

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“PROPUESTA DE MEJORA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING PARA REDUCIR COSTOS EN EL PROCESO DE PACKING DE UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Andree Rodrigo Aspillaga Reyes

Asesor:

Ing. Oscar Alberto Goicochea Ramírez
<https://orcid.org/0000-0002-0657-4596>

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Enrique Martin Avendaño Delgado	18087740
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Rafael Luis Alberto Castillo Cabrera	45236444
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Miguel Enrique Alcalá Adrianzen	17904461
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar hasta este punto y haberme dado salud para poder lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres Yancarlo Aspillaga y Janina Reyes, porque ellos son el motor de mi vida, por apoyarme en todo instante, por sus sabios consejos y por la motivación que siempre me han dado para poder salir adelante y ser una persona de bien.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por guiarme diariamente por el camino del bien; en segundo lugar, a mis padres porque gracias a su esfuerzo pude acabar mis estudios.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

JURADO EVALUADOR	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	xii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad Problemática.....	13
1.2. Definición de términos	25
1.3. Formulación del problema	26
1.4. Objetivos	26
1.4.1. Objetivo General	26
1.4.2. Objetivos Específicos.....	27
1.5. Hipótesis.....	27
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	28
2.1. Tipo de investigación	28
2.2. Métodos.....	29
2.3. Procedimiento.....	30
2.3.1. Diagnóstico del área problemática	30
2.3.2. Identificación de indicadores	38
2.3.3. Desarrollo SMED.....	40
2.3.4. Desarrollo 5S.....	57
2.3.5. Desarrollo Jidoka	80
<hr/>	
Aspillaga Reyes, A.	v

2.3.6.	Cálculo de inversiones	88
2.3.7.	Evaluación económica - financiera	89
CAPÍTULO III. RESULTADOS		91
3.1.	Resultados de SMED	91
3.2.	Resultados de 5S	93
3.3.	Resultados de Jidoka	95
3.4.	Resumen de resultados	97
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		98
4.1.	Discusión	98
4.2.	Conclusiones	99
REFERENCIAS		100
ANEXOS		103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Metodología empleada para la presente investigación	29
Tabla 2. Tiempos promedios de preparación en cada máquina	32
Tabla 3. Pérdida monetaria mensual de CR1 - Producción	34
Tabla 4. Pérdida monetaria mensual de CR2 - Producción	36
Tabla 5. Pérdida monetaria mensual de CR3 - Producción	38
Tabla 8. Cuadro de indicadores	39
Tabla 7. Resumen de inversiones y beneficios de cada herramienta	88
Tabla 8. Resumen de resultados obtenidos de propuesta SMED	92
Tabla 9. Resumen de resultados obtenidos de propuesta de 5S	94
Tabla 10. Resumen de resultados obtenidos de propuesta de Jidoka	96
Tabla 11. Resumen de resultados de implementación de mejoras	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución del consumo y precio de arándanos frescos en Norteamérica	13
Figura 2. Evolución de importaciones y precios de arándanos frescos en Europa	14
Figura 3. Evolución de importaciones y precios de arándanos frescos en nuevos mercados de consumo	14
Figura 4. Costos y sobrecostos de producción mensual – Año 2021	16
Figura 5. Índice de productividad mensual - Año 2021	17
Figura 6. Metodología de implementación de JIDOKA	21
Figura 7. Casa del sistema de producción Toyota	22
Figura 8. Metodología de implementación de 5S	23
Figura 9. Etapas de implementación de SMED	24
Figura 10. Diagrama de Ishikawa - Problemática	31
Figura 11. Número y tiempos de cambio de formato mensual – Año 2019	33
Figura 12. Horas de paradas mensuales por limpiezas no programadas	35
Figura 13. Incumplimientos de trabajos de limpiezas programados	35
Figura 14. Horas de paradas por errores en el proceso	37
Figura 15. Toneladas de arándano desperdiciadas por errores en el proceso	37
Figura 16. Procedimiento de implementación de SMED	40
Figura 17. Formato para la identificación de las operaciones de cambio de formato	41
Figura 18. Procedimiento para el desarrollo de la primera etapa de SMED	42
Figura 19. Formato de lista de chequeo de operación	43
Figura 20. Formato de lista de chequeo funcional	45
Figura 21. Formato de mejora de transportes de materiales y herramientas	46

Figura 22. Procedimiento para el desarrollo de la segunda etapa de SMED	47
Figura 23. Formato de preparación anticipada de operaciones	48
Figura 24. Formato para el registro de las estandarizaciones de regulaciones	49
Figura 25. Formato de registro para el uso de plantillas intermedias	50
Figura 26. Procedimiento para el desarrollo de la tercera etapa de SMED	51
Figura 27. Formato de registro de operaciones en paralelo	52
Figura 28. Formato de registro de mejoras en parámetros de configuración	53
Figura 29. Formato de registro de referencias visibles	54
Figura 30. Tiempos muestreados de la nueva metodología SMED	55
Figura 31. Curva de aprendizaje del método SMED	55
Figura 32. Formato de Diagrama de Gantt para la implementación de SMED	56
Figura 33. Procedimiento establecido para implementar 5S	57
Figura 34. Procedimiento para desarrollar SEIRI	58
Figura 35. Formato para hacer el registro fotográfico de evidencias	59
Figura 36. Criterios para clasificación y evaluación de elementos	60
Figura 37. Formato de registro de aplicación de tarjetas rojas	61
Figura 38. Formato para informe de notificación de desechos y reubicaciones	62
Figura 39. Procedimiento para desarrollar SEITON	63
Figura 40. Formato de registro de evidencia del primer paso de SEITON	64
Figura 41. Formato de registro de evidencia del segundo paso de SEITON	65
Figura 42. Formato de registro de evidencia del tercer paso de SEITON	66
Figura 43. Procedimiento para desarrollar SEISO	67
Figura 44. Formato de registro de zonas que requieren limpieza constante	68

Figura 45. Formato de programa de limpieza	69
Figura 46. Formato de Check List de limpieza	70
Figura 47. Procedimiento para implementar SEIKETSU	71
Figura 48. Formato para realizar verificaciones de las primeras 3S	72
Figura 49. Formato para establecer medidas preventivas mediante los 5 porqué	72
Figura 50. Formato para estandarizar trabajo de limpieza	73
Figura 51. Procedimiento para implementar SHITSUKE	74
Figura 52. Formato de registro de evidencias de actividades 5S	75
Figura 53. Formato de registro de implantación de disciplina	76
Figura 54. Formato de plan de sostenimiento de 5S	77
Figura 55. Fechas de evaluación de incidencias tras aplicar 5S en una línea de producción	78
Figura 56. Medición de la eficiencia en la línea de producción tras aplicar 5S	78
Figura 57. Diagrama de Gantt para la implementación de 5S	79
Figura 58. Procedimiento para la implementación de JIDOKA	80
Figura 59. Formato para la identificación de los principales errores en el proceso	81
Figura 60. Formato de registro de implementación de dispositivos de detección de errores	82
Figura 61. Formato de registro de protocolo de parada de línea	83
Figura 62. Formato para registro de procedimientos para corregir errores en el proceso	84
Figura 63. Formato de registro de procedimiento para la revisión de mejoras	85
Figura 64. Medición de horas de paradas después de aplicar mejoras	86
Figura 65. Medición de incidencias después de aplicar mejora de JIDOKA	86

Figura 66. Diagrama de Gantt para la implementación de JIDOKA	87
Figura 67. Formato de análisis económico de la propuesta de mejora	90
Figura 68. Impacto sobre el tiempo promedio para realizar cambio de formatos (minutos)	91
Figura 69. Impacto sobre el porcentaje de actividades de cambio de formato con la máquina encendida	91
Figura 70. Ahorro esperado de CR1	92
Figura 71. Impacto sobre el porcentaje de cumplimiento de trabajos de limpieza	93
Figura 72. Impacto sobre el tiempo mensual de paradas por trabajos de limpieza no programados (horas)	93
Figura 73. Ahorro esperado de CR2	94
Figura 74. Impacto sobre las toneladas de arándano desperdiciados por errores en el proceso	95
Figura 75. Impacto sobre el tiempo mensual de paradas por errores en el proceso (horas)	95
Figura 76. Ahorro esperado de CR3 - Producción	96

RESUMEN

Se realizó un trabajo de investigación con el propósito de determinar el impacto de la propuesta de mejora mediante la aplicación de herramientas Lean Manufacturing en el área de producción, sobre los costos de una empresa agroindustrial; con el supuesto de que los costos se reducirán. La presente investigación por su diseño es diagnóstica y propositiva.

En la primera etapa se diagnosticó la situación problemática en el área de producción, calculándose una pérdida monetaria de S/ 3,365,985.50

Las herramientas seleccionadas para eliminar los desperdicios en el área de producción fueron: SMED, 5S y Jidoka, con la implementación de estas herramientas se redujeron hasta en un 53,45% de los desperdicios,

Finalmente, se realizó un análisis económico determinándose que el ahorro semestral de la mejora es de S/ 2,566,156.60, el VAN es S/ 1,598,862.04, el TIR es de 69.54%, B/C de S/1.33. Finalmente se llegó a la conclusión que la propuesta de mejora es técnica y económicamente viable permitiendo reducir los costos de la empresa.

Palabras claves: SMED, 5S, Jidoka, Costos

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Es de conocimiento público que la industria del arándano se encuentra en pleno auge desde que se convirtió en una fruta conocida a nivel mundial durante la última década. Características como el sabor y la frescura son factores determinantes en el éxito de su exportación a destinos más demandantes como es el caso de Asia y Medio Oriente. Cruz (2018) realizó un análisis de la última campaña de cosecha de arándanos y destaca como nuevos líderes de producción y exportación a Sudáfrica y Perú, que han incrementado significativamente su producción en poco tiempo, mientras que otros países con más tiempo en la cosecha de arándanos como son Estados Unidos o Chile mantienen importantes volúmenes de su respectiva producción y comercialización internacional, y pese a la creciente competencia, siguen enfocados en el objetivo de dominar mercados tan codiciados como el chino, el cual cada vez se muestra más interesado por el arándano. Cabe resaltar que los tres principales mercados donde se comercializa los arándanos frescos son Estados Unidos, Europa y mercados emergentes como China, Brasil, Japón, entre otros (Diéguez, 2019).

En las Figuras 1, 2 y 3 se muestra la gráfica de cómo ha ido evolucionando la demanda y el precio en estos mercados.

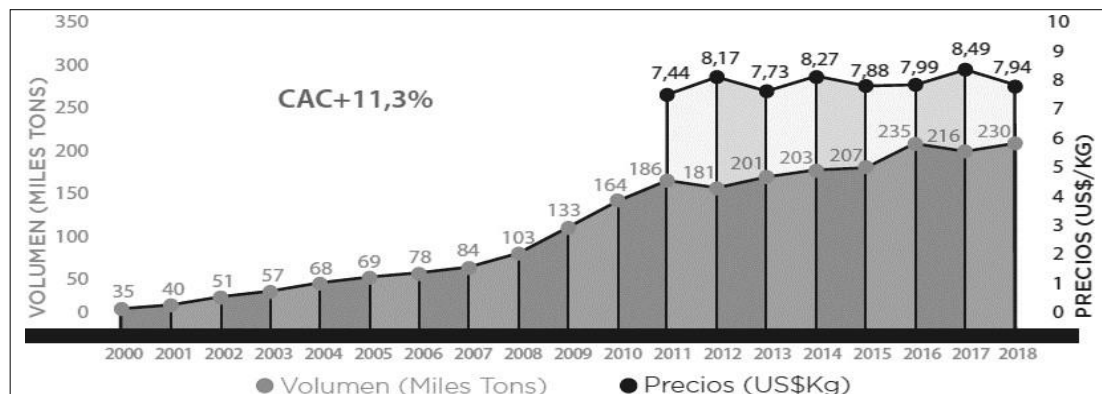


Figura 1. Evolución del consumo y precio de arándanos frescos en Norteamérica

Fuente: U.S. Department of Agriculture

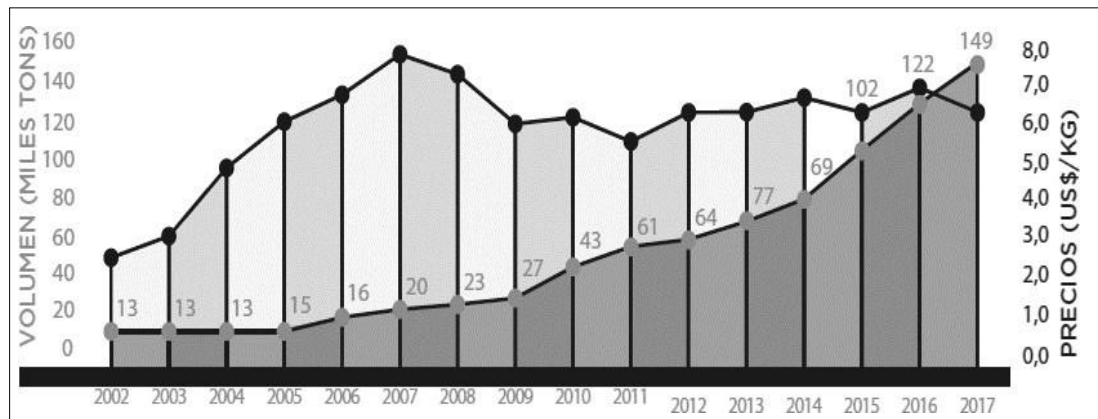


Figura 2. Evolución de importaciones y precios de arándanos frescos en Europa

Fuente: UN Comtrade, importaciones de Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Francia, Holanda, Irlanda, Italia, Noruega, Suecia, Suiza y Reino Unido.

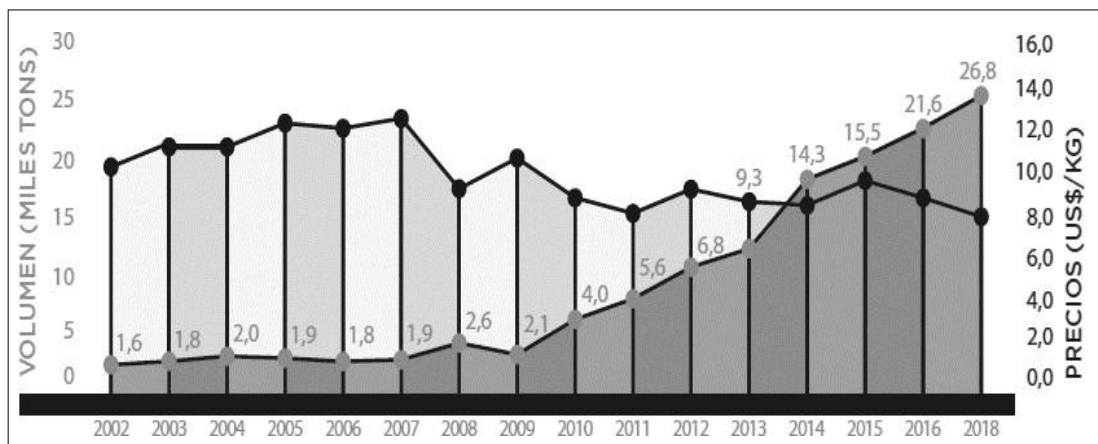


Figura 3. Evolución de importaciones y precios de arándanos frescos en nuevos mercados de consumo

Fuente: UN Comtrade, importaciones de Brasil, China, Hong Kong, Japón, Corea del Sur y Singapur.

Como se puede observar en las anteriores figuras existe una tendencia al incremento de la demanda de arándano fresco, pero el aumento en la demanda abrió una gran puerta de desafíos para quienes se han dedicado a la producción de uno de los berries más destacados del momento. Es por ello que resulta importante aplicar metodologías, técnicas y herramientas en las operaciones de las distintas áreas para lograr reducir costos ya que, si bien es cierto que la demanda incrementa anualmente, pero el precio del kilogramo de arándano bajará o se mantendrá, es por ello que al reducir costos se busca compensar esta situación de los precios.

La clave para reducir costos en cualquier empresa exportadora de arándanos que quiera optimizar y mejorar sus procesos de producción es reducir los despilfarros de tiempos por cualquier tipo de incidencias (Aguirre, 2015). Pero ante esta situación surgen las siguientes interrogantes: ¿qué metodología, técnica y/o herramienta permite eliminar o disminuir estas incidencias? ¿de qué manera puede reducirse estos despilfarros? ¿aplicando técnicas y herramientas de mejora en la gestión se puede tener un impacto significativo sobre los costos en una empresa? Estas y otras preguntas pueden ser respondidas con el concepto de Lean Manufacturing. Socconini (2019) lo define como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero sí costo y trabajo. Por otro lado, Tejada (2011) añade que el Lean Manufacturing debe entenderse como un esfuerzo incansable y continuo para crear empresas más efectivas, innovadoras y eficiente.

Conociendo esto y retomando el tema sobre la realidad de la industria del arándano, se debe agregar que si esta vez observamos solo la realidad del arándano a nivel local podemos resaltar que la producción de arándanos en el Perú creció a una tasa promedio de 206% anual entre el 2012 al 2018. Solo el año pasado, la producción de ese fruto registró más de 89,700 toneladas, siendo las regiones más productoras del país La Libertad y Lambayeque (Salazar, 2019). Es evidente que, ante esta perspectiva de crecimiento de la producción y exportación, las empresas deben de analizar si el Lean Manufacturing les puede generar un impacto significativo sobre sus costos y de esta manera poder competir de manera internacional.

En la planta de empaque de arándanos estudiada en la presente investigación, si analizamos la realidad durante esta última temporada de cosecha de arándanos (2019) se ha presentado un gran problema, el aumento del costo de sus operaciones, que

genera en el área de producción, se estima que al cierre de la campaña de este año se ha tenido que trabajar una sumatoria acumulada de más de 936 horas-máquina extras cada mes entre todas las líneas de producción y en dos turnos, para poder procesar todas las toneladas de fruta que van llegando de la cosecha.

Y estas horas extras repercute considerablemente sobre los costos, si analizamos la evolución de los costos de producción mensuales de la última campaña (ver Figura 4) se puede observar que se ha generado un sobrecosto promedio de S/ 477,554.19 comparado con el costo estándar presupuestado por la empresa resulta ser muy significativo ya que reduce el margen de ganancias de la empresa y la productividad.

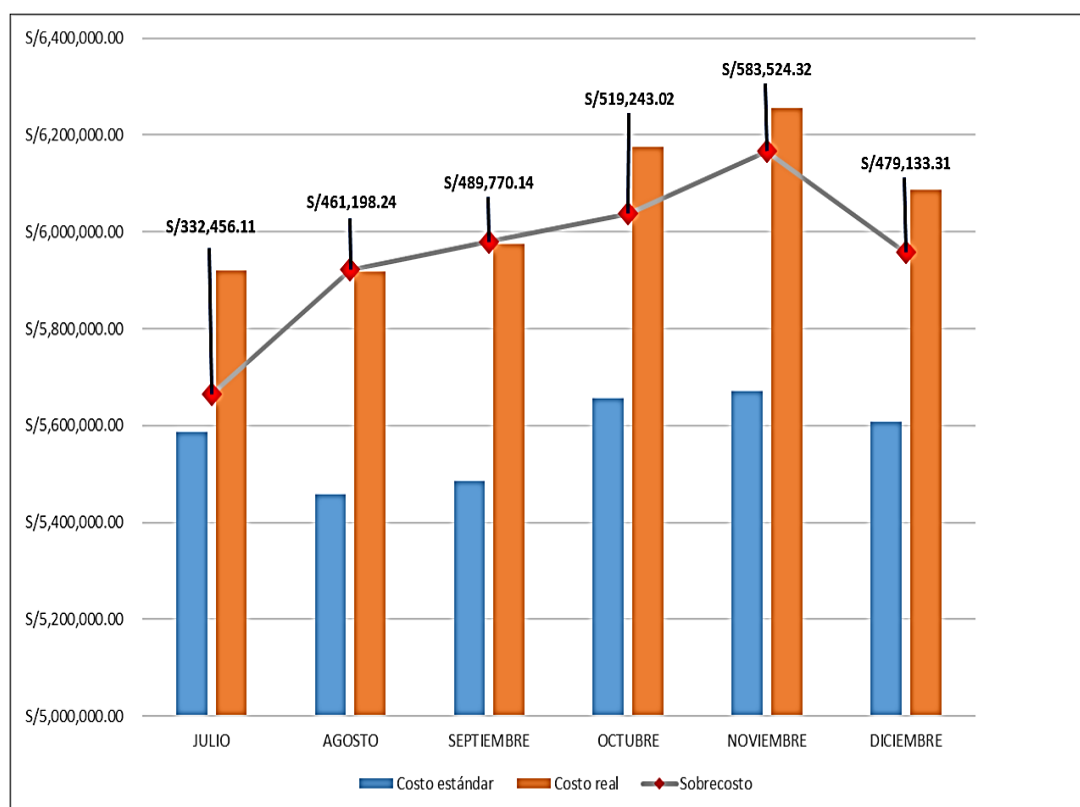


Figura 4. Costos y sobrecostos de producción mensual – Año 2021

Fuente: Empresa agroindustrial

Por otro lado, como ya se había mencionado, al generarse sobrecostos o pérdidas monetarias, la productividad se ve disminuido como se aprecia en la Figura 5, donde claramente al compararse con la productividad estándar existe un déficit promedio de

0.89, que significa que se está obteniendo menos toneladas de arándano por cada sol utilizado en los costos de fabricación, esto refleja claramente que existen problemas en la gestión de la empresa que no permite tener los costos bajo control y son los indicadores que dejan en descubierto la gran problemática presente.

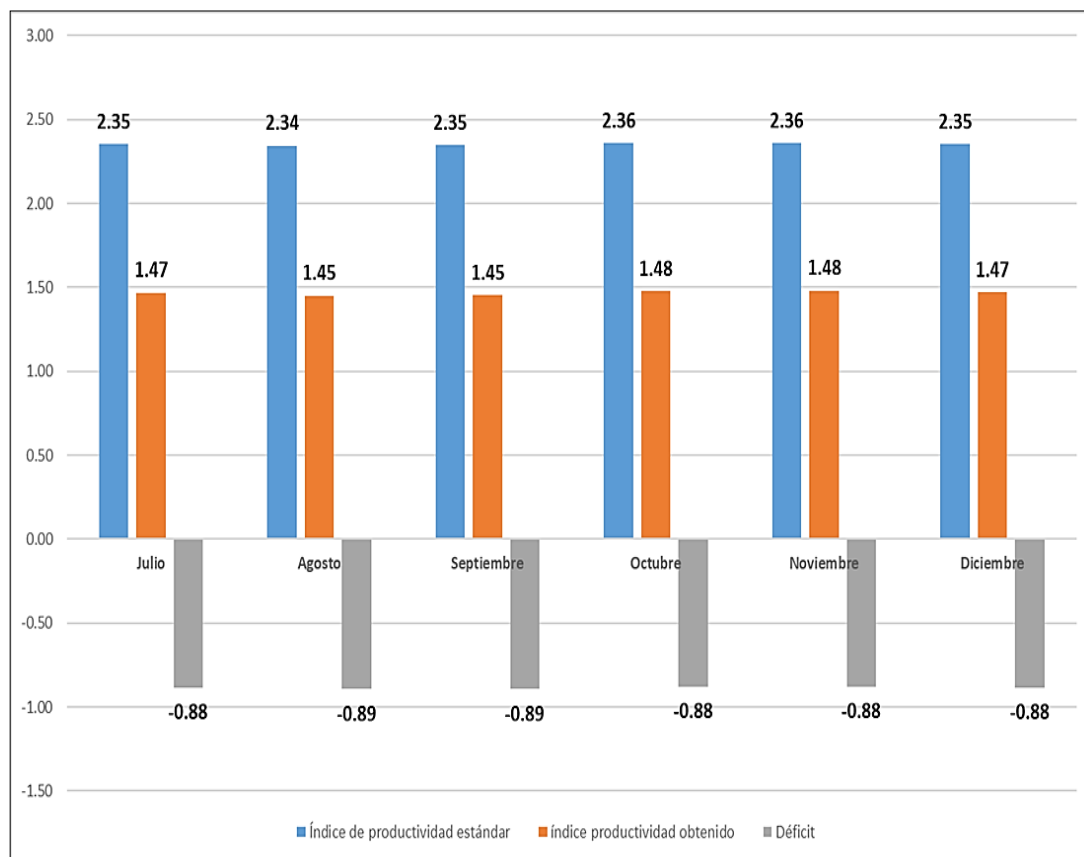


Figura 5. Índice de productividad mensual - Año 2021

Fuente: Empresa agroindustrial

Como se sabe el proceso de empaque del arándano es continuo, debido a que el flujo de entrada de los arándanos es constante mientras dura el proceso de packing y es por lo que cada hora que pasa es vital. Conociendo la situación actual de la industria donde los competidores empiezan a escalar posiciones no se puede dar ventajas y se debe buscar la manera de reducir los costos de sus operaciones. Es por ello la necesidad de saber si una propuesta de mejora mediante la aplicación de herramientas Lean Manufacturing en el área de producción permitirá reducir los costos en el proceso de packing.

ANTECEDENTES

Internacional

Se encontró el estudio realizado por Uмба & Duarte (2017) titulado: *“Propuesta para implementar herramientas Lean Manufacturing para la reducción del tiempo de ciclo en la fábrica de Almojábanas El Goloso”*. Cuyo objetivo fue el de reducir los tiempos de ciclo mediante la implementación de herramientas Lean Manufacturing. El diagnóstico que realizaron pudo determinar que existían grandes despilfarros de tiempos por cambio de formatos, falta de reaprovisionamiento oportuno, falta de orden y limpieza. La metodología utilizada fue el desarrollo de las herramientas SMED y 5S. Entre los principales resultados obtenidos fueron la reducción de un 40% de despilfarros de tiempos y un 35% los costos de fabricación. Los investigadores concluyen que la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing no solo lograron mejoras cualitativas sino cuantitativas reduciendo sobre los despilfarros de costos de fabricación. Para la presente investigación se toma como referencia la metodología de implementación de las técnicas SMED y 5’S ya que su aplicación son prácticas y efectivas.

Por otro lado, Gacharná & González (2013), en su trabajo: *“Propuesta de mejoramiento del sistema productivo en la empresa de confecciones Mercy empleando herramientas de Lean Manufacturing”*. Logran plantear una metodología particular para diagnosticar los despilfarros que se dan en el proceso productivo y lo relaciona con las herramientas utilizadas mediante un Mapa de Flujo de Valor (VSM). Esta investigación usó las siguientes herramientas: 5S, SMED, TPM, KAIZEN, VSM y POKA YOKE. La recolección de datos se realizó a través de los formatos de partes de incidencias planteadas. Concluyen que aplicar herramientas Lean Manufacturing se pueden lograr un ahorro significativo del 30% en los costos de fabricación.

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

Nacional

Palomino (2012) realizó la investigación titulada: *“Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes”*. Tuvo como finalidad mejorar la eficiencia de las líneas de envasado de una planta de fabricación de lubricantes mediante la aplicación de las herramientas SMED, 5S y JIT. Cada una de estas herramientas logra una reducción del 73%, 27% y 80% en cada uno de los tiempos a los cuales se es direccionada. Los resultados del estudio realizado concluyen se obtuvo una mejora del 20% en el indicador OEE y un ahorro de horas hombres, una mayor capacidad productiva, mejor tiempo de respuesta y cumplimiento de entregas, mayores ventas, y mejor rentabilidad. Esta investigación encuentra en el trabajo antes mencionado un aporte significativo por argumentar como se puede adecuar las herramientas de Lean Manufacturing a cualquier tipo de industria o proceso.

Por otro lado, Hualla & Cárdenas (2017), en su trabajo: *“Mejora de procesos en las áreas de mezclado y molienda de una empresa manufacturera de tubosistemas PVC y PEAD aplicando herramientas de calidad y Lean Manufacturing”*. Realizó un estudio donde desarrolló un análisis de la situación actual de la empresa detectando los principales problemas, una vez seleccionados se aplicó las herramientas lean: 5S, SMED, TPM y Benchmarking, estas herramientas fueron adaptadas a la realidad de la empresa con el fin de mejorar y optimizar los procesos de mezclado compuestos y molienda scrap y de reducir el inventario de scrap mediante el incremento de su consumo y la reducción de su generación.

Se concluyó que la aplicación de las herramientas Lean permitió la estandarización de actividades, incremento de rendimientos, reducción de tiempos muertos trayendo como consecuencia la reducción del inventario de scrap de 323 toneladas en agosto del 2013 a 52 toneladas en julio del 2015, además la disminución de la generación de scrap de 9% en agosto del 2013 a 5.7% en julio del 2015. De esta investigación se toma las metodologías del diagnóstico como referencia para nuestra investigación.

Local

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

El diagnóstico permitió determinar cada oportunidad de mejora y a su vez con ayuda de un análisis de Pareto seleccionó las herramientas que conllevaron a contrarrestar gran parte de problemas. Las herramientas seleccionadas fueron: SMED, Mantenimiento autónomo y OEE. Los investigadores concluyen que, para la implementación de las propuestas de mejora planteadas, es necesario la participación de toda la organización desde la gerencia hasta los operarios. Cabe resaltar, que es importante la cooperación de los operarios, ya que gracias a la experiencia que ellos transmiten se pudo realizar el levantamiento de información acompañado de entrevistas cortas, entre otras. Para la presente investigación se toma para que sea un antecedente para realizar diagnósticos que permitan identificar los principales desperdicios que se dan en un proceso productivo.

BASES TEÓRICAS

JIDOKA

Según Carreras (2010) lo define como un sistema de control autónomo de defectos, basado en que un empleado puede parar la máquina si algo va mal. En base esto se puede deducir e inferir que la finalidad no es reemplazar al empleado, puesto que automatizar todo un proceso implica grandes inversiones, sino a facilitar el trabajo al empleado haciendo al proceso cada vez más independiente de responsabilidad del empleado. Por otro lado, Madariaga (2014) añade que Jidoka resalta las anomalías, hace visibles los defectos y permite fabricar calidad en cada uno de los procesos de la corriente de valor. Una máquina automática realiza un proceso sin la intervención de la persona, sin embargo, necesita vigilancia para detectar cualquier situación anómala.

A continuación, en la Figura 6 se muestra la metodología para implementar Jidoka.

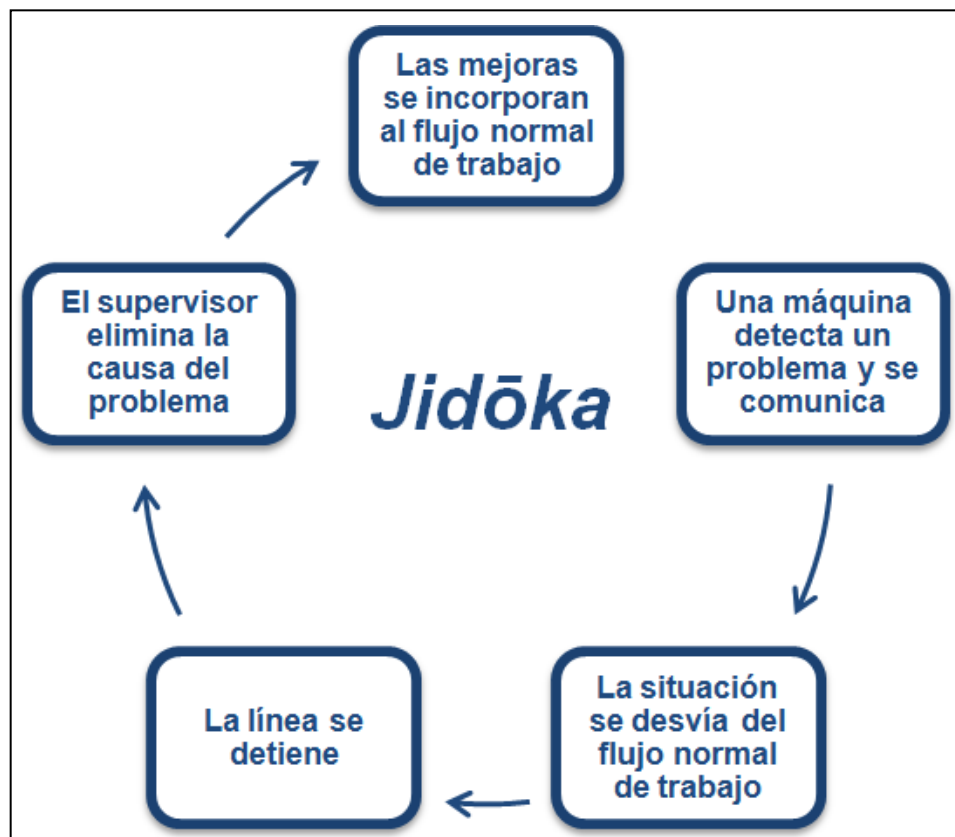


Figura 6. Metodología de implementación de JIDOKA

Fuente: Carreras (2010)

Lean Manufacturing

Según Socconini (2019) sostiene que la metodología Lean Manufacturing es una estrategia de producción, que está constituida por algunas herramientas, cuyo propósito principal es eliminar todas las operaciones que no agregan valor al producto final (producto y/o servicio).

Por otro lado, Hernández y Vizán (2013) afirman que de forma tradicional la “Casa del Sistema de Producción Toyota” permite comprender rápidamente la filosofía que encierra el Lean Manufacturing y las técnicas disponibles para su aplicación. La forma de la casa hace referencia a lo estructural que es el sistema Lean ya que su fuerza recae en los cimientos y columnas que de encontrarse estas en mal estado debilitarían el sistema. En la Figura 7 se muestra la representación.

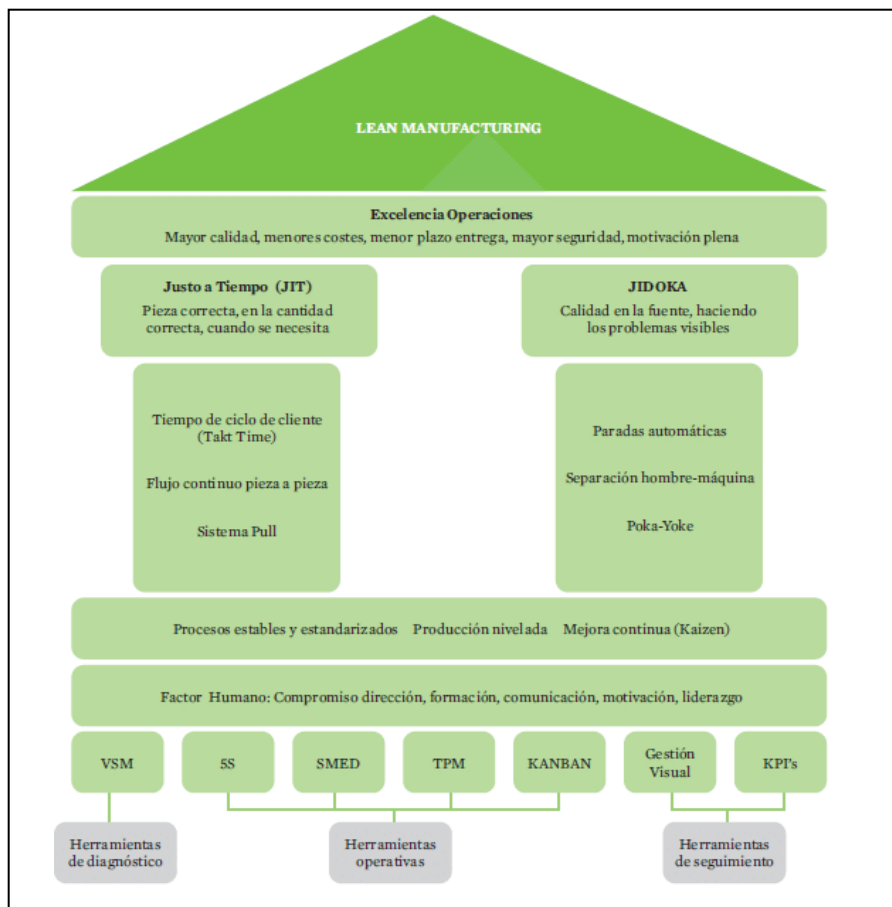


Figura 7. Casa del sistema de producción Toyota

Fuente: Hernández, J., & Vizán, A. (2013)

METODOLOGÍA 5S

Según Rodríguez (2010) lo define como una metodología eficaz para mantener de manera organizada, ordenada y limpia de los lugares de trabajo con el fin de mejorar las condiciones de seguridad, calidad en el trabajo y en la vida diaria.

Cruz (2010) complementa la definición de las 5S sosteniendo que, para encaminar a una organización hacia la calidad, bajos costos, entregas oportunas, optimización de tiempos e imagen íntegra hacia el cliente, es fundamental comenzar por lograr en ella un ambiente de trabajo que se caracterice por el orden, la limpieza y la disciplina, es decir es necesarios implementar las 5S. En la Figura 8 se muestra la metodología de implementación propuesta por el autor.

Pero cabe resaltar que para mantener altos estándares de desempeño bajo normas de orden y disciplina se necesita que el personal acepte sus responsabilidades y se involucre de manera comprometida en procesos de mejora continua.

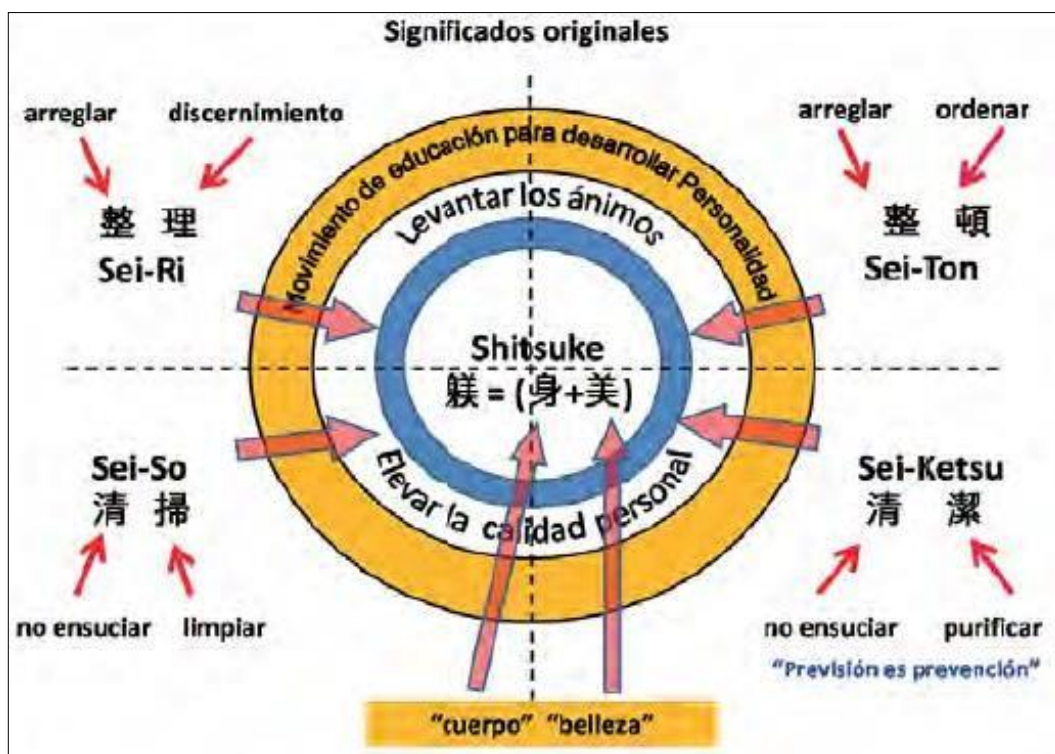


Figura 8. Metodología de implementación de 5S

Fuente: Cruz (2010)

SMED

Shingo (2001) define al término SMED como un grupo de conceptos y técnicas que permiten realizar operaciones de preparación de máquinas o cambios de formatos en menos de diez minutos. Nos explica también que en los orígenes de SMED el propósito era solo para mejorar las preparaciones y montajes para producción de prensas, pero con el tiempo ahora se ha extendido para todo tipo de máquinas en toda clase de procesos. Por otro lado, Hernández y Vizán (2013) complementan el concepto de SMED afirmando que los cambios se realizan en esta técnica implican la eliminación de ajustes y estandarización de operaciones a través de la instalación de nuevos mecanismos de alimentación, retirada, ajuste, centrado rápido como plantillas y anclajes funcionales.

Finalmente, en base a lo afirmado por los autores citados se puede decir que SMED se utiliza cuando urge reducir tiempos de preparación o cambios para poder tener mayor disponibilidad para el trabajo y flexibilizando la producción.

A continuación, en la Figura 9 se muestra la metodología de desarrollo de SMED.

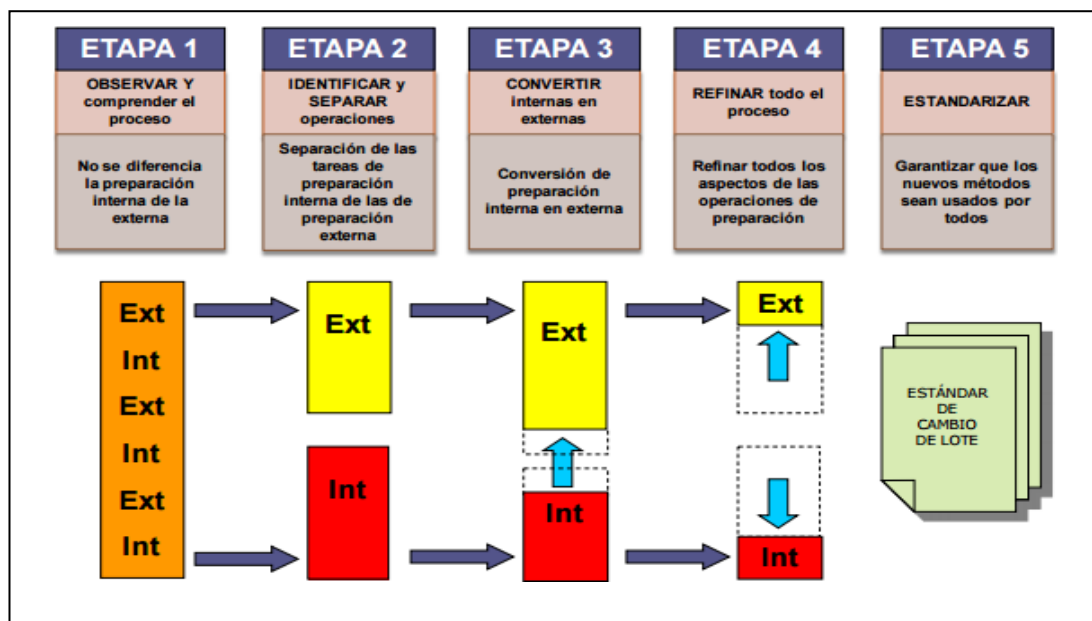


Figura 9. Etapas de implementación de SMED

Fuente: Shingo (2001)

1.2. Definición de términos

ANDON: sistema de retroalimentación visual en planta de producción que indica el estado de la misma, avisa cuando se necesita ayuda y permite a los operadores detener el proceso de producción.

CALIDAD: Satisfacción de las necesidades y expectativas de los clientes con el mínimo coste posible.

CÉLULAS DE PRODUCCIÓN: Modelo productivo que se basa en la agrupación de maquinaria y operarios que funcionan como islas.

CUADRO DE MANDO INTEGRAL: herramienta de gestión estratégica en las empresas que mide el desempeño corporativo basándose en cuatro perspectivas: financiera, cliente o mercado, procesos internos e infraestructuras y recursos (también denominado Balance Scorecard BSC).

CUELLO DE BOTELLA: en un proceso productivo es causa de un aumento de producto en curso, tanto en puesto posteriores como anteriores de la línea.

DESPERDICIOS: Todas aquellas actividades que se producen en un proceso de una empresa y que no aportan valor al producto o servicio que se ofrece al cliente.

HEIJUNKA: Este término japonés significa producción equilibrada es una técnica que adapta la producción de la empresa a la demanda fluctuante de los clientes.

HOJAS DE INSTRUCCIONES: manual del operario en donde aparece toda la información necesaria para el desarrollo de su actividad productiva con la calidad requerida.

KAIZEN: Palabra compuesta por los términos en japonés Kai (cambio) y Zen (bueno, ir a mejor). El Kaizen es un proceso de mejora continua, gradual y ordenado compuesto

de varios pasos que se orienta a la eliminación de los desperdicios con la participación activa de equipos multidisciplinares.

KPI: Un KPI (Key Performance Indicator) es un indicador clave o métrica que mide el desempeño de un proceso. Cuantifican el grado de cumplimiento de los objetivos.

MUDA: Palabra japonesa que significa gasto, especialmente se refiere a cualquier actividad humana que absorbe recursos, pero no crea valor.

PROCESO: secuencia iterativa de actividades que tiene como fin transformar unas entradas en salidas con la intervención de personas y el uso y/o consumo de recursos.

PRODUCTIVIDAD: es la relación entre la cantidad de productos obtenidos por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.

VALOR AÑADIDO: Actividades que contribuyen directamente a la satisfacción del cliente o por las que el cliente está dispuesto a pagar.

VISUAL FACTORY: son indicadores visuales, pantallas y controles utilizados en plantas de fabricación para mejorar la comunicación de la información a empleados en las líneas de producción o entre ellas.

1.3. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing sobre los costos en el proceso de packing de una empresa agroindustrial?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar el impacto de la propuesta de mejora, mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing sobre los costos en el proceso de packing de una empresa agroindustrial

1.4.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación problemática en el proceso de packing de la empresa agroindustrial.
- Cuantificar las pérdidas monetarias generada en el proceso de packing de la empresa agroindustrial.
- Desarrollar la propuesta de mejora mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing.
- Evaluar la viabilidad económica de la propuesta de mejora.

1.5. Hipótesis

La propuesta de mejora mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing reduce costos en el proceso de packing de una empresa agroindustrial.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

De acuerdo al enfoque que tiene la investigación es cuantitativa, esto se afirma de acuerdo con lo que define Ramírez (2019) donde sustenta que una investigación cuantitativa utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, lo cual se hará en el presente estudio. Por otro lado, según el conocimiento perseguido es del tipo aplicado que tiene por objetivo resolver un determinado problema o planteamiento específico, enfocándose en la búsqueda y consolidación del conocimiento para su aplicación y, por ende, para el enriquecimiento del desarrollo cultural y científico. (Carhuacho, Sicheri, Nolazco, Guerrero y Casana, 2019). De igual forma según la recolección de datos el presente estudio es retrospectivo por que tiene la principal característica, de acuerdo con Toscano (2018), de que se enfoca en los acontecimientos pasados con la finalidad de establecer un análisis cronológico que permita comprender el presente. Sin embargo, según el número de mediciones en un determinado tiempo la investigación es de corte transversal por que de acuerdo con Iglesias (2021) se conduce en un periodo de tiempo determinado. Finalmente, por el diseño de la investigación es experimental porque de acuerdo con Hernández-Sampieri y Torres (2018) se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular.

Población

Todos los procesos de todas las áreas de la empresa

Muestra

Proceso del área de producción de la empresa

Diseño de contrastación

O1 → X → O2

Donde:

O1: Situación actual de los costos de la empresa

X: Propuesta de mejora mediante la implementación de herramientas de Lean Manufacturing

O2: Situación de los costos después de implementación de solución

2.2. Métodos

La metodología establecida para la presente investigación está dividida en tres etapas como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1.

Metodología empleada para la presente investigación

ETAPA	PROCEDIMIENTO
Diagnóstico	En esta primera etapa se busca identificar los principales despilfarros que se presentan en las áreas estudiadas para luego cuantificar las pérdidas y costear las causas raíz que generan el problema investigado, con esto se podrá identificar las herramientas de mejoras requeridas.
Desarrollo de la propuesta de mejora	En esta etapa se busca el diseño y desarrollo de las metodologías de las herramientas de mejora seleccionadas y calculas los principales resultados obtenidos.
Análisis económico financiero	En esta última etapa se calcula el presupuesto, el periodo de evaluación y la tasa para evaluar el proyecto. Con esto se podrá realizar el análisis económico calculándose los principales indicadores (VAN, TIR y RBC) que a través de sus resultados se podrá concluir si el proyecto es económicamente viable.

Fuente: Elaboración propia

2.3. Procedimiento

2.3.1. Diagnóstico del área problemática

Como se mencionó en la realidad problemática la empresa agroindustrial analizada en la presente investigación se enfrenta al incremento de los costos de producción en el proceso de packing, esto debido a los grandes despilfarros. Para analizar a profundidad el problema general se elaboró un Diagrama de Ishikawa (ver figura 10) para identificar los principales despilfarros y las causas raíz que los generan.

Son tres los despilfarros que generan el incremento de los costos estos son: elevado tiempo de cambio de formatos, tiempos improductivos por desorganización en las líneas de producción y tiempos improductivos por errores en el proceso. Y las causas raíz que generan cada despilfarro respectivamente son: falta de estandarización del método para los cambios de formatos, falta de orden y limpieza y falta de sistemas para detección y prevención de errores en el proceso.

Con este análisis se tiene un mejor panorama de la problemática y hacia donde se tiene que mejorar el siguiente paso será cuantificar cada causa raíz.

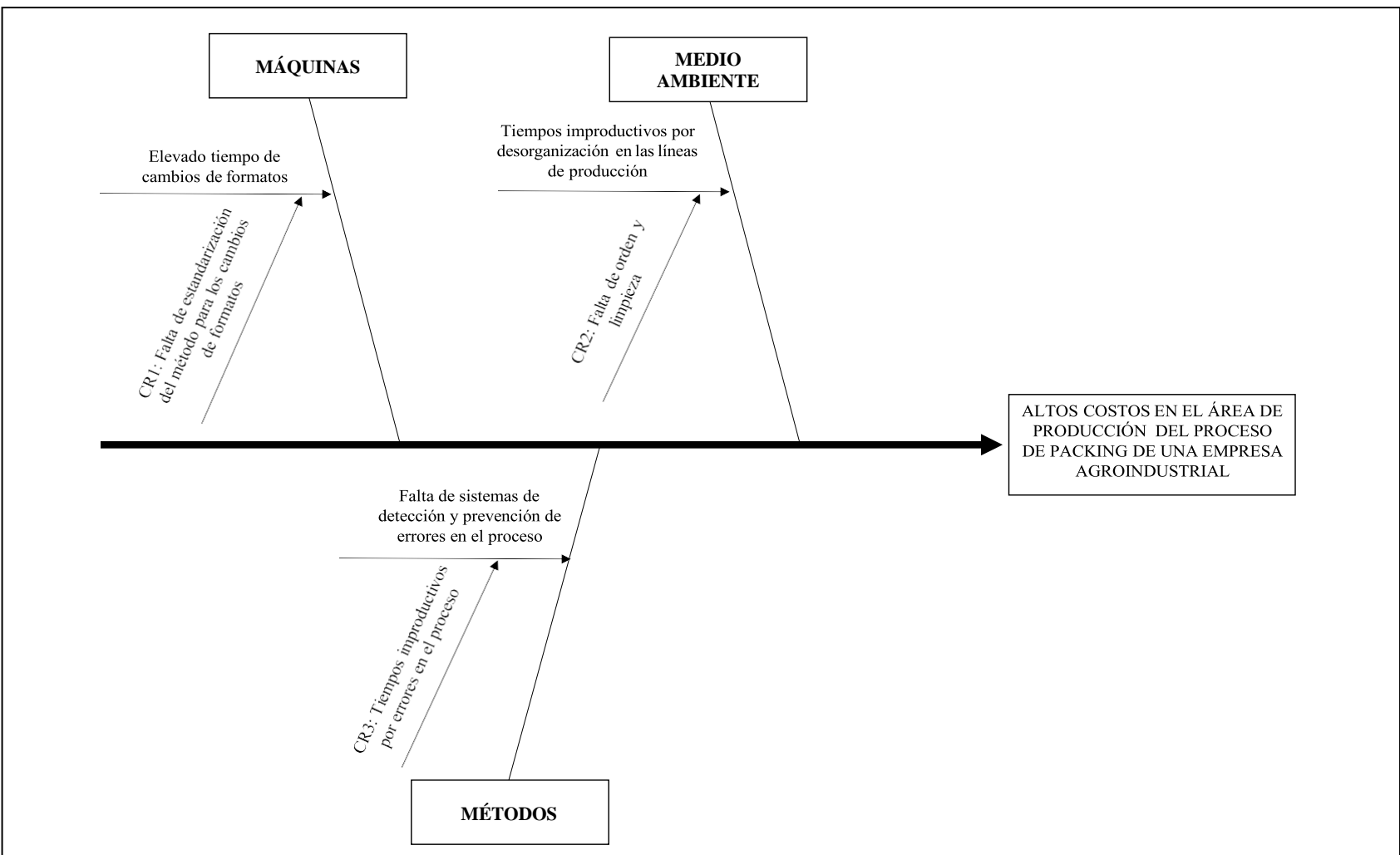


Figura 10. Diagrama de Ishikawa - Problemática

Fuente: Elaboración propia

PRODUCCIÓN CR1: Falta de estandarización del método para los cambios de formatos

La primera causa raíz identificada es la falta de estandarización del método para los cambios de formatos, actualmente existe muchas desviaciones en los tiempos de cambios de formato que varía entre los 26 a 29 minutos, generando retrasos y paradas en las líneas. El cambio de formato se realiza en la máquina envasadora de arándano, la empresa cuenta con dos tipos de estas envasadoras que son las BBC y las A & B. En la Tabla 2 se puede observar los tiempos promedios que emplean en el cambio de cada formato en los dos tipos de máquinas que hay en la planta, donde se puede observar claramente que son los formatos más grandes lo que toman mayor tiempo de preparación, esto le quita flexibilidad a la producción lo que es incongruente ya que la empresa maneja una gran variedad de productos.

Tabla 2.
Tiempos promedios de preparación en cada máquina

Formato	BBC	A & B
4 oz	27.36 min	28.45 min
6 oz	28.47 min	27.41 min
11 oz	29.14 min	28.19 min
18 oz ladrillo	27.45 min	28.63 min
18 oz plato	28.41 min	29.35 min
punnet 4 oz	27.41 min	26.98 min
punnet 6 oz	27.15 min	27.41 min
punnet 18 oz	27.89 min	28.15 min

Fuente: Empresa agroindustrial

En promedio se realizan 94 cambios de formatos entre las doce líneas de producción y los dos turnos que tiene la planta lo que en tiempo significa que se emplean 46.06 horas dedicadas a realizar cambios de formatos. A continuación, en la Figura 11 se presentan los datos recolectados de cada mes sobre los tiempos de cambio de formato.

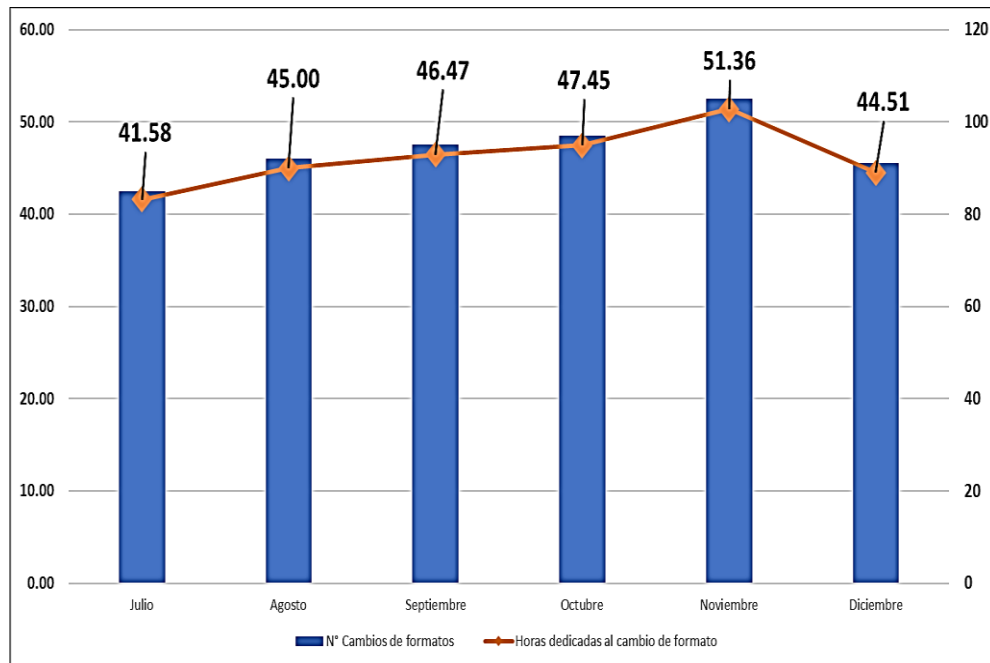


Figura 11. Número y tiempos de cambio de formato mensual – Año 2019

Fuente: Empresa agroindustrial

Todas las horas acumuladas realizando cambios de formatos generan pérdidas monetarias, es decir que por todas estas horas que se dedican a los cambios de formato se está desperdiciando horas de mano de obra directa y costos indirectos de fabricación, además se puede decir que por estas horas se está dejando de procesar varios kilogramos de arándanos lo que se transforma en costo de oportunidad, de mismo modo también se puede afirmar que estas horas acumuladas se transformarían en horas extras para poder terminar de procesar los kilogramos de arándano. En la Tabla 3 se muestra a detalle la pérdida monetaria mensual.

Tabla 3.
Pérdida monetaria mensual de CR1 - Producción

Mes	Costo de mano de obra directa	Costos indirectos de fabricación	Costo de horas extras	Costo de oportunidad	Pérdida monetaria
Julio	S/6,704.97	S/12,926.13	S/8,381.22	S/87,062.83	S/115,075.16
Agosto	S/7,257.15	S/13,990.64	S/9,071.44	S/94,232.71	S/124,551.93
Septiembre	S/7,493.79	S/14,446.85	S/9,367.24	S/97,305.52	S/128,613.41
Octubre	S/7,651.56	S/14,751.00	S/9,564.45	S/99,354.06	S/131,321.06
Noviembre	S/8,282.61	S/15,967.57	S/10,353.27	S/107,548.21	S/142,151.66
Diciembre	S/7,178.27	S/13,838.56	S/8,972.83	S/93,208.45	S/123,198.11
Total	S/44,568.36	S/85,920.76	S/55,710.44	S/578,711.78	S/764,911.34

Fuente: Elaboración propia

PRODUCCIÓN CR2: Falta de orden y limpieza

La desorganización en las áreas de trabajo es el segundo despilfarro que presenta mayor frecuencia de ocurrencia en el área de producción, genera una gran cantidad de horas de paradas, es decir tiempos improductivos, conforme se trabaja durante el día las líneas se ensucian de arándanos que se caen al suelo o las jabas que recolectan el descarte se van acumulando y no se les coloca en orden. El desorden y la falta de limpieza se acumula tanto que hay necesidad de parar la línea para limpiar y ordenar todo para poder continuar, ya que cabe recordar que el proceso debe ser inocuo en todo momento debido a la

naturaleza del producto que se está procesando. En la Figura 12 se muestran las incidencias mensuales por falta de limpieza y las horas de paradas acumuladas que en promedio es de 25.95 horas.

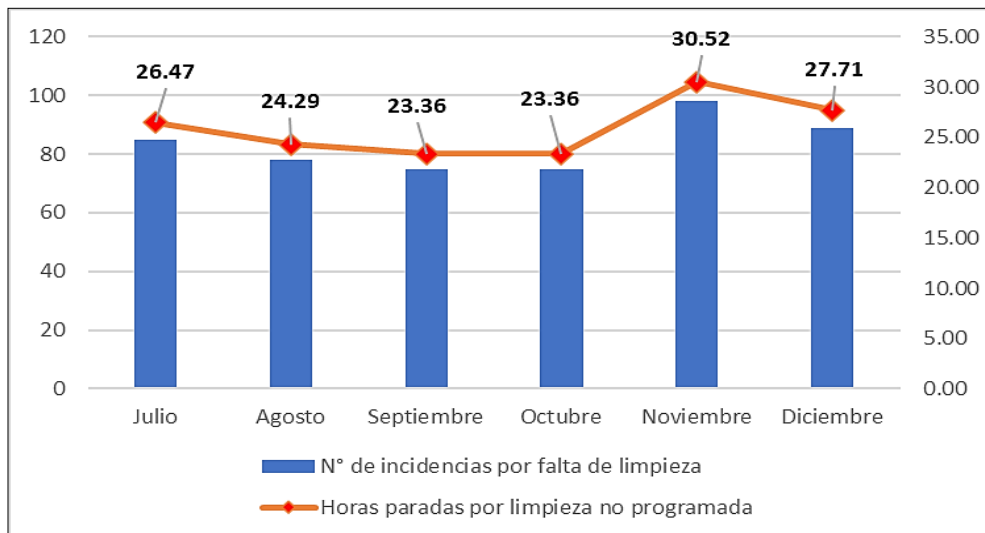


Figura 12. Horas de paradas mensuales por limpiezas no programadas

Fuente: Empresa agroindustrial

Paralelamente podemos comparar las incidencias presentadas por incumplimientos de trabajos de limpieza programados, que puede explicar en parte el origen de las horas de paradas. En la Figura 13 se pueden observar los trabajos incumplidos mensualmente que en promedio es 9.

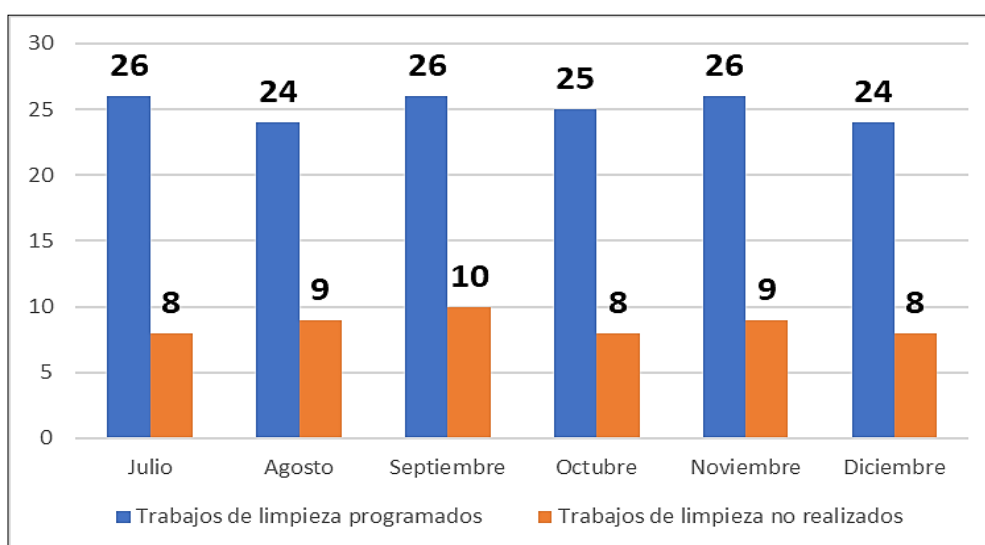


Figura 13. Incumplimientos de trabajos de limpiezas programados

Fuente: Empresa agroindustrial

Conociendo esto corresponde realizar la cuantificación de las pérdidas monetarias generadas por las horas de paradas, para este caso los factores desperdiciados durante las paradas son la mano de obra directa, los costos indirectos de fabricación, costo de horas extras de mano de obra y el costo de oportunidad. En la Tabla 4 se detallan los montos calculados.

Tabla 4.
Pérdida monetaria mensual de CR2 - Producción

Mes	Costo de mano de obra directa	Costos indirectos de fabricación	Costo de horas extras de mano de obra	Costo de oportunidad	Pérdida monetaria
Julio	S/4,268.34	S/8,228.68	S/5,335.42	S/55,423.58	S/73,256.02
Agosto	S/3,916.83	S/7,551.03	S/4,896.04	S/50,859.28	S/67,223.17
Septiembre	S/3,766.18	S/7,260.60	S/4,707.73	S/48,903.16	S/64,637.67
Octubre	S/3,766.18	S/7,260.60	S/4,707.73	S/48,903.16	S/64,637.67
Noviembre	S/4,921.14	S/9,487.19	S/6,151.43	S/63,900.12	S/84,459.88
Diciembre	S/4,469.20	S/8,615.92	S/5,586.50	S/58,031.75	S/76,703.36
Total	S/25,107.87	S/48,404.02	S/31,384.84	S/326,021.04	S/430,917.77

Fuente: Elaboración propia

PRODUCCIÓN CR3: Falta de sistemas de detección y prevención de errores en el proceso

El tercer gran despilfarro en el área de producción son los tiempos improductivos por errores en el proceso, de acuerdo con el análisis de Ishikawa la causa raíz que genera este despilfarro es la falta de sistemas de detección y prevención de errores en el proceso. Para poder entender mejor este despilfarro vale aclarar que los errores que generan las paradas son: sobrepeso en los clamshells envasados, fruta aplastada dentro de los clamshells y clamshells mal sellados. El inconveniente surge que el proceso al ser continuo se mantiene una velocidad de procesamiento que en muchas ocasiones dificulta detectar a tiempo las ocurrencias, entonces cuando estos errores son detectados por el tiempo prolongado que permanecieron los fallos el problema se agrava, no

quedando remedio que parar la línea de producción para poder enmendar estos errores. En la Figura 14 se pueden observar las horas de paradas mensuales por errores en el proceso que en promedio se calcula es de 32.48 horas.

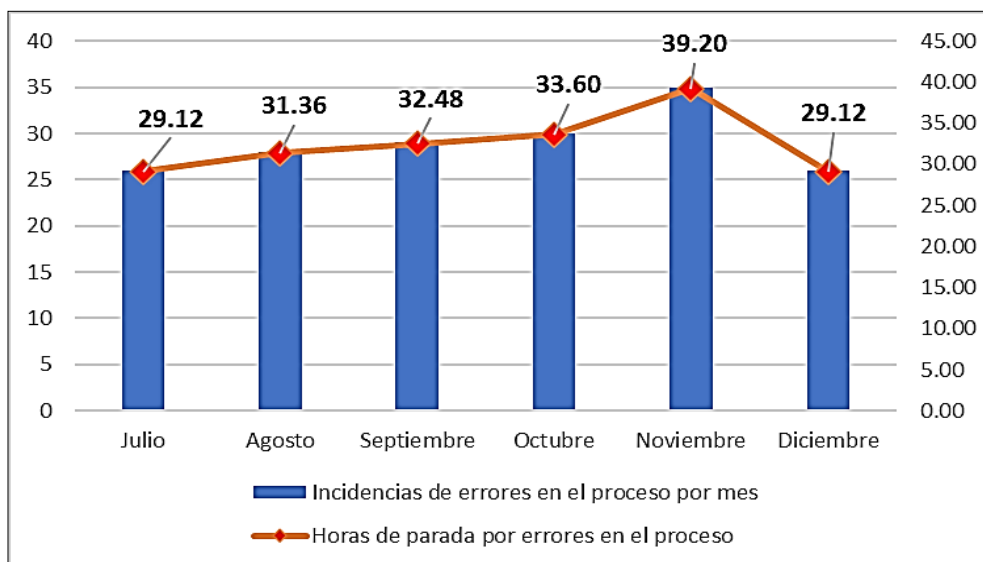


Figura 14. Horas de paradas por errores en el proceso

Fuente: Empresa agroindustrial

Por otro lado, en la Figura 15 se muestran las toneladas mensuales de arándano desperdiciadas por errores en el proceso que en promedio se estima es de 19.64 toneladas.

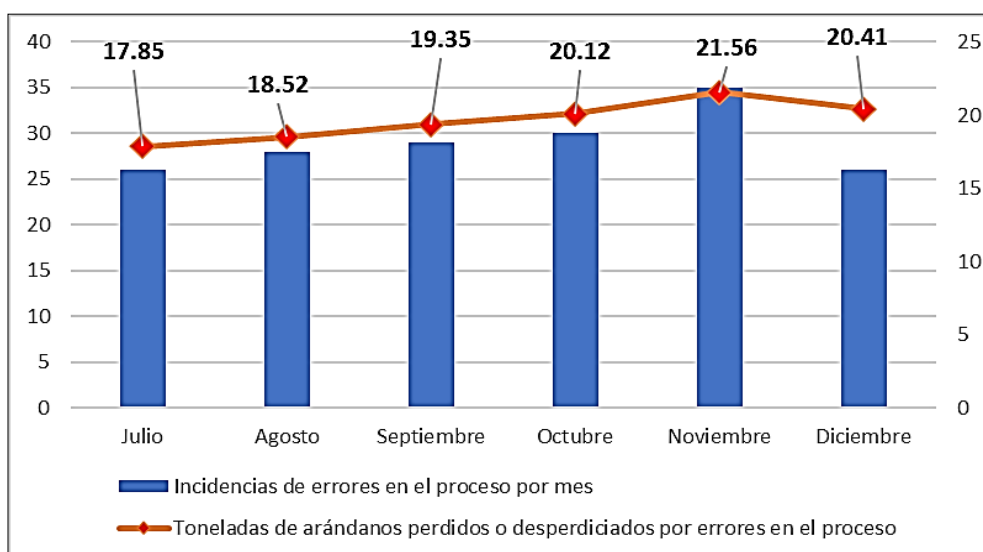


Figura 15. Toneladas de arándano desperdiciadas por errores en el proceso

Fuente: Empresa agroindustrial

Finalmente, la cuantificación de esta causa raíz se muestra en la Tabla 5 donde se aprecia los montos calculados de pérdida monetaria mensual originados por esta causa raíz.

Tabla 5.
Pérdida monetaria mensual de CR3 - Producción

Mes	Costo de materia prima directa	Costo de mano de obra directa	Costo de horas extras de mano de obra	Costos indirectos de fabricación	Costo de oportunidad	Pérdida monetaria
Julio	S/29,907.18	S/4,695.83	S/5,869.79	S/9,052.83	S/96,855.68	S/146,399.16
Agosto	S/31,029.75	S/5,057.05	S/6,321.31	S/9,749.20	S/102,892.83	S/155,068.66
Septiembre	S/32,420.39	S/5,237.66	S/6,547.08	S/10,097.38	S/106,906.42	S/161,228.28
Octubre	S/33,710.50	S/5,418.27	S/6,772.84	S/10,445.57	S/110,799.41	S/167,166.71
Noviembre	S/36,123.18	S/6,321.31	S/7,901.64	S/12,186.50	S/125,419.90	S/187,974.09
Diciembre	S/34,196.39	S/4,695.83	S/5,869.79	S/9,052.83	S/102,001.66	S/155,836.91
Total	S/197,387.39	S/31,425.96	S/39,282.45	S/60,584.30	S/644,875.90	S/973,673.82

Fuente: Elaboración propia

2.3.2. Identificación de indicadores

Teniendo costado cada causa raíz lo que corresponde es establecer indicadores para poder medir el desempeño actual, así como también para sintetizar la información sobre la eficacia y productividad de las acciones que se van a plantear en la propuesta de mejora. Con estos indicadores se espera que permitan informar, controlar, evaluar y por último ayudar a que se tomen decisiones dentro del área de producción. Para el caso de la empresa agroindustrial analizada los indicadores estarán relacionados a medir los diferentes despilfarros que se generan en el proceso.

En la Tabla 9 se establece el cuadro de indicadores donde se especifica el nombre del indicador, su fórmula, el valor actual obtenido, el valor objetivo que se desea alcanzar, la pérdida monetaria y la herramienta de mejora seleccionada.

Tabla 6.
Cuadro de indicadores

Cri	Causa raíz	Indicador	Fórmula	Valor actual	Valor objetivo	Pérdida monetaria en campaña	Herramienta de mejora
CR1	Falta de estandarización del método para los cambios de formatos	Tiempo promedio para realizar cambio de formatos (minutos)	$T = \frac{\sum \text{Tiempos de cambio de formato en cada línea de producción}}{\text{Total de número de cambios}}$	29.39	10.00	S/ 764,911.34	Single Minute Exchange of Die (SMED)
		Porcentaje de actividades de cambio de formato con la máquina encendida	$A_e = \frac{N^\circ \text{ total de actividades con la máquina encendida}}{\text{Total de actividades para cambio de formato}}$	66.67%	83.34%		
CR2	Falta de orden y limpieza	Tiempo mensual de paradas por trabajos de limpieza no programados (horas)	$T_L = \sum \text{Tiempos de paradas por limpiezas no programadas en cada línea de producción}$	25.95	12.98	S/ 430,917.77	5S
		Porcentaje de cumplimiento de trabajos de limpieza	$C_l = \frac{\text{Trabajos de limpiezas realizados}}{\text{Trabajos de limpiezas programadas}} \times 100\%$	65.56%	82.78%		
CR3	Falta de sistemas de detección y prevención de errores en el proceso	Tiempo mensual de paradas por errores en el proceso (horas)	$T_E = \sum \text{Tiempos de paradas por errores en el proceso en cada línea de producción}$	32.48	16.24	S/ 973,673.82	Jidoka
		Toneladas de arándano desperdiciados por errores en el proceso	$D_A = \sum \text{Toneladas desperdiciadas en cada línea de producción por errores en el proceso}$	19.64	9.82		

Fuente: Elaboración propia

2.3.3. Desarrollo SMED

Como se mencionó el primer problema que se identificó en el área de producción fueron los elevados tiempos de cambio de formato y la causa raíz que originaba este problema era la falta de un método estandarizado, para ello se desarrolló la herramienta SMED con el que se buscó reducir los tiempos de cambio de formato y establecer un método eficiente. Para el desarrollo de esta herramienta se estableció el procedimiento que se muestra en la Figura 16.

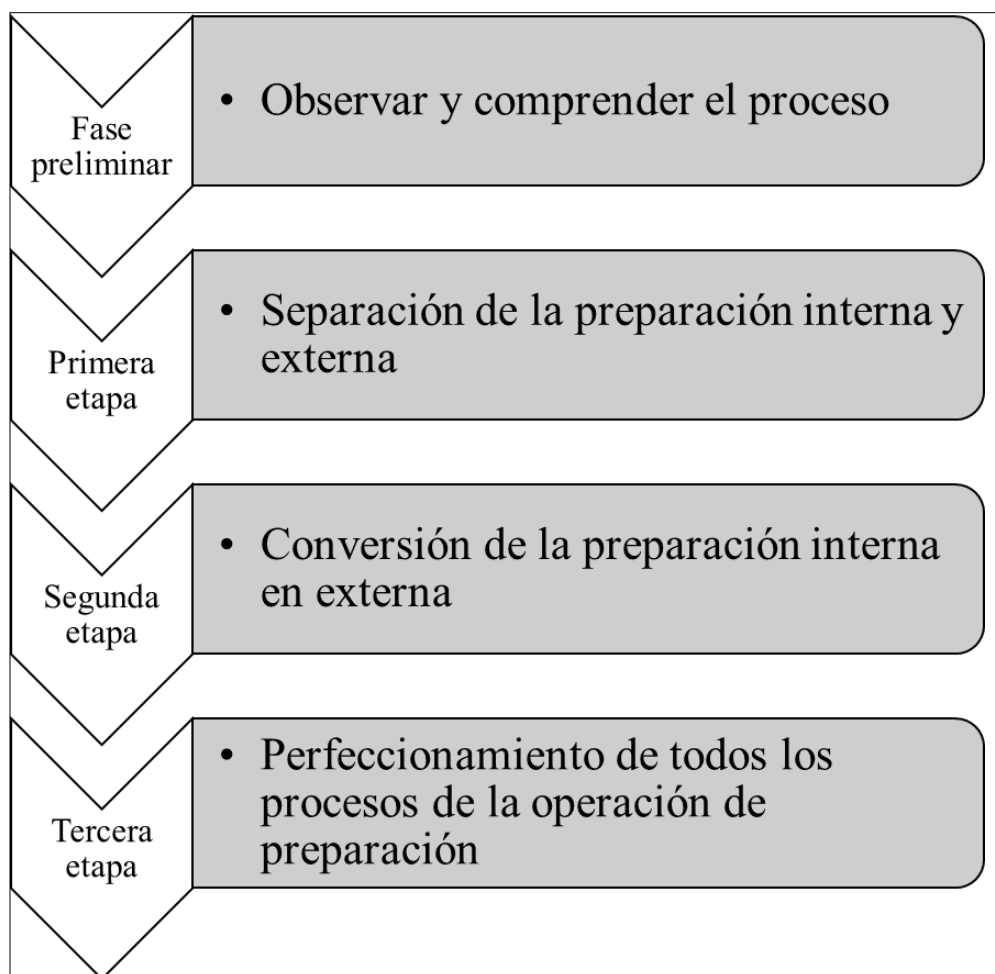


Figura 16. Procedimiento de implementación de SMED

Fuente: Carreras (2010)

La fase preliminar se basó en la observación y comprensión del proceso del cambio de formato, con esto se buscó tener identificado cada una de las operaciones que se realizan para un cambio de formato y medir su tiempo.

Para el registro y ordenamiento de lo observado se utilizó el formato de registro mostrado en la Figura 17, donde se identificó las 12 operaciones para el cambio de formato con un tiempo de 29.35 minutos de duración en promedio considerando aspectos técnicos y estadísticos, al mismo tiempo el formato de registro permitió poder apuntar algunas observaciones que resultaron importantes para las siguientes etapas.


FORMATO N° 01 - IDENTIFICACIÓN DE OPERACIONES DE CAMBIO DE FORMATO						
Parámetros técnicos				Parámetros estadísticos		
Desapiladores disponibles:	5			N° de rollos de etiquetas a cambiar	1	
Peso desapiladora	2 kg			Clamshells por fajas	15	
Velocidad de faja	1 m/s			Posicionamiento transversal	12.5 m	
Calibración de balanzas	29 sg					
Tarea	Descripción de la operación	Tipo de operación	Distancia (Metros)	Tiempo (min)	N° de operadores	Observaciones
CAMBIO DE FORMATO	Inspección y orden del área de trabajo	<input type="checkbox"/>		1.23	1	Siempre se realiza esta operación para mantener las BPM.
	Transporte de rollo de etiquetas y caja de clamshells de almacén a pesadora		40	2.58	1	Muchas veces los cambios de formato se realizan de manera inesperada y se tiene que traer de almacén los materiales que se utilizarán.
	Revisión de velocidades de fajas de transporte y pulsadores de emergencia desde la zona de lanzado hasta el empaque de fruta	<input type="checkbox"/>		1.15	1	Esta revisión lo hacen por protocolo de normas de Seguridad y salud ocupacional
	Ajuste de chutes	<input type="radio"/>		1.98	1	
	Regulación de línea de proceso, lineamiento (centrado)	<input type="radio"/>		3.21	1	
	Calibración de pesadoras	<input type="radio"/>		3.25	1	No existen parámetros estandarizados para la calibración de las pesadoras, se hacen prueba de acierto y error.
	Regulación de la cinta de clamshell según el formato a trabajar	<input type="radio"/>		3.97	1	
	Regulación y ajuste de desapilador según formato	<input type="radio"/>		3.24	1	
	Ajuste de faja de etiquetado y codificado	<input type="radio"/>		2.87	1	
	Digitación y actualización de código de trazabilidad	<input type="radio"/>		1.23	1	
	Cambio de rollo de etiqueta según cliente	<input type="radio"/>		1.40	1	
	Purga final (al finalizar el proceso)	<input type="radio"/>		3.24	1	
TOTAL				29.35		

Figura 17. Formato para la identificación de las operaciones de cambio de formato

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la teoría, la primera etapa del SMED es la diferenciación entre las operaciones de preparación interna y externa. Según Correa (2015) la preparación de piezas, el mantenimiento de los útiles y herramientas u operaciones análogas no deberían realizarse con la maquinaria apagada.

Sin embargo, en la empresa agroindustrial esto ocurre con frecuencia. Carreras (2010) agrega que es necesario hacer un esfuerzo científico y a la vez técnico para tratar lo mayor posible que las operaciones de preparación se realicen como externas. Se consideró realizar tres pasos para llevar a cabo esta primera etapa como se muestra en la Figura 18.

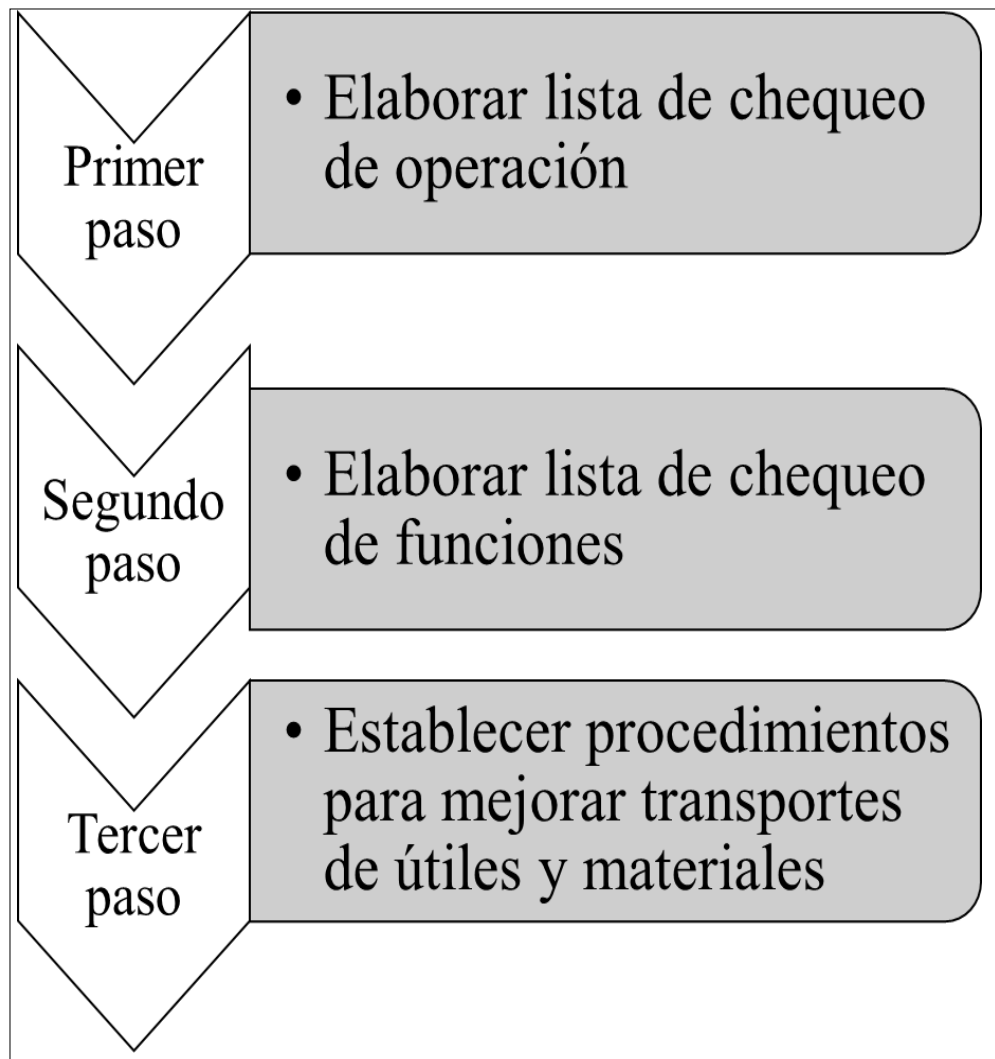


Figura 18. Procedimiento para el desarrollo de la primera etapa de SMED

Fuente: Elaboración propia

El primer paso fue la elaboración de una lista de chequeo de operación, con esto se buscó relacionar todos los elementos que se requieren para la preparación de la máquina principal donde se realiza el cambio de formato. La lista incluye elementos tales como: útiles, herramientas, especificaciones y trabajadores requeridos (ver Figura 19).

Formato N° 2: Lista de chequeo de operación			
Máquina:	Estándar Evolution 12 Scale A&B	Foto referencial: 	
Operación:	Cambio de clamshells de 18 oz		
Fecha:	23/03/2020		
Empleados entrenados para preparación y operación (necesarios 2)			
✓	Kenji Cano		Dilmer Ortiz
	Kevin Betancourt	✓	Carlos Yengle
Herramientas necesarias			
✓	Aprietatuercas automático		
✓	Llave exagonal		
Piezas y materiales necesarios			
✓	Desapilador ajustado al formato de 18 oz		
✓	Codificadora inkjet parametrizado		
✓	Caja de clamshells formato 18 oz		
✓	Rollo de etiqueta nature pride sentido 2		
✓	Manguera de aire comprimido		
✓	Cepillos de limpieza		
Procedimientos estándares a seguir			
✓	Formato 01 (cambio de formato)	✓	BPA 003 (limpieza)

Figura 19. Formato de lista de chequeo de operación

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso fue elaborar una lista de chequeo de funciones que permitió comprobar el tiempo de las operaciones y también poder clasificarlas de

acuerdo con la teoría tanto en internas como en externas. Con el desarrollo de este formato se busca tener claro la relevancia de cada operación. En la Figura 20 se muestra el formato elaborado para la realización de este paso.

Para el tercer paso de esta primera etapa se buscó mejorar el transporte de piezas y útiles. Cabe resaltar que los útiles, moldes, herramientas, plantillas, calibres y demás elementos utilizados para el cambio de formato se deben siempre trasladarse desde las áreas de almacenaje hasta las máquinas, y devolverse después al almacenaje una vez acabado un lote. Para acortar el tiempo de para de la máquina, se estableció que el transporte de estos elementos se debe hacer durante la preparación externa. Es decir que las cajas de clamshells, la codificadora inkjet, el desapilador, el rollo de etiquetas, la manguera de aire comprimido y los cepillos de limpieza debe transportarse hasta la máquina antes de que esta se pare para el cambio de formato. Las máquinas empacadoras son automáticas y esto permite al operario manejar el transporte de las herramientas y materiales por sí solo, pero también otras ocasiones el transporte de útiles, herramientas, plantillas y otros elementos puede requerir la colaboración de otro trabajador que se asigna a las tareas de transporte.

Para concretar esta mejora, se elaboró el formato para el registro de la mejora de la primera etapa (ver Figura 21) donde los principales resultados obtenidos es la reducción del tiempo de cambio de formato de 29.35 a 26.04 minutos lo que representa 3.31 minutos de ahorro. Las dos mejoras principales establecidas es el establecimiento de un operador auxiliar, para reducir el tiempo de inspección, y el abastecimiento por anticipado de los materiales, con esto se elimina el transporte durante el cambio de formato.

DATOS		TIEMPO MEDIDO			CLASIFICACIÓN DE OPERACIONES	
N°	Operaciones	Horas	Minutos	Segundos	Interno	Externo
1	Inspección y orden del área de trabajo	00	01	14	X	
2	Transporte de rollo de etiquetas y caja de clamshells de almacén a pesadora	00	02	35	X	
3	Revisión de velocidades de fajas de transporte y pulsadores de emergencia desde la zona de lanzado hasta el empaque de fruta.	00	01	09	X	
4	Ajuste de chutes	00	01	59	X	
5	Regulación de línea de proceso, lineamiento (centrado)	00	03	13		X
6	Calibración de pesadoras	00	03	15		X
7	Regulación de la cinta de clamshell según el formato a trabajar	00	03	58		X
8	Regulación y ajuste de desapilador según formato	00	03	14		X
9	Ajuste de faja de etiquetado y codificado	00	02	52		X
10	Digitación y actualización de código de trazabilidad	00	01	14		X
11	Cambio de rollo de etiqueta según cliente	00	01	24		X
12	Purga final (al finalizar el proceso)	00	03	14		X
TIEMPO TOTAL		00	24	321		

Figura 20. Formato de lista de chequeo funcional

Fuente: Elaboración propia

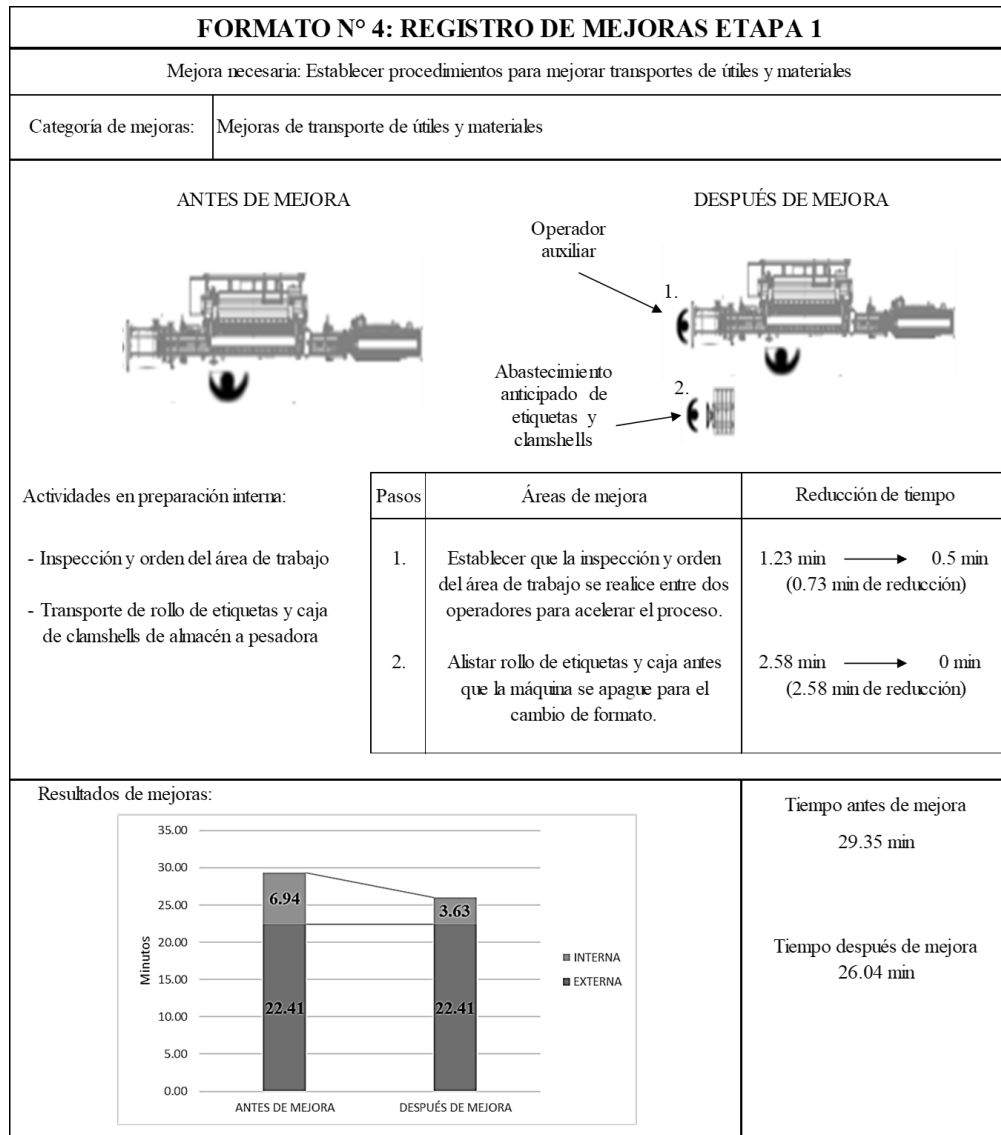


Figura 21. Formato de mejora de transportes de materiales y herramientas

Fuente: Elaboración propia

Para la segunda etapa se buscó convertir las preparaciones internas en externas, para ello se establecieron dos criterios: la reevaluación de las operaciones, para ver si algunos pasos estaban erróneamente considerados como internos, y la búsqueda de formas, para convertir esos pasos en externos.

Según Correa (2015), sostiene que en la mayoría de los casos muchas operaciones que se llevan a cabo como preparación interna pueden a menudo ser convertidas en externas al examinar su verdadera función. Es por lo que para la presente investigación fue muy importante adoptar los distintos puntos

de vistas de los trabajadores para buscar consenso y un método eficiente que se adecue las características de los trabajadores. En la Figura 22 se muestra el procedimiento que se estableció para el desarrollo de esta etapa.

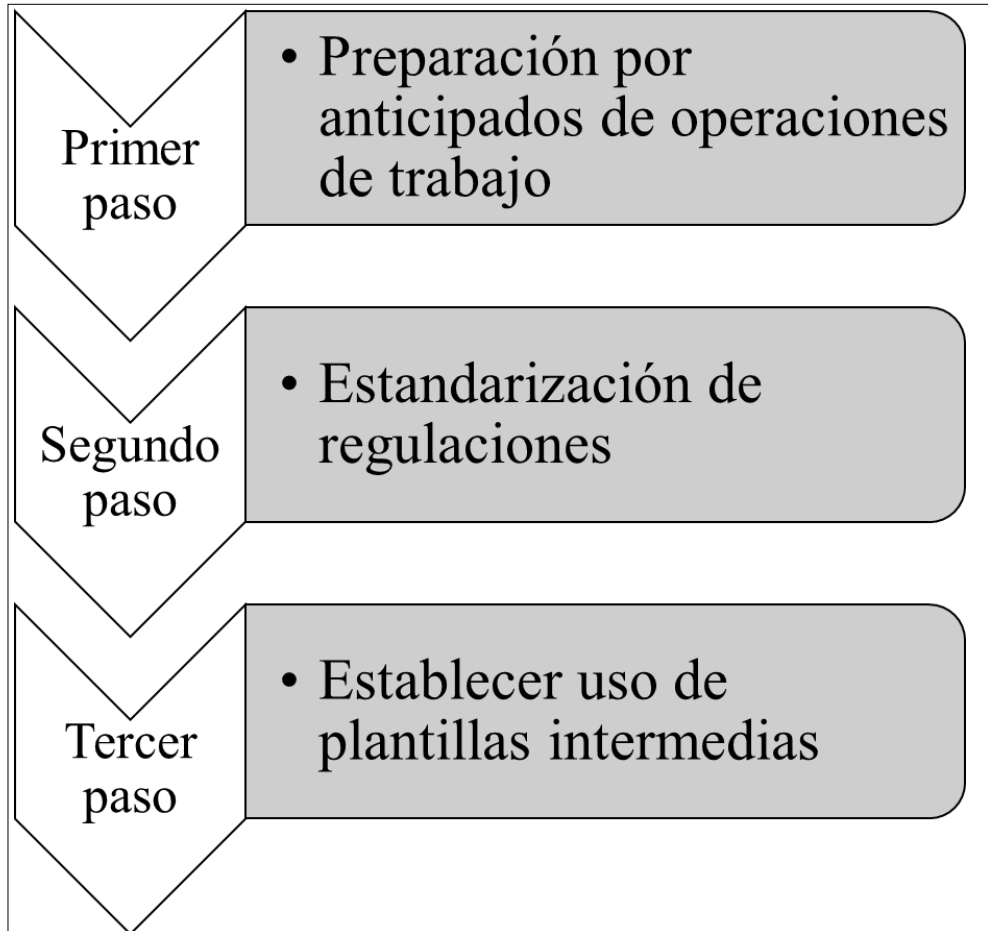


Figura 22. Procedimiento para el desarrollo de la segunda etapa de SMED

Fuente: Elaboración propia

El primer paso realizado para la segunda etapa, fue establecer la preparación por anticipado de algunas operaciones del cambio de formato y para este caso se identificó dos operaciones, una interna y otra externa. La primera es el ajuste de los chutes, que después de observar y consultar con los expertos, se llegó a la conclusión que este ajuste se puede realizar sin problemas por el operador de manera anticipada antes del cambio de formato por la parte posterior de la máquina; la segunda operación es el cambio de rollo de etiquetas, este cambio

se venía realizando después de varias operaciones, pero con la instalación de otra rotadora que se coloca en paralelo se puede lograr ahorrar tiempo. En la Figura 23 se muestra el formato donde se registra estas mejoras.

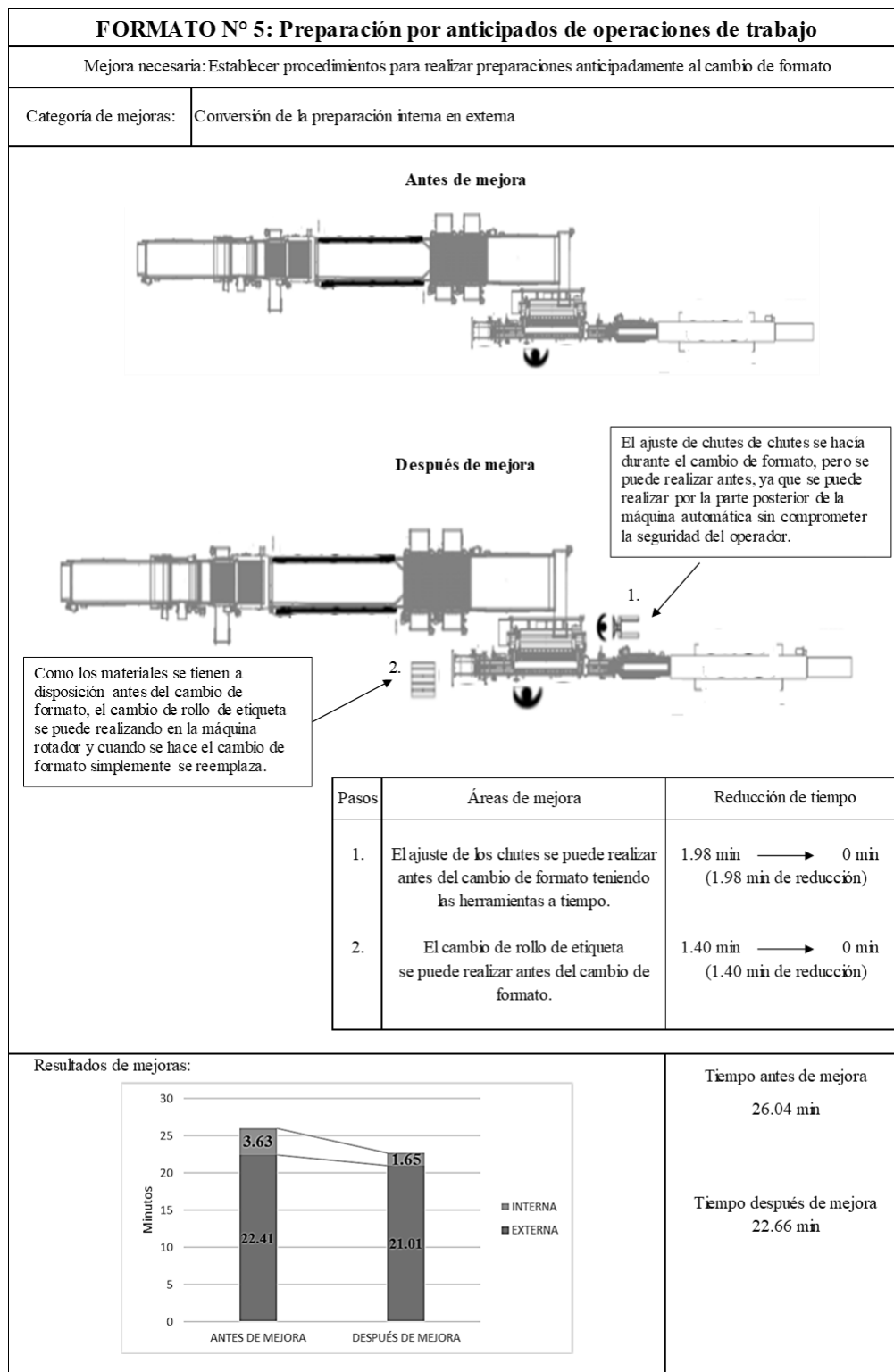


Figura 23. Formato de preparación anticipada de operaciones

Fuente: Elaboración propia

Para el segundo paso de esta etapa fue necesario reducir el tiempo de las regulaciones, buscando mecanismos que permita estandarizarlas acelerando el tiempo empleado. A continuación, en la Figura 24 se muestra el registro de estas mejoras.

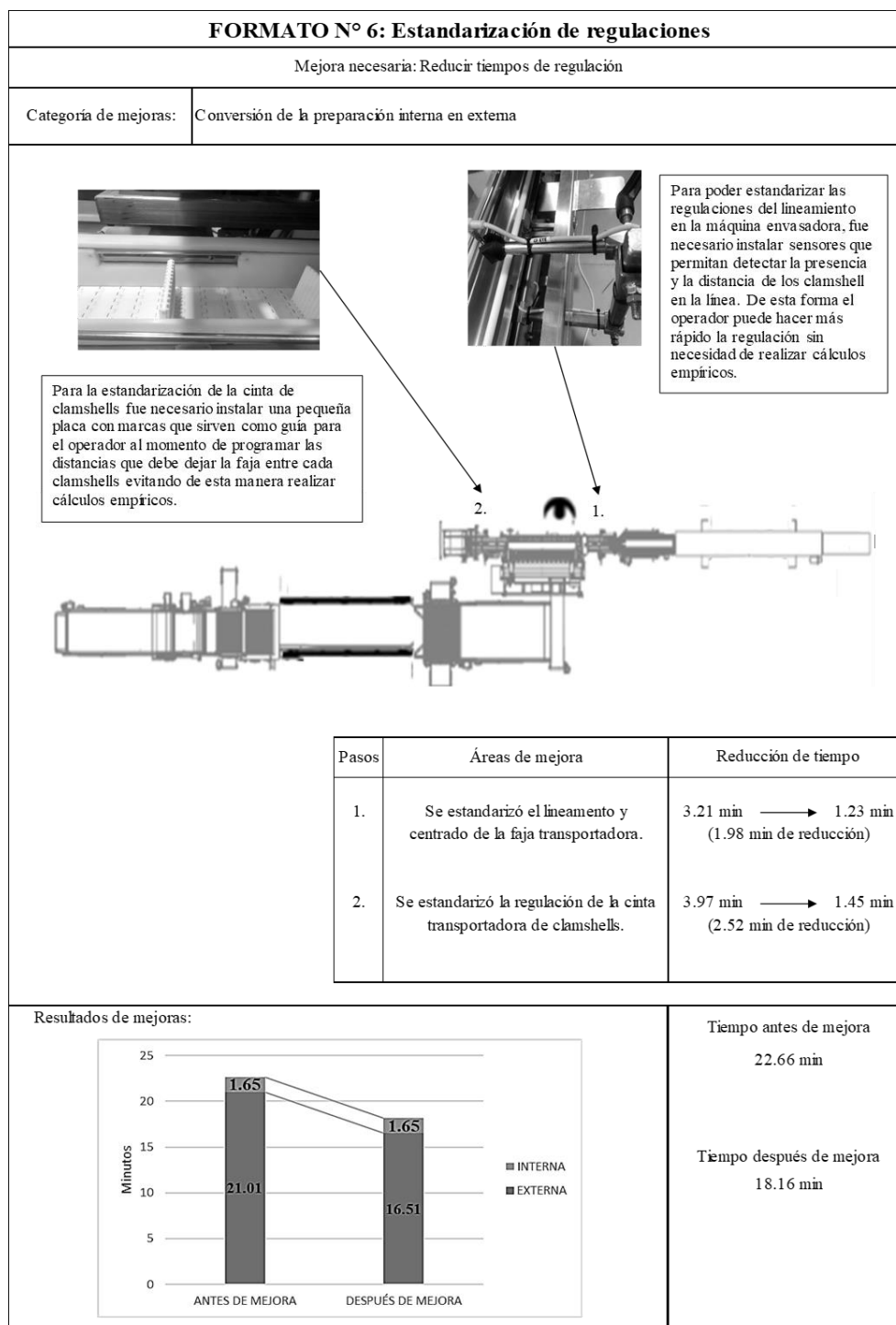


Figura 24. Formato para el registro de las estandarizaciones de regulaciones
Fuente: Elaboración propia

El último paso de esta segunda etapa, consistió en el establecimiento del uso de plantillas intermedias, al consultar con los operadores de máquina, afirmaron que una de las operaciones que les toma mucho tiempo es la regulación del desapilador, este se tiene que ajustar de acuerdo con el tamaño de clamshell a utilizar, la solución pasa por tener desapiladores listos y configurados para cada tamaño de clamshell. En la Figura 25 se muestra el formato donde se registra la mejora establecida.

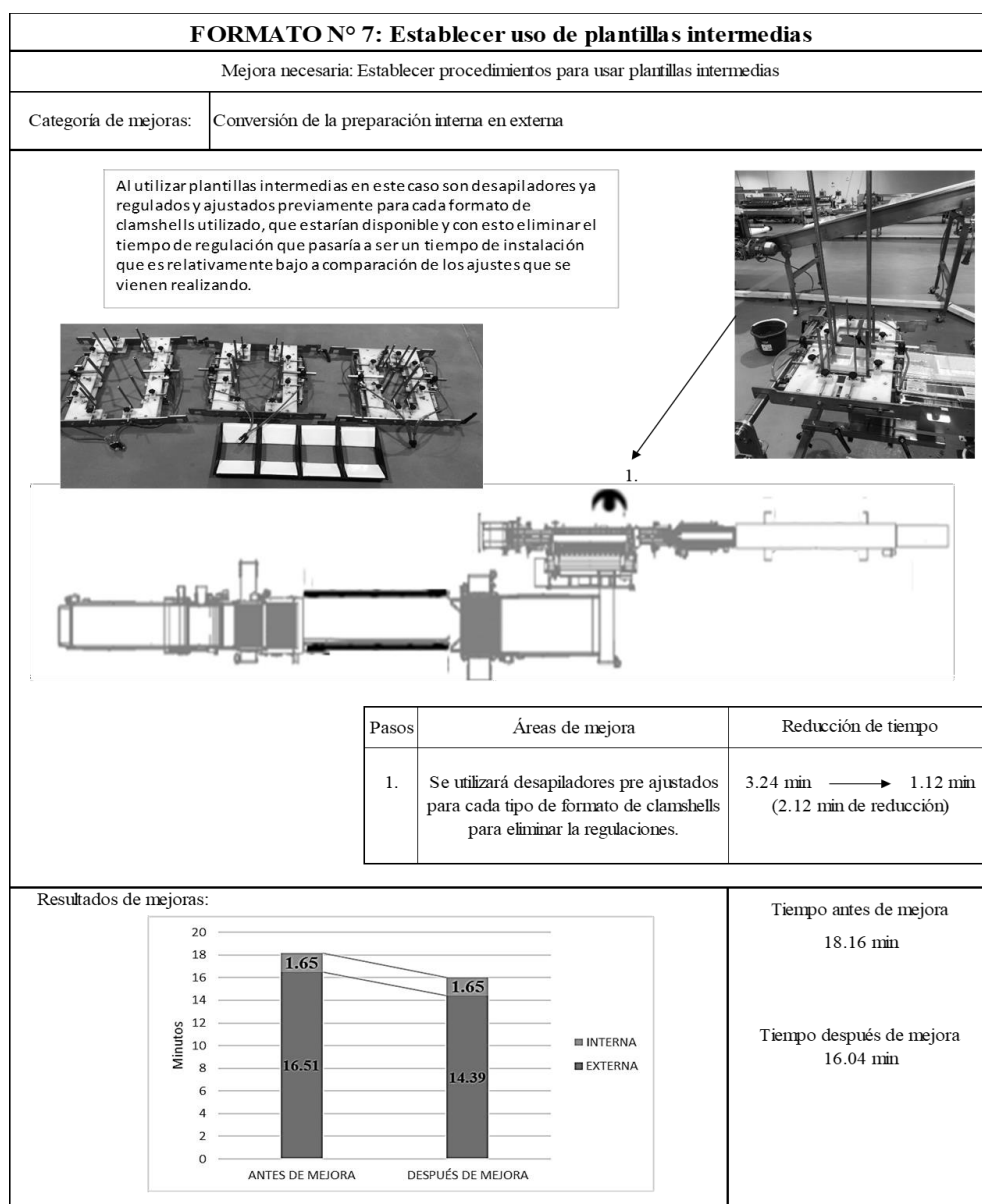


Figura 25. Formato de registro para el uso de plantillas intermedias

Fuente: Elaboración propia

En la última etapa del SMED se buscó el perfeccionamiento de todo lo anterior, concentrando esfuerzos para perfeccionar todas y cada una de las operaciones elementales que constituyen el cambio de formato. Consecuentemente Carreras (2010) afirma que para el desarrollo de esta etapa se necesita un análisis detallado de cada operación. El procedimiento que se estableció para llevar a cabo esta etapa se muestra en la Figura 26.

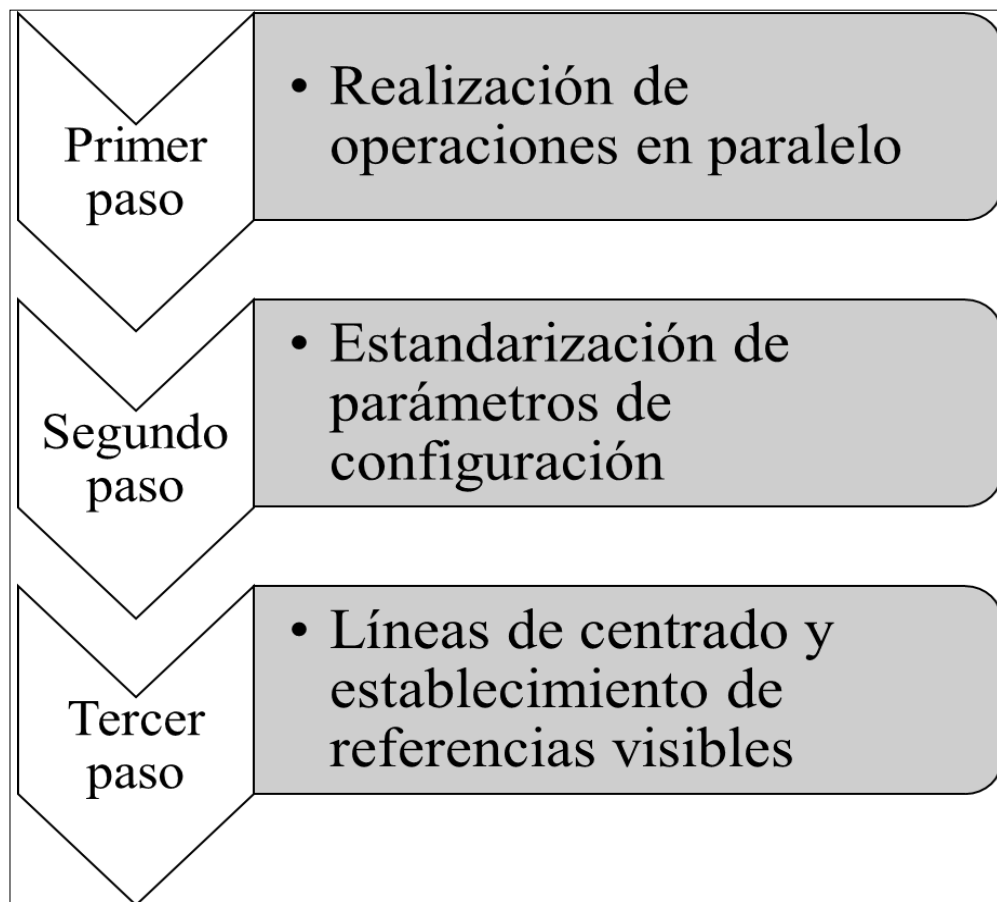


Figura 26. Procedimiento para el desarrollo de la tercera etapa de SMED

Fuente: Elaboración propia

Para el primer paso de la tercera etapa del SMED, se buscó establecer operaciones en paralelo, ya que previamente se había establecido el apoyo de un operador auxiliar, entonces entre ambos operadores se puede alternar las funciones, ya que se venían realizándose los trabajos de cambio de formato por un solo operador que significaba un gran derroche de tiempo.

Era la misma persona que tenía que estar constantemente desplazándose de un extremo a otro de la máquina, por delante y por detrás. Con las operaciones en paralelo se dividen las tareas entre dos, una a cada extremo de la máquina reduciendo considerablemente el tiempo. Cabe resaltar también que la comunicación y la coordinación entre ambos operadores es importante para poder seguir con el cambio de formato sin problemas. En la Figura 27 se muestra el registro de la mejora establecida.

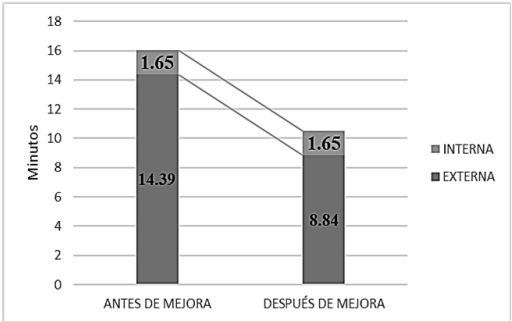
FORMATO N° 8: Registro de operaciones en paralelo												
Mejora necesaria: Establecer procedimientos para realizar operaciones en paralelo												
Categoría de mejoras: Perfeccionamiento de todos los procesos de la operación de preparación												
Descripción de la operación	Tiempo (min)	Tiempo (min)	Descripción de la operación									
Inspección y orden del área de trabajo	0.50	0.5	Inspección y orden del área de trabajo									
Revisión de velocidades de fajas de transporte y pulsadores de emergencia desde la zona de lanzado hasta el empaque de fruta	1.15	1.23	Regulación de línea de proceso, lineamiento (centrado)									
Calibración de pesadoras	3.25	1.45	Regulación de la cinta de clamshell según el formato a trabajar									
Regulación y ajuste de desafilador según formato	1.12	2.87	Ajuste de faja de etiquetado y codificado									
Digitación y actualización de código de trazabilidad	1.23	1.20	Apoyo operador 1									
Purga final (al finalizar el proceso)	3.24	3.24	Apoyo operador 1									
TOTAL	10.49	10.49	TOTAL									
Resultados de mejora		<p>Tiempo antes de mejora</p> <p>16.04 min</p> <p>Tiempos después de mejora</p> <p>10.49 min</p>										
 <table border="1"> <caption>Resultados de mejora</caption> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Antes de mejora (min)</th> <th>Después de mejora (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>INTERNA</td> <td>14.39</td> <td>8.84</td> </tr> <tr> <td>EXTERNA</td> <td>1.65</td> <td>1.65</td> </tr> </tbody> </table>		Categoría	Antes de mejora (min)	Después de mejora (min)	INTERNA	14.39	8.84	EXTERNA	1.65	1.65		
Categoría	Antes de mejora (min)	Después de mejora (min)										
INTERNA	14.39	8.84										
EXTERNA	1.65	1.65										

Figura 27. Formato de registro de operaciones en paralelo

Fuente: Elaboración propia

Para el segundo paso de esta tercera etapa, se buscó estandarizar los parámetros de configuración, porque la forma como se realizaba era de manera totalmente empírica, basado en el ensayo y error. Pero con los parámetros estandarizados la configuración se hace de manera rápida y con la seguridad de que no fallará. En la Figura 28 se muestra el formato donde se registra la mejora establecida.

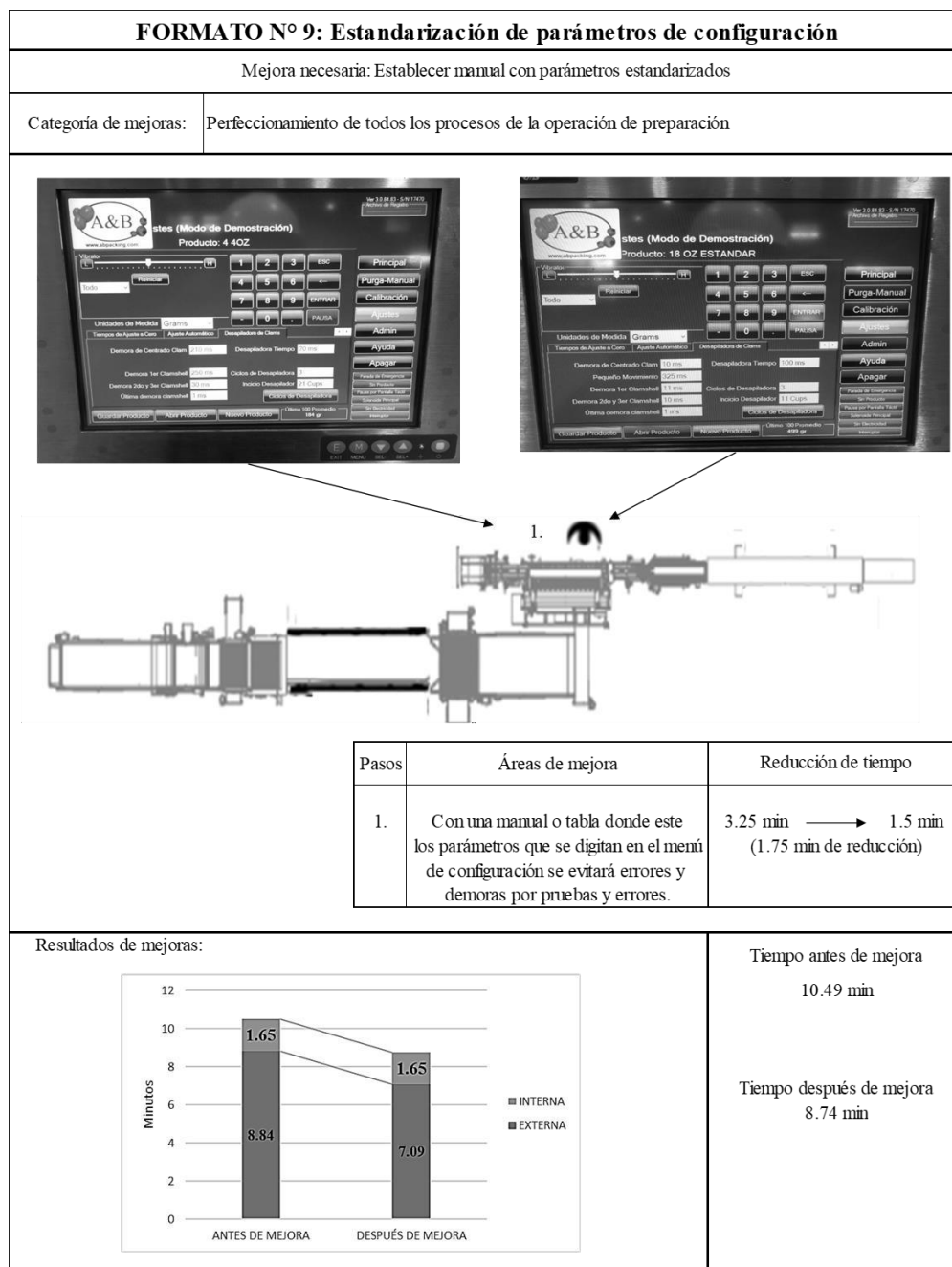


Figura 28. Formato de registro de mejoras en parámetros de configuración

Fuente: Elaboración propia

Para el último paso de esta tercera etapa, se decidió utilizar lámparas de colores, parecidos a los semáforos, instalándolos en la línea de producción, con el propósito de comunicar si los parámetros de velocidad y la condición de los pulsadores de emergencia se encuentra dentro de lo establecido. El color verde significaría que está todo bien, la luz amarilla alerta de una posible desconfiguración y la luz roja indica alguna inconsistencia en los parámetros. Con esto se busca que el operador con una simple observación de estas lámparas pueda decidir si revisar o no los motores de las fajas y pulsadores de emergencia, al no existir estas lámparas el operador tenía que acercarse a cada punto a revisar de manera visual para poder continuar con el cambio de formato. En la Figura 29 se muestra el registro de esta mejora.

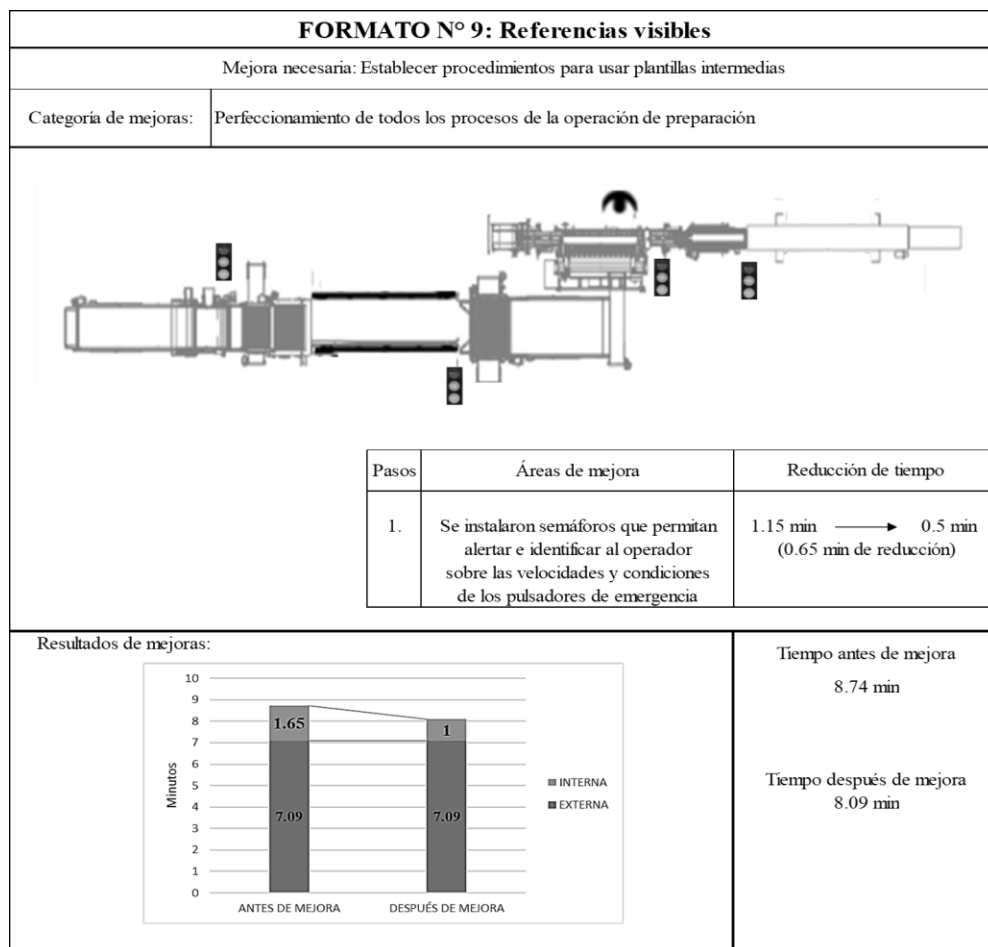


Figura 29. Formato de registro de referencias visibles

Fuente: Elaboración propia

Luego de haberse realizado las mejoras a través de las etapas de implementación del SMED, era importante realizar mediciones para poder corroborar la mejora, se realizaron ocho observaciones de tiempos (ver Figura 30) para poder a partir de estos resultados encontrar la curva de aprendizaje (ver Figura 31) que permitió encontrar que el porcentaje de aprendizaje es de 84.77% y se sabe ahora que los operadores en 15 días aproximadamente habrán alcanzado la adaptación al nuevo método de cambio de formato.

Finalmente, en la Figura 32 se muestra la programación de las actividades para la implementación del SMED a través de un Diagrama de Ishikawa.

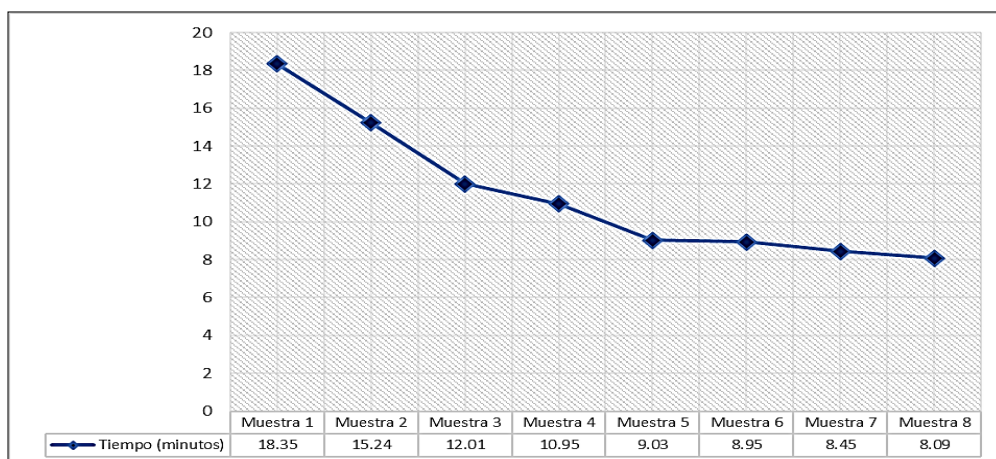


Figura 30. Tiempos muestreados de la nueva metodología SMED
Fuente: Elaboración propia

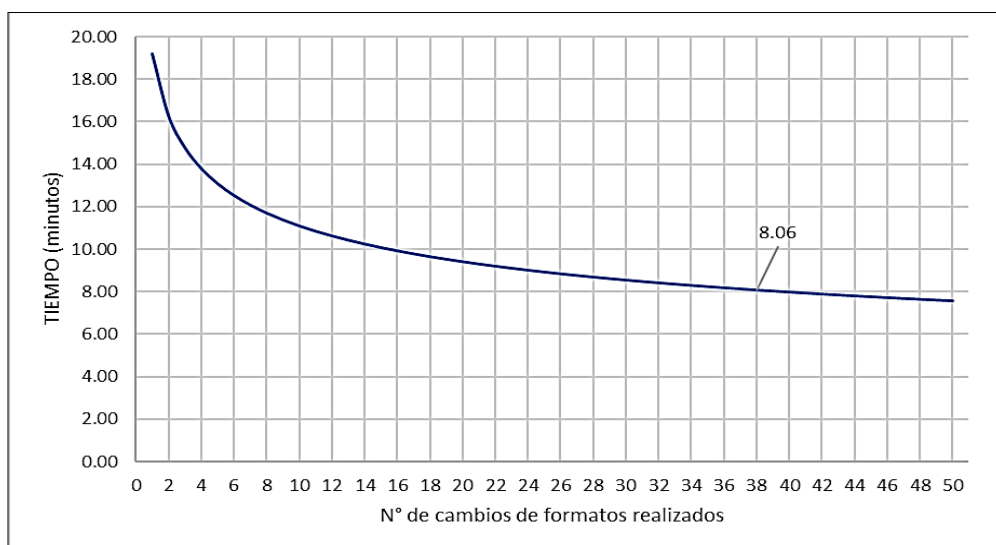


Figura 31. Curva de aprendizaje del método SMED
Fuente: Elaboración propia

CARTA GANTT				2021																
				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				
Proyecto: Implementación SMED				S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
Partes interesadas: Área de Producción				E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	
Fecha de inicio: 01 de Julio 2021				A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Fecha de término: 29 de Octubre 2021				N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
				A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
ETAPAS	ACTIVIDADES	RESPONSABLES	DURACIÓN	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
FASE PRELIMINAR	Observar y comprender el proceso	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
ETAPA I: Separación de la preparación interna y externa	Elaborar lista de chequeo de operación	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Elaborar lista de chequeo de funciones	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Establecer procedimientos para mejorar transportes de útiles y materiales	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
ETAPA II: Conversión de la preparación interna en externa	Preparación por anticipados de operaciones de trabajo	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Estandarización de regulaciones	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Establecer uso de plantillas intermedias	Investigadores y supervisores de producción	2 semanas																	
ETAPA III: Perfeccionamiento de todos los procesos de la operación de preparación	Realización de operaciones en paralelo	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Estandarización de parámetros de configuración	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Referencias visibles	Investigadores y supervisores de producción	2 semanas																	

Figura 32. Formato de Diagrama de Gantt para la implementación de SMED

Fuente: Elaboración propia

2.3.4. Desarrollo 5S

La segunda herramienta desarrollada en el área de producción son las 5S, con esto se buscó contrarrestar la falta de orden y limpieza, estableciendo un orden en las líneas de producción y una programación mejorada de los trabajos de limpieza sin tener que parar las líneas de producción de manera repentina. Resultó un reto grande coordinar los trabajos de limpieza, ya que el tiempo disponible fuera del horario de producción es limitado. Las 5S tienen una metodología de implementación ya establecida que se aplicará de igual manera en la presente investigación como se muestra en la Figura 33.



Figura 33. Procedimiento establecido para implementar 5S

Fuente: Elaboración propia

Implementación de SEIRI

En la planta de packing se presentan situaciones donde no se puede trabajar con comodidad, debido a la presencia de múltiples objetos que impiden tener una mejor visión y movilización, o bien se ve frecuentemente en las líneas de producción cajas u objetos que obstaculizan el paso o imposibilitan el tránsito de los operadores, entonces ante estas situaciones es oportuno desarrollar SEIRI. En la Figura 34 se muestra los cuatro pasos establecidos para aplicar.

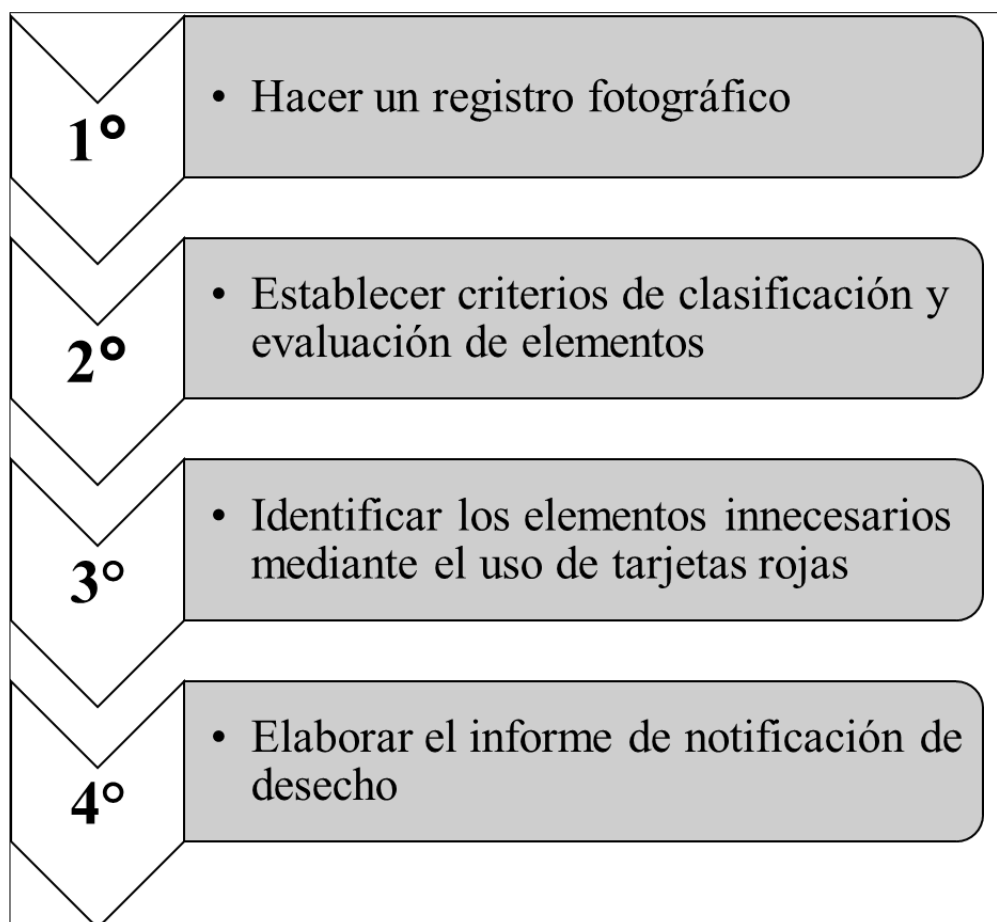


Figura 34. Procedimiento para desarrollar SEIRI

Fuente: Elaboración propia

El primer paso para empezar a implementar SEIRI, es hacer un registro fotográfico dentro de cada línea de producción, con esto se logra graficar mejor la situación real de las áreas de trabajo. A su vez estas son utilizadas como argumento para evidenciar la problemática con respecto al orden y la limpieza.

El análisis de este registro debe conducir a buscar una solución a la situación encontrada, a fin de conocer qué elementos innecesarios ocupan un porcentaje de espacio y limitan la disponibilidad del área de trabajo. En la Figura 35 se puede observar el formato empleado para hacer este paso.

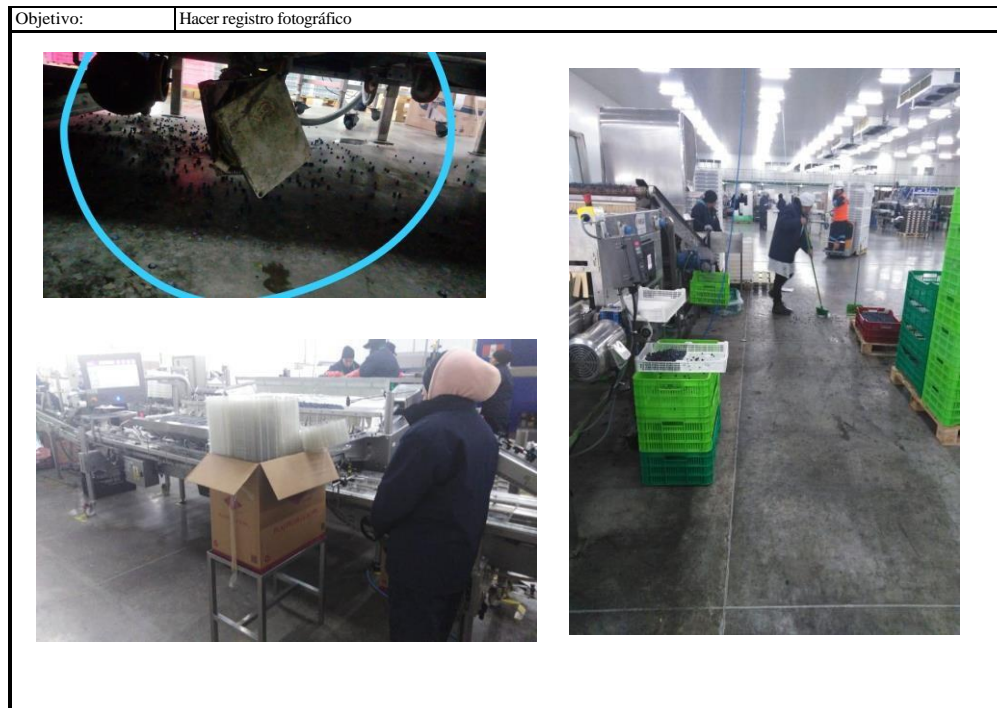


Figura 35. Formato para hacer el registro fotográfico de evidencias

Fuente: Elaboración propia

El segundo paso es establecer criterios de clasificación y evaluación de elementos, en la planta se observa que en las líneas de producción hay un comportamiento de rodearse de cualquier tipo de objeto y esto es una tendencia muy generalizada, justificando en todo momento que será siempre útil y necesario, pero al final no se utilizan más, ya que por la actividad de la empresa se acumulan una serie de elementos de trabajo que después de cierto tiempo se convierten en obsoletos o pierden su valor. Si no se concientiza sobre este problema de seguir almacenando objetos innecesarios y lo que esto ocasiona, seguramente el lugar de trabajo se transformará en otra bodega más, generando

así baja productividad y riesgo laboral debido a la reducción del espacio y la visibilidad. A continuación, en la Figura 36 se puede observar los criterios establecidos.

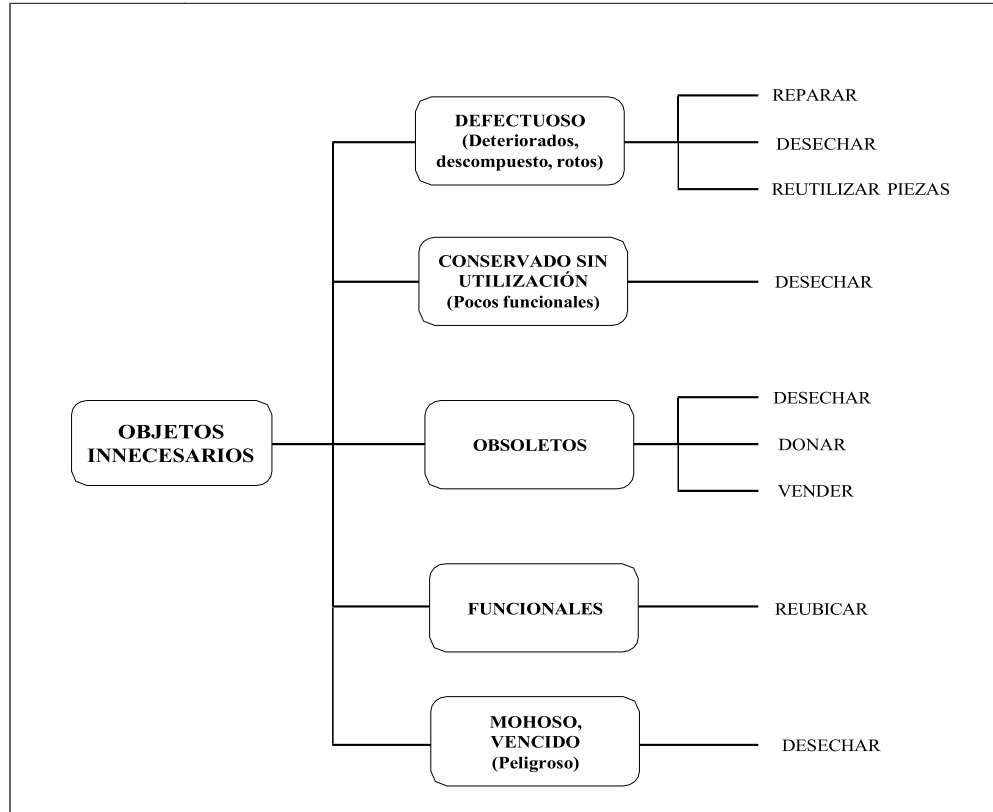


Figura 36. Criterios para clasificación y evaluación de elementos

Fuente: Elaboración propia

Con los criterios para la clasificación estando ya establecidos, era necesario poder identificar los elementos innecesarios en las líneas de producción, para realizar esta tarea es importante que el personal que está evaluándolo, renuncie a toda consideración, es decir que deje de lado la parte subjetiva o sentimental, y se apegue completamente a los criterios para decidir si un elemento es necesario o innecesario. Vale aclarar que puede presentarse en algunos casos una incertidumbre sobre la funcionalidad de algún elemento, para esto se recomienda reportarlo a los responsables del área o técnicos, quienes pueden evaluar y dar una opinión técnica para conocer de esta manera si realmente es

necesario o no. Pero para poder facilitar esta tarea, de identificar lo necesario e innecesario, se empleará las tarjetas rojas, que estará diseñado de tal manera que facilite las decisiones de clasificar, el color rojo facilitará la identificación. Esta tarjeta puede ser completada por el operario o supervisor del área, describiendo lo siguiente: nombre del elemento, cantidad, motivo de retiro, área, fecha, evaluador y la disposición final sugerida. Las tarjetas rojas se colocarán sobre todos los elementos identificados como innecesarios, completando la información requerida, adhiriéndolos en un lugar visible y evitar que se desprendan fácilmente. Es preferible que la aplicación de las tarjetas se realice lo más rápido posible, se considera que entre tres o cuatro días como máximo a partir de la divulgación de los criterios de SEIRI. A continuación, en la Figura 37 se muestra la aplicación de tarjeta roja.

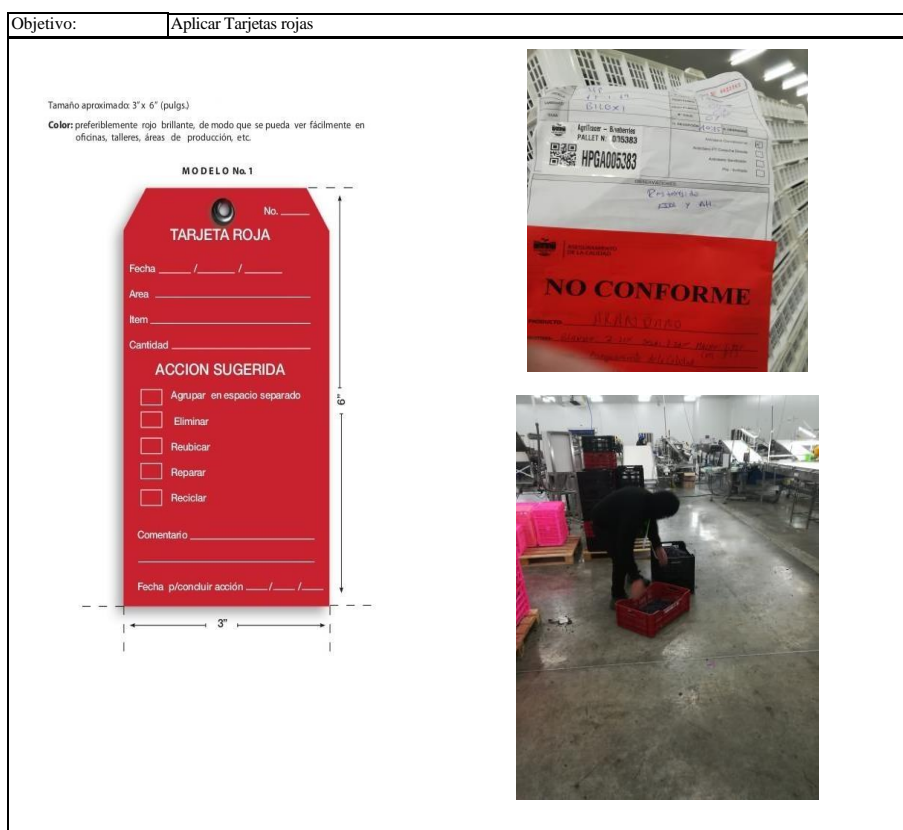


Figura 37. Formato de registro de aplicación de tarjetas rojas
Fuente: Elaboración propia

El último paso es elaborar el informe de notificación de desecho, todo lo realizado debe documentarse, es decir, cada supervisor de producción de las diferentes líneas de producción elabora y registra el listado de los elementos innecesarios, especificando: responsable, fecha, nombre del elemento, cantidad, estado, ubicación, motivo del retiro y acción sugerida, de acuerdo a formato mostrado en la Figura 38. Sin embargo, la última columna “Decisión final” será completada por el jefe de planta ya que es el máximo responsable en la planta de packing.

Objetivo:		Aplicar Tarjetas rojas					
Nombre del elemento	Cantidad	Estado	Ubicación	Motivo del retiro	Acción sugerida	Decisión final	
CAJA DE CLAMSHELLS	4	OBSOLETOS	Línea 8	NO ES UTILIZABLE	DESECHAR		
PARIHUELAS MARÍTIMA	3	FUNCIONALES	Línea 8	NO ES UTILIZABLE FRECUENTEMENTE	REUBICAR		
PARIHUELAS WALMART	1	MOHOSO	Línea 8	NO ES UTILIZABLE	DESECHAR		
LLAVE INGLESA	1	FUNCIONAL	Línea 8	NO ES UTILIZABLE FRECUENTEMENTE	REUBICAR		
TORNILLOS	35	FUNCIONALES	Línea 8	NO ES UTILIZABLE FRECUENTEMENTE	REUBICAR		
ESTOCA MANUAL	1	FUNCIONAL	Línea 8	NO ES UTILIZABLE FRECUENTEMENTE	REUBICAR		
DESENTORNILLADOR MANUAL	1	FUNCIONAL	Línea 8	NO ES UTILIZABLE FRECUENTEMENTE	REUBICAR		
BOLSA DE PRECINTOS	1	FUNCIONAL	Línea 8	NO ES UTILIZABLE FRECUENTEMENTE	REUBICAR		
MÁQUINA REBOBINADORA DE ETIQUETAS	1	DEFECTUOSO	Línea 8	NO ES UTILIZABLE FRECUENTEMENTE	REPARAR Y REUBICAR		
WALKER TAPE	6	CONSERVADO SIN UTILIZACIÓN	Línea 8	NO ES UTILIZABLE FRECUENTEMENTE	REUBICAR		

Figura 38. Formato para informe de notificación de desechos y reubicaciones

Fuente: Elaboración propia

Implementación de SEITON

Una vez culminada la etapa de implementar SEIRI, los primeros resultados se verán reflejado al ver una mayor disponibilidad de espacio físico, facilitando de esta manera el inicio de actividades de SEITON. En la planta se presentan casos donde los colaboradores desconocen el sitio correcto para colocar las cosas, o alguna rotulación que les permita la fácil ubicación de las cosas, se

pierde tiempo buscando algún elemento. Es a partir de esta necesidad de tener un lugar para cada elemento, donde es importante aplicar SEITON. Para implementar esta etapa se estableció el siguiente procedimiento mostrado en la Figura 39.

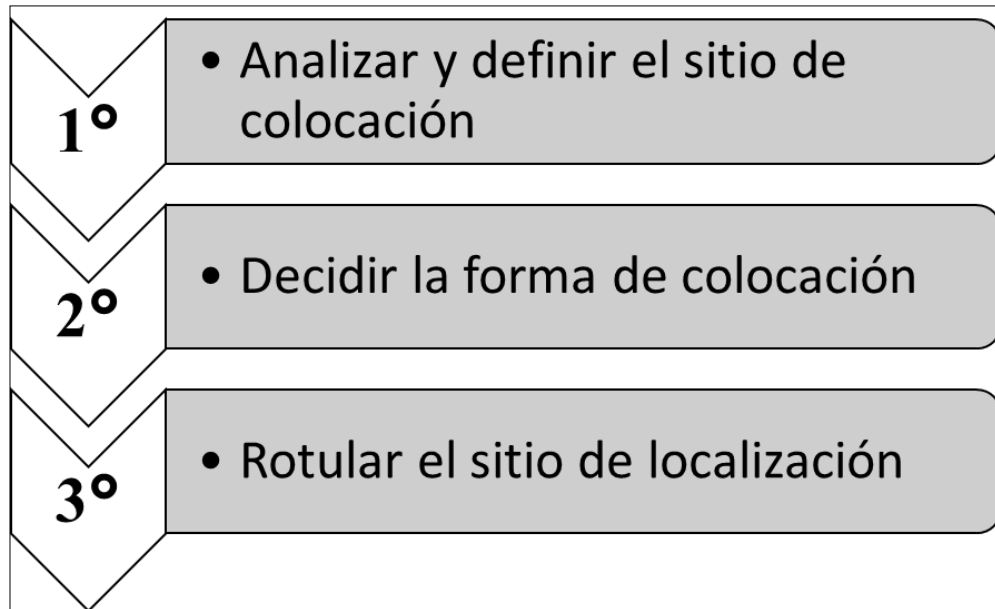


Figura 39. Procedimiento para desarrollar SEITON

Fuente: Elaboración propia

El primer paso para empezar a desarrollar SEITON, es realizar el análisis para maximizar el espacio liberado, es decir, estas zonas disponibles deben ser empleadas para acomodar o reubicar de manera adecuada y efectiva los elementos identificados como útiles, pero teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Disponibilidad de espacio
- Facilidad de obtención y retorno a su lugar correspondiente
- Periodicidad de uso, utilidad, relevancia y cantidad
- Un mismo sitio para aquellos elementos destinados para tareas específicas o consecutivas.

Para esto es necesario realizar una inspección a todas las instalaciones de la planta, en equipo revisar cada detalle y observar de manera panorámica los lugares. En Figura 40 se puede observar el formato empleado para hacer un registro de evidencias.

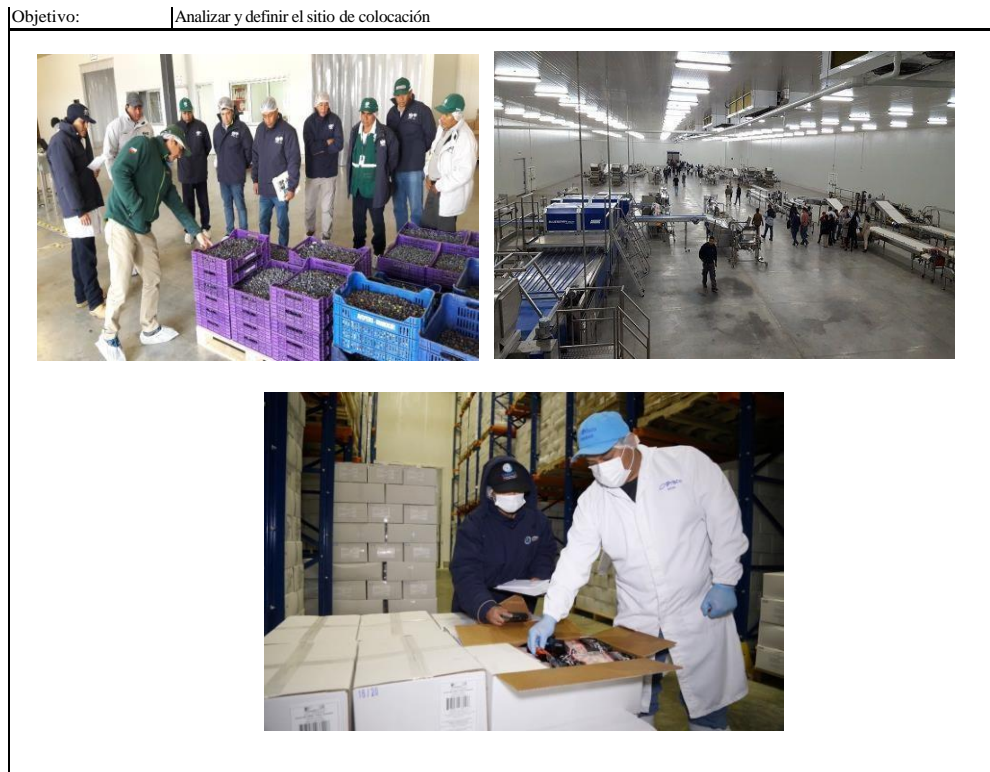


Figura 40. Formato de registro de evidencia del primer paso de SEITON

Fuente: Elaboración propia

El segundo paso es decidir la forma de colocación de cada elemento, y esto resulta importante ya que en el caso que se le coloque en algún lugar que no le corresponde, generaría posteriormente errores involuntarios, que incidirán negativamente en la realización del trabajo, por ejemplo: utilizar cosas parecidas (tamaño, forma o color) pero con contenido o aplicaciones distintas. Un caso específico en la planta de packing es la colocación de recipientes para poner el descarte de fruta durante la selección, es importante colocarlas en una posición que los encargados puedan colocar allí rápidamente lo que van descartando, sin estar preocupándose por buscar donde colocar, así como

también todas las jabas deben tener un lugar pecífico. En el caso de las líneas cada uno tiene las rejillas de despacho en el lugar donde corresponde. En la Figura 41 se puede observar cómo se realiza este procedimiento.

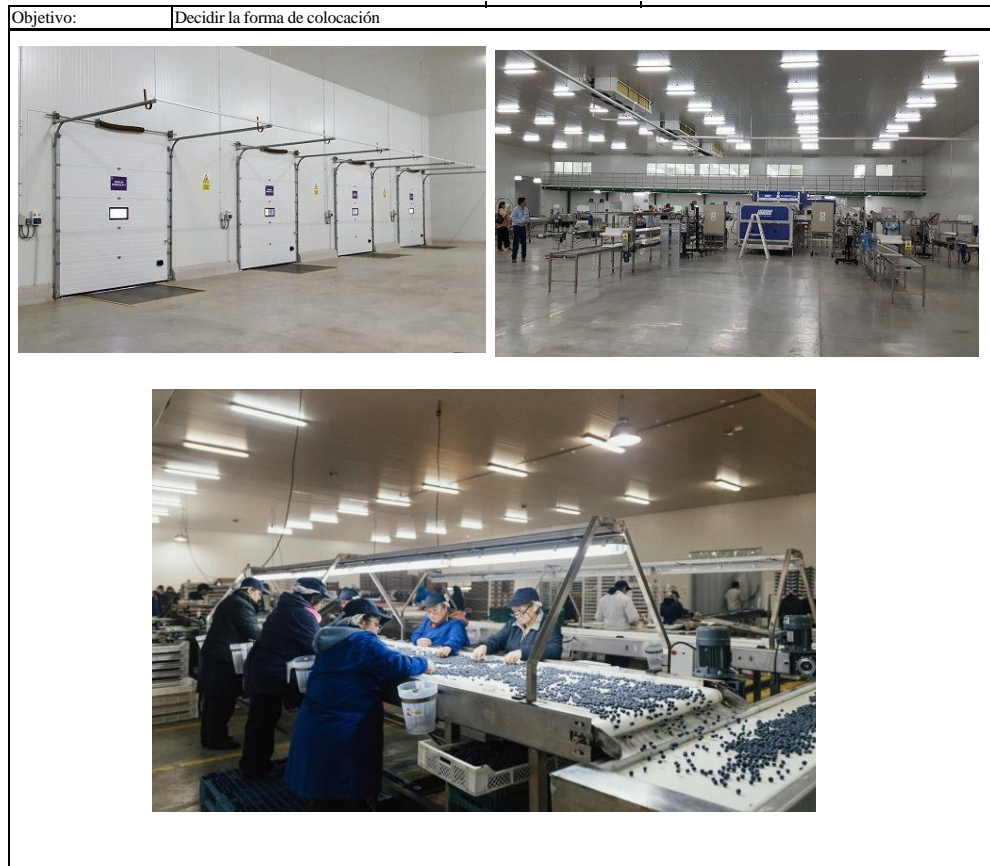


Figura 41. Formato de registro de evidencia del segundo paso de SEITON

Fuente: Elaboración propia

El tercer paso de SEITON es la rotulación del sitio de localización, esta rotulación es una herramienta visual, que facilita la identificación del lugar donde se colocan los distintos elementos y las áreas de trabajo, lo que ayuda a disminuir el tiempo en la búsqueda de los mismos en cualquier momento, ésta debe diseñarse para que sea entendible y visible. Por ejemplo, en la Figura 42 se puede apreciar el formato empleado para realizar este paso.

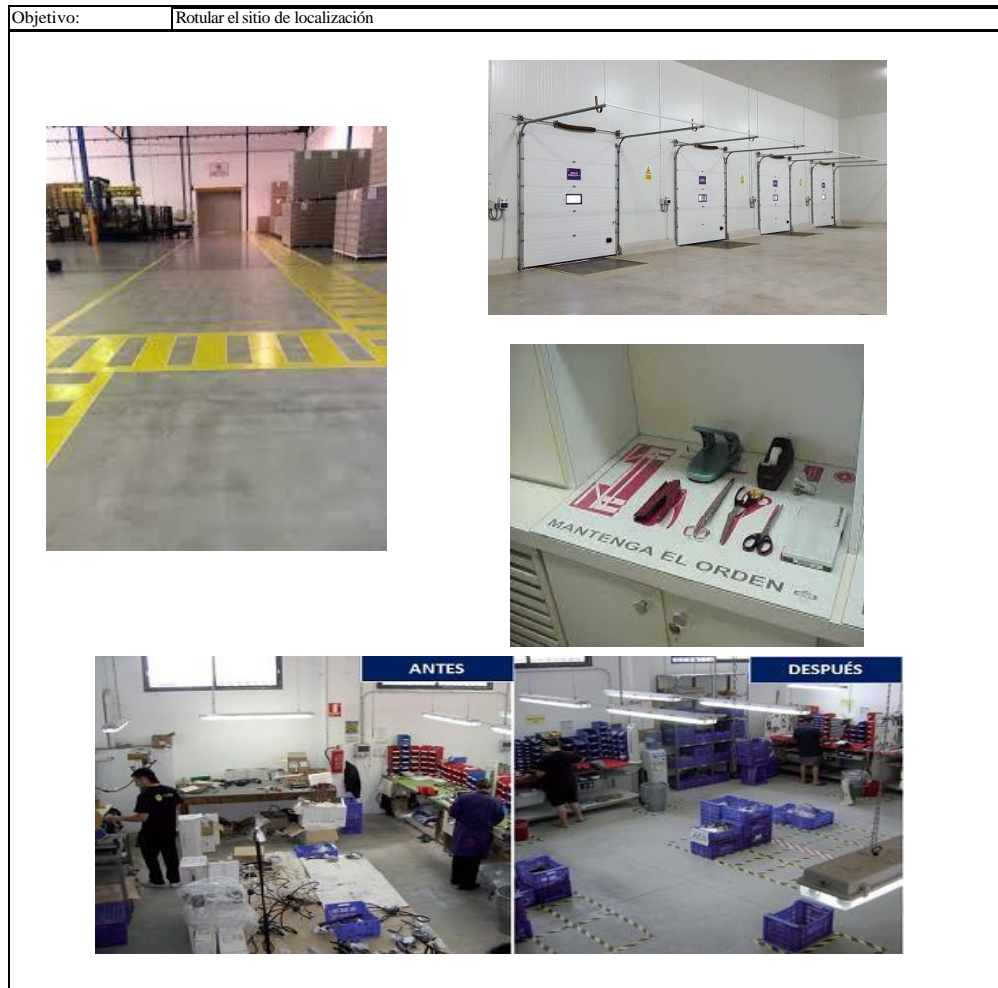


Figura 42. Formato de registro de evidencia del tercer paso de SEITON

Fuente: Elaboración propia

Implementación de SEISO

Continuando con la siguiente etapa que es la limpieza, como se mencionó en el diagnóstico, se ha encontrado situaciones en la planta donde el piso de las áreas de trabajo permanece con residuos, desperdicios o suciedad debido al proceso natural del packing de arándanos; el polvo, la grasa o suciedad se adhiere frecuentemente en productos terminados, herramientas, maquinaria y otros. Entonces ante estas situaciones es importante que la limpieza deba convertirse en parte esencial en las actividades diarias en el trabajo, procurandomediante ella alcanzar un mayor grado de seguridad. Para esto se estableció el siguiente procedimiento en la Figura 43.

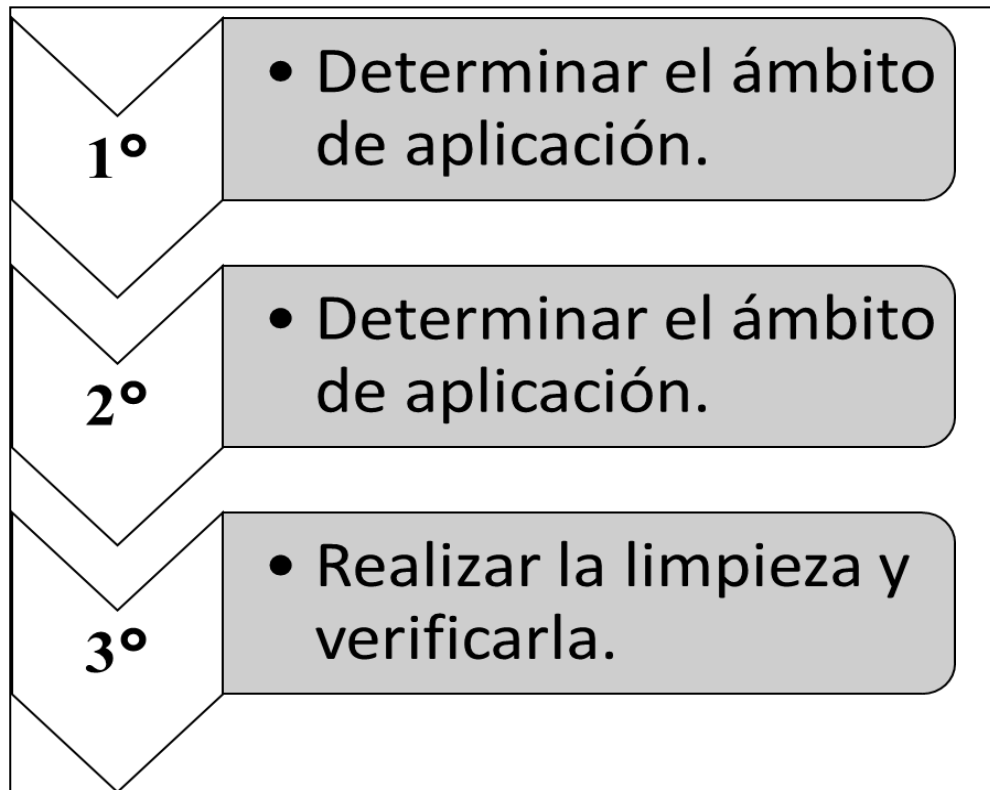


Figura 43. Procedimiento para desarrollar SEISO

Fuente: Elaboración propia

En la planta de packing hay muchas áreas en donde el mobiliario y demás elementos de trabajo permanecen sucios, rotos o deteriorados; esto desaniman a los trabajadores y generan una mala percepción ante los visitantes. De esta manera, con SEISO se busca mejorar el aspecto físico al mismo tiempo que se evitan pérdidas y accidentes de trabajo causados por la suciedad. El ámbito de aplicación para la limpieza debe realizarse en lo siguiente:

- Áreas físicas: pisos, paredes, ventanas, áreas verdes, alrededores y otros.
- Elementos de trabajo: herramientas, mobiliario, repuestos, etc.
- Máquinas y equipos

A continuación, en la Figura 44 se muestra las principales áreas que requieren de una limpieza constante.



Figura 44. Formato de registro de zonas que requieren limpieza constante

Fuente: Elaboración propia

La acumulación de polvo, aceite y desperdicios de cualquier tipo son algunos de los factores que afectan en el rendimiento y la eficiencia de los equipos, maquinaria y elementos de trabajo, a la vez de deteriorarlos con el paso del tiempo. Debido a lo anterior es muy importante identificar las posibles causas que generan la suciedad en el lugar de trabajo, de lo contrario la limpieza se volvería en una actividad cada vez más laboriosa, difícil de mantener y requeriría de mayor tiempo.

Pero el siguiente paso es poder organizar a la gente y los tiempos disponibles, dentro del horario de producción, para poder mantener siempre en las mejores condiciones cada línea de producción. Con esto será importante poder establecer un programa de limpieza donde se especifique la zona a limpiar, el responsable, la frecuencia, la metodología de limpieza, los productos a utilizar y el lugar de registro. En la Figura 45 se muestra el formato empleado para el programa de limpieza.

Zona / maquinaria	Responsable Ejecución	Frecuencia	Operación	Productos	Lugar de Registro	
Fábrica	Operario Fábrica	Diario	Barrido, Enjuague con agua caliente, Fregado con Desengrasante y Enjuague final.	Agua y desengrasante	Registro de Limpieza de Fábrica	
Empacadora		Al menos una vez por semana	Limpieza con agua caliente a presión y desengrasante			
Transportadores		Al menos una vez al mes	Rascado de residuos con espátula, aplicación de agua y desengrasante y aclarado final con agua a presión			
Termobatoras		Al menos una vez a la semana	Rascado de residuos con espátula, aplicación de agua a presión, desengrasante y aclarado final.	Inyección de agua a presión		Agua
Bombas Volumétricas						
Decánteres				Inyección de agua caliente a presión		Agua y desengrasante
Centrífugas Verticales				Desmontar, rascar con una espátula las superficies y ángulos, sumergir las piezas en desengrasante para su limpieza y por último aclarado.		
Tamices		Aclarado con agua caliente a presión, aplicación de desengrasante, aclarado con abundante agua y secado	Aclarado con agua caliente a presión, aplicación de desengrasante, aclarado con abundante agua y secado			
Aclaradores		Inicio, Medios y Final de Campaña				
Mangueras de Trasiego		Al menos una vez por semana	Inyección de agua a presión	Agua		

Figura 45. Formato de programa de limpieza

Fuente: Elaboración propia

Cuando ya se tiene claro: qué parte se limpiará, de qué manera y cuándo; entonces se ejecuta el último paso, que es realizar la limpieza en sí y la forma como se llevará el control de estas. Es por eso que se debe supervisarse periódicamente el sistema de limpieza y desinfección para verificar su eficiencia, por medio de inspecciones previas empleando un Check List.

Con el Check List, los trabajadores contarán con una ayuda en los trabajos de limpieza, ya que esta herramienta está diseñada para reducir los errores provocados por los potenciales límites de la memoria y la atención. Ayuda a asegurar la consistencia y exhaustividad en la realización de una tarea. En la Figura 46 se muestra el formato empleado para realizar el control de los trabajos de limpieza.


 <p>HORTIFRUT HEMOS POR EL BUEN EVERY DAY</p>	CHECK LIST DE ORDEN Y LIMPIEZA		Área: Producción	
	AREAS COMUNES		Código: FOR - CALHIME - 01	
			N° Revisión: 0	
Datos de la Inspección				
Fecha y hora: _____		Higienista: _____		
Turno: _____		Coordinador: _____		
1. Infraestructura y Pisos				
		SI	A MEDIAS	NO
1.1.- Las escaleras , caminerias están limpias, en buen estado y libres de obstáculos		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.2.- Las cestas de producto terminado y producto para reprocesarse encuentra ordenado e identificado		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.3.- Los suelos están limpios, secos, y sin desperdicios ni material innecesario		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.4.- Se encuentran limpias y libres en su entorno de todo material innecesario		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.5.- Se encuentran libres de goteos de aceites		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.6.- Las máquinas que se encuentran en parada están protegidas de la contaminación del ambiente		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Manejo de Materiales y Desperdicios				
		SI	A MEDIAS	NO
2.1.- El material de empaque se encuentra ordenado y en el lugar destinado para ello		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.2.- Los residuos generados en el área son depositados en contenedor de desechos		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.3.- La zona de alrededor de los contenedores de residuo está limpia		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.4.- No Existe material de empaque, producto terminado en áreas o zonas que no son destinadas para tal material		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.5.- No Existe material sin identificación y debida protección que no esté dentro del cronograma de producción.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.6.- No Existe materiales como paletas, marcos, plástico stretch, cartones y separadores cercanos a líneas de producción cuyas áreas no son destinadas para tal material.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.- Observaciones				

Figura 46. Formato de Check List de limpieza

Fuente: Elaboración propia

Implementación de SEIKETSU

En esta etapa más que realizar una acción como se desarrolló en las tres “S” anteriores, se refiere a conservar adecuadamente un estado de clasificación, orden y limpieza en un nivel óptimo, es decir, buscar los mecanismos que detecten el origen de la suciedad, para tomar las acciones necesarias con el fin de evitar estar limpiando a cada momento. Mejor dicho, la aplicación de

SEIKETSU es continuar con el desarrollo de SEIRI, SEITON y SEISO en forma permanente, a fin de crear un ambiente saludable al entorno del empleado. En la Figura 47 se muestra el procedimiento establecido.

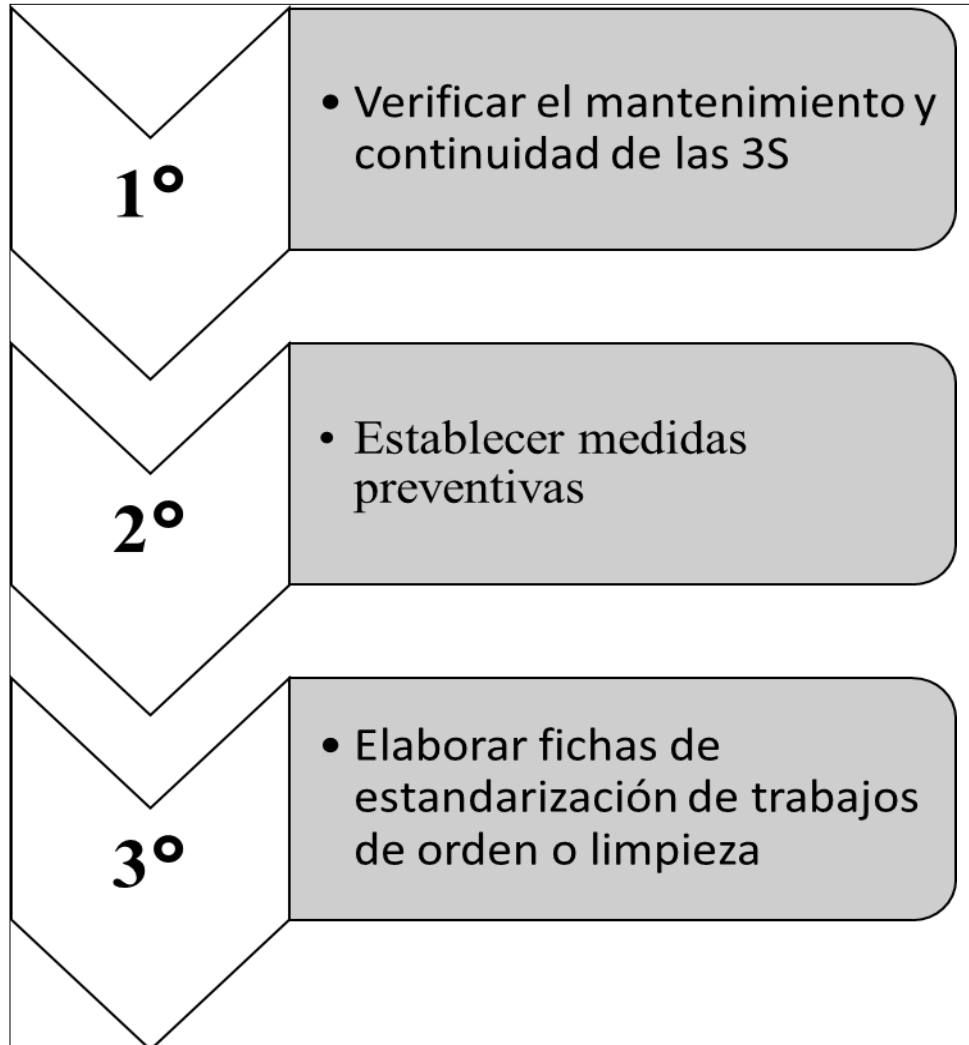


Figura 47. Procedimiento para implementar SEIKETSU

Fuente: Elaboración propia

Para medir la eficiencia de la aplicación de las primeras 3S aplicada sobre las líneas de producción, es necesario realizar evaluaciones periódicas, mediante el uso de una lista de verificación que mida el nivel de aplicación de SEIRI, SEITON y SEISO. Por ejemplo, en la Figura 48 se muestra el formato establecido para poder llevar a cabo las verificaciones.

Objetivo:		Verificar el mantenimiento y continuidad de las 3S	
Departamento		Fecha	
Evaluador(es)			
Aplicación de 3S	Punto de observación	Puntuación (0 – 3)	
SEIRI	Se eliminan los objetos innecesarios		
SEITON	Se observa orden y rotulación en el área		
SEISO	Se mantiene limpio el área de trabajo, maquinaria y otros		
		Puntaje total	
Puntaje total	Nivel		
0 – 2	Insatisfactorio		
3 – 5	Regular		
6 – 7	Bueno		
8 – 9	Excelente		

Figura 48. Formato para realizar verificaciones de las primeras 3S

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso radica en la importancia de tomar acciones de prevención con base en los resultados de las evaluaciones de SEIKETSU, para evitar que ocurran nuevamente los problemas relacionados con la no aplicación de las 3S anteriores. Para poder aplicar esto se puede emplear el método de los 5 porqué como se muestra en la Figura 49.

Objetivo:		Establecer medidas preventivas	
N°	Pregunta	Respuesta	
5 veces por qué			
1	¿Por qué las herramientas no están disponibles cuando se ocupan?	Porque no son fáciles de encontrar	
2	¿Por qué no es posible encontrarlas fácilmente?	Están dispersas en cualquier lugar	
3	¿Por qué están dispersas?	No está definido su sitio	
4	¿Por qué no está definido el sitio de colocación?	Porque aún existen cosas innecesarias que están ocupando lugar	
5	¿Por qué existen cosas innecesarias?	No se había percatado de esto	
1 cómo			
1	¿Cómo podemos especificar el lugar?	Eliminar cosas innecesarias, especificar su ubicación y rotular el sitio de colocación	

Figura 49. Formato para establecer medidas preventivas mediante los 5 porqué

Fuente: Elaboración propia

El último paso es estandarizar los trabajos de orden y limpieza, mediante fichas o registros, que especifique a detalle los parámetros a considerar para la realización de estos como se muestra en la Figura 50.

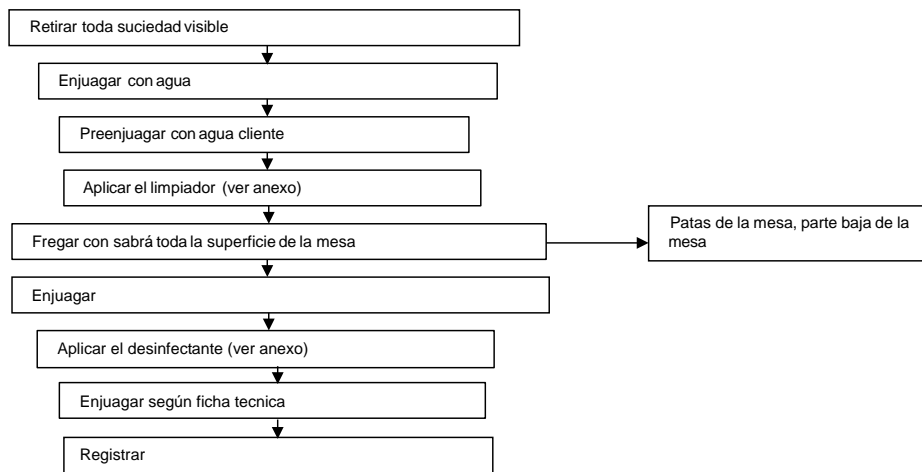
MeSaS Y ESTANTERIAS		
aLTURa		100
SeRIe		3567
FUNCIONAMIENTO	Son ideales para trabajar productos colocar balanzas y equipo de soporte del proceso	
COMpOSICIÓN	Sus partes que entran en contacto con los productos están elaborados de acero inoxidable.	
LIMpIeza	Se realizará antes y después de cada proceso	
PaSO a SeGUIR paRa SU aDeCUaD a LIMpIeza	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recoger toda suciedad grande una vez se hayan terminado las operaciones de producción en la planta. 2. Pre lavar la superficie de la mesa arriba y abajo con agua caliente (mayor de 50 °C), y alta presión. 3. Recoger del suelo materia orgánica que pudo haberse desprendido del equipo durante el prelavado y colocarla en bolsas especiales. 4. Aplicar el limpiador en espuma (frote la superficie) y dejarlo actuar el tiempo que recomiende la ficha técnica. 5. Enjuagar la espuma con suficiente agua, preferiblemente caliente y a alta presión. 6. aplique el desinfectante y revise ficha técnica del producto. <p>Registre la realización en el registro de limpieza y desinfección diaria.</p>	
UTeNSILIOS	Esponja, agua, desinfectante, limpiador, hidrolavadora	
FLUJOGRAMA		
 <pre> graph TD A[Retirar toda suciedad visible] --> B[Enjuagar con agua] B --> C[Preenjuagar con agua caliente] C --> D[Aplicar el limpiador (ver anexo)] D --> E[Fregar con sabr� toda la superficie de la mesa] E --> F[Enjuagar] F --> G[Aplicar el desinfectante (ver anexo)] G --> H[Enjuagar según ficha tecnica] H --> I[Registrar] E --> J[Patas de la mesa, parte baja de la mesa] </pre>		
CONTROL D e D aTOS		
N� DE COPIAS	ENCARGADO	FIRMA
1	Jefe de calidad	/
2	Supervisor	

Figura 50. Formato para estandarizar trabajo de limpieza

Fuente: Elaboraci3n propia

Implementación de SHITSUKE

La última etapa de las 5S es la que le da la sostenibilidad permitiéndole asegurar el éxito, porque está basado en fomentar el cumplimiento de los procedimiento y reglas establecidas, pero logrando convicción y compromiso.

Esta etapa es considerada como el motor que hace girar todos los engranajes de las 4S anteriores, por lo que se debe hacer mucho énfasis en la autodisciplina, mediante la capacitación en temas afines, de manera que el personal adquiera una actitud de desarrollar y cumplir con lo estipulado con las 5S de manera voluntaria. En la Figura 51 se muestra el procedimiento.

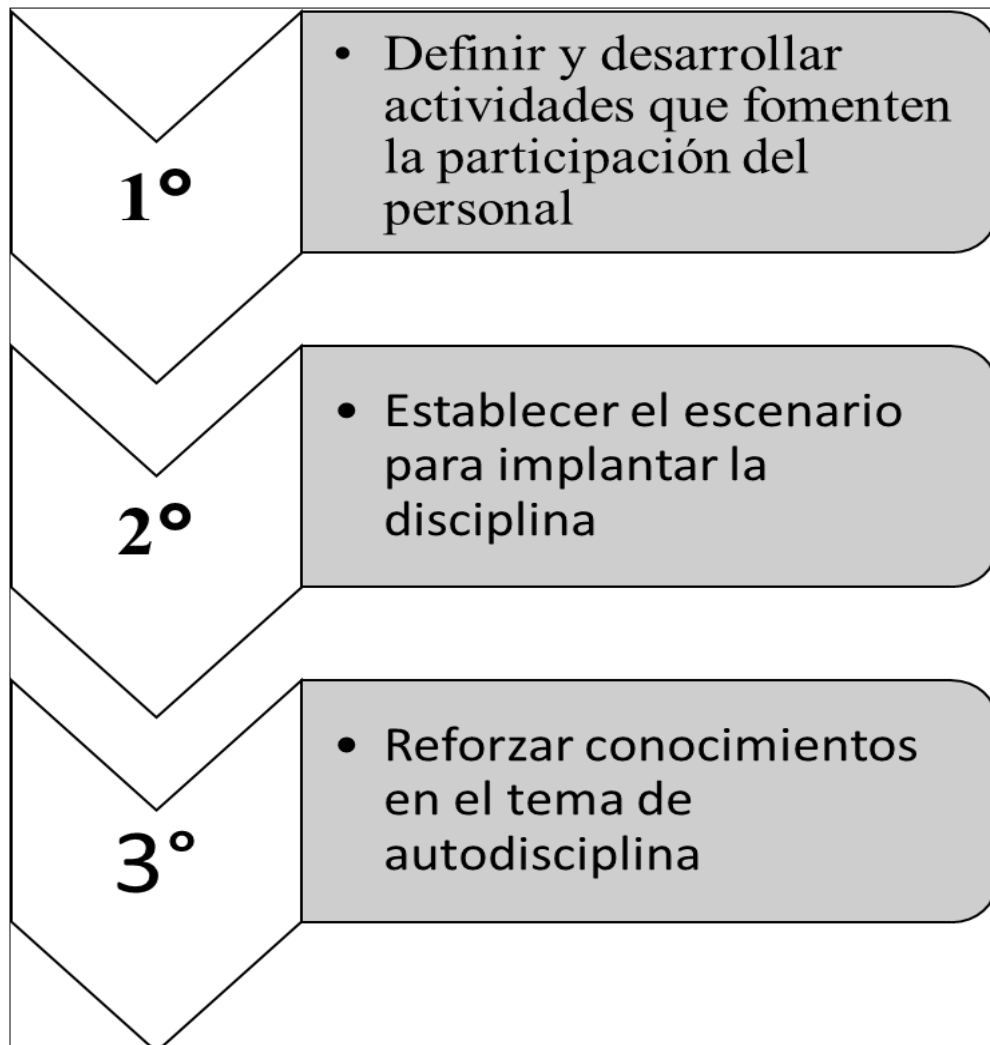


Figura 51. Procedimiento para implementar SHITSUKE

Fuente: Elaboración propia

El primer paso se basa en definir y desarrollar actividades que fomenten la participación del personal a través de comunicados, avisos y tableros, que incentiven la disciplina de respetar las reglas establecidas con 5S. En la Figura 52 se puede observar algunos ejemplos de aplicación.

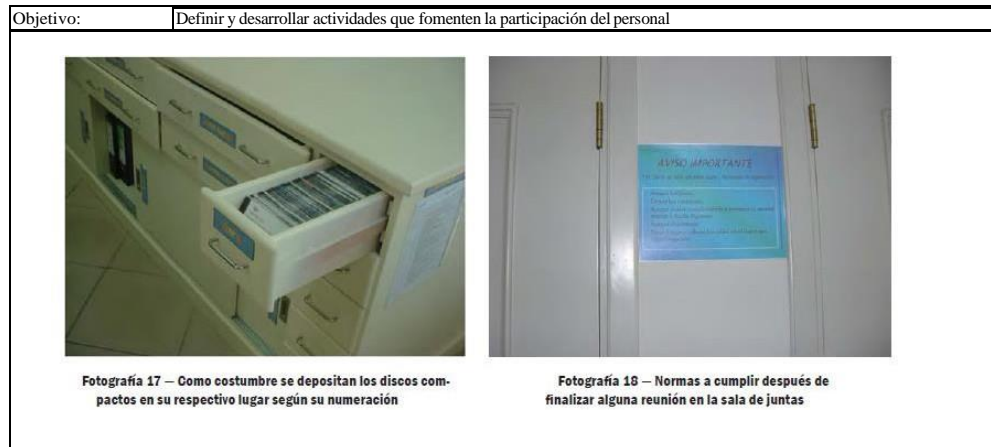


Figura 52. Formato de registro de evidencias de actividades 5S

Fuente: Elaboración propia

Es necesario establecer el escenario que incentive la disciplina respecto a la estrategia de las 5S. Un lugar donde se observa la disciplina se distingue de los demás porque las personas demuestran el conocimiento adquirido durante su implantación. Al desarrollar la quinta S podemos decir que estamos desarrollando una nueva disciplina de trabajo, que consiste en aplicar coherente y sistemáticamente las actividades anteriores. Se pasa paulatinamente del esfuerzo consciente de pensar y aplicar nuevas prácticas laborales, así como también de desaprender viejos hábitos. Si la empresa estimula a que cada uno de los integrantes se comprometa en cada una de las actividades diarias, será bastante seguro que la práctica de esta última etapa no tendría ninguna dificultad. Los hábitos desarrollados con la práctica se constituyen en un buen modelo para lograr que la disciplina sea un valor fundamental en la forma de realizar un trabajo. En la Figura 53 se puede observar ejemplos de aplicación.



Figura 53. Formato de registro de implantación de disciplina

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, el último paso consiste en fomentar las buenas costumbres e interrelación con el personal, se debe establecer periódicamente (mensual o bimensual) un tema a promocionar, de manera que se reforzarán los valores que se quieren destacar y resaltar dentro de la empresa, manteniendo una buena imagen hacia afuera. También es ideal poder establecer un plan de sostenimiento, que busque mediante reuniones con el personal y en conjunto revisar todas las actividades 5S, identificando los aspectos positivos y aquellos que han sido los negativos, de esta manera saber cuáles deben ser revisados para su aclaración o mejora. Por ejemplo, en la Figura 54 se puede observar el plan de sostenibilidad propuesto.

DIAGRAMA DE PROCESO	QUIÉN	DOCUMENTACIÓN QUE ANALIZA E INDICADORES	CUÁNDO	POSIBLES ACCIONES	DOCUMENTACIÓN QUE SE GENERA
	Jefe de producción	Matriz de indicadores	Revisión mensual	Activar órdenes de acción y solicitar presupuesto para implementar mejoras.	Informe técnico para administración
		Tablas resumen Evaluación			
	Supervisor y técnicos	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	Diagramas de 5S, programa de limpieza, tarjetas rojas, inventario.	Díario	Emitir acciones correctivas sobre las incidencias	Documentos de medidas correctivas y propuesta mejora

Figura 54. Formato de plan de sostenimiento de 5S

Fuente: Elaboración propia

Para poder proyectar los resultados esperados con las 5S, se realizaron pruebas pilotos de cada etapa en una línea de producción, donde se registraron las incidencias presentadas, obteniendo resultados muy favorables en comparación a la realidad (ver Figura 55 y 56). Por ejemplo, en seis semanas se presentaron apenas cinco incidencias.

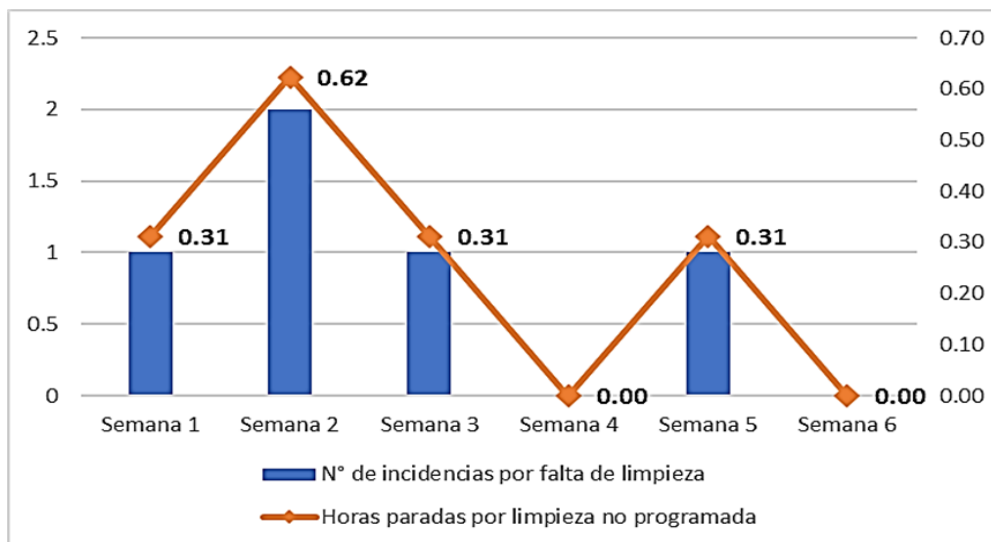


Figura 55. Fechas de evaluación de incidencias tras aplicar 5S en una línea de producción
Fuente: Elaboración propia

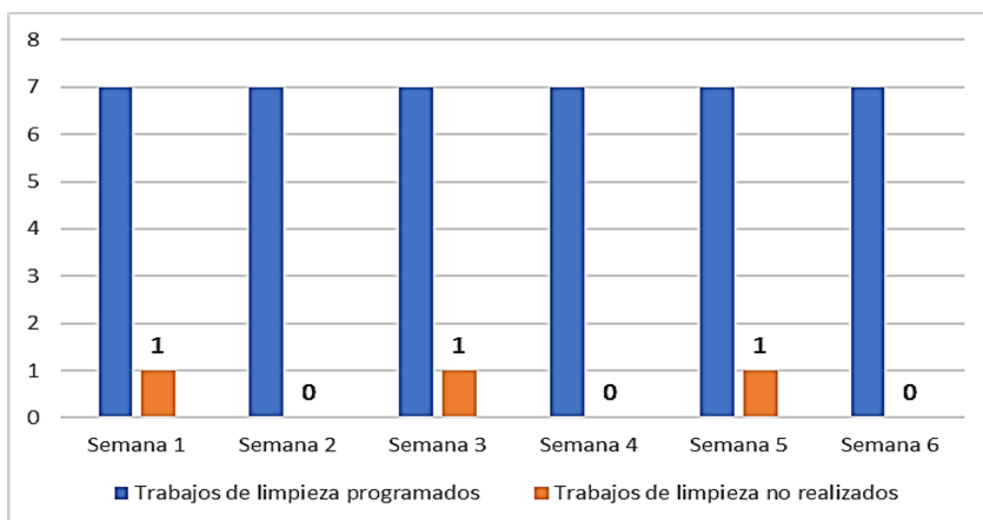


Figura 56. Medición de la eficiencia en la línea de producción tras aplicar 5S
Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la Figura 57 se muestra el Diagrama de Gantt donde se programaron todas las actividades requeridas para implementar las 5S.

CARTA GANTT				2021																
				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				
Proyecto: Implementación 5S				S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Partes interesadas: Área de Producción				E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Fecha de inicio: 01 de Julio 2021				M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Fecha de término: 29 de octubre 2020				A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
				N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
				A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
ETAPAS	ACTIVIDADES	Responsables	Duración																	
IMPLEMENTACIÓN DE SEIRI	Hacer un registro fotográfico	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Establecer criterios de clasificación y evaluación de elementos	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Identificar los elementos innecesarios mediante el uso de tarjetas rojas	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Elaborar el informe de notificación de desecho	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
IMPLEMENTACIÓN DE SEITON	Analizar y definir el sitio de colocación	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Decidir la forma de colocación	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Rotular el sitio de localización	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
IMPLEMENTACIÓN DE SEISO	Determinar el ámbito de aplicación	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Determinar el ámbito de aplicación	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Realizar la limpieza y verificarla	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
IMPLEMENTACIÓN DE SEIKETSU	Verificar el mantenimiento y continuidad de las 3S	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Establecer medidas preventivas	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Elaborar fichas de estandarización de trabajos de orden o limpieza	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
IMPLEMENTACIÓN DE SHITSUKE	Definir y desarrollar actividades que fomenten la participación del personal	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Establecer el escenario para implantar la disciplina	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	
	Reforzar conocimientos en el tema de autodisciplina	Investigadores y supervisores de producción	1 semana																	

Figura 57. Diagrama de Gantt para la implementación de 5S

Fuente: Elaboración propia

2.3.5. Desarrollo Jidoka

La tercera herramienta a implementar en el área de producción es JIDOKA, como se mencionó en el diagnóstico durante el proceso de empaque se presentan errores que conllevan a paradas de línea, para realizar arreglos y reprocesos para corregir pesos. Lo que se busca con JIDOKA en base a la naturaleza de esta herramienta, es automatizar el control y supervisión para detectar a tiempo estos errores, los errores son inevitables, pero si se detectan a tiempo se pueden obtener grandes ahorros. En la Figura 58 se muestra el procedimiento establecido para implementar esta herramienta.

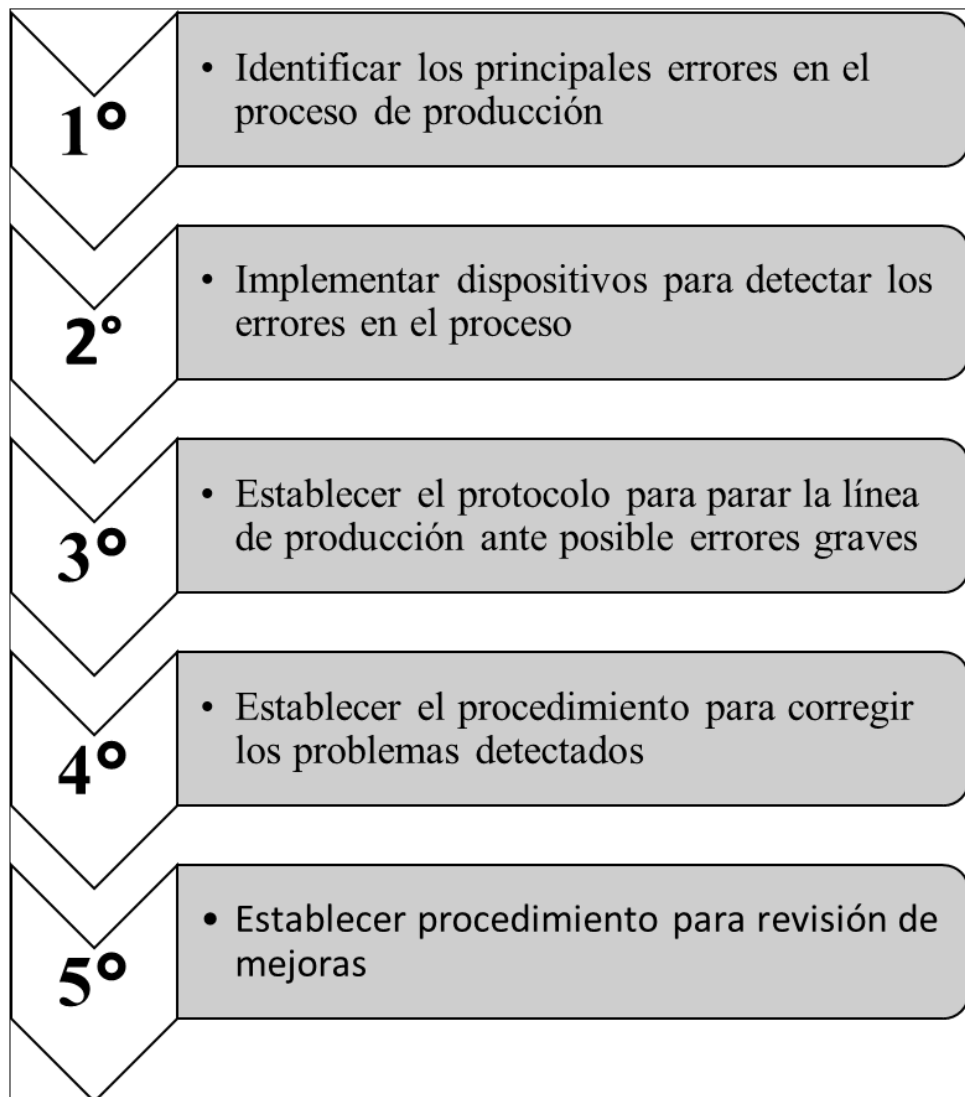


Figura 58. Procedimiento para la implementación de JIDOKA
Fuente: Elaboración propia

El primer paso es identificar los principales errores en el proceso de producción, para esto es necesario realizar observaciones y un registro fotográfico, que evidencien estos problemas. A continuación, en la Figura 59 se muestra el formato empleado para realizar este paso.



Figura 59. Formato para la identificación de los principales errores en el proceso

Fuente: Elaboración propia

El segundo paso, es quizás el más fundamental del JIDOKA, y se requiere bastante innovación e ingenio, ya que se debe instalar dispositivos para detectar errores, en este caso se busca detectar fruta aplastada en los clamshells y controlar el bajo peso de estos también. Al consultar con los técnicos de la

empresa sobre la posibilidad de adaptar dispositivos a la faja, para detectar los clamshells con problemas, se logró concretar la idea de emplear sensores de peso y color, ya que estas son las principales variables y características en un clamshells con defectos. De esta manera se logró diseñar el sistema para detectar errores en el proceso, esto se registró en el formato que se muestra en la Figura 60.

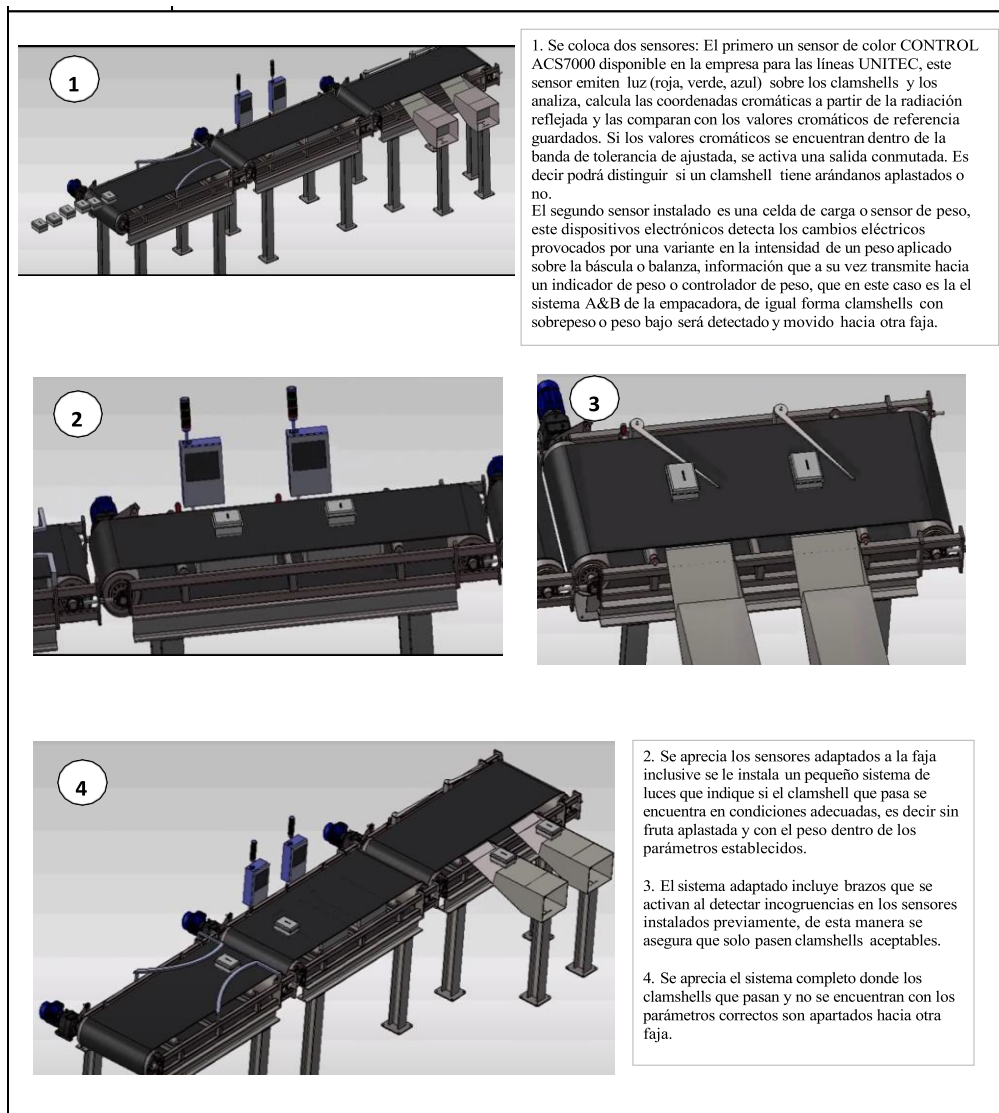


Figura 60. Formato de registro de implementación de dispositivos de detección de errores

Fuente: Elaboración propia

El tercer paso, es establecer el protocolo para realizar las paradas de línea, como se mencionó la intención de aplicar JIDOKA es tener un sistema de autocontrol de errores, para esto es importante que los trabajadores de las líneas de producción puedan parar la línea en caso de presentarse errores, es por ello que se debe instalar botones de fácil acceso y ubicación, para que al ser presionados la línea se pare. Como toda mejora nueva, es necesario unificar criterios para que todos los trabajadores apliquen este mismo criterio al momento de tener que parar la línea de producción, evitando generar distorsiones que ocasionen discrepancias.

Para esto se estableció un diagrama de flujo (ver Figura 61), donde se muestra el protocolo para parar la línea de producción ante la presencia de errores en el proceso.

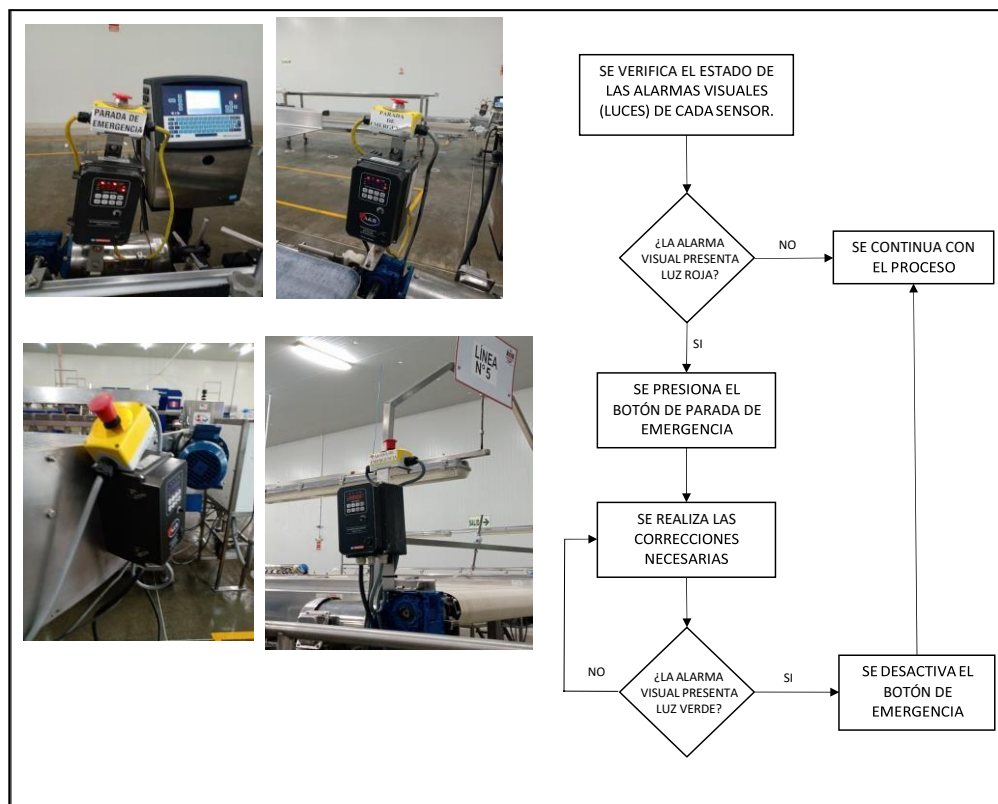


Figura 61. Formato de registro de protocolo de parada de línea
Fuente: Elaboración propia

El cuarto paso es establecer procedimientos para corregir los problemas detectados. Ya se tiene la manera de detectar errores y el protocolo para parar la línea en caso de incidencias, ahora lo que es necesario es establecer la manera como se debe de actuar para poder solucionar los problemas. Por ejemplo, cuando se detecta fruta aplastada en los clamshells, el primer paso es verificar si esta fruta aplastada proviene de la materia prima recepcionada, por eso se debe verificar primero las jabas de materia prima puestas al comienzo de la línea de producción, descartado lo primero se debe verificar si el problema se origina en la máquina envasadora, el operador procede de acuerdo a su preparación en realizar esta verificación, en caso de no solucionar el problema se procede derivar la incidencia al área de producción, que cuenta con especialistas. El procedimiento se puede observar en la Figura 62.

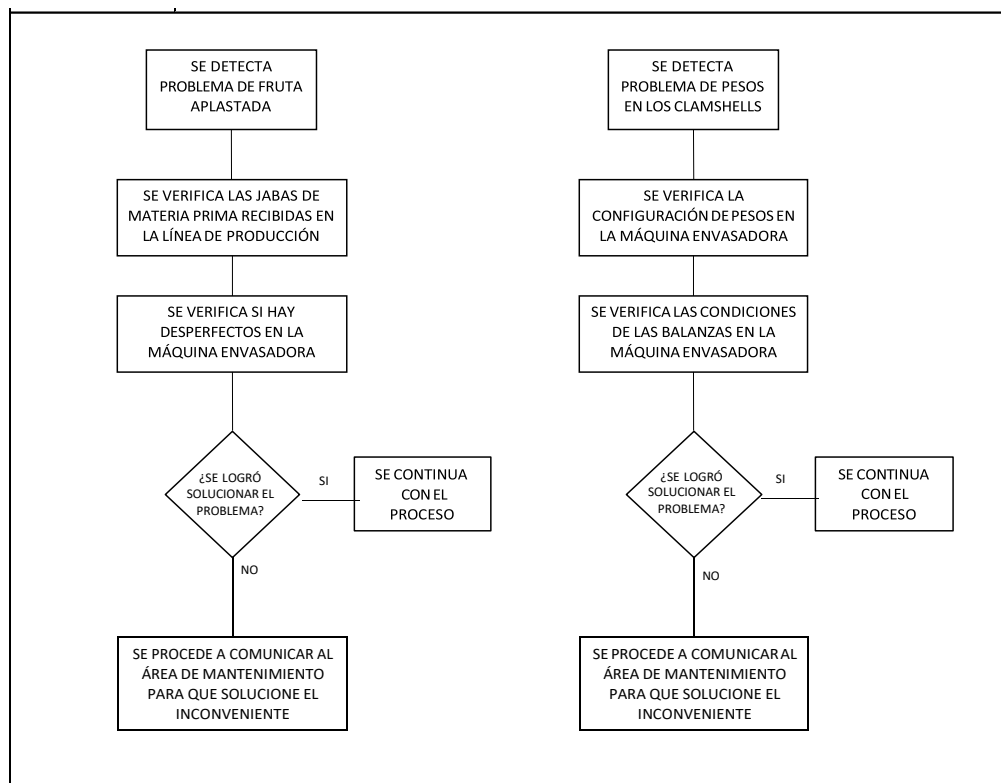


Figura 62. Formato para registro de procedimientos para corregir errores en el proceso

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, el último paso para implementar JIDOKA, es establecer el procedimiento para revisión de mejoras, este paso es el que le dará la sostenibilidad a la herramienta implementada, ya que establecerá la manera cómo se deben revisar y actuar periódicamente las mejoras establecidas. Como se sabe, cada día las circunstancias y necesidades pueden cambiar repentinamente, esto conlleva necesariamente a tener que revisar si la forma como se viene trabajando con las mejoras requieren de un cambio o no, basados en los indicadores que mostrarán de manera objetiva los resultados obtenidos. De igual forma es necesario registrar todas las mejoras, para que cuando el personal tenga que buscar cambios, puedan partir su análisis en base a lo ya experimentado anteriormente, en la Figura 63 se muestra el formato empleado.

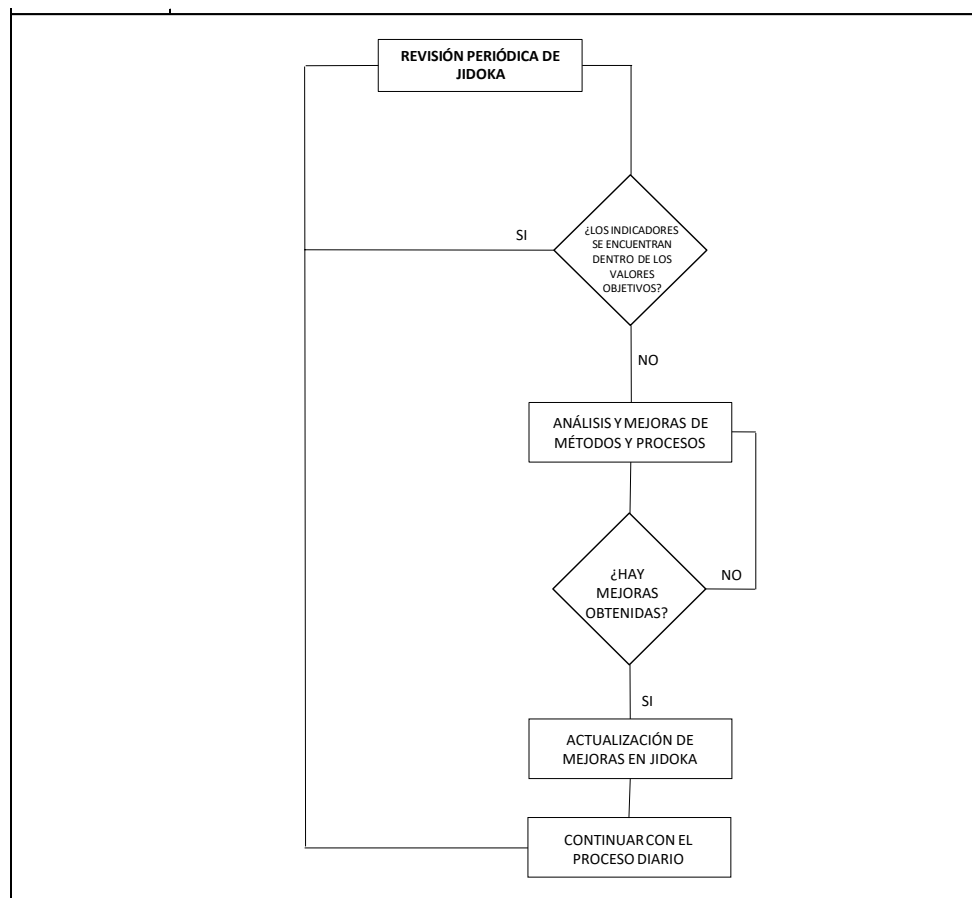


Figura 63. Formato de registro de procedimiento para la revisión de mejoras

Fuente: Elaboración propia

Después de desarrollar los pasos para implementar JIDOKA, es importante poder realizar mediciones de los principales indicadores, para esto se realizaron pruebas piloto en una de las líneas de producción durante seis semanas y los resultados obtenidos son los que se muestran en la Figuras 64 y 65. Del mismo modo se elaboró un Diagrama de Gantt (ver Figura 66) para poder programar las actividades a realizar para implementar JIDOKA.

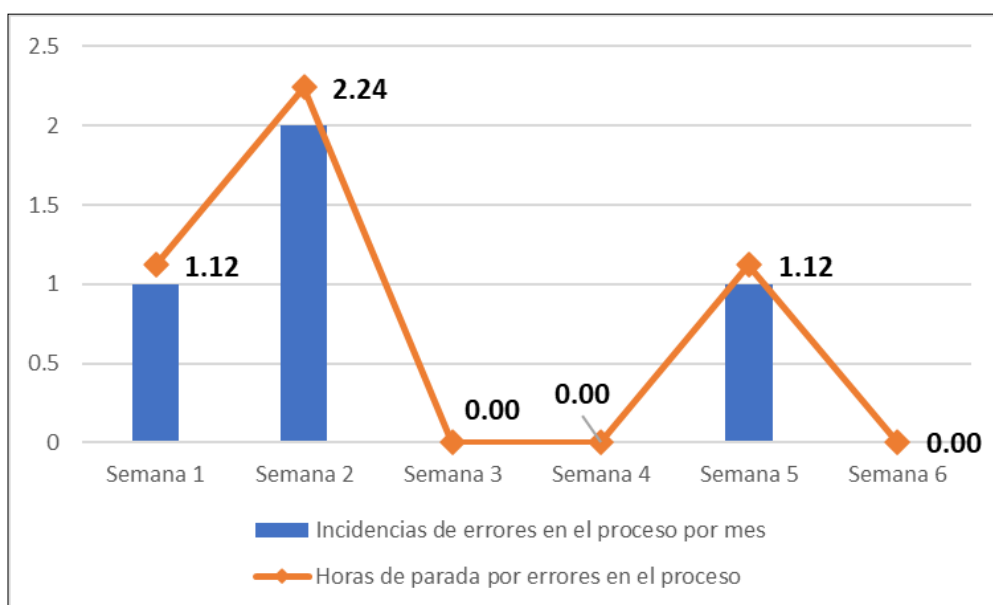


Figura 64. Medición de horas de paradas después de aplicar mejoras
Fuente: Elaboración propia

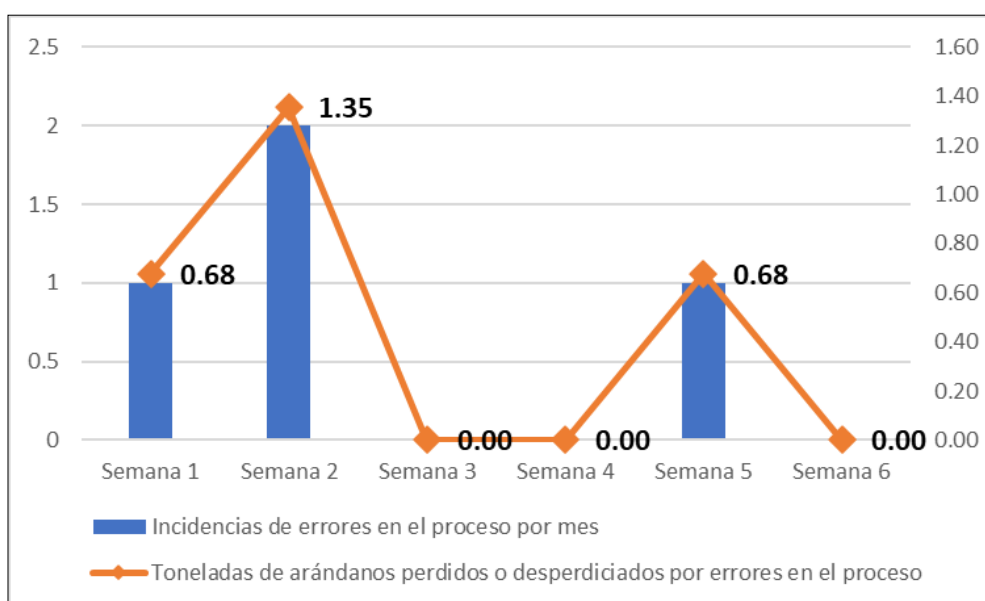


Figura 65. Medición de incidencias después de aplicar mejora de JIDOKA
Fuente: Elaboración propia

CARTA GANTT				2021																
				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				
Proyecto: Implementación JIDOKA				S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Partes interesadas: Área de Producción				E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Fecha de inicio: 01 de julio 2020				M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Fecha de término: 29 de octubre 2020				A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
				N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
				A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
ETAPAS	ACTIVIDADES	Responsables	Duración																	
SOLUCIONES INMEDIATAS	Identificar los principales errores en el proceso de producción	Investigadores y supervisores de producción	2 semanas																	
	Implementar dispositivos para detectar los errores en el proceso	Investigadores y supervisores de producción	7 semana																	
IMPLEMENTACIÓN DE PROCEDIMIENTOS	Establecer los protocolos para parar la línea de producción ante posible errores graves	Investigadores y supervisores de producción	5 semana																	
	Establecer procedimientos para corregir los problemas detectados	Investigadores y supervisores de producción	4 semana																	
SOSTENIBILIDAD	Establecer un plan de sostenibilidad	Investigadores y supervisores de producción	3 semana																	

Figura 66. Diagrama de Gantt para la implementación de JIDOKA

Fuente: Elaboración propia

2.3.6. Cálculo de inversiones

Para calcular el valor de la inversión se deberá sumar: el valor total de los recursos, el valor total de las actividades, el valor de los imprevistos, el costo de las capacitaciones, los honorarios de los trabajadores, ente otros valores.

La inversión considerada para cada herramienta está conformada por tres fases: fase de planificación, fase de implementación y la fase de sostenibilidad. Cabe aclarar que el monto calculado para el proyecto es considerando lo correspondiente a toda la planta industrial, y la empresa cuenta con políticas destinadas al desarrollo de mejoras, así como recursos económicos para financiar proyectos de mejora de hasta S/. 2,500,000.00

A continuación, en la Tabla 7 se muestra la inversión total requerida para poner en marcha la propuesta de mejora, para más detalles del presupuesto calculado para la inversión de cada herramienta ver los anexos del 15 al 19.

Tabla 7.
Resumen de inversiones y beneficios de cada herramienta

Herramienta implementada	Ahorro por campaña	Inversión requerida
SMED	S/554,444.91	S/349,980.00
5S	S/379,273.98	S/419,890.00
JIDOKA	S/706,809.27	S/421,910.00
TOTAL	S/2,566,156.56	S/1,804,080.00

Fuente: Elaboración propia

2.3.7. Evaluación económica - financiera

Con la inversión calculada el siguiente paso es establecer el horizonte de tiempo a evaluar y la tasa con la cual se evaluará la propuesta de mejora. Para el horizonte de tiempo se ha considerado un tiempo de vida de cinco años para el presente proyecto, esto basado en los estudios semejantes tomados como referencias que señalan que cinco años es un tiempo adecuado para que se desarrolle las tres fases de la inversión. Por otro lado, se ha considerado una tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) del 28.26% los cálculos detallados se encuentran disponibles en el Anexo 20.

El flujo de caja desarrollado para el análisis solo considera los ingresos y egresos generados por la propuesta de mejora con la finalidad de no distorsionar el análisis como podría ocurrir si se consideraba el análisis a partir del estado de resultados de la empresa.

Entre los principales resultados obtenidos en el análisis económico se tiene que el proyecto se capitalizará en S/ 1,598,862.04 (VAN) a lo largo de los cinco años, con un rendimiento del 69.54% (TIR), una relación Beneficio-Costo de 1.33, esto indica que por cada sol invertido la empresa obtendrá 1.33 soles de ganancia. Finalmente se sabe que el periodo de recuperación de la inversión es de un año y cuatro meses.

Con estos valores queda en evidencia que la propuesta de mejora es económicamente viable y con una alta probabilidad de éxito, lo que significa que la empresa podrá eliminar los despilfarros y ser más competitivo.

En la Figura 67 se muestra el formato empleado para el análisis económico financiero.

Inversión Total	S/.1,804,080.00
TMAR	28.26%

FLUJO DE CAJA

AÑOS	0	2021	2022	2023	2024	2025
INGRESOS DE LA PROPUESTA	-					
AHORRO ESPERADO		S/.2,566,156.6	S/.2,566,156.6	S/.2,566,156.6	S/.2,566,156.6	S/.2,566,156.6
EGRESOS DE LA PROPUESTAS						
INVERSIÓN REQUERIDA	-S/.1,804,080.0					
PÉRDIDA MONETARIA		S/.1,215,226.6	S/.1,215,226.6	S/.1,215,226.6	S/.1,215,226.6	S/.1,215,226.6
FLUJO DE CAJA	-S/.1,804,080.0	S/.1,350,930.0	S/.1,350,930.0	S/.1,350,930.0	S/.1,350,930.0	S/.1,350,930.0

INDICADORES ECONÓMICOS

VAN	S/.1,598,862.04	El proyecto se capitalizará en S/. 1,598,862.04 generando un valor atractivo para la empresa
TIR	69.54%	El proyecto cuenta con una rentabilidad del 69.54% superior a la TMAR calculada.
RBC	1.33	Por cada sol invertido en el proyecto se obtendra 1.33 de ganancia
PRI (BENEFICIO)	1.34	De acuerdo al flujo de ahorro obtenido la inversión se recuperará en un año con cuatro meses

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

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Resultados de SMED

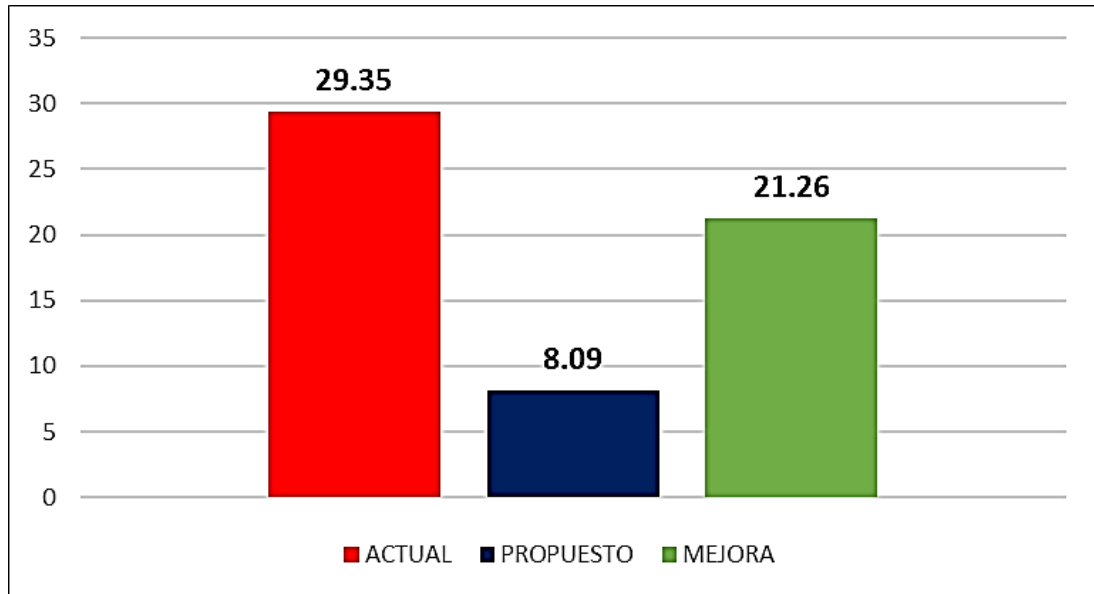


Figura 68. Impacto sobre el tiempo promedio para realizar cambio de formatos (minutos)

Fuente: Elaboración propia

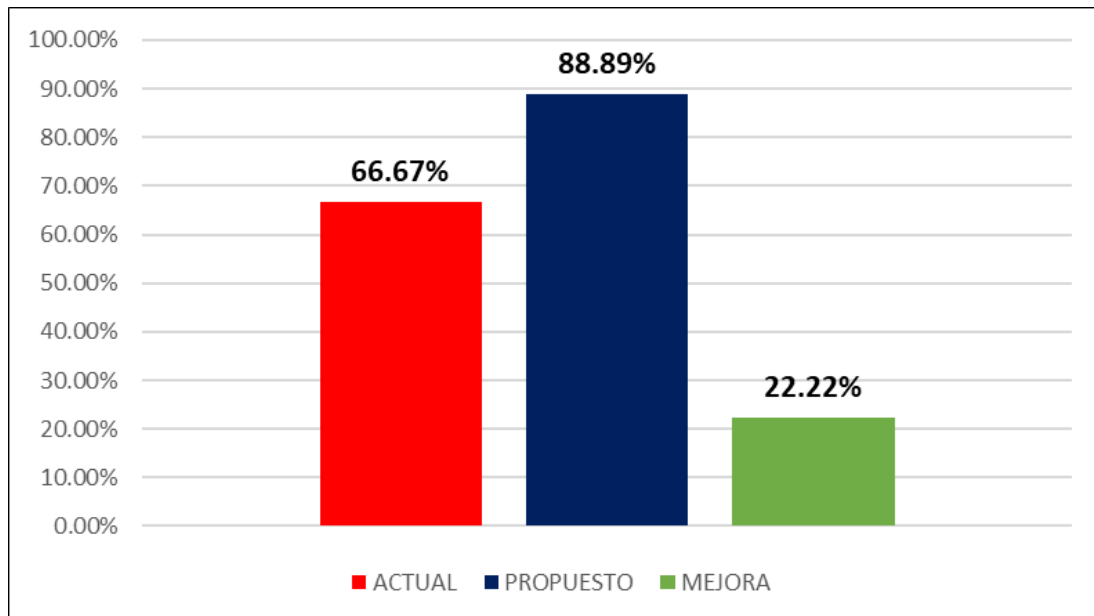


Figura 69. Impacto sobre el porcentaje de actividades de cambio de formato con la máquina encendida

Fuente: Elaboración propia

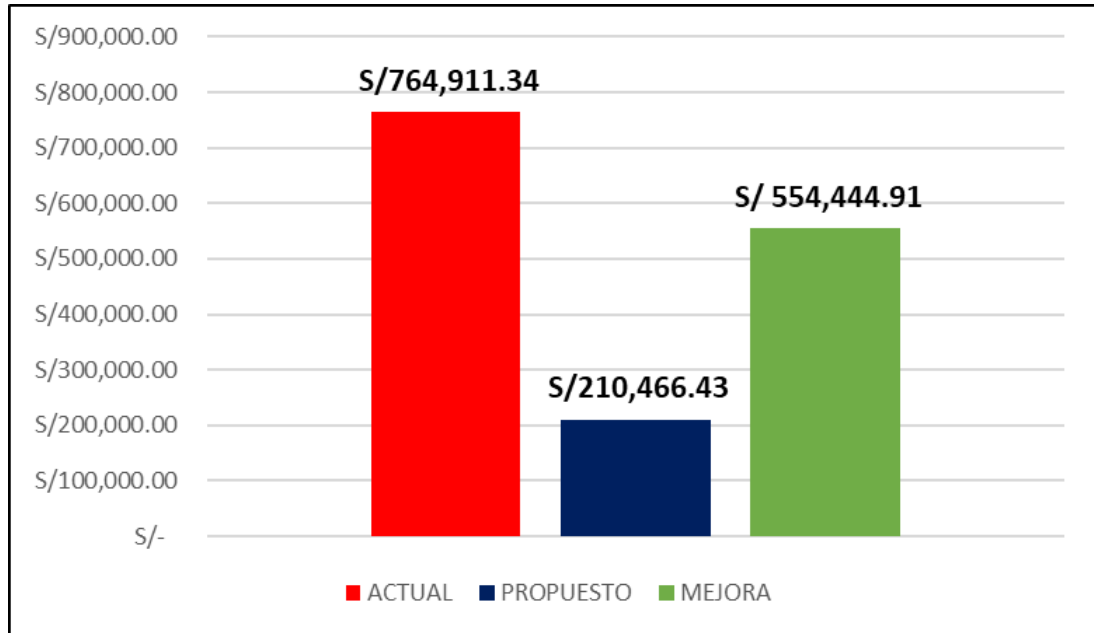


Figura 70. Ahorro esperado de CR1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.

Resumen de resultados obtenidos de propuesta SMED

Indicadores	Actual	Propuesto	Mejora	Porcentaje de mejora
Tiempo promedio para realizar cambio de formatos (minutos)	29.35	8.09	21.26	72%
Porcentaje de actividades de cambio de formato con la máquina encendida	66.67%	88.89%	22.22%	33%
Pérdida monetaria generada por CR1	S/764,911.34	S/210,466.43	S/554,444.91	72%

Fuente: Elaboración propia

3.2. Resultados de 5S

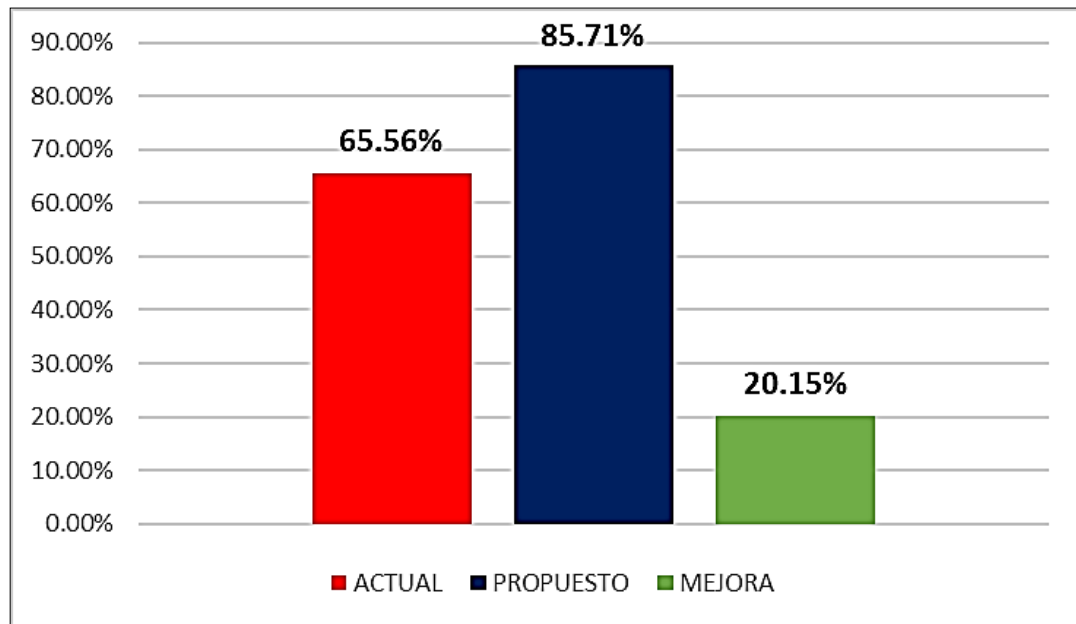


Figura 71. Impacto sobre el porcentaje de cumplimiento de trabajos de limpieza

Fuente: Elaboración propia

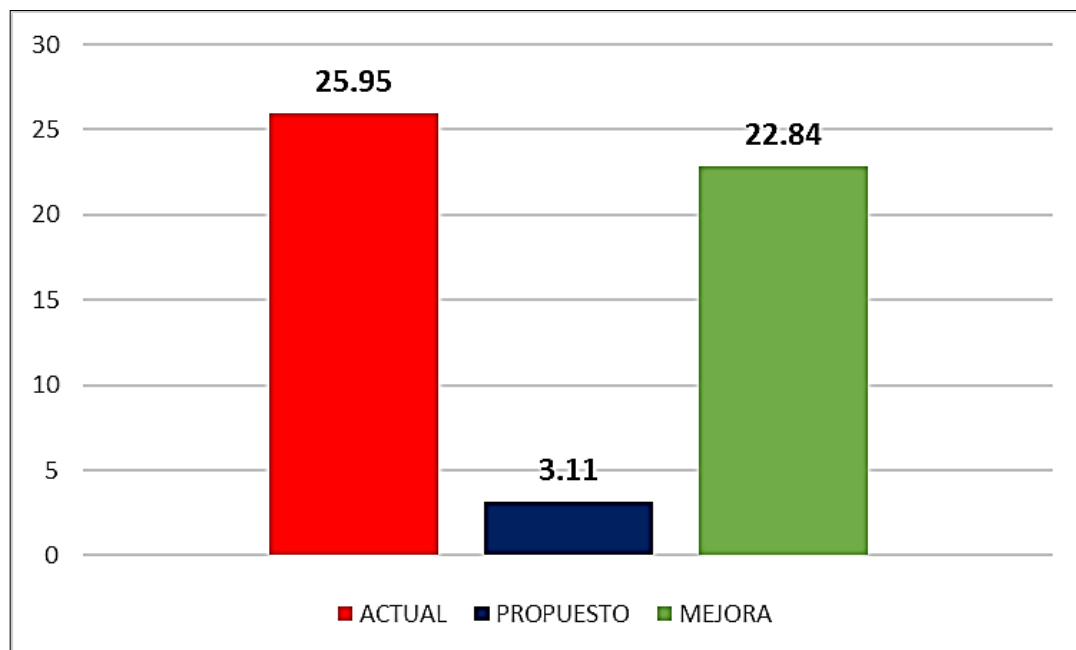


Figura 72. Impacto sobre el tiempo mensual de paradas por trabajos de limpieza no programados (horas)

Fuente: Elaboración propia

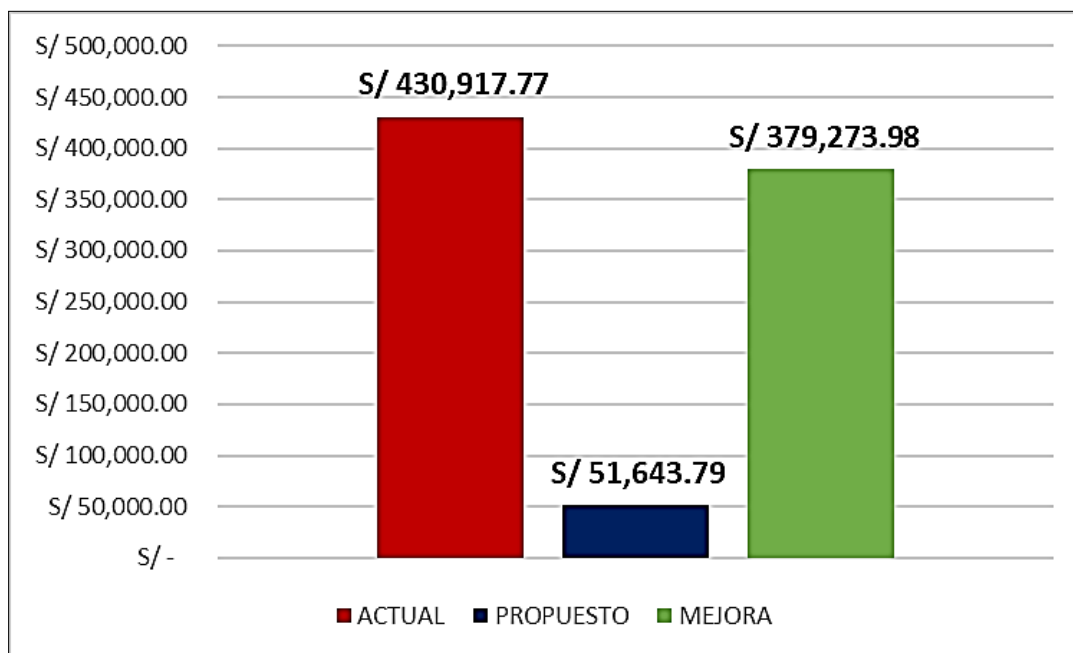


Figura 73. Ahorro esperado de CR2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.

Resumen de resultados obtenidos de propuesta de 5S

Indicadores	Actual	Propuesto	Mejora	Porcentaje de mejora
Porcentaje de cumplimiento de trabajos de limpieza	65.56%	85.71%	20.15%	30.74%
Tiempo mensual de paradas por trabajos de limpieza no programados (horas)	25.95	3.11	22.84	88%
Pérdida monetaria generada por CR2	S/430,917.77	S/51,643.79	S/379,273.98	88%

Fuentes: Elaboración propia

3.3. Resultados de Jidoka

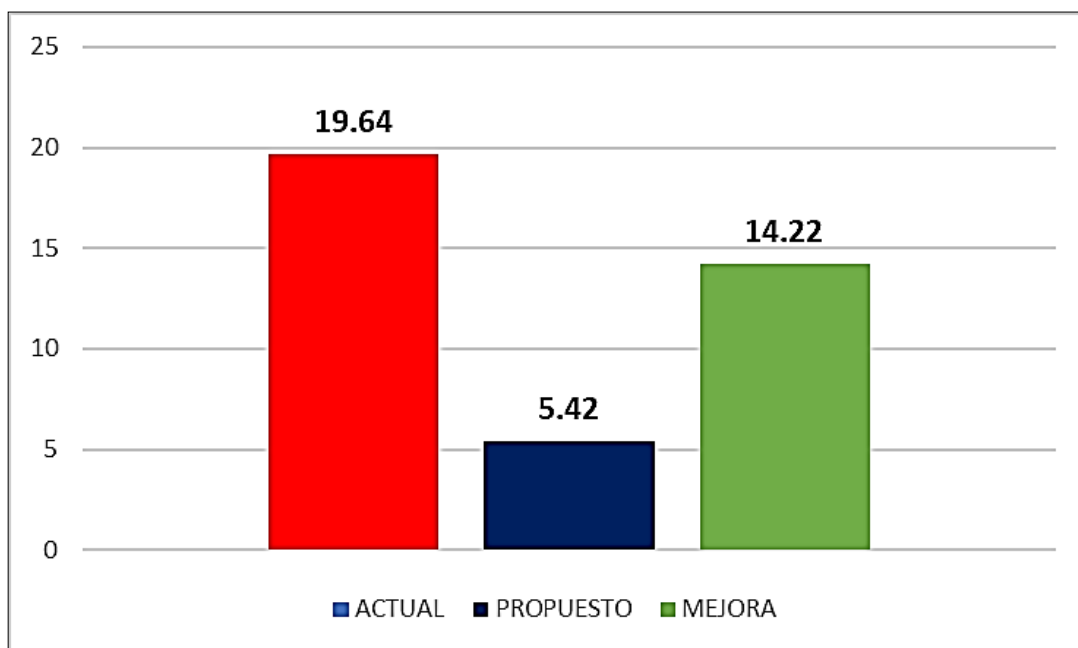


Figura 74. Impacto sobre las toneladas de arándano desperdiciados por errores en el proceso

Fuente: Elaboración propia

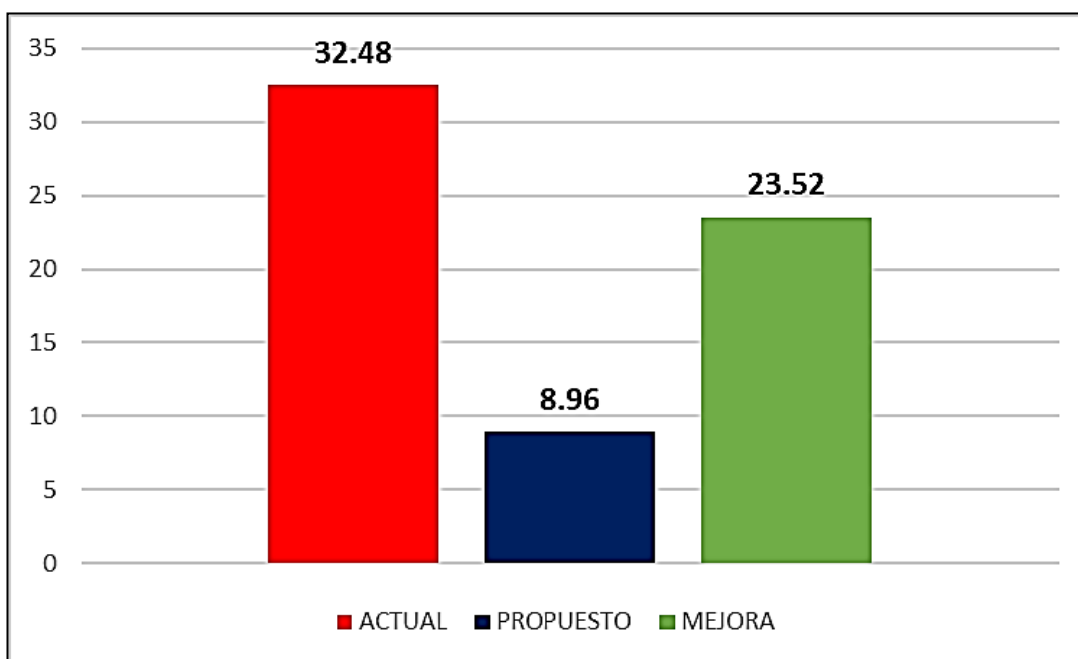


Figura 75. Impacto sobre el tiempo mensual de paradas por errores en el proceso (horas)

Fuente: Elaboración propia

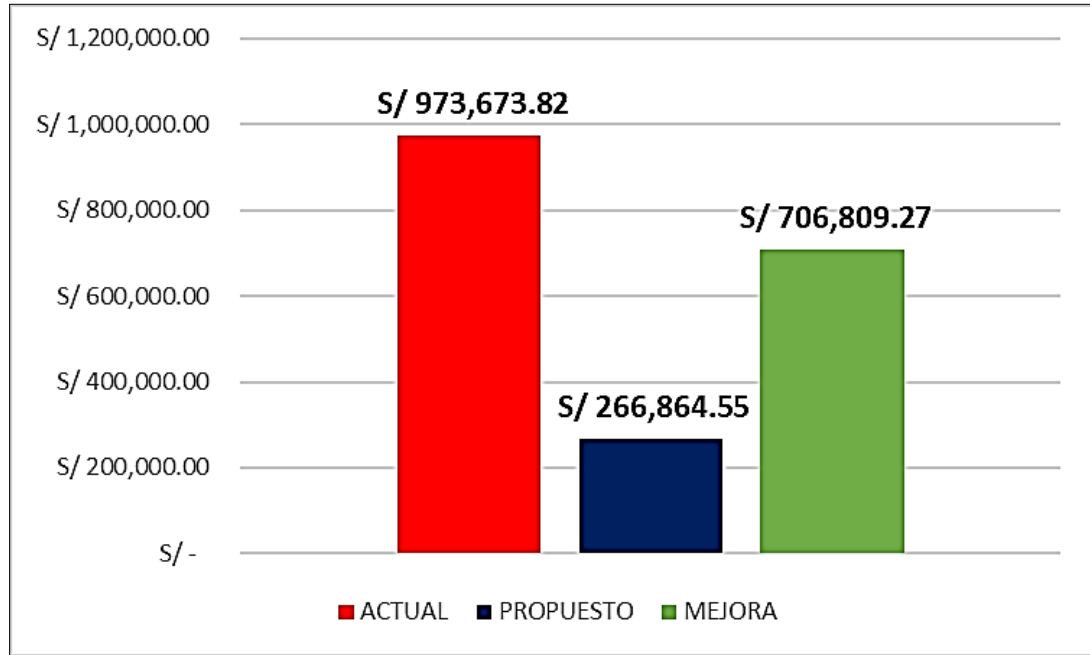


Figura 76. Ahorro esperado de CR3 - Producción

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10.

Resumen de resultados obtenidos de propuesta de Jidoka

Indicadores	Actual	Propuesto	Mejora	Porcentaje de mejora
Toneladas de arándano desperdiciados por errores en el proceso	19.64	5.42	14.22	72%
Tiempo mensual de paradas por errores en el proceso (horas)	32.48	8.96	23.52	72%
Pérdida monetaria generada por CR3	S/973,673.82	S/266,864.55	S/706,809.27	73%

Fuente: Elaboración propia

3.4. Resumen de resultados

Tabla 11.

Resumen de resultados de implementación de mejoras

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Como se pudo observar en las Figura 68, 69 y 70 se muestran los resultados de la propuesta de SMED, los datos señalan que se puede generar un ahorro de S/544,444.91 durante la campaña de arándanos; esto debido principalmente a la reducción de 29.35 horas a 8.09 horas de tiempos improductivos generado; al respecto, Uмба & Duarte (2017) en su investigación señala que con el SMED se logra identificar fácilmente aquellas actividades internas que se pueden eliminar o convertir a externas con esto logra reducir hasta en un 40% los tiempos de preparación o cambio de formatos, mientras que Gacharná & González (2013) explica con SMED se puede lograr flexibilizar la producción al tener tiempos de cambios de formato al mínimo permitiéndole ser más competitivo.

Para la segunda causa raíz del área de producción se obtuvieron resultados favorables que se pudo observar en las Figura 71, 72 y 73, donde se destaca el ahorro en la campaña esperado por la implementación las 5S el cuál es de S/ 379,273.98; con esto se logra generar una cultura de orden y limpieza teniendo las estaciones de trabajo siempre en óptimas condiciones, para esto Palomino (2012) explica que las mejoras establecidas con 5S se logra obtener un método pensado para dar orden y sentido a las dinámicas de trabajo, atendiendo situaciones de desorganización.

Para la tercera causa raíz del área de producción los resultados mostrados en las Figuras 74, 75 y 76 se presenta los resultados obtenidos a través de la implementación de JIDOKA como herramienta base establecer mejoras innovadoras que logran evitar errores en el proceso o en todo caso detectarlos a tiempo para responder a tiempo, el ahorro anual calculado es de S/ 706,809.27; esto debido a que se redujo las incidencias

de errores y por consiguiente se reducen a su vez los tiempos improductivos de 32.48 horas a tan solo 8.96 horas.

4.2. Conclusiones

- Finalmente se determinó que la propuesta de mejora mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing tiene un impacto sobre los costos ya que estos se reducen en un 23.24% es decir un ahorro por campaña de S/ 2,566,156.56
- Tras realizar el diagnóstico de la situación problemática en el área de producción se identificaron tres grandes despilfarros que tras analizarlos con el Diagrama de Ishikawa se encontraron las siguientes causas raíz: falta de estandarización del método para los cambios de formatos, falta de orden y limpieza, falta de sistemas de detección y prevención de errores en el proceso.
- Se cuantificó las pérdidas monetarias de cada causa raíz, calculándose una pérdida monetaria de S/ 3,781,383.13 durante la última campaña de arándanos quedando en evidencia la necesidad de buscar mejoras que reduzcan esta pérdida.
- La propuesta de mejora se desarrolló a través de tres herramientas de mejora las cuales fueron: SMED, 5S y Jidoka, obteniéndose resultados significativos entre los principales están la reducción de las horas improductivas en un 59.58% y reduciendo la pérdida monetaria en 67.86%.
- Se evaluó económicamente la propuesta de mejora a través de los principales indicadores como; VAN, TIR y B/C, obteniendo valores de S/1,598,862.04; 69.54% y 1.33 para cada indicador respectivamente, evidenciando que la implementación de las herramientas era factible y rentable para la empresa agroindustrial.

REFERENCIAS

- Aguirre (2015), *Sistema de Costeo. La asignación del costo total a productos y servicios*. Colección de estudios de Contaduría. Colombia.
- Arango, M., Campuzano, L., & Zapata, J. (2015). *Mejoramiento de procesos de manufactura utilizando Kanban*. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 14(27), 221-233.
- Arbós, L. & Martínez, F. (2010). *TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva*. Profit Editorial.
- Carreras, M. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Ediciones Díaz de Santos.
- Castro, J. (2016). *Propuesta de implementación de la metodología Lean Manufacturing para la mejora del proceso productivo en la línea de envasado pet de la empresa Ajeper S.A.* Universidad Nacional de Trujillo, Perú.
- Correa, F. G. (2015). *Manufactura esbelta (Lean Manufacturing): Principales herramientas*. Revista Raites, 1(2), 85-112.
- Cruz, J. (2010). *Manual para la implementación sostenible de las 5S*. Instituto Nacional de Formación Técnico Profesional (INFOTEP). Santo Domingo. República Dominicana.
- Cruz, O. (2018). *Análisis de la cadena productiva del arándano en México y Chile*. PORTES, revista mexicana de estudios sobre la Cuenca del Pacífico, 12(23), 31-62.
- Diéguez Cuellar, M. (2019). *Estrategias competitivas de la industria del arándano: análisis comparativo entre Chile y Perú* (Doctoral dissertation, Universidad de Talca (Chile). Escuela de Agronomía.
- Gacharná & González (2013). *Propuesta de mejoramiento del sistema productivo en la empresa de confecciones Mercy empleando herramientas de Lean Manufacturing*. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

- Hernández, J., & Vizán, A. (2013). *Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Fundación EOI.
- Hualla, R. & Cárdenas, C. (2017). *Mejora de procesos en las áreas de mezclado y molienda de una empresa manufacturera de tubosistemas PVC y PEAD aplicando herramientas de calidad y Lean Manufacturing*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Madariaga, F. (2014). *Lean manufacturing*. España: Bubok.
- Núñez, H. (2002). *Los sistemas just-in-time/Kanban, un paradigma productivo*. Política y Cultura, (18), 40-60.
- Padilla, L. (2010). *Lean manufacturing manufactura esbelta/ágil*. Revista Electrónica Ingeniería Primero ISSN, 2076, 3166.
- Padilla, L. (2010). *Lean manufacturing manufactura esbelta/ágil*. Revista Electrónica Ingeniería Primero ISSN, 2076, 3166.
- Palomino, M. (2012). *Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Rodríguez, J. (2010). *Manual: Estrategia de las 5S-Gestión para la mejora continua*. Honduras: Nobel.
- Rojas, A., Tello, A., & Morera, A. (2014). *Implementación del análisis de riesgo en la industria alimentaria mediante la metodología AMEF: enfoque práctico y conceptual*. Revista de Medicina Veterinaria, (27), 133-148.
- Sacristán, F. (2002). *Mantenimiento total de la producción (TPM): proceso de implantación y desarrollo*. FC Editorial.

- Salazar, K. (2019). *Oportunidades de negocio en el mercado de Estados Unidos para las exportaciones peruanas de arándanos frescos provenientes de la región La Libertad*. Revista científica.
- Shingo, S. (2001). *Preparaciones rápidas de máquinas el sistema SMED*. Productivity Press.
- Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing. Paso a paso*. Marge Books.
- Suzuki, T. (2017). *TPM en industrias de proceso*. Routledge.
- Tejeda, A. (2011). *Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos*. Ciencia y sociedad.
- Tirado, J. (2018). *Optimización del proceso de impresión de la empresa Ediecuatorial, a través del uso del análisis del modo y efecto de la falla AMEF y planes de control como base para la estandarización del proceso*. Master's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2018.
- Tokutaro, S. (1996). *TPM en industrias de proceso*. Primera edición. Madrid: Portland
- Umba, N., & Duarte, J. (2017). *Propuesta para implementar herramientas Lean Manufacturing para la reducción del tiempo de ciclo en la fábrica de almojábanas El Goloso*. Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.
- Villaseñor, A. & Galindo, E. (2007). *Manual de Lean Manufacturing, guía básica*. Editorial Limusa. México.

ANEXOS

ANEXO 01: Formato de registro de costos de producción

MATERIA PRIMA DIRECTA					
PROCESO	INSUMO	CANTIDAD	U.M.	C.U.	TOTAL
Packing	Arándano	2600	Ton	S/1,500.00	S/3,900,000.00
	Clamshell 4.4 oz	325	Cajas	S/50.00	S/16,250.00
	Clamshell 6 oz	201	Cajas	S/60.00	S/12,060.00
	Clamshell 11 oz	124	Cajas	S/70.00	S/8,680.00
	Clamshell 18 oz	105	Cajas	S/80.00	S/8,400.00
	Punnet 4.4 oz	203	Cajas	S/50.00	S/10,150.00
	Punnet 6 oz	209	Cajas	S/60.00	S/12,540.00
	Clamshell 18 oz plato	109	Cajas	S/75.00	S/8,175.00
	Caja 1.5 kg	150	Lote	S/250.00	S/37,500.00
	Caja 2.4 kg	120	Lote	S/260.00	S/31,200.00
	Caja 3.3 kg	102	Lote	S/285.00	S/29,070.00
	Caja 4.8 kg	94	Lote	S/297.00	S/27,918.00
	Caja 6 kg	59	Lote	S/305.00	S/17,995.00
	Caja punnet 1.85 kg	106	Lote	S/310.00	S/32,860.00
	Caja punnet 3.6 kg	90	Lote	S/325.00	S/29,250.00
	Jabas bulk 3.0 kg	85	Lote	S/318.00	S/27,030.00
	Jabas basa	90	Lote	S/405.00	S/36,450.00
Etiquetas de clamshells	940	Cajas	S/105.00	S/98,700.00	
Tape polistireno	200	Cajas	S/60.00	S/12,000.00	
COSTO TOTAL MENSUAL					S/4,356,228.00

MANO DE OBRA DIRECTA					
TIPO DE LÍNEA	Número de Línea	CANTIDAD	U.M.	SUELDO	TOTAL
UNITEC	Línea 1	20	Obrero	S/1,250.00	S/25,000.00
	Línea 2	20	Obrero	S/1,250.00	S/25,000.00
	Línea 3	20	Obrero	S/1,250.00	S/25,000.00
	Línea 4	20	Obrero	S/1,250.00	S/25,000.00
LÍNEAS CONVENCIONALES	Línea 5	32	Obrero	S/1,250.00	S/40,000.00
	Línea 6	32	Obrero	S/1,250.00	S/40,000.00
	Línea 7	32	Obrero	S/1,250.00	S/40,000.00
	Línea 8	32	Obrero	S/1,250.00	S/40,000.00
	Línea 9	18	Obrero	S/1,250.00	S/22,500.00
	Línea 10	32	Obrero	S/1,250.00	S/40,000.00
	Línea 11	32	Obrero	S/1,250.00	S/40,000.00
	Línea 12	32	Obrero	S/1,250.00	S/40,000.00
COSTO TOTAL MENSUAL					S/402,500.00

COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN					
MATERIAL INDIRECTO					
PROCESO	INSUMOS	CANTIDAD	U.M.	C.U.	TOTAL
Packing	Jabas a granel	145	Lote	S/326.00	S/47,270.00
	Parihuela marítima	547	Und.	S/35.00	S/19,145.00
	Parihuela Walmart	645	Und.	S/45.00	S/29,025.00
COSTO TOTAL MENSUAL					S/95,440.00

MANO DE OBRA INDIRECTA					
PROCESO	PUESTOS	CANTIDAD	U.M.	SUELDO	TOTAL
Todos los procesos	Jefe de planta	1	Producción	S/7,500.00	S/7,500.00
	Administradora de producción	1	Producción	S/3,000.00	S/3,000.00
	Asistente de planilla y recolección	4	Producción	S/2,000.00	S/8,000.00
	Supervisores de producción	6	Producción	S/3,000.00	S/18,000.00
	Controles de producción	15	Producción	S/1,500.00	S/22,500.00
	Supervisores de operadores	1	Producción	S/2,000.00	S/2,000.00
	Operadores de máquina	30	Producción	S/1,500.00	S/45,000.00
	Jefe de calidad	1	Calidad	S/5,000.00	S/5,000.00
	Supervisores de calidad	4	Calidad	S/2,500.00	S/10,000.00
	Técnicos de calidad	30	Calidad	S/1,500.00	S/45,000.00
	Supervisor de frío	1	Frío	S/3,000.00	S/3,000.00
	Operadores de frío	8	Frío	S/1,250.00	S/10,000.00
	Supervisión de recepción	1	Recepción	S/3,000.00	S/3,000.00
	Operadores de recepción	8	Recepción	S/1,250.00	S/10,000.00
	Supervisor de materiales	2	Almacén	S/3,000.00	S/6,000.00
	Control de materiales	4	Almacén	S/1,500.00	S/6,000.00
	Operadores de materiales	8	Almacén	S/1,250.00	S/10,000.00
	Supervisores de servicios generales	4	Servicios G	S/2,500.00	S/10,000.00
	Operadores de servicios generales	30	Servicios G	S/1,200.00	S/36,000.00
	Supervisor de trazabilidad	2	Trazabilidad	S/3,000.00	S/6,000.00
	Técnicos de trazabilidad	30	Calidad	S/1,800.00	S/54,000.00
	COSTO TOTAL MENSUAL				

OTROS COSTOS INDIRECTOS					
PROCESO	INSUMOS	CANTIDAD	U.M.	C.U.	TOTAL
Todos los procesos	Energía Eléctrica	30000	KWh	S/1.50	S/45,000.00
	Servicio de agua y alcantarillado	5405	m3	S/12.50	S/67,562.50
	Predios	1	impuesto	S/15,000.00	S/15,000.00
	SCTR	1	servicios	S/5,478.00	S/5,478.00
	Seguro Patrimonial	1	servicio	S/8,547.00	S/8,547.00
	Celulares	115	servicio	S/95.00	S/10,925.00
	Refrigerante	750	galon	S/180.00	S/135,000.00
	GPL	689	galon	S/32.00	S/22,048.00
	Productos de limpieza	1	servicio	S/15,478.00	S/15,478.00
	Depreciación de máquinas	1	servicio	S/35,478.00	S/35,478.00
	COSTO TOTAL MENSUAL				

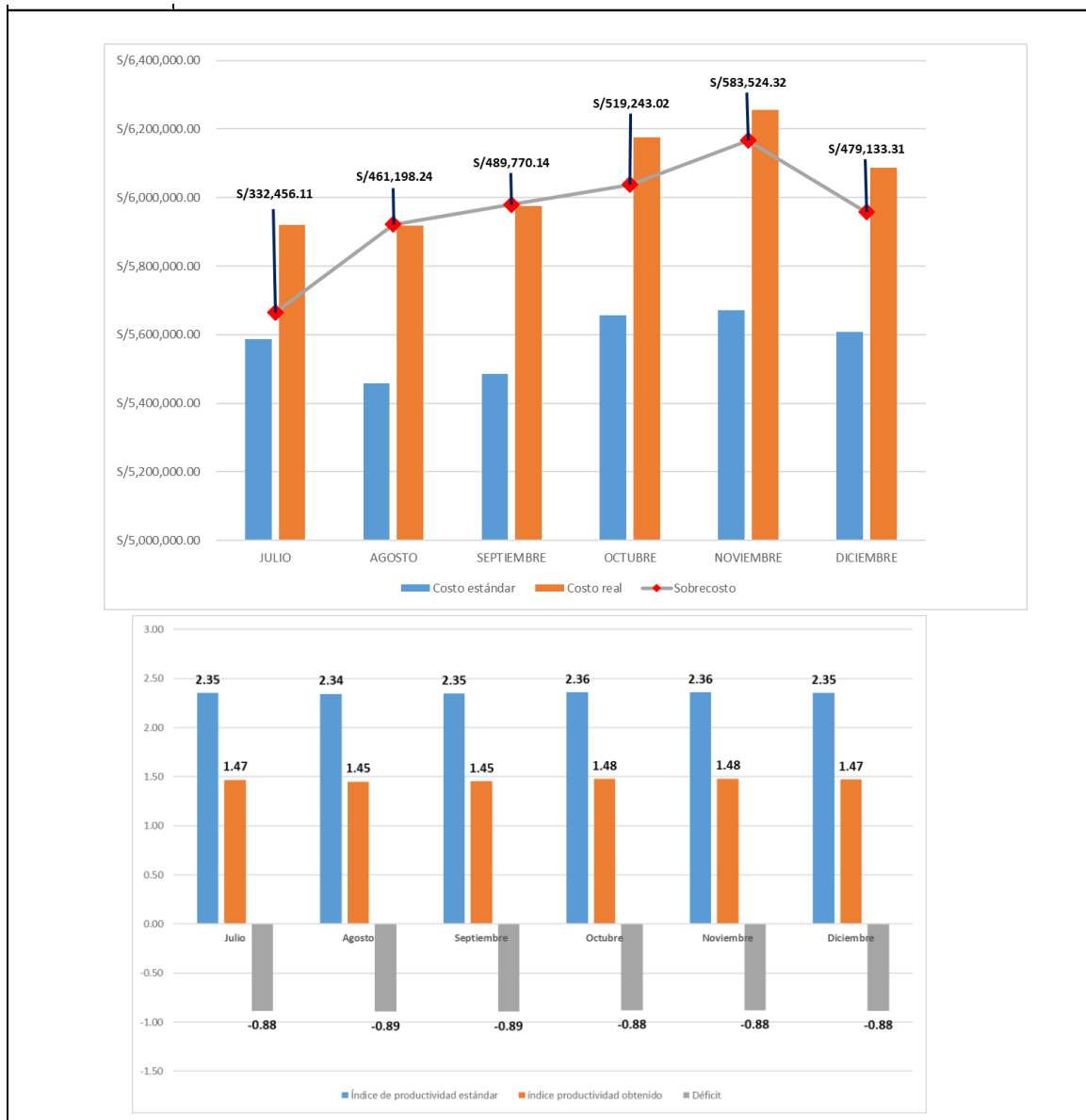
Fuente: Empresa agroindustrial

ANEXO 02: Estado de resultados mensual

<i>ESTADO DE RESULTADOS MENSUAL</i>							
Descripción	Costo total	Producción (Toneladas procesadas)	Horas- hombre trabajadas	Horas- estaciones trabajadas	Costo por tonelada de arándano	Costo por hora-hombre	Costo por hora-estación
Ingresos por ventas	S/13,000,000.00	2600	66976	2496	S/5,000.00	S/194.10	S/5,208.33
Costo materiales directos	S/4,356,228.00	2600	66976	2496	S/1,675.47	S/65.04	S/1,745.28
Costo mano de obra directa	S/402,500.00	2600	66976	2496	S/154.81	S/6.01	S/161.26
Costos indirectos de fabricación	S/775,956.50	2600	66976	2496	S/298.44	S/11.59	S/310.88
Utilidad Bruta	S/7,465,315.50	2600	66976	2496	S/2,871.28	S/111.46	S/2,990.91
Gastos administrativos y ventas	S/52,000.00	2600	66976	2496	S/20.00	S/0.78	S/20.83
Utilidad antes de impuestos	S/7,413,315.50	2600	66976	2496	S/2,851.28	S/110.69	S/2,970.08
Impuestos	S/2,186,928.07	2600	66976	2496	S/841.13	S/32.65	S/876.17
Utilidad Neta (Costo de oportunidad)	S/5,226,387.43	2600	66976	2496	S/2,010.15	S/78.03	S/2,093.91

Fuente: Empresa agroindustrial

ANEXO 03: Formato de registro de las gráficas de la problemática general



Fuente: Empresa agroindustrial

ANEXO 04: Formato de registro de los elevados tiempos de cambio de formato

Fuente: Empresa agroindustrial