1,782.68	S/257.00	S/563.59	S/2,931.23
	Febreiro	25.45	S/ 341.37	S/ 1,855.59	S/235.00	S/586.64	S/3,018.60
	Marzo	27.84	S/ 373.43	S/ 2,029.84	S/247.00	S/641.74	S/3,292.01
	Abril	29.58	S/ 396.77	S/ 2,156.71	S/258.00	S/681.84	S/3,493.32
	Mayo	29.47	S/ 395.29	S/ 2,148.69	S/269.00	S/679.31	S/3,492.29
	Junio	26.47	S/ 355.05	S/ 1,929.96	S/235.00	S/610.16	S/3,130.17
	Julio	28.47	S/ 381.88	S/ 2,075.78	S/215.00	S/656.26	S/3,328.92
	Agosto	24.45	S/ 327.96	S/ 1,782.68	S/287.00	S/563.59	S/2,961.23
	Septiembre	29.87	S/ 400.66	S/ 2,177.85	S/264.00	S/688.53	S/3,531.04
	Octubre	26.84	S/ 360.02	S/ 1,956.93	S/255.00	S/618.68	S/3,190.63
	Noviembre	21.47	S/ 287.99	S/ 1,565.40	S/247.00	S/494.90	S/2,595.29
	Diciembre	23.54	S/ 315.75	S/ 1,716.33	S/212.00	S/542.62	S/2,786.70
PROMEDIO MENSUAL		26.49	S/355.34	S/1,931.54	S/248.42	S/610.66	S/3,145.95
TOTAL ANUAL		317.90	S/4,264.14	S/23,178.43	S/2,981.00	S/7,327.86	S/37,751.43

Fuente: Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.

ANEXO 09: Formato de registro – Costos de pérdida de CR4

COSTOS DE PÉRDIDA POR FALTA DE PLAN DE MEJORA CONTINUA							
Tarea:	Costeo de pérdidas		Empresa:	Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.			
Fecha:	5/05/2019		Proceso:	Impresión de periódicos			
Analista:	Arantza Colmenares		Área:	Mantenimiento			
DATOS (Hr)			FÓRMULA				
Costo M.O.D.	S/	13.41	$COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = Hrs.\ improductivas \times (C.M.O.D. + C.I.F. + L.C. + C.M.C.)$ C.M.O.D. = Costo por hora de mano de obra directa C.I.F. = Costos indirectos de fabricación por hora L.C. = Costo por hora de lucro cesante C.M. = Costo de materiales perdidos por pruebas				
Tasa C.I.F.	S/	72.91					
Lucro cesante	S/	23.05					
AÑO	MES	Hrs. Improductivas por falta de plan de mejora continua	Costo de M.O.D.	C.I.F.	C.M.	LUCRO CESANTE	COSTO TOTAL DE PÉRDIDA
2018	Enero	14.57	S/ 195.43	S/ 1,062.31	S/254.00	S/335.85	S/1,847.60
	Febrero	13.56	S/ 181.89	S/ 988.67	S/354.00	S/312.57	S/1,837.13
	Marzo	12.45	S/ 167.00	S/ 907.74	S/254.00	S/286.98	S/1,615.72
	Abril	15.89	S/ 213.14	S/ 1,158.56	S/358.00	S/366.28	S/2,095.97
	Mayo	16.54	S/ 221.86	S/ 1,205.95	S/258.00	S/381.26	S/2,067.07
	Junio	17.58	S/ 235.81	S/ 1,281.78	S/458.00	S/405.23	S/2,380.82
	Julio	15.52	S/ 208.18	S/ 1,131.58	S/236.00	S/357.75	S/1,933.51
	Agosto	13.28	S/ 178.13	S/ 968.26	S/365.00	S/306.12	S/1,817.50
	Septiembre	19.58	S/ 262.64	S/ 1,427.60	S/125.00	S/451.34	S/2,266.57
	Octubre	17.54	S/ 235.27	S/ 1,278.86	S/365.00	S/404.31	S/2,283.44
	Noviembre	16.58	S/ 222.40	S/ 1,208.87	S/258.00	S/382.18	S/2,071.44
	Diciembre	17.85	S/ 239.43	S/ 1,301.46	S/249.00	S/411.46	S/2,201.35
PROMEDIO MENSUAL		15.91	S/213.43	S/1,160.14	S/294.50	S/366.78	S/2,034.84
TOTAL ANUAL		190.94	S/2,561.17	S/13,921.64	S/3,534.00	S/4,401.33	S/24,418.13

Fuente: Empresa Editora La Industria de Trujillo S.A.