

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, TRUJILLO - 2022”

Tesis para optar por el título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autores:

Cynthia Pamela Cerna Pizan
Avigali Erika Crisologo Alvarado

Asesor:

Mg. Luis Alfredo Mantilla Rodríguez
<https://orcid.org/0000-0002-5497-4826>

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1	Miguel Ángel Rodríguez Alza	18081624
Presidente(a)	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Enrique Martín Avendaño Delgado	18087740
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Mario Alberto Alfaro Cabello	07752467
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

PROPUESTA DE MEJORA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING PARA REDUCIR COSTOS EN EL PROCESO DE PACKING DE UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL, TRUJILLO - 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1 repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet 12%

2 hdl.handle.net Fuente de Internet 4%

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 1%

DEDICATORIA

A nuestro padre celestial por darme la vida y la oportunidad de realizar mis metas, por darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban.

A mis padres Genaro y Violeta, por su amor y apoyo incondicional, por sus consejos, comprensión y por alentarme a cumplir mis metas y por todo el esfuerzo realizado.

Y a todos aquellos que me apoyaron durante la elaboración de esta tesis.

Cynthia Pamela Cerna Pizan

*A mis padres que me apoyaron “GERMÁN Y ANGELITA”
en todo momento, gracias por su comprensión y por su amor incondicional; y a mis hermanos por animarme.*

A mis amigos que encontré durante estos años, gracias por enseñarme a trabajar en equipo; al igual que las personas que han estado detrás animándome y ensañándome.

Y a mí por continuar en este proceso que a pesar de años hoy puedo decir objetivo cumplido

No menos importante a Dios a la vida por la oportunidad que se me brindó, y sentirme agradecida por todas las personas que me han acompañado en este camino.

Erika Crisologo Alvarado

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mis padres Genaro y Violeta, por su amor y apoyo incondicional, por sus consejos, comprensión y por alentarme a cumplir mis metas y por todo el esfuerzo realizado. A mi familia y a todos aquellos que me apoyaron durante la elaboración de esta tesis.

Cynthia Pamela Cerna Pizan

ÍNDICE DE CONTENIDOS

JURADO EVALUADOR	ii
INFORME DE SIMILITUD	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN.....	xiii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Realidad Problemática.....	14
1.2. Antecedentes	20
1.2.1. Internacional.....	20
1.2.2. Nacional	21
1.2.3. Local.....	23
1.3. Bases Teóricas.....	24
1.4. Definición de términos	37
1.5. Formulación del problema	38
1.6. Objetivos	38
1.6.1. Objetivo General	38
1.6.2. Objetivos Específicos.....	39
1.7. Hipótesis.....	39

1.8.	Justificación.....	39
1.9.	Aspectos éticos.....	40
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA		41
2.1.	Tipo de investigación	41
2.2.	Población y muestra	42
2.3.	Métodos.....	43
2.4.	Procedimiento.....	45
2.4.1.	Cadena de valor.....	45
2.4.2.	Mapa General de Procesos	46
2.4.3.	Layout actual de la empresa.....	47
2.4.4.	Análisis FODA.....	48
2.4.5.	Diagrama de análisis de operaciones (DAP).....	49
2.4.6.	Diagnóstico del área problemática	50
2.4.7.	Costeo de pérdidas monetarias.....	54
2.4.8.	Identificación de indicadores	65
2.4.9.	Desarrollo SMED.....	68
2.4.10.	Desarrollo Jidoka	72
2.4.11.	Desarrollo 5S.....	77
2.4.12.	Desarrollo Mantenimiento Planificado (Keikaku Hozen)	93
2.4.13.	Desarrollo Poka Yoke	104
2.4.14.	Plan de capacitación.....	114

2.4.15. Presupuesto de inversión.....	116
2.4.16. Evaluación económica de la propuesta de mejora	117
CAPÍTULO III. RESULTADOS	120
3.1. Resultados del impacto de la propuesta de mejora sobre los costos	120
3.2. Resultados del diagnóstico de los costos.....	121
3.3. Resultados del desarrollo de la propuesta de mejora	122
3.4. Resultados de la evaluación económica	123
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	124
4.1. Discusión.....	124
4.2. Conclusiones	127
REFERENCIAS	129
ANEXOS	136

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Matriz de procedimiento de recolección de datos	43
Tabla 2	Técnicas e instrumentos para el análisis de datos	44
Tabla 3	Costeo de pérdidas por Cr3 - Producción	56
Tabla 4	Costeo de pérdidas por Cr4 - Producción	58
Tabla 5	Costeo de pérdidas por Cr2 - Producción	60
Tabla 6	Costeo de pérdidas por Cr3 - Mantenimiento	62
Tabla 7	Costeo de pérdidas por Cr4 - Mantenimiento	64
Tabla 8	Matriz de indicadores - Área de producción	66
Tabla 9	Matriz de indicadores - Área de mantenimiento	67
Tabla 10	Incidencias de los distintos fallos en el proceso de ensamblaje de maquinaria	105
Tabla 11	Descripción y análisis de los principales errores de montaje	107
Tabla 12	Resumen de inversiones y beneficios de cada herramienta	117
Tabla 13	Cuantificación de pérdidas monetarias	121
Tabla 14	Cálculo de indicadores de la situación inicial	121
Tabla 15	Resumen de datos obtenidos del análisis económico	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Evolución del consumo y precio de arándanos frescos en Norteamérica	15
Figura 2	Evolución de importaciones y precios de arándanos frescos en Europa	16
Figura 3	Evolución de importaciones y precios de arándanos en nuevos mercados	17
Figura 4	Sobrecosto generado en la empresa agroindustrial - Año 2022	19
Figura 5	Cadena de valor de la empresa agroindustrial	45
Figura 6	Mapa General de Procesos de la empresa agroindustrial	46
Figura 7	Layout actual de la empresa	47
Figura 8	Análisis FODA de la empresa Agroindustrial	48
Figura 9	Diagrama de análisis de operaciones del proceso actual	49
Figura 10	Diagrama de Ishikawa - Problemática del área de producción	51
Figura 11	Diagrama de Ishikawa - Problemática del área de mantenimiento	52
Figura 12	Análisis de Pareto de la problemática en el área de producción	53
Figura 13	Análisis de Pareto de la problemática en el área de mantenimiento	54
Figura 14	Horas improductivas por demoras en el proceso de cambio de formato	55
Figura 15	Horas improductivas por paradas por errores en el proceso	57
Figura 16	Horas improductivas por paradas por limpiezas no programadas	59
Figura 17	Horas improductivas por paradas por demoras en los mantenimientos	61
Figura 18	Horas improductivas por paradas por errores de montaje de máquinas	63
Figura 19	Procedimiento de implementación de SMED	68
Figura 20	Procedimiento para la implementación de JIDOKA	72

Figura 21	Formato para la identificación de los principales errores en el proceso	73
Figura 22	Procedimiento para corregir errores en el proceso	75
Figura 23	Formato de registro de procedimiento para la revisión de mejoras	76
Figura 24	Procedimiento establecido para implementar 5S	77
Figura 25	Procedimiento para desarrollar SEIRI	78
Figura 26	Criterios para clasificación y evaluación de elementos	79
Figura 27	Formato de registro de aplicación de tarjetas rojas	80
Figura 28	Formato para informe de notificación de desechos y reubicaciones	81
Figura 29	Procedimiento para desarrollar SEITON	82
Figura 30	Formato de registro de evidencia del primer paso de SEITON	83
Figura 31	Formato de registro de evidencia del segundo paso de SEITON	84
Figura 32	Registro de evidencia del tercer paso de SEITON	85
Figura 33	Procedimiento para desarrollar SEISO	86
Figura 34	Formato de programa de limpieza	87
Figura 35	Procedimiento para implementar SEIKETSU	88
Figura 36	Formato para realizar verificaciones de las primeras 3S	89
Figura 37	Formato para establecer medidas preventivas mediante los 5 porqué	89
Figura 38	Formato para estandarizar trabajo de limpieza	90
Figura 39	Procedimiento para implementar SHITSUKE	91
Figura 40	Formato de registro de evidencias de actividades 5S	92
Figura 41	Procedimiento de implantación de Mantenimiento Planificado	93

Figura 42	Formato para el registro de los equipos	94
Figura 43	Diagrama de flujo para mantenimiento planificado	95
Figura 44	Formato de informe de fallo inesperado	96
Figura 45	Diagrama de flujo para evitar repeticiones de fallos inesperados	97
Figura 46	Diagrama de flujo del sistema de gestión de información del mantenimiento	98
Figura 47	Diagrama de flujo del sistema de mantenimiento periódico	100
Figura 48	Diagrama de flujo del sistema de mantenimiento predictivo	102
Figura 49	Diagrama de flujo para revisión periódica de Mantenimiento Planificado	103
Figura 50	Procedimiento para la implementación de Poka Yoke	104
Figura 51	Diagrama de Pareto de los tipos de errores en el montaje de maquinaria	106
Figura 52	Formato de diseño de Poka Yoke para montajes de bielas	108
Figura 53	Formato de diseño de Poka Yoke para montaje de engranajes	109
Figura 54	Formato de diseño de Poka Yoke para distinguir engranajes	110
Figura 55	Formato de diseño de Poka Yoke para montaje de estribos	111
Figura 56	Formato de diseño de vástagos de Poka Yoke	112
Figura 57	Procedimiento de mejora continua de Poka Yoke	113
Figura 58	Formato de plan de capacitación para cada herramienta de mejora	115
Figura 59	Formato de análisis económico de la propuesta de mejora	119
Figura 60	Variación de los costos tras implementación de mejoras	120
Figura 61	Resultado del desarrollo de la propuesta de mejora	122

RESUMEN

Se ha llevado a cabo una investigación con el propósito de determinar el impacto de la propuesta de mejora a través de la implementación de herramientas de Lean Manufacturing en los costos de una empresa agroindustrial, partiendo del supuesto de que los costos disminuirán. La presente investigación se caracteriza por su diseño pre experimental. Luego de realizar un diagnóstico de la situación problemática en las áreas de producción y mantenimiento, se identificaron tras ser analizados con el Diagrama de Ishikawa las cinco principales causas raíz. Se cuantificó la pérdida monetaria de cada causa raíz, calculándose una pérdida de S/2,785,067.08 durante la última campaña de arándanos, lo que evidencia la necesidad de buscar mejoras para reducir esta pérdida. Las herramientas seleccionadas para eliminar los desperdicios en el área de producción fueron: SMED, 5S y Jidoka; mientras que para el área de mantenimiento se seleccionaron: Poka Yoke y Mantenimiento planificado. La implementación de estas herramientas logró eliminar los tiempos improductivos en el proceso de packing que pasaron de 4477 horas anuales a tan solo 895 horas improductivas. Se evaluó la viabilidad económica de la propuesta de mejora en la empresa agroindustrial, para lo cual se calcularon los principales indicadores como: VAN, TIR y B/C, obteniendo valores de S/ 2,526,275.42; 76.64% y 1.71 para cada indicador respectivamente, evidenciando que la implementación de las herramientas era factible y rentable para la empresa agroindustrial. Finalmente se determinó que la propuesta de mejora mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing reduce los costos en el proceso de packing de una empresa agroindustrial.

Palabras claves: Lean Manufacturing, SMED, 5S, Jidoka, Poka Yoke, Mantenimiento Planificado, Costos.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

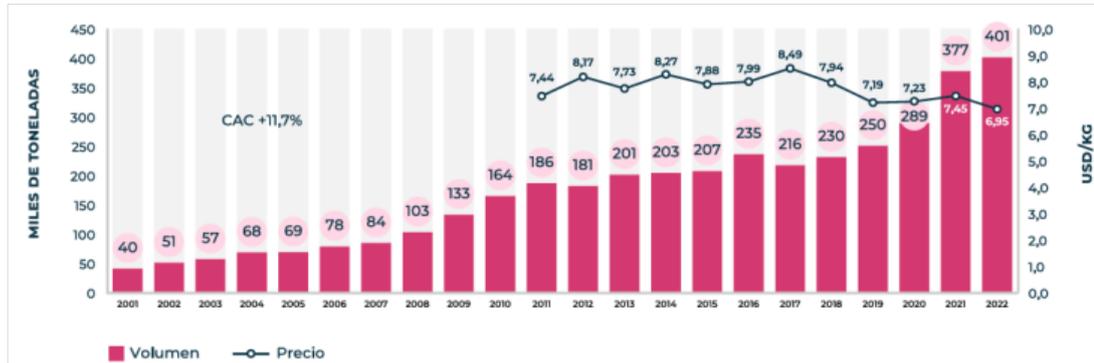
En los últimos años, el consumo mundial de arándanos ha experimentado un significativo crecimiento. Este hecho según Bedoya *et al.* (2022) ha generado una gran demanda en la industria agroalimentaria, lo que ha llevado a las empresas agroindustriales a buscar reducir sus costos de producción para mantener su competitividad en un mercado cada vez más exigente. Hernández *et al.* (2021) afirma que el aumento de la oferta de arándanos ha llevado, además, a un decrecimiento del precio de esta fruta. Ante este panorama, se hace necesario encontrar soluciones que permitan a las empresas reducir sus costos sin comprometer la calidad de sus productos, y así poder seguir siendo competitivos en el mercado global (Ormazábal *et al.*, 2020). Es por ello que se hace imprescindible la innovación y la inversión en tecnología para lograr una mayor eficiencia en los procesos de producción y, de esta manera, satisfacer las necesidades de los consumidores finales.

En los últimos años, según Miranda (2021) el consumo de arándanos en Norteamérica ha mostrado un crecimiento constante, lo que ha generado un aumento significativo en la demanda de esta fruta. En concreto, se puede destacar que, durante los últimos 22 años, la tasa anual compuesta de crecimiento ha sido del 11,7%, lo cual representa una cifra destacable en el mercado (López y Carrasco, 2021). Asimismo, los precios han registrado un comportamiento decreciente, lo que ha generado que la oferta y la demanda del producto se mantengan equilibradas. Este fenómeno ha permitido que los productores de arándanos de la región consoliden su posición en el mercado, ofreciendo un producto de calidad que cumple con los estándares internacionales y que es altamente valorado por los consumidores (Senador, 2019). En definitiva, el auge del consumo de arándanos en Norteamérica es una muestra del

interés cada vez mayor por los productos naturales y saludables, y su crecimiento es una tendencia que parece mantenerse en el futuro próximo.

Figura 1

Evolución del consumo y precio de arándanos frescos en Norteamérica



Fuente: U.S. Department of Agriculture

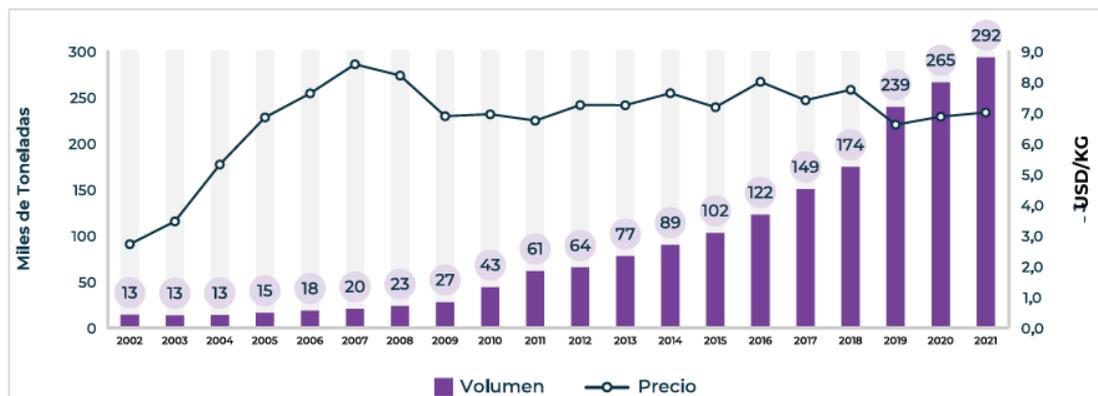
Por otra parte, las importaciones de arándanos en Europa han experimentado un incremento significativo en los últimos años, alcanzando una tasa anual compuesta del 17,7% y superando las 292.000 toneladas (Granda y Delgado, 2022). Este dato revela la importancia que ha adquirido esta fruta en los hábitos alimenticios de los consumidores europeos y, por ende, en la economía de los países productores. Sin embargo, el mercado del arándano en Europa ha sufrido una disminución en su precio anual del 5,1%, un hecho que resulta de la creciente oferta de diversas empresas que se dedican al cultivo y producción de esta fruta (Carpio y Portocarrero, 2022). La reducción de los costos se ha convertido en una preocupación relevante para los productores, quienes buscan mantener la competitividad en un mercado cada vez más amplio y exigente (Bulos y Flores, 2022).

A pesar de la caída en el precio del arándano, se espera que la calidad y el sabor de esta fruta no se vean afectados, pues se trata de un producto de alta demanda en el mercado europeo y de gran importancia en la industria alimentaria (Lobaton y Valverde, 2020). Las empresas están implementando nuevas estrategias para

maximizar sus beneficios y reducir los costos de producción, sin comprometer la calidad y el valor nutricional de esta fruta. La industria del arándano está en constante evolución para adaptarse a las demandas del mercado y mejorar su posición dentro del mismo (Acuña y Barros, 2020).

Figura 2

Evolución de importaciones y precios de arándanos frescos en Europa



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

Además, se han presentado mercados emergentes para el consumo de arándanos, siendo Hong Kong, China, Japón, Singapur, Corea del Sur y Brasil los países que lideran el consumo de Berries. En comparación con Norteamérica y Europa, estos mercados se encuentran en una etapa muy temprana de desarrollo (Ortiz y Araujo, 2021).

Durante el año 2021, estos países importaron un total de más de 80.000 toneladas de Berries, lo que representa un crecimiento anual del 11,3% desde el período de 2002 a 2021. Si se considera también la producción local que no se exporta, el consumo implícito de la región fue de aproximadamente 120.000 toneladas (Solís y Castillo, 2022).

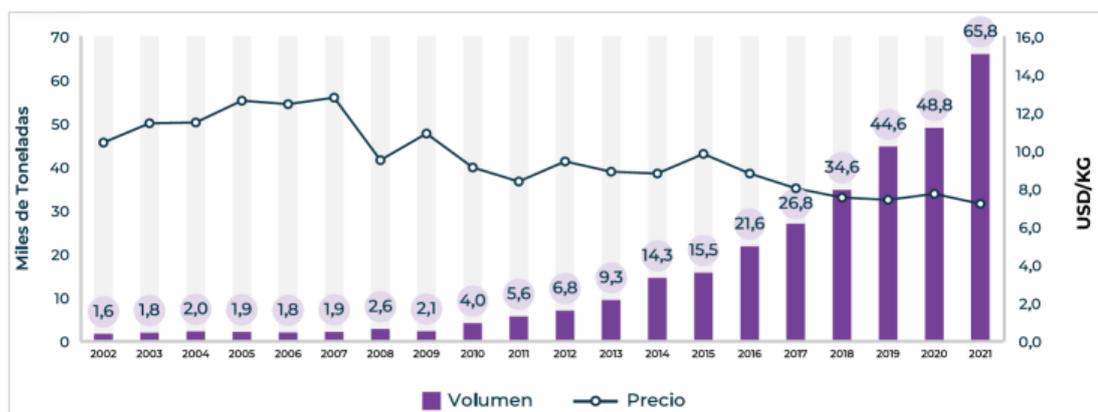
Desde el año 2002 hasta el 2021, la cantidad de arándanos frescos importados ha aumentado a una tasa anual compuesta del 21,7%, superando las 65.800 toneladas

en 2021. Si se considera la producción interna para dicho año, esta cifra llega a casi 100.000 toneladas (Tortajada, 2022). De igual forma en el contexto actual del mercado global, se ha observado una disminución en el precio del arándano en estos mercados emergentes. Este fenómeno se debe, en gran medida, al aumento de la oferta de esta fruta por parte de nuevos productores (Vidal y Camacho, 2019).

Si bien el arándano ha sido tradicionalmente un producto de alta demanda debido a sus propiedades antioxidantes y su sabor dulce y refrescante, la competencia cada vez más intensa ha generado una presión a la baja en los precios (Andrade et al., 2021). A pesar de esto, se espera que los productores actuales y futuros puedan adaptarse a las tendencias del mercado y continuar ofreciendo productos de alta calidad para satisfacer las necesidades de los consumidores exigentes.

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.

Luego de observar el contexto actual del arándano en los diversos mercados, se sabe que las empresas buscan alternativas que les permitan reducir costos y mantenerse competitivos en estos mercados, situación generada por la disminución del precio del arándano en los mercados (Álvarez y Rivas, 2021). Ante esta situación, el Lean Manufacturing se presenta como una alternativa viable para hacer frente a los

retos que plantea la reducción de costos (Cazulo y Torrejón, 2022). Esta metodología de trabajo se enfoca en la eliminación de desperdicios y la optimización de los procesos productivos, lo que permite una reducción significativa en los costos de producción (Haro y Ortiz, 2022). Además, el Lean Manufacturing fomenta una cultura de mejora continua en la empresa, lo que resulta en una mayor eficiencia y productividad. En definitiva, la implementación del Lean Manufacturing en las empresas agroindustriales de berries puede ser un recurso eficaz para hacer frente a la disminución del precio del arándano en los mercados y lograr una mayor competitividad en el sector.

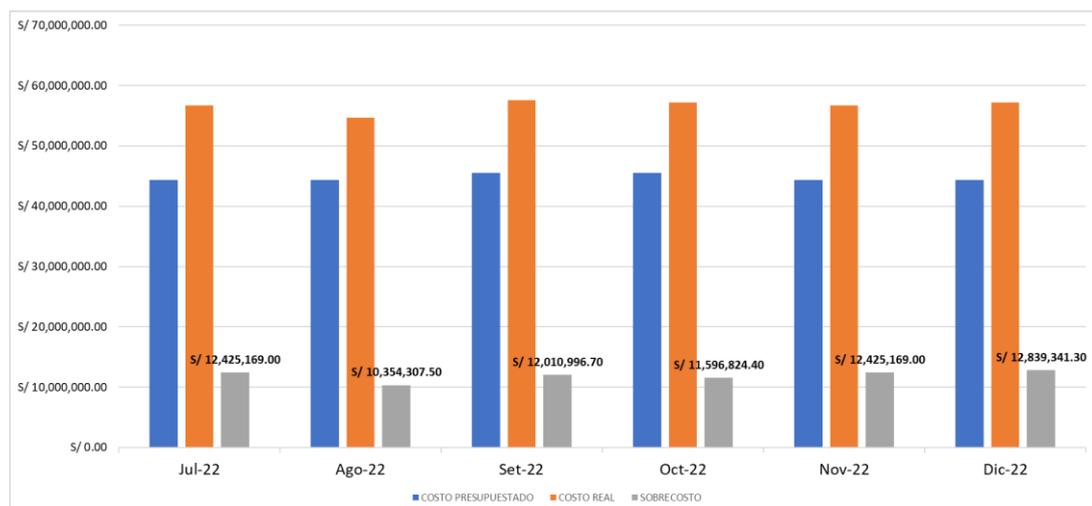
Entonces continuando el análisis de esta situación problemática descrita previamente, las empresas agroindustriales en el Perú enfrentan un desafío económico importante, dado que los precios del arándano han disminuido ostensiblemente (Malpartida y Hernández, 2020). Ante esta circunstancia, la reducción de costos se ha convertido en una prioridad en la gestión de estas empresas, en este sentido, una de las estrategias, como se mencionó anteriormente, que podría brindar soluciones efectivas es la implementación de Lean Manufacturing (Mariños y Sheput, 2021). Esta metodología, basada en el concepto de mejora continua y la eliminación de desperdicios, se enfoca en la optimización de procesos, lo que se traduce en una reducción de costos sin afectar la calidad del producto (Romero y Carranza, 2022). Por lo tanto, la aplicación de Lean Manufacturing se presenta como una alternativa viable e innovadora para las empresas agroindustriales peruanas, permitiéndoles enfrentar los desafíos económicos actuales con éxito.

Analizando casos específicos se tiene la realidad problemática de la empresa agroindustrial analizada en la presente investigación, cuyo rubro es la exportación de arándanos, ha experimentado un incremento notable en sus sobrecostos durante la

última campaña. Concretamente, los despilfarros en las áreas de producción y mantenimiento han generado un incremento del 28.83% en los costos de la empresa. Esta situación, sin duda, representa un desafío para la compañía, que debe buscar soluciones efectivas para optimizar sus procesos y reducir los gastos superfluos. No obstante, la empresa ha demostrado su compromiso con la calidad y la excelencia en su producción de arándanos, razón por la cual es necesario confiar en su capacidad de superar los desafíos que se le presentan. Es importante que la compañía adopte una postura proactiva para mejorar sus prácticas empresariales y garantizar un futuro sostenible para su negocio. A continuación, en la Figura 4 se muestra los sobrecostos generados en la última campaña de arándanos, se puede apreciar que en promedio se ha generado un sobrecosto de S/ 11,941,967.98 mensualmente.

Figura 4

Sobrecosto generado en la empresa agroindustrial - Año 2022



Fuente: Empresa agroindustrial

Como es de conocimiento público en la actualidad, el mercado competitivo de la exportación de arándanos, exige a las empresas agroindustriales un alto grado de eficiencia y productividad para mantenerse vigentes en el sector. Por esta razón, la implementación de metodologías innovadoras y efectivas se ha convertido en una

necesidad latente para lograr el éxito y crecimiento sostenible. En este sentido, en el caso particular la empresa analizada en la presente investigación surge la necesidad de evaluar si la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing se presenta como una opción viable para la reducción de costos, lo cual se traduce en un aumento de la rentabilidad de la compañía. Por lo tanto, se hace necesario evaluar la viabilidad y efectividad de una propuesta de mejora basada en esta metodología, con el fin de determinar si se logrará alcanzar los objetivos planteados y así, garantizar un futuro próspero para la empresa en el panorama agroindustrial.

1.2. Antecedentes

1.2.1. Internacional

Se tiene la investigación realizada Landazábal *et al.* (2019) en una empresa agroindustrial ubicada en Cartagena, Colombia, donde se demostró que las herramientas de mejora de la calidad, especialmente las 5s y el TPM, son herramientas altamente efectivas para lograr la excelencia operativa en el sector. Los resultados de la investigación revelan que la implementación de estas herramientas ha permitido a la empresa mejorar significativamente su eficiencia, reducir costos y aumentar la satisfacción del cliente. La implementación de estas herramientas también ha mejorado la cultura de trabajo y el compromiso de los empleados, lo que ha llevado a una mayor productividad y rentabilidad para la empresa. Se llegó a la conclusión que la implementación de prácticas de Lean Manufacturing, como las 5s y el TPM, son estrategias esenciales para cualquier empresa que desee mejorar su calidad y aumentar su competitividad en el mercado actual.

También se tiene la investigación de Vargas y Camero (2021) cuyo objetivo principal fue la implementación de las herramientas 5s y Kaizen y

analizar su impacto en la producción de arándanos en una empresa agroindustrial en Bogotá. Los resultados obtenidos fueron significativos y prometedores, demostrando una mejora sustancial en la organización y limpieza del área de producción, así como en la detección y eliminación de desperdicios y actividades que no agregan valor al proceso productivo. Se llegó a la conclusión que la aplicación del Lean Manufacturing, concretamente de las herramientas 5s y Kaizen, se presenta como una estrategia efectiva para aumentar la productividad en el sector agroindustrial, generando beneficios tanto para la empresa como para los consumidores finales.

En la ciudad de Santiago de Chile, se llevó a cabo la investigación de Estévez (2021) acerca de la reducción de costos operativos en una línea de empaque de arándanos, a través de la aplicación de la metodología Lean Manufacturing. Los resultados obtenidos en el estudio demostraron que la implementación de esta técnica permitió la optimización de los procesos productivos, disminuyendo los tiempos de producción, minimizando los desperdicios y reduciendo los costos de operación de manera significativa. Además, se pudo evidenciar una mejora en la calidad de los productos obtenidos y una mayor satisfacción del cliente final. En conclusión, la aplicación de Lean Manufacturing se presenta como una herramienta eficaz para el mejoramiento de la competitividad y el éxito empresarial en el sector de producción y empaque de arándanos en Santiago de Chile.

1.2.2. Nacional

Se tiene la investigación de Romero y Carranza (2018) donde se analizó la industria exportadora de arándanos en Perú y se explica que se ha experimentado un crecimiento exponencial en los últimos años, posicionándose

como uno de los principales actores en el mercado internacional. En este contexto, desarrollan la implementación de herramientas y prácticas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad y eficiencia de la cadena de producción. El estudio se basó en un enfoque cualitativo, mediante entrevistas a expertos en el tema y análisis de la literatura existente. Los resultados de la investigación permitieron establecer una serie de recomendaciones para la implementación de un modelo de gestión de Lean Manufacturing que permita mejorar la productividad y competitividad de la empresa. Sin duda, esta investigación representa un aporte valioso para la industria exportadora de arándanos en Perú y para todas aquellas empresas que buscan mejorar su eficiencia y calidad en los procesos productivos.

La investigación de Olivares *et al.* (2023) se desarrolló la implementación de herramientas Poka Yoke en el entorno de la empresa Bohemian Brew Peru, llevándose a cabo una investigación exhaustiva para determinar su impacto en la reducción de costos de producción. Los resultados obtenidos demostraron que la aplicación de estas herramientas ha permitido disminuir significativamente los errores en los procesos de fabricación, minimizando la necesidad de retrabajos y aumentando la eficiencia en la producción. Además, permitió evitar el desperdicio de materiales y recursos, lo cual se tradujo en una reducción de los costos asociados a la producción. En este sentido, se llegó a la conclusión que la implementación de herramientas Poka Yoke en Bohemian Brew Peru se ha consolidado como una estrategia efectiva para mejorar la calidad, aumentar la productividad y reducir los costos de producción.

En la tesis de Cárdenas y Guerrero (2023) tuvo como finalidad mejorar la gestión de operaciones de una empresa agroindustrial a través del Lean Manufacturing. Para tal fin, se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica que permitió conocer las principales herramientas y técnicas que conforman esta metodología y su relación con la gestión de operaciones. Asimismo, se llevó a cabo un estudio de caso en la empresa objeto de estudio, donde se pudo evidenciar la necesidad de optimizar sus procesos productivos para lograr mayor eficiencia y competitividad en el mercado. Para ello, se propuso la aplicación de diversas herramientas Lean, tales como el mapeo de flujo de valor, la mejora continua y la estandarización de procesos, entre otras. Los resultados obtenidos muestran que la implementación de estas herramientas generará beneficios significativos en la gestión de operaciones de la empresa, tales como la reducción de tiempos de espera, la disminución de costos, la mejora en la calidad de los productos y la satisfacción del cliente. En definitiva, este estudio demuestra que la aplicación de Lean Manufacturing puede ser una solución efectiva para mejorar la gestión de operaciones en empresas del sector agroindustrial.

1.2.3. Local

Se encontró el estudio realizado por Cruz y Guarniz (2022) que tuvo como objetivo proponer herramientas lean manufacturing en el área de almacén y producción para incrementar la productividad en la empresa agroindustrial de la ciudad de Trujillo. Para ello, se realizó un análisis de la situación actual de la empresa, identificando oportunidades de mejora en los procesos de almacenamiento y producción. Posteriormente, se propusieron diversas herramientas lean Manufacturing, tales como el Just In Time, la gestión visual, la mejora continua y el control de calidad, con el fin de optimizar los procesos y

reducir los tiempos de espera y los costos asociados. Finalmente, se evaluó el impacto de la implementación de estas herramientas en la productividad de la empresa, concluyendo que la aplicación de las mismas permitiría un aumento significativo en la eficiencia y competitividad de la empresa en el mercado agroindustrial de Trujillo.

La investigación de Flores (2022) tuvo como objetivo implementar herramientas Lean Manufacturing en los almacenes de producto terminado de palta fresca de una empresa agroindustrial ubicada en el distrito de Chao. Se buscó mejorar la eficiencia y productividad en la gestión de los inventarios, así como minimizar los tiempos de espera y reducir los costos asociados con las actividades innecesarias en el proceso de almacenamiento. Para ello, se realizó un análisis exhaustivo de los procesos logísticos y se propusieron diversas estrategias para optimizarlos. Entre ellas, se destacan la implementación de un sistema de etiquetado y clasificación de productos, la reorganización del espacio físico, la capacitación del personal y la implementación de herramientas tecnológicas. Se espera que, con la aplicación de estas medidas, la empresa pueda mejorar su competitividad en el mercado y maximizar su rentabilidad.

1.3. Bases Teóricas

Lean Manufacturing

Lean Manufacturing según Maware *et al.* (2022) es una metodología de gestión enfocada en la optimización de procesos y la eliminación de desperdicios en la producción y fabricación de bienes y servicios. Además de acuerdo con Buer *et al.* (2021) esta metodología se basa en la eficiencia, la eliminación de actividades innecesarias y la mejora continua para lograr una mayor calidad, productividad y rentabilidad. El objetivo principal de Lean Manufacturing es satisfacer las necesidades

del cliente de manera eficiente y rentable, mientras se maximiza el valor agregado y se minimiza el costo (Gutiérrez y Bernuy, 2020).

Por otra parte, Ortiz *et al.* (2022) argumentan que el Lean Manufacturing es una filosofía de producción que se enfoca en la eliminación de desperdicios, reducción de tiempos de producción y mejora continua de los procesos. Esta metodología, que surge en Japón en los años 50, busca optimizar la eficiencia y eficacia de las empresas, a través de la eliminación de actividades innecesarias que no aportan valor al producto o servicio final (Benítez y Silva, 2022). Además, la implementación del Lean Manufacturing permite la generación de una cultura empresarial orientada a la excelencia, donde se busca la satisfacción del cliente, la mejora constante de los procesos, la reducción de costos y la eliminación de defectos (Estévez, 2021). Gracias a esta filosofía, las empresas pueden adaptarse de manera ágil y eficiente a los cambios del mercado, logrando resultados óptimos en un menor tiempo y con una mayor calidad. En definitiva, el Lean Manufacturing es una herramienta clave para el crecimiento y éxito de cualquier organización que busque la excelencia operativa.

En el mundo empresarial actual, cada vez es más importante reducir costos para mejorar la rentabilidad de las empresas. En este sentido, el Lean Manufacturing se presenta como una herramienta eficaz para lograr este objetivo. Siendo así, en una planta de empaque de arándanos, la implementación de esta metodología puede conducir a una disminución en los gastos y a una mejora en la eficiencia de las operaciones. El Lean Manufacturing se enfoca en la eliminación de actividades que no agregan valor, promoviendo la simplificación de procesos y la reducción de desperdicios, lo que se traduce en un aumento de la productividad y una disminución en los costos. En una planta de empaque de arándanos, la implementación de un enfoque lean puede mejorar la eficiencia de la cadena de suministro, reduciendo los

tiempos de espera y mejorando la calidad del producto final. En conclusión, el Lean Manufacturing es una metodología altamente efectiva para reducir costos en una planta de empaque de arándanos y, por lo tanto, puede ser una herramienta valiosa para cualquier empresa que busque mejorar su rentabilidad a través de la optimización de sus procesos.

SMED

SMED, siglas de Single Minute Exchange of Dies, de acuerdo con Matías *et al.* (2023) es una metodología de mejora continua de procesos industriales que se enfoca en reducir el tiempo de cambio de herramientas y maquinarias en la producción. Esta técnica, busca aumentar la eficiencia y la productividad de la empresa mediante la optimización de los cambios de producción (Figuroa *et al.* 2022). Canahua (2021) sostiene que la aplicación de SMED en la empresa permite minimizar los tiempos muertos entre producciones, aumentar la flexibilidad y la capacidad de respuesta ante los cambios en la demanda del mercado, y disminuir los costos operativos. Por tanto, la implementación de SMED se convierte en una herramienta indispensable para las empresas que buscan mejorar su rendimiento, garantizar la calidad de sus productos y mantenerse competitivas en un entorno cada vez más exigente.

En la actualidad, la industria alimentaria se encuentra en constante evolución y cambio, lo que ha llevado a la necesidad de implementar nuevas estrategias y técnicas para mejorar la eficiencia y productividad en los procesos de producción. Una de estas técnicas es el SMED (Single Minute Exchange of Die), una metodología que se enfoca en reducir el tiempo de cambio de herramientas y equipos en las línea de producción. La implementación de SMED en las industrias alimentarias no solo permite una reducción significativa en los tiempos de cambio y, por ende, en los costos de producción, sino que también aumenta la flexibilidad y capacidad de respuesta ante

los cambios en la demanda del mercado. Además, SMED también mejora la calidad del producto final, al reducir el riesgo de errores y desperdicios durante el proceso de producción. En resumen, la implementación de SMED en las industrias alimentarias se presenta como una herramienta fundamental para mejorar la competitividad en el mercado y para garantizar la calidad y eficiencia en el proceso de producción.

Los pasos para implementar SMED según Cevallos *et al.* (2020) son los siguientes:

1. Identificar el proceso que se quiere mejorar: Se debe seleccionar el proceso que tiene un cambio de herramientas o dispositivos frecuente para hacer el análisis y la implementación de SMED.
2. Analizar el proceso actual: Se debe analizar el proceso actual y determinar cuánto tiempo lleva cambiar de herramientas o dispositivos, identificar los pasos y actividades necesarias para el cambio y el tiempo que lleva cada una de ellas.
3. Separar las actividades internas y externas: Se deben separar las actividades internas (aquellas que solo se pueden realizar con la máquina detenida) de las externas (aquellas que se pueden realizar mientras la máquina está en funcionamiento).
4. Convertir actividades internas en externas: Se deben convertir las actividades internas en externas para reducir el tiempo de cambio. Esto se puede lograr mediante la estandarización de los procesos y la creación de herramientas específicas para realizar las actividades en paralelo.
5. Eliminar ajustes y regulaciones: Se deben eliminar los ajustes y regulaciones que se realizan en cada cambio de herramientas o dispositivos para reducir

el tiempo de cambio. Esto se puede lograr mediante la implementación de medidas de control y la estandarización de los procesos.

6. Establecer un plan de mejora continua: Se debe establecer un plan de mejora continua para seguir reduciendo el tiempo de cambio y mejorar el proceso productivo en general.
7. Capacitar al personal: Se debe capacitar al personal en la metodología SMED y en las nuevas herramientas y procesos para asegurar una implementación efectiva y sostenible.

La metodología SMED, conocida por sus siglas en inglés "Single-Minute Exchange of Die", se presenta como una técnica indispensable en el ámbito industrial. Esta herramienta se enfoca en la reducción del tiempo de cambio de formato en una máquina envasadora de clamshells de arándanos, permitiendo una mayor eficiencia en los procesos productivos. La implementación de esta metodología no solo optimiza el tiempo, sino que también impulsa una disminución en los costos y aumenta la capacidad de producción. Es por ello que, en la actualidad, la aplicación de la metodología SMED se ha convertido en una práctica común en la industria alimentaria, siendo una herramienta clave para mantener la competitividad en el mercado.

METODOLOGÍA 5S

De acuerdo con lo mencionado en el artículo de Landazábal *et al.* (2019), la metodología 5S es un sistema de organización y gestión de la calidad que se basa en cinco principios: Seiri (clasificación), Seiton (orden), Seiso (limpieza), Seiketsu (normalización) y Shitsuke (disciplina). Según Vargas y Camero (2021) esta metodología busca mejorar la eficiencia, seguridad y productividad de un espacio de trabajo mediante la eliminación de elementos innecesarios, la optimización del

espacio, la limpieza constante, la creación de estándares y la adopción de hábitos disciplinados.

Es de suma importancia que las industrias alimentarias implementen el método de las 5S. Esta herramienta de gestión japonesa tiene como objetivo mejorar la eficiencia y seguridad en los procesos de producción, aumentando la calidad de los productos y reduciendo los costos operativos. Además, las 5S fomentan un ambiente organizado y limpio, lo que disminuye la posibilidad de contaminación y mejora la higiene en el lugar de trabajo. Al implementar las 5S, se establecen los estándares de orden y limpieza, se identifican las áreas de mejora y se promueve la cultura de mejora continua. Asimismo, se logra un mejor aprovechamiento del espacio y se reduce el riesgo de accidentes laborales. En definitiva, la implementación de las 5S en la industria alimentaria no solo beneficia a la empresa, sino también a los consumidores, quienes pueden adquirir productos de mayor calidad y seguridad alimentaria.

Los pasos para implementar las 5S según Pagliosa *et al.* (2021) son:

1. Seiri (clasificación): Eliminar del lugar de trabajo todo lo que no es necesario y clasificar lo que queda según su uso y frecuencia.
2. Seiton (orden): Organizar lo clasificado de manera que esté al alcance y sea fácil de encontrar, etiquetando y asignando un lugar específico para cada objeto.
3. Seiso (limpieza): Limpieza exhaustiva del lugar de trabajo, eliminando cualquier tipo de suciedad o desorden.
4. Seiketsu (normalización): Establecer procedimientos y normas para mantener la organización y la limpieza, como la creación de listas de verificación y la asignación de responsabilidades.

5. Shitsuke (disciplina): Mantener constante la aplicación de los pasos anteriores y crear una cultura de mejora continua en el lugar de trabajo.

La utilización de una metodología eficiente en la gestión de procesos es fundamental para la optimización de los mismos en cualquier empresa, y en el sector agroindustrial no es la excepción. En este sentido, la implementación de la metodología 5S permite lograr una mayor eficiencia en la limpieza de fajas seleccionadoras de arándanos, lo que se traduce en una reducción significativa de los tiempos de parada del proceso. Esta metodología busca establecer un orden y organización en el ambiente laboral, creando un espacio de trabajo limpio y seguro, y mejorando la calidad de los productos que se elaboran. En definitiva, la metodología 5S representa una herramienta valiosa para lograr una gestión eficiente de los procesos productivos en la industria agroindustrial.

JIDOKA

Según Maware *et al.* (2022) Jidoka es un término japonés que significa "automatización con un toque humano". Se refiere a la práctica de construir máquinas y sistemas que son capaces de detectar y corregir errores automáticamente, sin necesidad de intervención humana. Esto permite mejorar la calidad y eficiencia en la producción, ya que los errores se detectan y corriges rápidamente, sin necesidad de detener la producción o esperar a que un operador humano intervenga (Gutiérrez y Bernuy, 2020).

La implementación de JIDOKA en las industrias alimentarias es crucial para garantizar la calidad de los productos y la seguridad alimentaria. JIDOKA se refiere a la automatización con capacidad de detección de errores, lo que permite que la producción se detenga automáticamente si se detecta alguna anomalía en el proceso. Esto no solo evita la producción de productos defectuosos, sino que también reduce el

riesgo de contaminación alimentaria y, por lo tanto, protege la salud del consumidor. Además, JIDOKA también aumenta la eficiencia y la productividad al reducir la necesidad de supervisión humana constante. En resumen, la implementación de JIDOKA en las industrias alimentarias es esencial para mejorar la calidad y la seguridad de los productos, así como para optimizar los procesos de producción.

La implementación de Jidoka en las empresas agroindustriales presenta numerosos beneficios que resultan clave para incrementar la eficiencia y productividad en la cadena de producción. Esta metodología, también conocida como automatización inteligente, permite detectar de forma temprana cualquier tipo de anomalía o falla en los procesos productivos, evitando la generación de productos defectuosos o la pérdida de materiales. Además, la implementación de esta técnica incrementa la seguridad en el lugar de trabajo, ya que reduce el riesgo de accidentes laborales y minimiza la presencia de errores humanos. En definitiva, la implementación de Jidoka resulta fundamental para optimizar la calidad de los productos y, por tanto, incrementar la rentabilidad de las empresas agroindustriales en el mercado competitivo actual.

Para implementar JIDOKA en una empresa, se pueden seguir los siguientes pasos:

1. Identificar los problemas recurrentes en el proceso de producción.
2. Establecer un equipo de trabajo para implementar JIDOKA.
3. Definir los criterios de calidad para el proceso de producción.
4. Establecer el equipo de detección y corrección de problemas.
5. Implementar un sistema de monitoreo automático para detectar problemas.
6. Establecer un sistema de alerta para notificar al equipo de trabajo sobre los problemas detectados.

7. Establecer un proceso de corrección automática para resolver los problemas detectados.
8. Establecer un sistema de seguimiento para medir la efectividad del proceso de JIDOKA.
9. Capacitar al personal en la metodología de JIDOKA.
10. Evaluar continuamente el proceso de JIDOKA y hacer mejoras según sea necesario.

La implementación de JIDOKA puede mejorar significativamente la calidad y eficiencia del proceso de producción, lo que puede llevar a una mayor satisfacción del cliente y una mayor rentabilidad.

POKA YOKE

Según Olivares *et al.* (2023) Poka Yoke es una metodología de control de calidad japonesa que se enfoca en evitar errores humanos y en mejorar la eficiencia en los procesos. Se basa en la implementación de dispositivos o mecanismos que previenen o detectan errores en la producción o en la realización de tareas, reduciendo así la posibilidad de errores y mejorando la calidad de los productos o servicios (Figuroa *et al.* 2022).

La implementación de Poka Yoke en las industrias alimentarias se ha convertido en una cuestión de gran importancia. La necesidad de garantizar la calidad y la seguridad alimentaria, así como de aumentar la productividad y reducir los costos, ha llevado a las empresas a buscar herramientas eficientes que les permitan lograr estos objetivos. En este sentido, la metodología Poka Yoke se presenta como una solución eficaz para prevenir errores y evitar la producción de productos defectuosos. Gracias a su enfoque preventivo, esta técnica permite identificar y corregir rápidamente los problemas antes de que se conviertan en un problema crítico. Además, su capacidad

para involucrar a los trabajadores en el proceso de mejora continua de la calidad, incrementa el compromiso de los empleados con la empresa y reduce la frecuencia de errores. En definitiva, la aplicación de Poka Yoke en las industrias alimentarias se traduce en una mayor seguridad alimentaria, una mejor gestión de la calidad, una reducción de costos y un incremento de la productividad, convirtiéndose en una estrategia clave para el éxito de las empresas de este sector.

Es bien sabido que en el sector agroindustrial la eficiencia y productividad son elementos clave para el éxito empresarial. En este sentido, la implementación de Poka Yoke se presenta como una herramienta fundamental para optimizar los procesos y mejorar la calidad de los productos. La aplicación de esta metodología permite la identificación temprana de errores y la implementación de medidas preventivas para evitar que estos se conviertan en problemas mayores. Además, la implementación de Poka Yoke en las empresas agroindustriales no solo se traduce en una mejora de la calidad y eficiencia, sino que también contribuye a la reducción de costos y el aumento de la satisfacción de los clientes. En definitiva, la implementación de Poka Yoke en el sector agroindustrial se presenta como una herramienta clave para mejorar la competitividad y el éxito empresarial en el mercado actual.

Poka Yoke es una técnica japonesa de calidad que busca evitar errores y defectos en los procesos de producción mediante la identificación y corrección de las causas que los provocan. Para implementar Poka Yoke de acuerdo con Cevallos *et al.* (2020) se pueden seguir los siguientes pasos:

1. Identificar los problemas: Analizar los procesos de producción y detectar cuáles son los errores más comunes y sus causas.
2. Establecer los criterios de calidad: Definir los estándares de calidad que deben cumplir los productos y servicios.

3. Desarrollar soluciones: Buscar soluciones para los problemas identificados, buscando la eliminación de las causas que los provocan.
4. Implementar las soluciones: Aplicar las soluciones desarrolladas en los procesos de producción.
5. Verificar los resultados: Evaluar los resultados de la implementación de Poka Yoke, midiendo la reducción de errores y defectos.
6. Establecer medidas preventivas: Establecer medidas para prevenir la aparición de errores y defectos en el futuro.
7. Evaluar y mejorar continuamente: Evaluar el proceso de implementación de Poka Yoke y buscar oportunidades de mejora continua para optimizar la eficiencia de los procesos de producción.

Mantenimiento Planificado (KEIKAKU HOZEN)

Canahua (2021) sostiene que el *Keikaku Hozen* es una metodología japonesa que se enfoca en el mantenimiento preventivo y la mejora continua de los procesos y equipos de una organización. Su objetivo principal es aumentar la eficiencia y la productividad a través de la identificación y eliminación de las causas raíz de los problemas en lugar de simplemente tratar los síntomas (Solís y Torres, 2021). *Keikaku Hozen* se basa en la participación de todos los miembros de la organización y en el uso de herramientas y técnicas para el análisis de datos y la toma de decisiones.

En la actualidad, la implementación de herramientas de mejora continua en las industrias alimentarias se ha vuelto un tema de gran importancia debido al aumento en la demanda de productos de calidad y el incremento en la competencia en el mercado. Es por ello que la filosofía de KEIKAKU HOZEN o Mantenimiento Planificado Total (TPM) ha adquirido gran relevancia en estas empresas. KEIKAKU HOZEN se enfoca

en la prevención de fallas y reducción de pérdidas en los procesos productivos, lo que implica una mejora en la calidad de los productos, reducción de costos y aumento en la eficiencia y productividad de las operaciones. La implementación de esta metodología permite a las empresas alimentarias mantenerse a la vanguardia en un mercado cada vez más exigente, garantizando la satisfacción del cliente y la rentabilidad del negocio. Por tanto, KEIKAKU HOZEN se ha convertido en una herramienta fundamental para las industrias alimentarias que buscan mantener su competitividad y asegurar su éxito a largo plazo.

La implementación de KEIKAKU HOZEN, también conocido como Mantenimiento Productivo Total (TPM), en las industrias alimentarias, puede proporcionar una serie de beneficios significativos. En primer lugar, este enfoque de gestión de mantenimiento puede ayudar a reducir los costos de producción, aumentar la eficiencia y mejorar la calidad de los productos. Además, la implementación de KEIKAKU HOZEN también puede mejorar la seguridad en el lugar de trabajo y reducir el tiempo de inactividad de la maquinaria, lo que permite un aumento en la producción. En última instancia, la adopción de esta filosofía de gestión puede ayudar a las empresas a mantenerse competitivas en un mercado cada vez más exigente y en constante evolución. En resumen, la implementación de KEIKAKU HOZEN en las industrias alimentarias puede proporcionar una serie de beneficios tangibles y ayudar a las empresas a mejorar su eficiencia y productividad, lo que puede llevar a un mayor éxito a largo plazo.

Para implementar *Keikaku Hozen* en una organización, según Matías *et al.* (2023) se deben seguir los siguientes pasos:

1. Identificar los procesos críticos: Se deben identificar los procesos que son esenciales para la producción y el éxito de la empresa. Estos procesos son aquellos que tienen un impacto significativo en el resultado final.
2. Analizar los procesos: Una vez identificados los procesos críticos, se debe analizar cada uno de ellos para identificar los puntos débiles y las áreas de mejora. Esto se puede hacer a través de la observación y la recopilación de datos.
3. Establecer objetivos de mejora: Con base en el análisis de los procesos, se deben establecer objetivos de mejora específicos y medibles. Estos objetivos deben ser realistas y alcanzables en un plazo determinado.
4. Diseñar planes de acción: Para alcanzar los objetivos de mejora, se deben diseñar planes de acción detallados que describan las actividades necesarias para lograr los objetivos. Estos planes deben incluir un cronograma y un presupuesto detallado.
5. Implementar los planes de acción: Una vez diseñados los planes de acción, se deben implementar. Es importante que se asignen responsabilidades claras y que se realice un seguimiento constante para asegurar que se están cumpliendo los objetivos.
6. Evaluar los resultados: Después de implementar los planes de acción, se deben evaluar los resultados para determinar si se han alcanzado los objetivos de mejora. Si es necesario, se pueden hacer ajustes para seguir mejorando.

7. Mantener el proceso de mejora continua: **KEIKAKU HOZEN** es un proceso continuo de mejora, por lo que se debe mantener un enfoque constante en la mejora continua de los procesos y la eficiencia operativa de la empresa.

1.4. Definición de términos

Andon: es un sistema de señalización visual que se utiliza en procesos de producción y manufactura para informar a los trabajadores sobre el estado actual del proceso y cualquier problema que pueda surgir.

Clamshells: es un empaque de plástico en forma de almeja que es termo formado con dos lados conectados por una bisagra o un sello.

Desapilador: es un mecanismo que sirve para desempaquetar los clamshells.

Desperdicio: todo lo no sea la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas, espacio y tiempo del operario, que resulten absolutamente esenciales para añadir valor al producto.

Hojas de instrucciones: Manual del operario en donde aparece toda la información necesaria para el desarrollo de su actividad productiva con la calidad requerida.

Lead time: El tiempo que transcurre desde que se inicia un proceso de producción hasta que se completa, incluyendo normalmente el tiempo requerido para entregar ese producto al cliente.

Muda: Cualquier cosa en el proceso de fabricación que no agrega valor desde la perspectiva del cliente.

Operaciones de valor añadido: actividades que convierten o transforman los materiales o la información, de manera que se adaptan a las necesidades de los usuarios, los cuales se hallan dispuestos a pagar por ellas.

Operaciones de no valor añadido: cualquier actividad necesaria para el sistema o proceso, dados los medios o tecnología actuales, pero que no contribuye a comunicar valor al producto o para la satisfacción del cliente.

Operaciones externas: actividades de ajustes y preparación que se realiza con la maquinaria encendida.

Operaciones internas: actividades de ajustes y preparación que se realiza con la maquinaria apagada.

Packing: Es el proceso perteneciente a la cadena de frío del arándano, donde se realizan las actividades correspondientes al empaqueo de los productos.

Pull: sistema en el que se produce cuando la demanda lo solicita.

Takt time: es el tiempo de ciclo ideal para cubrir la demanda.

Tiempo de ciclo: es el tiempo promedio entre la producción de dos unidades consecutivas.

1.5. 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, Trujillo - 2022?

1.6. Objetivos

1.6.1. 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, Trujillo – 2022.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación problemática de los costos de la empresa agroindustrial.
- Desarrollar la propuesta de mejora mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en el proceso de packing de la empresa agroindustrial.
- Evaluar la viabilidad económica de la propuesta de mejora en la empresa agroindustrial.

1.7. Hipótesis

La propuesta de mejora mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en el proceso de packing reduce costos de una empresa agroindustrial, Trujillo - 2022.

1.8. Justificación

La presente tesis desde el punto de vista teórico se justifica porque tiene como propósito contribuir a la literatura científica la identificación de la efectividad de las herramientas de Lean Manufacturing en la reducción de costos y mejora de los procesos en una empresa agroindustrial, así como también se profundiza en la teoría recolectada para poder validar su vigencia en un contexto particular.

Por otra parte, desde el punto de vista metodológico se justifica porque desarrolla un diseño pre experimental que permitirá evaluar el efecto de las mejoras basadas en herramientas Lean Manufacturing, contrastando la situación inicial de los costos y su situación final post mejoras, de igual forma aporta bases para futuras investigaciones similares como son los instrumentos de recolección de datos particulares, donde basándose en la técnica de la gestión documental se elaboraron formatos que permitirán sintetizar la información pertinente para el desarrollo de la

investigación como son: estados de resultados, historial de incidencias, historial de costos, entre otros.

De igual forma desde el punto de vista práctico la investigación se justifica porque busca en la solución particular del problema principal en la gestión actual de la empresa agroindustrial analizada, analizando las principales causas raíces que ocasionan los altos costos y diseñando procedimientos para contrarrestar las causas con el objetivo de reducir de manera significativa los costos actuales en la empresa.

1.9. Aspectos éticos

Las autoras de la presente investigación manifiesta su compromiso por promover la protección de la propiedad intelectual, porque consideran que esto permite el desarrollo sociocultural y económico del país. Es por ello que para garantizar esto en el presente informe se ha empleado la normativa APA séptima edición para realizar las citas correspondientes de los estudios referenciados.

Debido a que se trata de una investigación que involucra una empresa, se ha garantizado el respeto de los derechos y la privacidad de los trabajadores y empleados, así como asegurar que no se utilicen datos o información sin su consentimiento. Asimismo, los criterios éticos se han mantenido en cada una de las etapas de la investigación, desde la selección de la muestra hasta la presentación de los resultados, con el fin de asegurar la integridad y veracidad de los datos obtenidos.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Antes del desarrollo de la investigación, fue fundamental establecer el tipo de investigación que se llevará a cabo. La elección correcta del enfoque metodológico fue vital para garantizar que los resultados obtenidos sean válidos y fiables. También fue fundamental evaluar cuidadosamente los objetivos de la investigación, el tipo de datos que se recopilarán y cómo se analizarán.

Por la finalidad que tiene la investigación es del tipo aplicada porque se enfoca en la resolución del problema principal en la empresa agroindustrial, buscando mejorar la situación actual de la gestión mediante herramientas de Lean Manufacturing con el fin de reducir costos. Según Flores y Luján (2022) este tipo de investigación busca aplicar los conocimientos teóricos y científicos existentes en la solución de problemas específicos en la industria, además se caracteriza por ser empírica, práctica y orientada a resultados concretos y tangibles.

Por el enfoque la presente investigación es cuantitativa porque se busca medir el impacto en términos numéricos de la propuesta de mejora sobre los costos, teniendo la necesidad de medir ambas variables de manera numérica a través de indicadores de gestión o reportes financieros. De acuerdo con Vicuña y Li (2019) el objetivo principal con este tipo de enfoque es proporcionar una comprensión objetiva y verificable de los fenómenos estudiados.

La investigación por su alcance es del tipo explicativa porque se busca demostrar la causa efecto de la propuesta de mejora sobre los costos de la empresa agroindustrial, además de encontrar los argumentos suficientes para comprender completamente el efecto. Según Solier y Terrones (2020) el principal de este tipo de

investigación es explicar por qué ocurre un fenómeno en particular y cómo se relaciona con otros factores, además de utilizar métodos y técnicas de investigación que permiten identificar las variables y sus relaciones causales, generalmente a través de experimentos controlados y análisis estadísticos.

Finalmente, el diseño seleccionado para la presente investigación fue un diseño pre experimental, porque se realizan dos observaciones, la primera se realiza sobre la situación inicial de los costos de la empresa agroindustrial y la segunda de la situación final de estos mismos, con el fin de evaluar el efecto de la propuesta de mejora sobre los costos. Este tipo de investigación de acuerdo con Haro y Ortiz (2020) se utiliza para analizar los efectos de una intervención o tratamiento específico en una muestra antes de su implementación en una población más amplia.

2.2. Población y muestra

En el ámbito de la investigación, la población y la muestra son dos conceptos fundamentales que permiten establecer la validez y la confiabilidad de los resultados obtenidos (Luna y Toledo, 2021). Es importante destacar que la elección de la muestra debe ser cuidadosa y estratégica, ya que de ello depende en gran medida la calidad de los resultados obtenidos. Asimismo, es necesario considerar factores como el tamaño de la muestra, la representatividad y la homogeneidad, para garantizar la generalización de los resultados y la posibilidad de extrapolarlos a la población completa. En el caso específico de la presente investigación la población de estudio está conformado por todos los reportes mensuales de costos registrados por la empresa a lo largo de toda su historia, para la selección de la muestra se empleó un muestreo no probabilístico y por conveniencia, siendo elegidos dos muestras, la primera conformado por los costos del segundo semestre del año 2022 y la segunda muestra estará conformado por los costos del segundo semestre del año 2023.

2.3. Métodos

Para el desarrollo de la presente investigación se realizaron dos procedimientos necesarios: el primero fue el proceso de recolección de datos y el segundo fue el proceso de análisis de datos. El proceso de recolección de datos fue una etapa crucial en la que se recopilaban y registraban los datos necesarios para responder a la pregunta de investigación formulada, con el fin de obtener resultados fiables y precisos. Para llevar a cabo este proceso y por la naturaleza del estudio se emplearon las técnicas de la observación y de la gestión documental. Además, fue necesario asegurar la validez y fiabilidad de los datos obtenidos, mediante la aplicación de técnicas de validación y triangulación de datos.

Tabla 1

Matriz de procedimiento de recolección de datos

Etapas del proyecto	Fuentes de información e informática	Técnica de recolección de datos	Instrumento de recolección de datos	Tratamiento de los datos recolectados
Diagnóstico de la situación inicial de los costos	Empresa agroindustrial	Observación	Guía de observación	Recopilar y describir las causas raíces que originan el problema principal
			Formato de resumen de costos	Calcular el costo promedio y los factores de costeo
	Empresa agroindustrial	Gestión documental	Formatos de costeo de pérdidas	Calcular las pérdidas monetarias de acuerdo a la data histórica de incidencias
			Formatos de cálculo de indicadores	Calcular el valor de los indicadores para medir la gestión y la propuesta de mejora
Desarrollo de la propuesta de mejora	Matías <i>et al.</i> (2023) Solís y Torres (2021) Canahua (2021) Figueroa <i>et al.</i> (2022)	Gestión documental	Formatos de registro de mejoras	Registrar y describir las mejoras que se deben realizar para eliminar las causas raíces
Evaluación económica de la propuesta de mejora	Empresa agroindustrial	Gestión documental	Formatos de presupuestos de inversiones	Registrar y calcular los montos económicos para implementar las mejoras
			Formato de cálculo de tasa de evaluación	Registrar y calcular la tasa con la que se evaluará la viabilidad económica de la propuesta de mejora
			Formato de análisis económico	Registrar y calcular los principales indicadores económicos para evaluar la viabilidad de la propuesta de mejora

El proceso de análisis de datos fue una labor minuciosa y rigurosa que requirió de una metodología clara y precisa para poder extraer conclusiones válidas y confiables. En este sentido, fue fundamental contar con un enfoque sistemático y estructurado que permitió identificar los patrones, tendencias y relaciones entre los datos recopilados. Además, fue necesario aplicar técnicas estadísticas y de programación para procesar la información y obtener resultados significativos. A continuación, en la Tabla 2 se resumen las técnicas e instrumentos empleados para el análisis de datos.

Tabla 2

Técnicas e instrumentos para el análisis de datos

Etapas del proyecto	Técnica de análisis de datos	Instrumento de análisis de datos	Tratamiento de los datos recolectados
Diagnóstico de la situación inicial de los costos	Estadística descriptiva	Gráfico de barras Diagrama de Pareto Diagrama de Ishikawa	Se resumen los datos para evaluar su evolución y contrastar con indicadores metas
Desarrollo de la propuesta de mejora	Estadística descriptiva	Gráfico de barras	Se resumen los datos para evaluar su impacto
Evaluación económica de la propuesta de mejora	Estadística descriptiva	Gráfico de barras	Se resumen los valores de los montos invertidos y de los indicadores económicos
Determinación del impacto de la propuesta de mejora sobre los costos	Estadística Inferencial	Prueba t student	Se realiza prueba de hipótesis de diferencia de medias entre dos muestras di

2.4. Procedimiento

2.4.1. Cadena de valor

Figura 5

Cadena de valor de la empresa agroindustrial

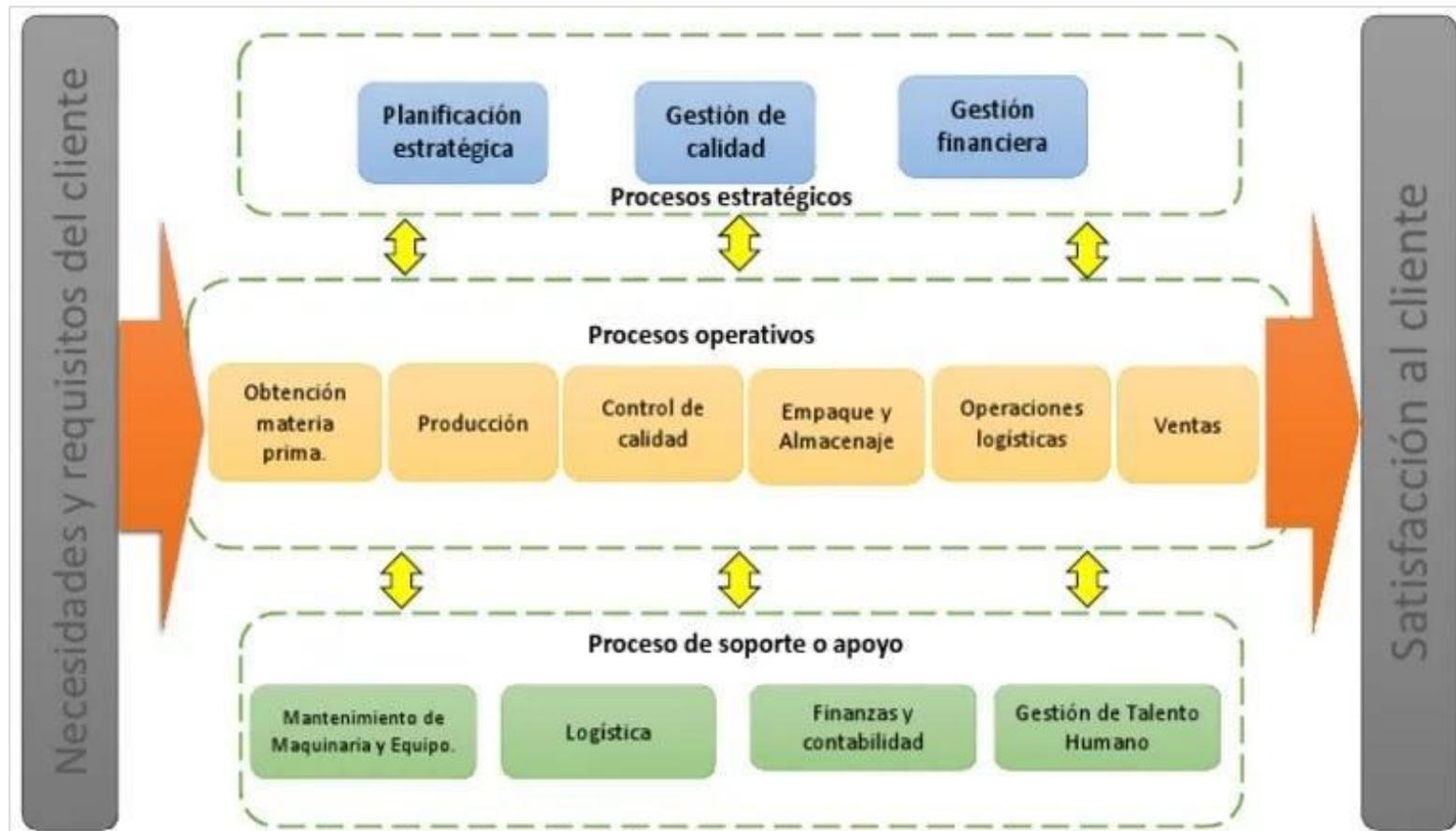


Nota. Información brindada por la empresa agroindustrial.

2.4.2. Mapa General de Procesos

Figura 6

Mapa General de Procesos de la empresa agroindustrial

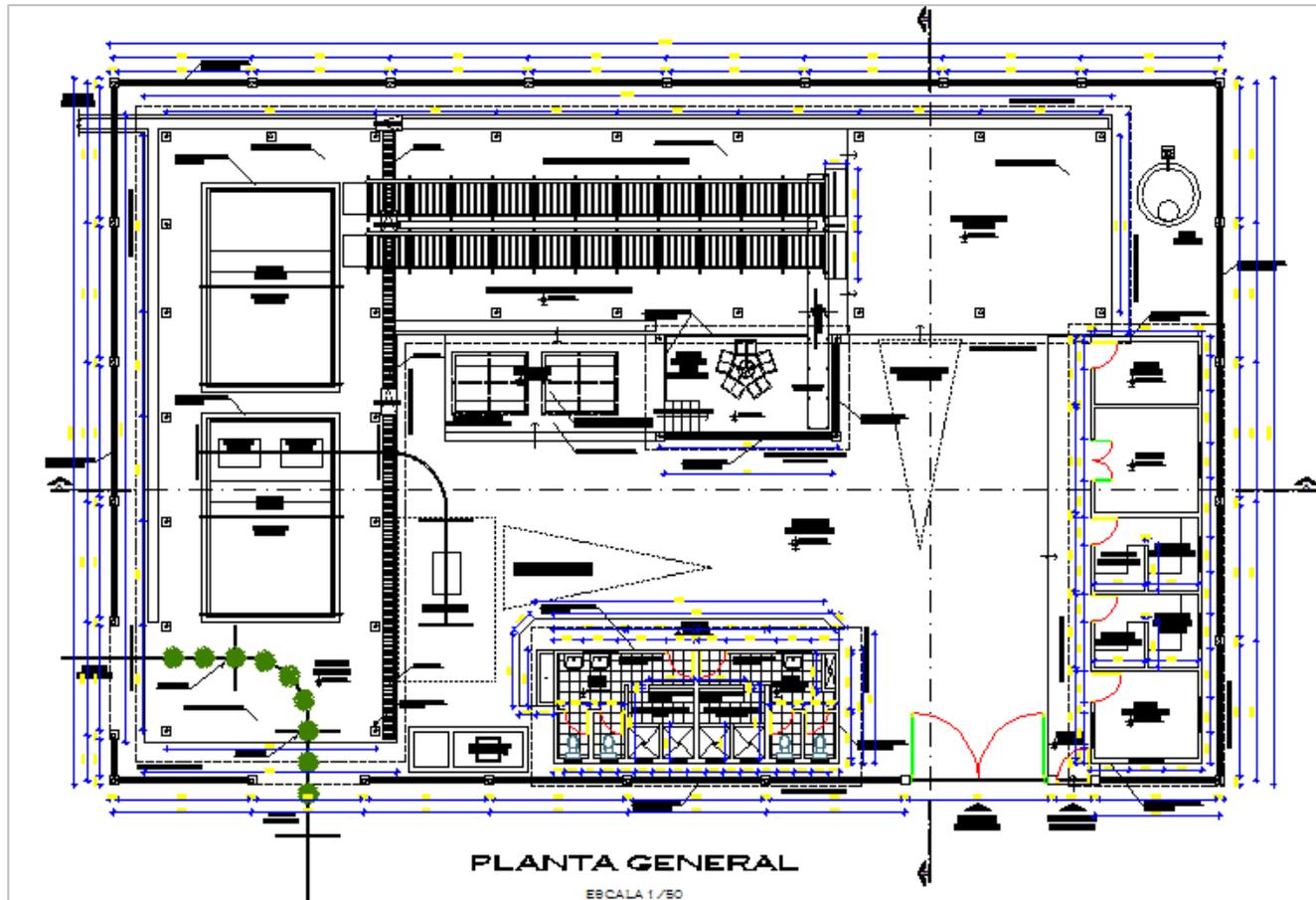


Nota. Información brindada por la empresa agroindustrial.

2.4.3. Layout actual de la empresa

Figura 7

Layout actual de la empresa

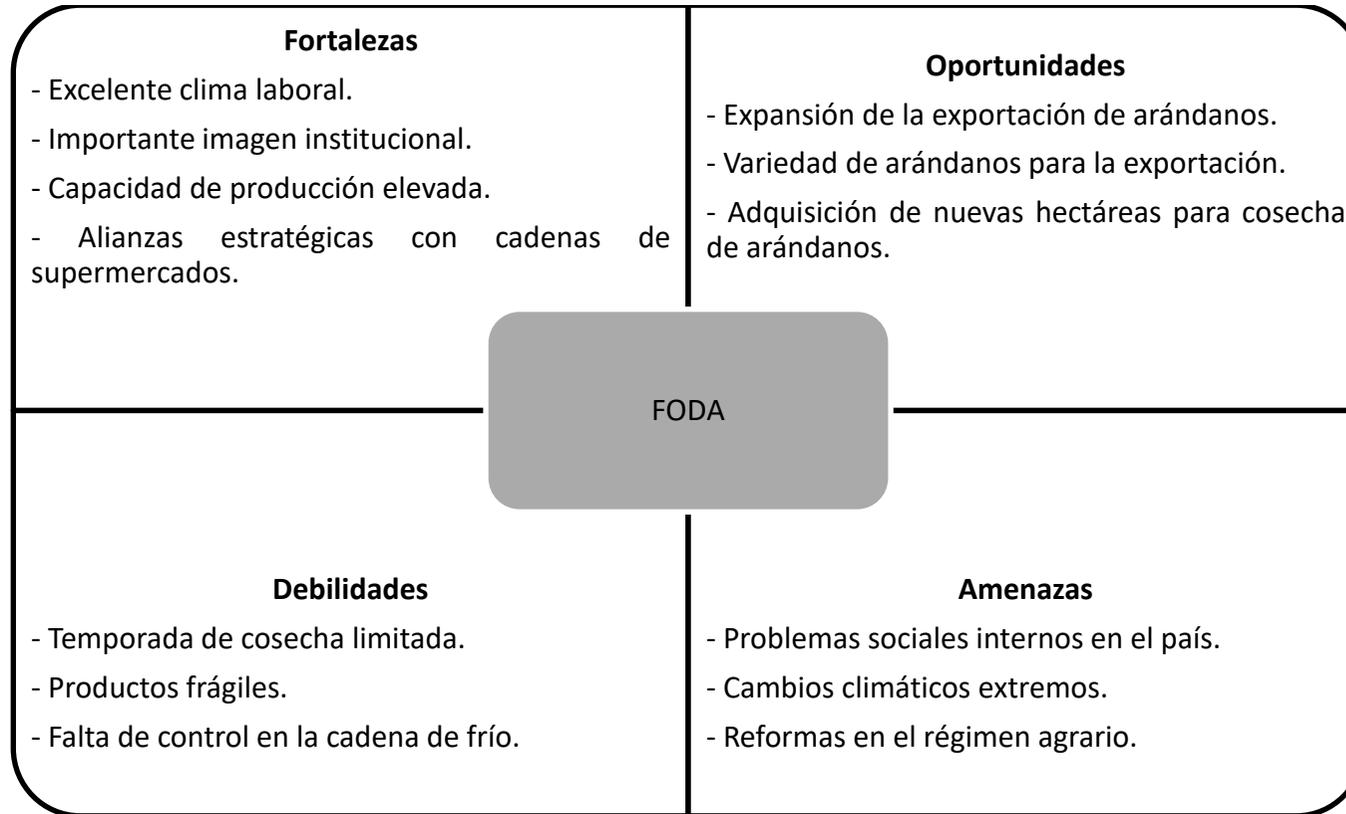


Nota. Información brindada por la empresa agroindustrial.

2.4.4. Análisis FODA

Figura 8

Análisis FODA de la empresa Agroindustrial

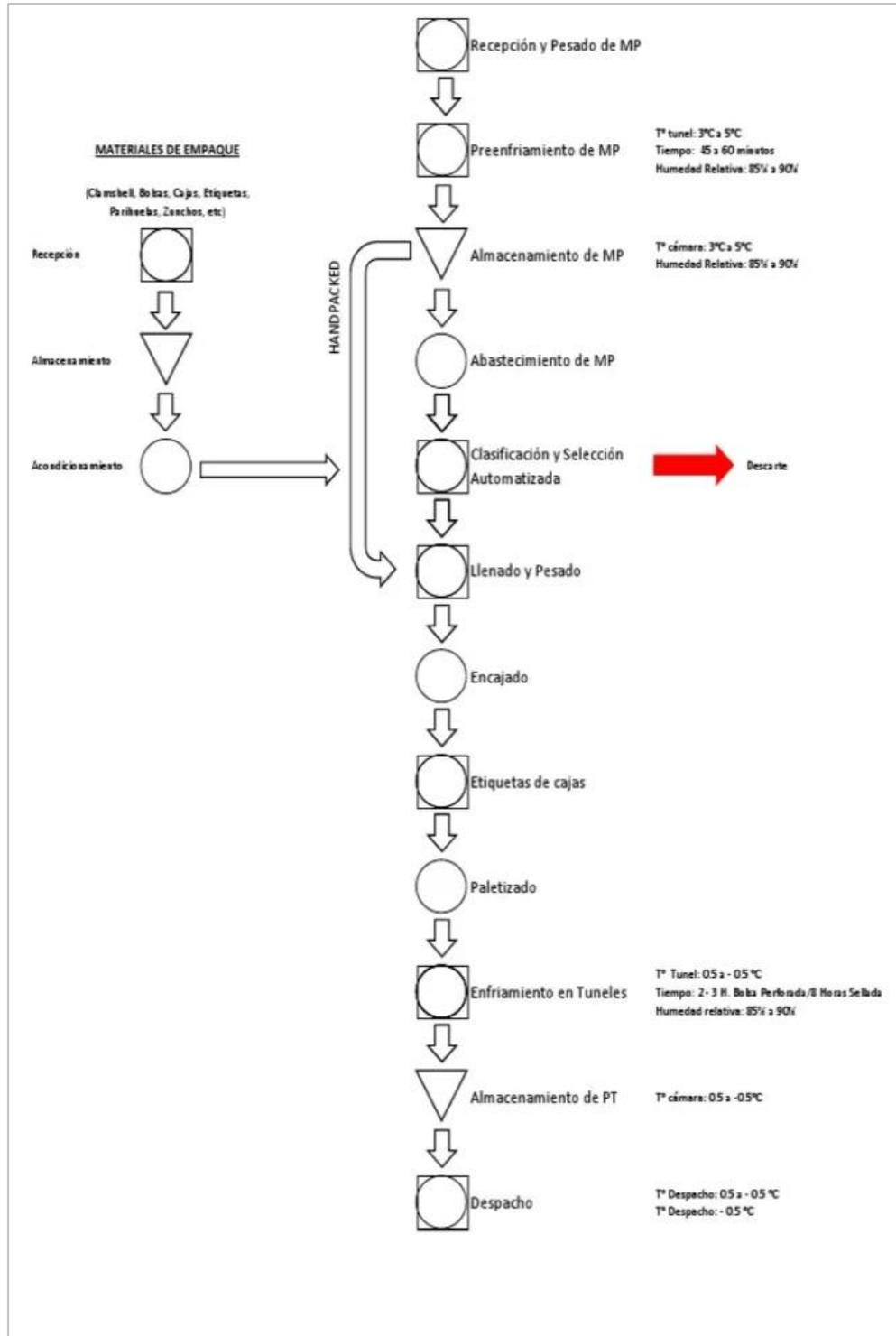


Nota. Información brindada por la empresa agroindustrial.

2.4.5. Diagrama de análisis de operaciones (DAP)

Figura 9

Diagrama de análisis de operaciones del proceso actual



Nota. Información brindada por la empresa agroindustrial.

2.4.6. Diagnóstico del área problemática

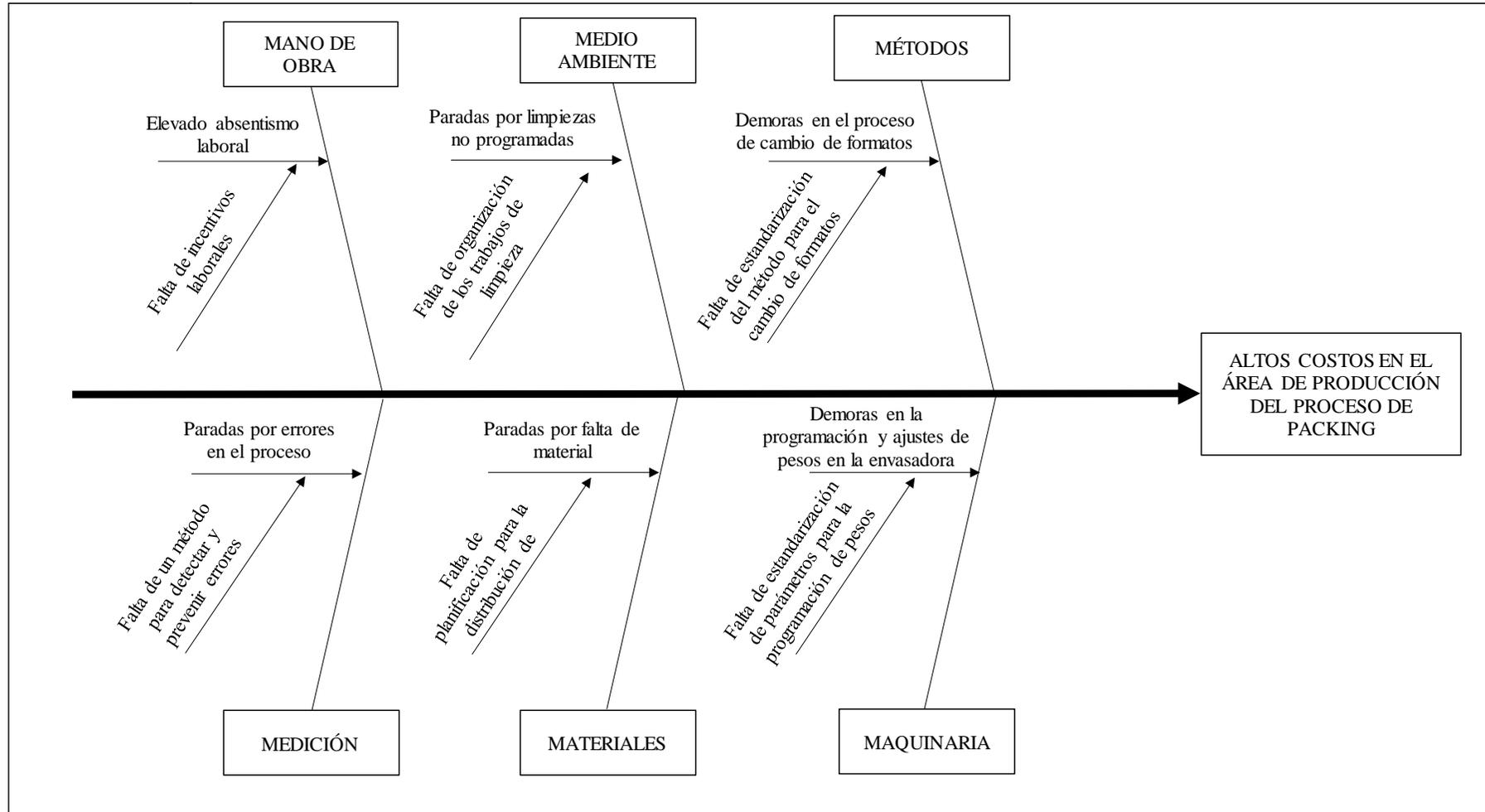
El diagnóstico en el área de producción resultó esencial para identificar las causas raíces que originan pérdidas monetarias y, de esta manera, implementar soluciones efectivas que permitan mejorar el rendimiento de la empresa estudiada. El análisis profundo del proceso de packing y los recursos empleados permitieron detectar los puntos críticos en los que se están generando fallos o ineficiencias, lo cual facilitó la toma de decisiones orientadas a la reducción de costos y el aumento de la productividad.

Para poder identificar las causas raíces que inciden en los altos costos, se ha desarrollado una herramienta muy útil llamada análisis de Ishikawa, la cual permite visualizar de manera clara y estructurada las diferentes causas que pueden estar afectando al proceso en las áreas de producción y mantenimiento. Asimismo, al aplicar el criterio de las 6M (Mano de obra, Método, Máquinas, Medio ambiente, Materiales y Medición), se pueden identificar con precisión los factores que están afectando a dichas áreas y tomar las decisiones adecuadas para corregirlos. De esta manera, se podrá reducir los costos y mejorar la eficiencia de la empresa agroindustrial, lo que se traducirá en una mayor rentabilidad y competitividad en el mercado.

En la Figura 10 se muestra el Diagrama Ishikawa de la problemática en el área de producción donde las principales causas raíces identificadas fueron: falta de incentivos laborales, falta de organización de los trabajos de limpieza, falta de estandarización del método para el cambio de formatos, falta de un método para detectar y prevenir errores, falta de planificación para la distribución de material y falta de estandarización de parámetros para la programación de pesos.

Figura 10

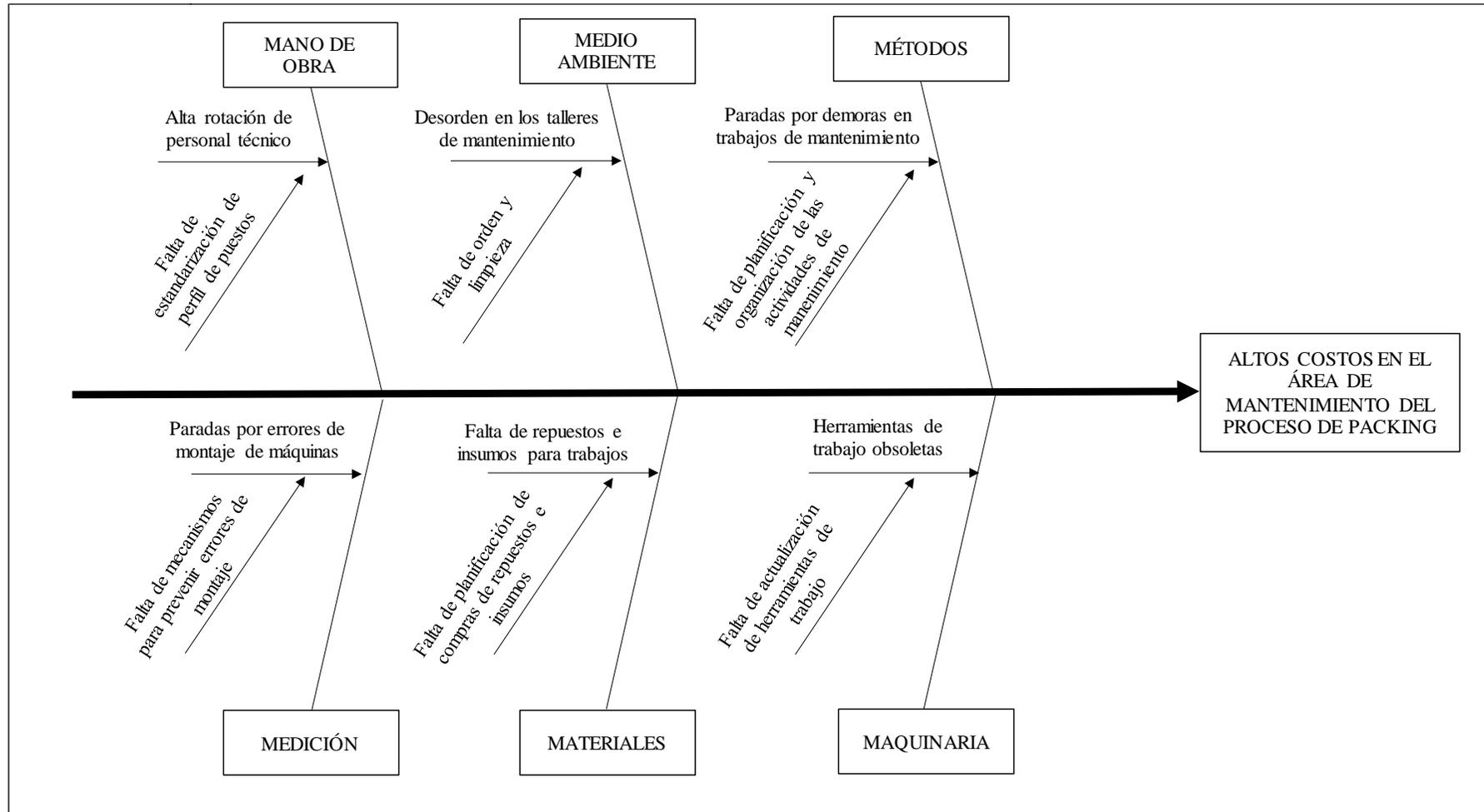
Diagrama de Ishikawa - Problemática del área de producción



Nota. Para la elaboración del análisis de Ishikawa se empleó una guía de observación disponible en el Anexo 01

Figura 11

Diagrama de Ishikawa - Problemática del área de mantenimiento



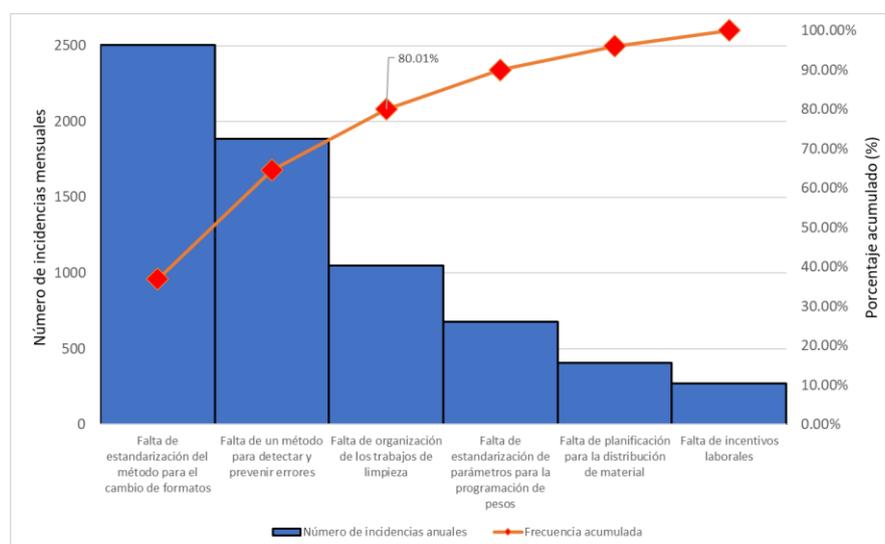
Nota. Para la elaboración del análisis de Ishikawa se empleó una guía de observación disponible en el Anexo 02

Asimismo, en la Figura 11 se muestra el Diagrama de Ishikawa de la problemática en el área de mantenimiento donde las principales causas raíces identificadas fueron: falta de estandarización de perfil de puestos, falta de orden y limpieza, falta de planificación y organización de las actividades de mantenimiento, falta de mecanismos para prevenir errores de montaje, falta de planificación de compras de repuestos e insumos y falta de actualización de herramientas de trabajo.

Luego de haber identificado las causas raíces, se realizó un minucioso análisis de Pareto, con el propósito de discernir entre las causas raíces, aquellas que originan el 80% de los elevados costos en las áreas de producción y mantenimiento. Este enfoque, que se basa en la observación de las causas que generan los mayores problemas, permitió identificar de manera precisa aquellos factores que impactan significativamente en el costo y la eficiencia de los procesos. En las Figuras 12 y 13 se muestran los diagramas de Pareto elaborados.

Figura 12

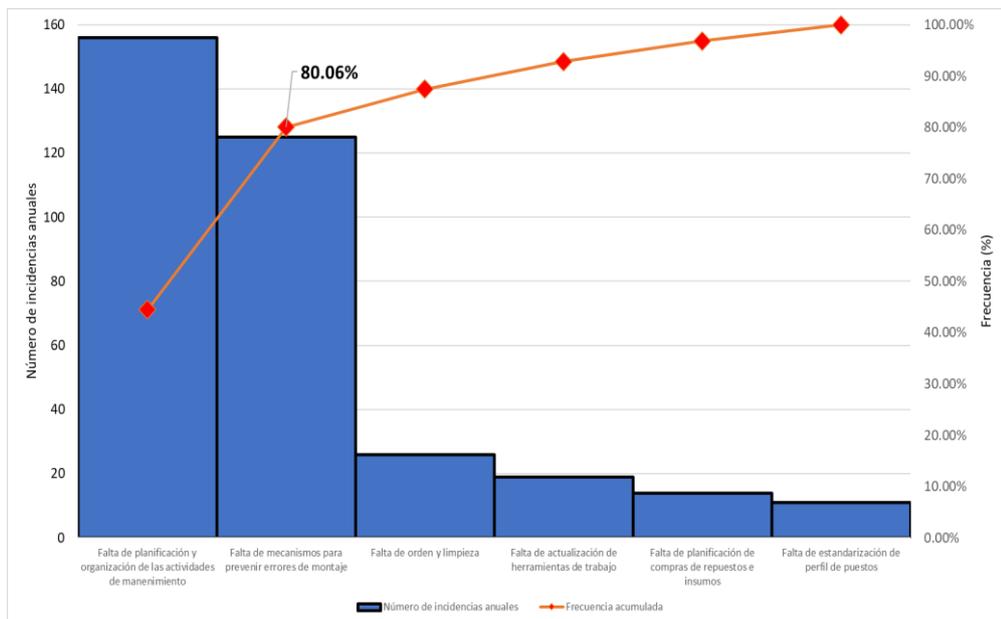
Análisis de Pareto de la problemática en el área de producción



Nota. Para el análisis se empleó un guía documental disponible en el Anexo 03

Figura 13

Análisis de Pareto de la problemática en el área de mantenimiento



Nota. Para el análisis se empleó un guía documental disponible en el Anexo 04

2.4.7. Costeo de pérdidas monetarias

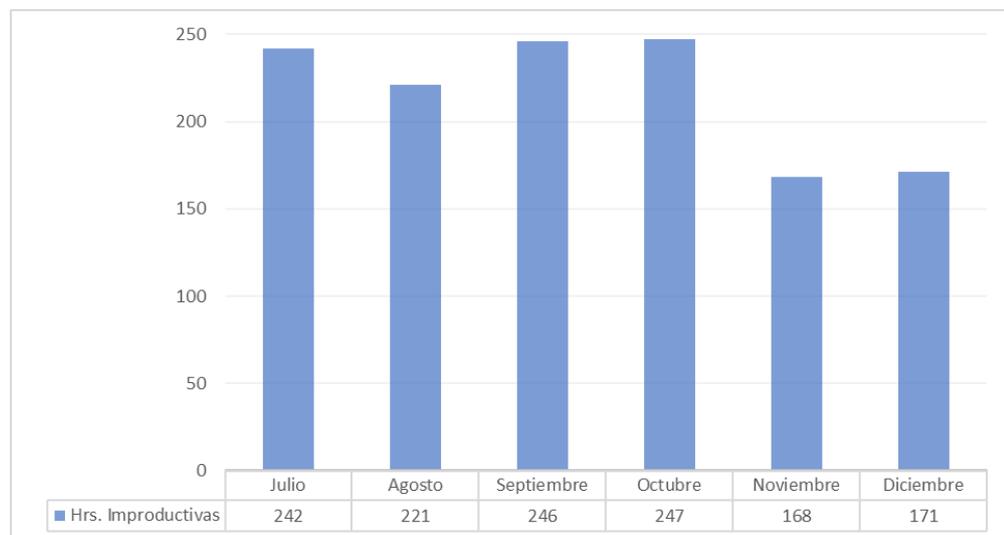
Se procedió con el costeo de las pérdidas monetarias ocasionadas por las causas raíces que originan el problema en las áreas de producción y mantenimiento de la empresa agroindustrial, este proceso fue clave porque permitió medir de manera cuantitativa el dinero que se desperdicia por no contar con una buena gestión, por ende, se mide también el potencial de mejora que se puede tener en caso de encontrar soluciones efectivas. Fue un proceso complejo que requirió de una metodología rigurosa para analizar y evaluar los factores a considerar para cuantificar las pérdidas. Solo de esta manera, se podrán obtener datos precisos sobre las pérdidas monetarias que afectan la rentabilidad de la empresa y, por ende, se podrá tomar decisiones informadas que permitan mejorar la eficiencia y la eficacia de la empresa en cuestión. Para ello se recolectó toda la información sobre los costos empleados para el proceso de packing en la empresa (ver Anexo 07).

Producción CR3: Falta de estandarización del método para el cambio de formatos

Uno de los principales problemas durante el proceso de packing de arándanos son las demoras por el cambio de formato, esto se debe a que el tiempo que conlleva para realizar un cambio es demasiado alto, siendo en promedio 29 minutos lo que toma para hacer un cambio de formato y considerando que de las 12 líneas que trabajan en la planta al menos una o dos veces se deben cambiar de formato, hacen que las horas se acumulen y se tengan que recurrir a realizar horas extras de manera innecesaria y esto se debe por la falta de estandarización del método para el cambio de formato. El método que se emplea actualmente es completamente empírico y carece de orden y criterios técnicos, es por ello que el tiempo de demoras se registran en los partes de incidencias, acumulándose en promedio 216 horas de retraso entre todas las líneas de la planta, en la Figura 14 se puede apreciar la cantidad de horas improductivas por cada mes.

Figura 14

Horas improductivas por demoras en el proceso de cambio de formato



Nota. Para la recolección de los datos se empleó un guía documental disponible en el Anexo 08

La ineficiencia en el proceso de cambio de formato ha generado graves pérdidas monetarias para la empresa. La falta de estandarización en los métodos para realizar estas operaciones, ha generado largas demoras en el proceso productivo, lo que inevitablemente se traduce en horas improductivas y costos adicionales para la organización. Por lo tanto, es fundamental desarrollar y aplicar un método estandarizado para el cambio de formato, que permita reducir los tiempos de inactividad en la producción y, por ende, reducir el impacto económico que este tipo de situaciones pueda ocasionar. Para el costeo de esta causa raíz se multiplicaron todas las horas improductivas generadas por demoras en el proceso de cambio de formato por los factores de costo de mano de obra directa, costos indirectos de fabricación y el costo de horas extras. En la Tabla 3 se muestran los montos mensuales generados por esta causa raíz.

Tabla 3

Costeo de pérdidas por Cr3 - Producción

Mes	Costo de mano de obra directa	Costo de horas extras de mano de obra directa	Costo de horas extras	Costo total de pérdida
Julio	S/34,380.29	S/42,975.36	S/73,188.52	S/150,544.17
Agosto	S/31,396.88	S/39,246.09	S/66,837.45	S/137,480.42
Septiembre	S/34,948.56	S/43,685.70	S/74,398.25	S/153,032.50
Octubre	S/35,090.63	S/43,863.28	S/74,700.68	S/153,654.58
Noviembre	S/23,867.31	S/29,834.13	S/50,808.56	S/104,510.00
Diciembre	S/24,293.51	S/30,366.89	S/51,715.85	S/106,376.25
Total	S/183,977.16	S/229,971.45	S/391,649.30	S/805,597.92

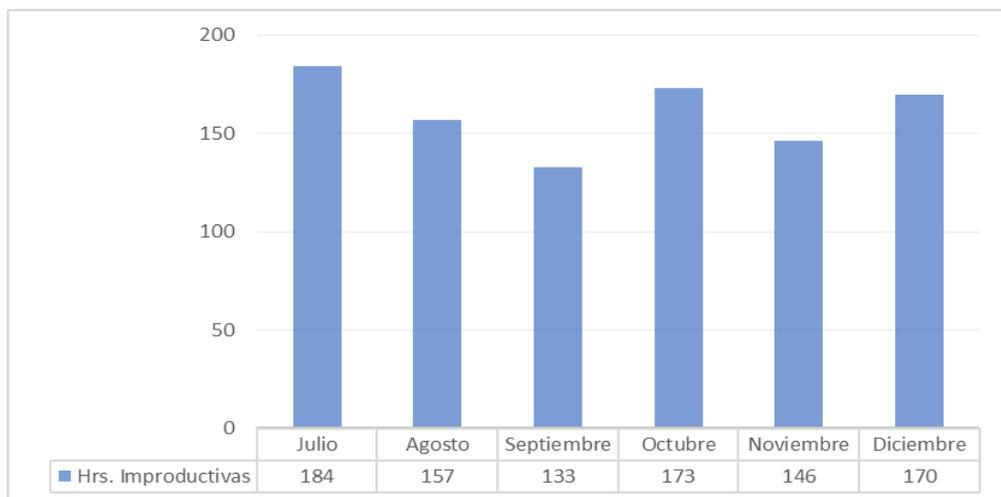
Nota. Para la recolección de los datos se empleó un guía documental disponible en el Anexo 09

Producción CR4: Falta de un método para detectar y prevenir errores

Durante el desarrollo de las tareas en la planta de la empresa agroindustrial, era común que se presenten imprevistos en el proceso de packing, como la detección de pesos fuera de los parámetros establecidos o la detección tardía de fruta aplastada en las cajas finales, los cuales ocasionaban paradas inesperadas en la cadena de producción. Estas circunstancias, aunque inevitables, generaban horas improductivas que afectaban significativamente el rendimiento de la empresa. Es por ello que resultaba vital establecer medidas y técnicas que permitan prevenir y solucionar de manera eficiente cualquier error en el proceso de packing, a fin de minimizar las interrupciones en la cadena de producción y lograr un óptimo aprovechamiento del tiempo. De acuerdo con los registros en promedio se registró en el último año 161 horas de paradas por errores en el proceso, siendo un valor que refleja grandes deficiencias para la detección a tiempos de los errores. A continuación, en la Figura 15 se muestran las horas improductivas registradas por cada mes de la última campaña de arándanos en la empresa agroindustrial.

Figura 15

Horas improductivas por paradas por errores en el proceso



Nota. Para la recolección de los datos se empleó un guía documental disponible en el Anexo 10

Las horas improductivas por paradas por errores en el proceso de packing como se mencionó previamente se deben a la falta de un método para detectar y prevenir errores. Cuando se produce algún defecto o situación que produzca errores en el proceso, esto deben ser detectados a tiempo con la finalidad que el problema no tenga un impacto de mayor proporción, es decir debe de existir un protocolo o plan de contingencia que permita organizar las actividades que se deben seguir para contrarrestar la situación que se presenta. Evidentemente al no haber un método para detectar y prevenir errores, hacen que las horas improductivas se acumulen y por ende se producirán pérdidas monetarias proporcionalmente al número de horas. Para el costeo de esta causa raíz se multiplicaron todas las horas improductivas generadas por paradas por errores en el proceso por los factores de costo de mano de obra directa, costos indirectos de fabricación y el costo de horas extras. En la Tabla 4 se muestran los montos mensuales generados por esta causa raíz.

Tabla 4

Costeo de pérdidas por Cr4 - Producción

Mes	Costo de mano de obra directa	Costo de horas extras de mano de obra directa	Costo de horas extras	Costo total de pérdida
Julio	S/26,140.38	S/32,675.48	S/55,647.47	S/114,463.33
Agosto	S/22,304.57	S/27,880.71	S/47,481.81	S/97,667.08
Septiembre	S/18,894.95	S/23,618.69	S/40,223.44	S/82,737.08
Octubre	S/24,577.64	S/30,722.06	S/52,320.72	S/107,620.42
Noviembre	S/20,741.83	S/25,927.28	S/44,155.06	S/90,824.17
Diciembre	S/24,151.44	S/30,189.30	S/51,413.42	S/105,754.17
Total	S/136,810.82	S/171,013.52	S/291,241.91	S/599,066.25

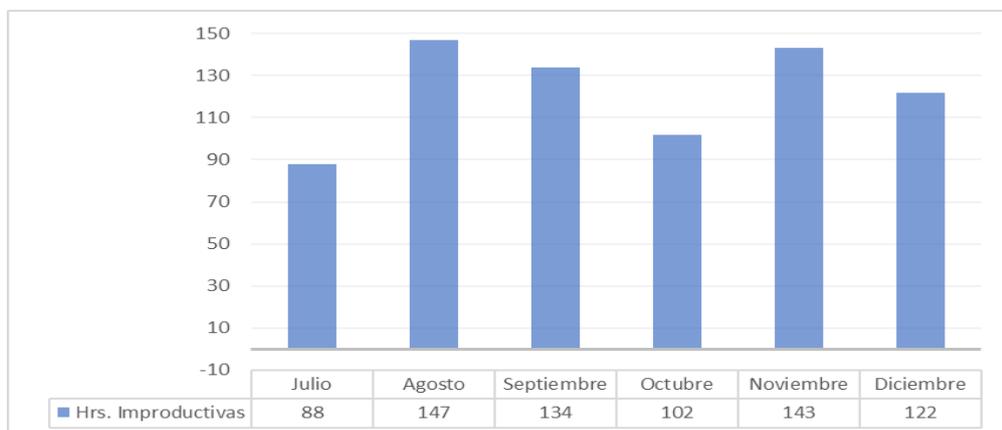
Nota. Para la recolección de los datos se empleó un guía documental disponible en el Anexo 11

Producción CR2: Falta de organización de los trabajos de limpieza

En la actualidad, la empresa agroindustrial se enfrenta a diversos desafíos relacionados con la eficiencia y la productividad de su proceso productivo. Uno de los problemas recurrentes que afecta a esta empresa son las paradas no programadas por limpiezas imprevistas, las cuales originan horas improductivas y pérdidas económicas significativas. En efecto, estas paradas inesperadas pueden ser causadas por una amplia variedad de factores, como la acumulación de residuos en las fajas de selección, la acumulación de impurezas de los arándanos revisados o la presencia de plagas. Como resultado, los trabajadores se ven obligados a interrumpir sus labores y esperar a que se realice la limpieza correspondiente, lo cual generaba retrasos en la producción y afectar negativamente la rentabilidad de la empresa. De acuerdo con los registros revisados se ha estimado que en promedio se producen 123 horas mensuales de paradas por limpiezas no programadas, un dato que resulta alarmante y que refleja la poca organización de los trabajos de limpieza. A continuación, en la Figura 16 se muestran las horas improductivas por cada mes.

Figura 16

Horas improductivas por paradas por limpiezas no programadas



Nota. Para la recolección de los datos se empleó un guía documental disponible en el Anexo 12

Como se mencionó previamente las paradas por limpiezas no programadas se han convertido en un problema recurrente, lo que se traduce en horas improductivas y un derroche significativo de recursos. La falta de organización en los trabajos de limpieza ha generado una situación que debe ser abordada con seriedad y eficacia, a fin de garantizar el correcto funcionamiento de la empresa y una mayor rentabilidad en el futuro. Es necesario implementar estrategias efectivas y optimizar el proceso de limpieza, para evitar interrupciones innecesarias y asegurar la continuidad del trabajo sin contratiempos. Para el costeo de esta causa raíz se multiplicaron todas las horas improductivas generadas por paradas por limpiezas no programadas por los factores de costo de mano de obra directa, costos indirectos de fabricación y el costo de horas extras. En la Tabla 5 se muestran los montos mensuales generados por esta causa raíz.

Tabla 5
Costeo de pérdidas por Cr2 - Producción

Mes	Costo de mano de obra directa	Costo de horas extras de mano de obra directa	Costo de horas extras	Costo total de pérdida
Julio	S/12,501.92	S/15,627.40	S/26,614.01	S/54,743.33
Agosto	S/20,883.89	S/26,104.87	S/44,457.49	S/91,446.25
Septiembre	S/19,037.02	S/23,796.27	S/40,525.87	S/83,359.17
Octubre	S/14,490.87	S/18,113.58	S/30,848.05	S/63,452.50
Noviembre	S/20,315.63	S/25,394.53	S/43,247.76	S/88,957.92
Diciembre	S/17,332.21	S/21,665.26	S/36,896.69	S/75,894.17
Total	S/104,561.54	S/130,701.92	S/222,589.87	S/457,853.33

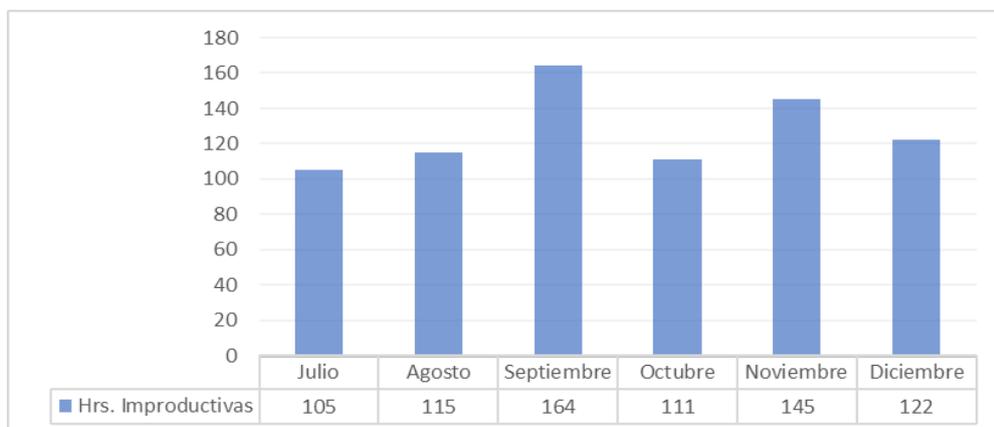
Nota. Para la recolección de los datos se empleó un guía documental disponible en el Anexo 13

Mantenimiento CR3: Falta de planificación y organización de las actividades de mantenimiento

La gestión del tiempo en una empresa es crucial para mantener una productividad eficiente, sin embargo, las horas improductivas pueden surgir por diversas circunstancias. En el caso de la empresa agroindustrial analizada en la presente investigación, las paradas por demoras en los trabajos de mantenimiento han producido la pérdida de muchas horas. Aun cuando los mantenimientos son necesarios para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos, es importante contar con un plan que permita minimizar los impactos de estas paradas en la producción. La planificación adecuada de los trabajos de mantenimiento y la realización de tareas preventivas pueden ser una estrategia efectiva para reducir las interrupciones y asegurar que las horas de trabajo sean aprovechadas al máximo, sin embargo, no ha sido el caso de la empresa, donde al revisar los registros de incidencias, se estima que en promedio se producen 127 horas improductivas por paradas debido a demoras en los trabajos de mantenimiento. En la Figura 17 se muestran las horas improductivas por cada mes.

Figura 17

Horas improductivas por paradas por demoras en los mantenimientos



Nota. Para la recolección de los datos se empleó un guía documental disponible en el Anexo 14

En este sentido, las paradas ocasionadas por demoras en los trabajos de mantenimiento se deben principalmente a la falta de planificación y organización de las actividades de mantenimiento, esto ha generado retrasos significativos en la ejecución de las tareas, lo que a su vez tiene un impacto directo en la productividad de la empresa. Es fundamental, por tanto, que se implementen medidas efectivas para prevenir y minimizar estos problemas, tales como la elaboración de un plan de mantenimiento bien estructurado y la asignación de los recursos necesarios para su ejecución. Solo así se podrá asegurar el correcto funcionamiento de las instalaciones y garantizar una mayor eficiencia en el desarrollo de las actividades laborales. Para el costeo de esta causa raíz se multiplicaron todas las horas improductivas generadas por paradas por demoras en los trabajos de mantenimiento por los factores de costo de mano de obra directa, costos indirectos de fabricación y el costo de horas extras. En la Tabla 6 se muestran los montos mensuales generados por esta causa raíz.

Tabla 6

Costeo de pérdidas por Cr3 - Mantenimiento

Mes	Costo de mano de obra directa	Costo de horas extras de mano de obra directa	Costo de horas extras	Costo total de pérdida
Julio	S/14,917.07	S/18,646.33	S/31,755.35	S/65,318.75
Agosto	S/16,337.74	S/20,422.18	S/34,779.67	S/71,539.58
Septiembre	S/23,299.04	S/29,123.80	S/49,598.83	S/102,021.67
Octubre	S/15,769.47	S/19,711.84	S/33,569.94	S/69,051.25
Noviembre	S/20,599.76	S/25,749.70	S/43,852.62	S/90,202.08
Diciembre	S/17,332.21	S/21,665.26	S/36,896.69	S/75,894.17
Total	S/108,255.29	S/135,319.11	S/230,453.10	S/474,027.50

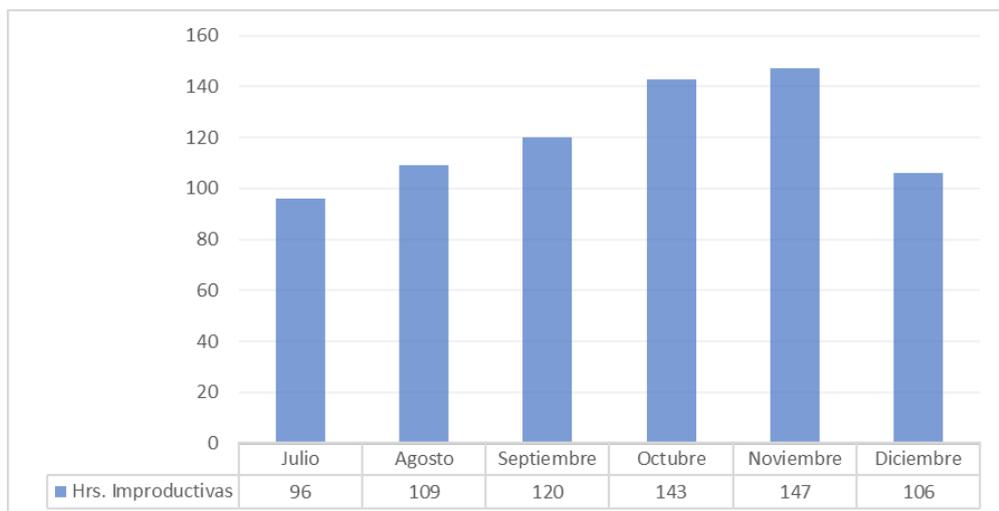
Nota. Para la recolección de los datos se empleó un guía documental disponible en el Anexo 15

Mantenimiento CR4: Falta de mecanismos para prevenir errores de montaje

Es una realidad innegable que en todo proceso productivo la aparición de errores de montaje de máquinas puede provocar paradas no planificadas. Estas situaciones imprevistas generan una merma en la eficiencia de la producción, y se convierten en horas improductivas que afectan directamente a la rentabilidad de la empresa. Es por eso que resulta crucial contar con un equipo técnico altamente capacitado y con un seguimiento riguroso de los procesos de mantenimiento de los equipos. De esta manera, se puede minimizar el impacto de estos imprevistos en la producción y, a su vez, garantizar una gestión eficiente del tiempo y recursos disponibles. En el caso de la empresa agroindustrial de acuerdo con los registros de incidencias en promedio se estima que se producen 120 horas improductivas por paradas debido a errores de montaje de máquinas. A continuación, en la Figura 18 se muestran las horas mensuales por cada mes.

Figura 18

Horas improductivas por paradas por errores de montaje de máquinas



Nota. Para la recolección de los datos se empleó un guía documental disponible en el Anexo 16

La problemática de las horas improductivas por paradas por errores de montaje de máquinas es una situación que requiere atención inmediata. La falta de mecanismos para prevenir errores de montaje de las máquinas ha generado una serie de paradas que afectan directamente la eficiencia en la producción. Este tipo de errores puede causar graves consecuencias, tales como pérdidas económicas y retrasos en la entrega de los productos, lo que afecta gravemente la imagen y competitividad de la empresa. Es necesario llevar a cabo medidas de prevención que permitan minimizar las horas improductivas, garantizando así una producción óptima y eficiente. Para el costeo de esta causa raíz se multiplicaron todas las horas improductivas generadas por paradas por errores de montaje de máquinas por los factores de costo de mano de obra directa, costos indirectos de fabricación y el costo de horas extras. En la Tabla 7 se muestran los montos mensuales generados por esta causa raíz.

Tabla 7

Costeo de pérdidas por Cr4 - Mantenimiento

Mes	Costo de mano de obra directa	Costo de horas extras de mano de obra directa	Costo de horas extras	Costo total de pérdida
Julio	S/13,638.46	S/17,048.08	S/29,033.46	S/59,720.00
Agosto	S/15,485.34	S/19,356.67	S/32,965.08	S/67,807.08
Septiembre	S/17,048.08	S/21,310.10	S/36,291.83	S/74,650.00
Octubre	S/20,315.63	S/25,394.53	S/43,247.76	S/88,957.92
Noviembre	S/20,883.89	S/26,104.87	S/44,457.49	S/91,446.25
Diciembre	S/15,059.13	S/18,823.92	S/32,057.78	S/65,940.83
Total	S/102,430.53	S/128,038.16	S/218,053.39	S/448,522.08

Nota. Para la recolección de los datos se empleó un guía documental disponible en el Anexo 17

2.4.8. Identificación de indicadores

La implementación de herramientas de mejora de la metodología de Lean Manufacturing resulta una alternativa de solución efectiva e importante, debido a que su enfoque se centra en optimizar procesos y eliminar desperdicios. Sin embargo, para medir su impacto sobre la problemática en los costos de la empresa agroindustrial, es necesario establecer indicadores que permitan cuantificar el tiempo improductivo generado por cada causa raíz. De esta manera, se pueden identificar oportunidades de mejora y establecer que herramienta de Lean Manufacturing corresponde para establecer la solución definitiva para el problema. La medición del tiempo improductivo es esencial para el éxito de cualquier proyecto de mejora continua, ya que permite evaluar el retorno de inversión y validar la efectividad de los cambios implementados. Por ello, la utilización de indicadores para medir el tiempo improductivo y su variación tras el desarrollo de herramientas de mejora de Lean Manufacturing resulta fundamental para la gestión de la empresa agroindustrial.

En las Tabla 8 y 9 se desarrolla los cuadros de mando de gestión, que permitieron evaluar el impacto de las mejoras implementadas en la empresa agroindustrial. La relevancia de establecer un cuadro de mando de gestión radica en su capacidad para medir y monitorizar el desempeño de la organización, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones estratégicas. Se establecieron los cuadros 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 8
Matriz de indicadores - Área de producción

Cri	Causa raíz	Indicador	Valor actual	Valor objetivo	Pérdida monetaria inicial	Estimación de pérdida monetaria final	Ahorro estimado	Herramienta de mejora
CR3	Falta de estandarización del método para el cambio de formatos	% Tiempo improductivo por demoras en el proceso de cambio de formato $\%TIP_{cr3} = \frac{\text{Horas improductivas por CR3 de producción}}{\text{Total de horas trabajadas}}$	8.65%	4.32%	S/805,597.92	S/402,798.96	S/402,798.96	SMED (Single Minute Exchange of Die)
CR4	Falta de un método para detectar y prevenir errores	% Tiempo improductivo por paradas por errores en el proceso $\%TIP_{cr4} = \frac{\text{Horas improductivas por CR4 de producción}}{\text{Total de horas trabajadas}}$	6.43%	3.22%	S/599,066.25	S/299,533.13	S/299,533.13	Jidoka
CR2	Falta de organización de los trabajos de limpieza	% Tiempo improductivo por paradas por limpiezas no programadas $\%TIP_{cr2} = \frac{\text{Horas improductivas por CR2 de producción}}{\text{Total de horas trabajadas}}$	4.91%	2.46%	S/457,853.33	S/228,926.67	S/228,926.67	5S

Tabla 9

Matriz de indicadores - Área de mantenimiento

Cri	Causa raíz	Indicador	Valor actual	Valor objetivo	Pérdida monetaria inicial	Pérdida monetaria final	Ahorro	Herramienta de mejora
CR3	Falta de planificación y organización de las actividades de mantenimiento	<p>% Tiempo improductivo por paradas por demoras en los trabajos de mantenimiento</p> $\%TIM_{cr3} = \frac{\text{Horas improductivas por CR3 de mantenimiento}}{\text{Total de horas trabajadas}}$	5.09%	2.54%	S/474,027.50	S/237,013.75	S/237,013.75	Mantenimiento planificado (Keikaku Hozen)
CR4	Falta de mecanismos para prevenir errores de montaje	<p>% Tiempo improductivo por paradas por errores de montaje de máquinas</p> $\%TIM_{cr4} = \frac{\text{Horas improductivas por CR3 de mantenimiento}}{\text{Total de horas trabajadas}}$	4.81%	2.41%	S/448,522.08	S/224,261.04	S/224,261.04	Poka Yoke

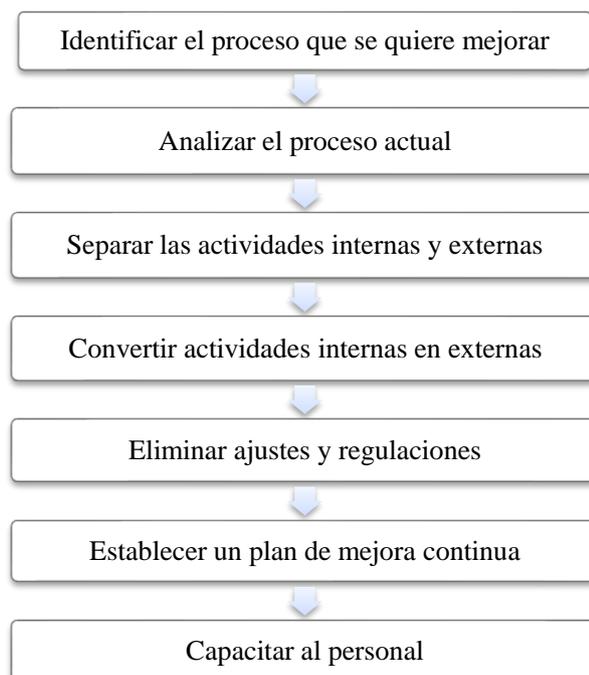
2.4.9. Desarrollo SMED

Se seleccionó la técnica de SMED como principal alternativa de solución con el fin de reducir los tiempos de cambio de formato además con el objetivo de aumentar la eficiencia en la producción y reducir los costos. En este sentido, la falta de estandarización en el método para el cambio de formatos como se mencionó previamente ha generado problemas en la producción, tales como pérdidas de tiempo, lo que a su vez deriva en un aumento de los costos. Por ello, la implementación de SMED se presenta como una solución eficaz para mejorar la eficiencia en la producción.

Se basa en la identificación y eliminación de actividades innecesarias durante el cambio de formato, así como en la estandarización de las actividades restantes, logrando así reducir los tiempos de cambio de formato a tan sólo algunos minutos, tal y como su nombre indica.

Figura 19

Procedimiento de implementación de SMED



Como se mostró en la Figura 19 el procedimiento para implementar SMED constó de 7 etapas secuenciales, las cuales estuvieron orientadas a reducir y estandarizar el tiempo de cambio de formatos.

El primer paso para aplicar SMED fue identificar el proceso que requería de mejora, identificando las actividades necesarias para llevar a cabo el cambio de herramientas y analizando cada una de ellas para reducir su tiempo de ejecución. De esta manera, se identificaron los puntos críticos del proceso, en este caso el proceso a analizar fue el cambio de formato de clamshells, en cual se realiza en las envasadoras de la planta y que estaba conformado por 12 actividades con un tiempo de ejecución promedio de 29.35 minutos. Los detalles del proceso de cambio de formato se encuentran disponible en el Anexo 18.

El segundo paso para implementar SMED se enfocó en el análisis detallado del proceso actual de cambio de formato. Este análisis permitió identificar los puntos críticos del proceso, así como también los elementos innecesarios que se pueden eliminar para lograr una optimización del mismo. Para ello, se requirió del uso de herramientas y técnicas especializadas que permitan llevar a cabo una evaluación precisa y exhaustiva de la operación de cambio de formato. Se trató, sin duda, de un paso crucial en la implementación del SMED que permitió obtener resultados significativos en cuanto a la eficiencia y la productividad de la organización. Para este paso se empleó una guía para realizar este análisis, mediante la clasificación de las operaciones en internas o externas. Los detalles de este paso se encuentran disponible en el Anexo 19.

El tercer paso para implementar SMED consistió en separar las actividades internas y externas. Al separar las actividades internas y externas, se pudieron identificar con mayor claridad qué pasos son críticos para el proceso de cambio y cuáles pueden ser ajustados o mejorados para optimizar el tiempo de producción. Se utilizó una guía documental para la separación de operaciones del cambio de formato (ver Anexo 20).

El cuarto paso consistió en convertir aquellas actividades internas en tareas realizadas de manera externa. Se buscó transformar las tareas que se realizaban con la máquina apagada en actividades con la máquina prendida, implementando dos criterios: la revisión exhaustiva de las operaciones para identificar posibles pasos que se consideraban erróneamente como internos y la búsqueda de alternativas para llevar a cabo dichos pasos fuera del ámbito interno. Surgieron casos en los que se identificaron operaciones que se realizaban como preparación interna y que podían ser llevadas a cabo con la máquina encendida. Fue crucial tener en cuenta los diferentes puntos de vista de los trabajadores para encontrar un consenso y un método eficiente que se ajustara a las características del personal. Además, se estableció la preparación anticipada de algunas operaciones para el cambio de formato; por ejemplo, el ajuste de los chutes, después de haberlo observado y consultado con expertos, se determinó que podía ser realizado sin problemas por el operador antes del cambio de formato, por la parte posterior de la máquina. Otra tarea que se modificó fue el cambio de rollo de etiquetas, que se llevaba a cabo después de varias operaciones, pero con la instalación de otra rotadora en paralelo, se logró ahorrar tiempo. Los detalles se muestran en el Anexo 21.

El quinto paso de SMED implicó la erradicación de ajustes y regulaciones, lo cual requirió en primer lugar disminuir el tiempo empleado en dichas regulaciones a través del desarrollo y diseño de mecanismos, así como el uso de plantillas intermedias. Se evidenció, tras consultar con los operadores de máquina, que la regulación del desapilador es una de las tareas más tardadas debido a que debe ajustarse al tamaño de clamshell a utilizar. Para solucionar esto, se implementó la utilización de desapiladores preconfigurados para cada tamaño de clamshell. Los detalles se muestran en el Anexo 22.

El sexto paso de SMED, fue el desarrollo de un plan de mejora continua. Este proceso implicó el análisis de los resultados obtenidos tras la implementación de las mejoras identificadas en los pasos anteriores y la identificación de posibles áreas de mejora. Es importante tener en cuenta que el plan de mejora continua no es un proceso estático, sino que debe ser revisado y ajustado constantemente para asegurar su eficacia. Este paso es esencial para garantizar que el éxito alcanzado en la implementación de SMED se mantenga a largo plazo y se continúe mejorando continuamente la eficiencia y la productividad de la empresa.

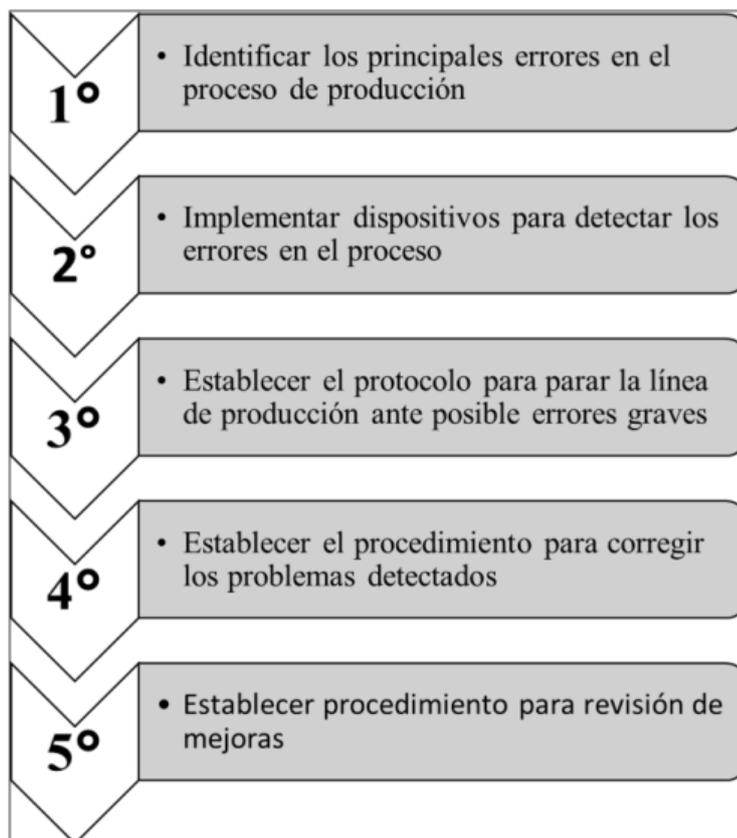
El séptimo y último paso del método SMED, también conocido como Single Minute Exchange of Die, fue la capacitación del personal, ya que fue fundamental que todos los involucrados en el proceso de cambio estén debidamente informados y preparados para llevar a cabo las nuevas metodologías. Es vital que se entienda la importancia de la reducción del tiempo de cambio en las distintas fases de producción, y que se tenga en cuenta el impacto positivo que esto tendrá en la eficiencia y la rentabilidad de la empresa.

2.4.10. Desarrollo Jidoka

Se propuso la implementación de la herramienta JIDOKA como la segunda alternativa de mejora a utilizar en el área de producción, ya que durante el proceso de empaque se han evidenciado errores que generan interrupciones en la línea de producción y requieren la realización de ajustes y reprocesos para corregir los pesos. Con el objetivo de evitar estos inconvenientes, se buscó automatizar tanto el control como la supervisión para detectar tempranamente dichos errores. Es importante destacar que, aunque los errores son inevitables, la detección a tiempo de los mismos puede generar importantes ahorros. En la Figura 20 se presenta el procedimiento establecido para la implementación de esta herramienta.

Figura 20

Procedimiento para la implementación de JIDOKA



La primera medida consiste en detectar los fallos primordiales en el procedimiento de elaboración mediante la observación y la obtención de fotografías que ilustren tales contratiempos. Posteriormente, se presenta en la Figura 21 la documentación que registra este paso.

Figura 21

Formato para la identificación de los principales errores en el proceso

GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DE LOS PRINCIPALES ERRORES EN EL PROCESO							
Fecha:	28/01/2023	Código:	2540	Versión:	1	Páginas:	1
Nombre del proceso:	Detección de errores en el proceso			Líder del proceso:	Avigail Erika Crisologo Alvarado - Cynthia Pamela Cerna Pizan		
Objetivo:	Identificar los principales errores en el proceso de producción						
FRUTA APLASTADA:							
							
PESOS BAJOS							
							

El siguiente paso resultó ser el más crucial en el proceso de JIDOKA, y su ejecución requirió una gran dosis de innovación y creatividad. Fue necesario implementar dispositivos capaces de detectar errores, específicamente en este caso se buscó detectar frutas aplastadas dentro de los envases y controlar el peso insuficiente de los mismos. Al consultar con los expertos de la compañía sobre la posibilidad de adaptar dispositivos a la línea de producción para detectar los envases con problemas, se logró materializar la idea de emplear sensores de peso y color, ya que estas variables son las principales características de los envases defectuosos. De esta forma se diseñó un sistema capaz de detectar errores en el proceso, lo cual se registró en el formato que se presenta en el Anexo 23.

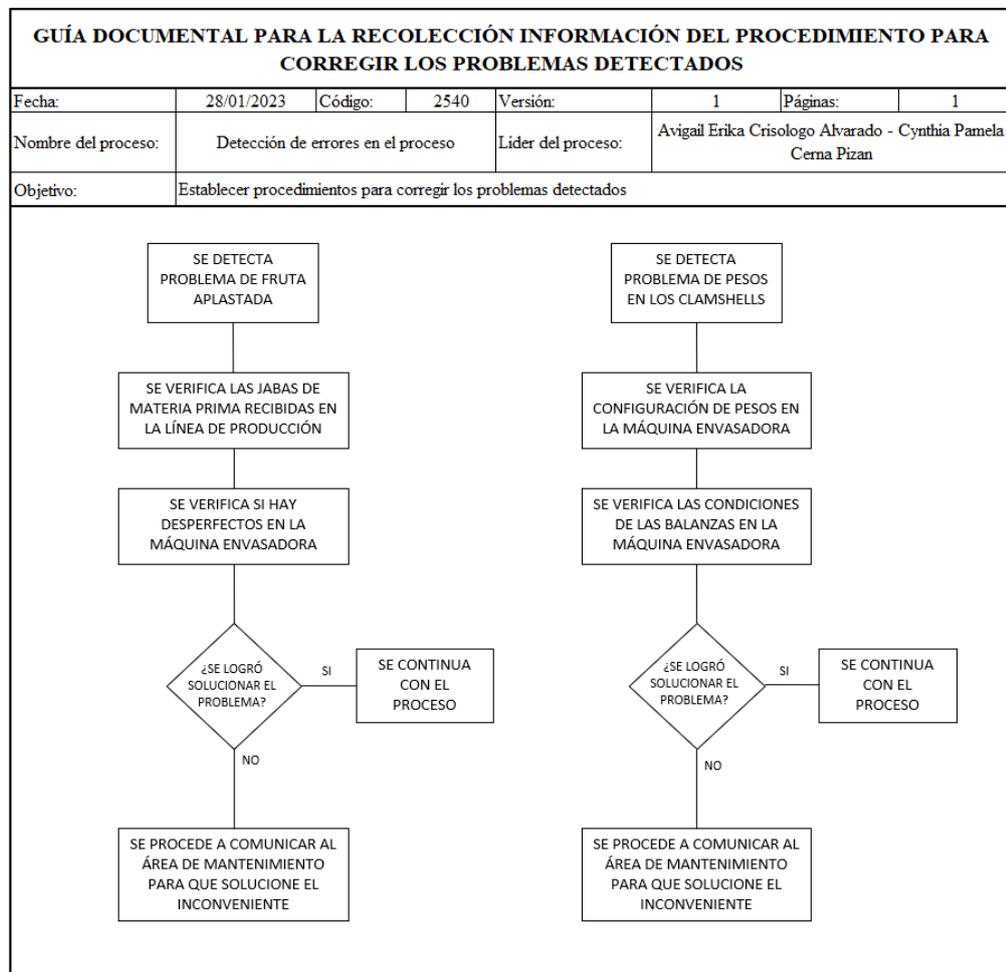
El tercer paso consistió en establecer el protocolo correspondiente para llevar a cabo las paradas en la línea de producción. La implementación del sistema JIDOKA buscó facilitar el autocontrol de errores, por lo que resultó esencial dotar a los trabajadores de las líneas con botones de fácil acceso y ubicación para detener la línea en caso de presentarse errores. Esta mejora implicó la unificación de criterios para que todos los trabajadores apliquen el mismo protocolo, evitando discrepancias y distorsiones. Para ello, se diseñó un diagrama de flujo (ver Anexo 24) que muestra el protocolo a seguir para detener la línea de producción ante la presencia de errores en el proceso.

El cuarto paso consistió en establecer protocolos para corregir los problemas identificados. Después de definir los métodos para detectar errores y establecer el protocolo para detener la línea en caso de cualquier incidencia, fue necesario establecer la manera adecuada de abordar y solucionar los problemas. Por ejemplo, si se detecta fruta aplastada en los envases clamshell,

se debe primero verificar si la fruta aplastada se originó en la materia prima recibida, examinando las cajas de materia prima al comienzo de la línea de producción. Si este no es el caso, entonces se debe verificar si el problema se debe a la máquina envasadora, y el operador debe actuar en consecuencia. Si el problema no se resuelve, la incidencia debe ser remitida al área de mantenimiento, donde trabajan especialistas. El procedimiento completo se puede visualizar en la Figura 22.

Figura 22

Procedimiento para corregir errores en el proceso

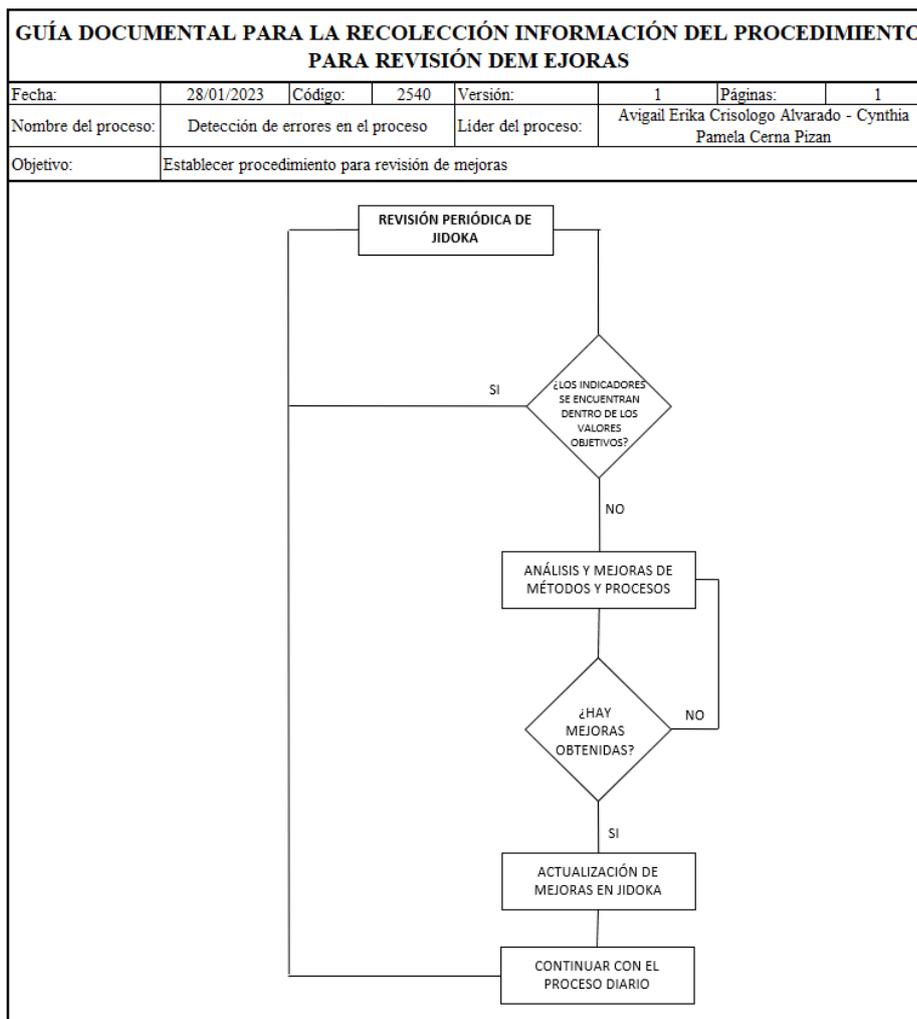


Finalmente, el último paso para aplicar JIDOKA consistió en establecer un proceso de evaluación de mejoras. Este paso permitió garantizar la

durabilidad de la herramienta implementada, al definir la manera en que se deben analizar y abordar periódicamente las mejoras establecidas. Es sabido que las circunstancias y necesidades pueden cambiar de manera impredecible día a día, lo que implica la necesidad de revisar constantemente si la forma en que se han implementado las mejoras requiere de algún ajuste, en función de los indicadores que muestren de manera objetiva los resultados obtenidos. Además, fue imprescindible registrar todas las mejoras para que, cuando el personal tenga que buscar cambios, puedan aprovechar los aprendizajes previos. La Figura 23 muestra cómo se ha gestionado este registro.

Figura 23

Formato de registro de procedimiento para la revisión de mejoras

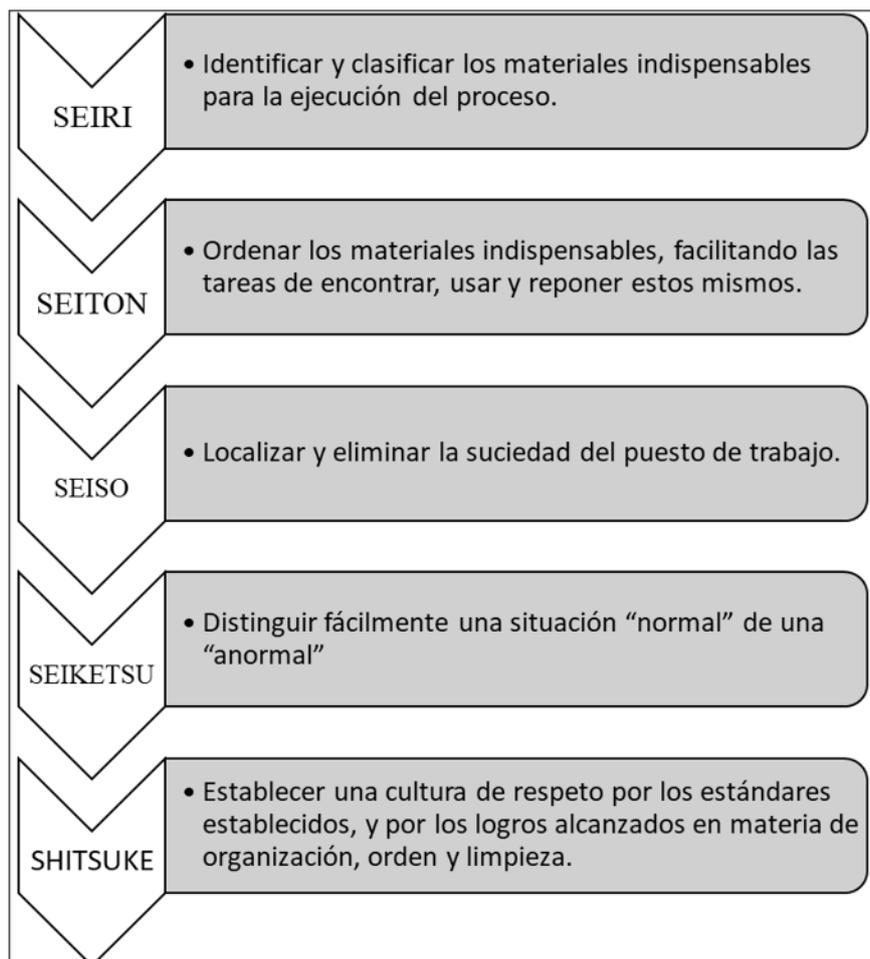


2.4.11. Desarrollo 5S

En el área de producción, se desarrolló la tercera herramienta de mejora que fue las 5S, con el objetivo de contrarrestar la falta de organización en los trabajos de limpieza. Esta herramienta estableció un orden en las líneas de producción y mejoró la programación de los trabajos de limpieza para evitar paradas repentinas en la producción. Coordinar los trabajos de limpieza resultó un desafío debido al tiempo limitado disponible fuera del horario de producción. La metodología de implementación de las 5S ya está establecida y se aplicará en la presente investigación, tal como se muestra en la Figura 24.

Figura 24

Procedimiento establecido para implementar 5S

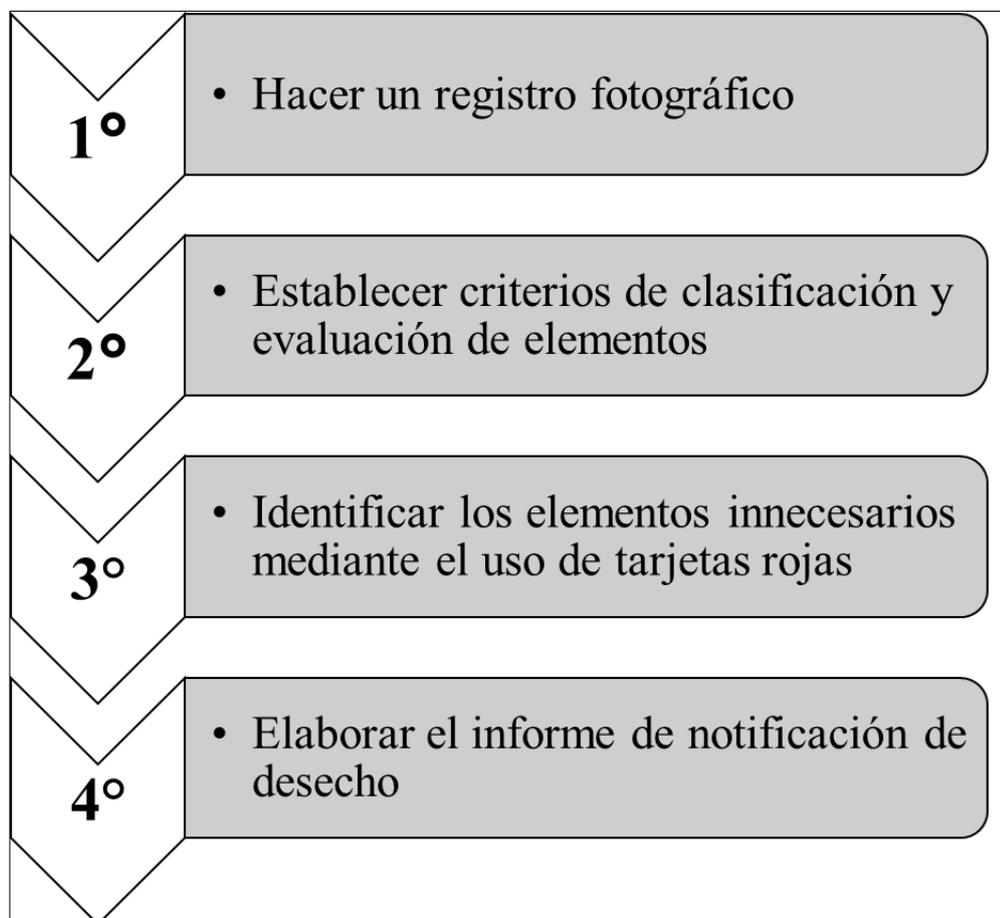


Implementación de SEIRI

En la planta de empaque se daban situaciones incómodas para trabajar debido a la presencia de múltiples objetos que obstaculizaban la visión y el movimiento. También se podían ver cajas u objetos que dificultaban el paso de los operadores en las líneas de producción. Para abordar estas situaciones, se decidió implementar SEIRI. En la Figura 25 se detallan los cuatro pasos necesarios para aplicar SEIRI con éxito.

Figura 25

Procedimiento para desarrollar SEIRI

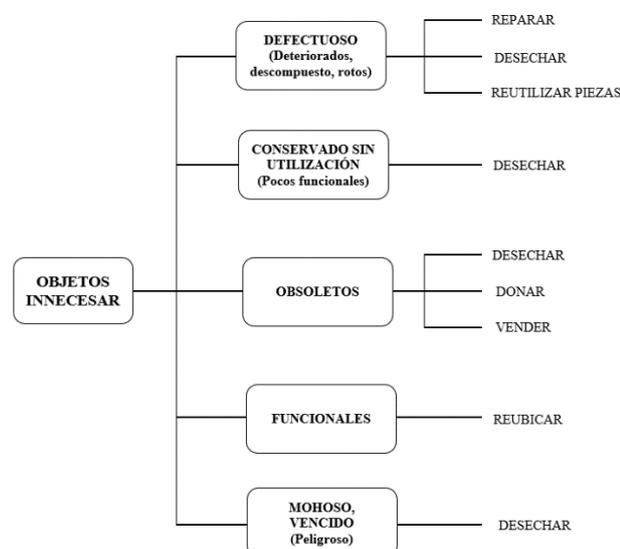


El inicio del proceso de implementación de SEIRI implica la captura de imágenes detalladas de cada línea de producción, lo que permite una mejor visualización de las condiciones reales de las áreas de trabajo. Estas fotografías

son utilizadas como evidencia para demostrar los problemas relacionados con el orden y la limpieza. El análisis de estas imágenes debe llevar a la identificación de soluciones para los problemas identificados, incluyendo la eliminación de elementos innecesarios que ocupan espacio y limitan la disponibilidad del área de trabajo. En el anexo 24 se muestra el formato utilizado en este paso.

El segundo paso implicó establecer criterios para clasificar y evaluar elementos en la planta de producción. Se ha observado que existía una tendencia a acumular diversos objetos en las líneas de producción, justificándose su utilidad y necesidad, aunque finalmente no se utilizan más. Con el tiempo, estos elementos se vuelven obsoletos o pierden su valor debido a la actividad de la empresa. Si no se tomaba conciencia de este problema de almacenamiento innecesario, se corría el riesgo de convertir el lugar de trabajo en un almacén, lo que generaba una baja productividad y aumentaba el riesgo laboral debido a la reducción del espacio y la visibilidad. En la Figura 26 se presentan los criterios establecidos.

Figura 26
Criterios para clasificación y evaluación de elementos



El siguiente procedimiento consistió en distinguir entre lo esencial y lo superfluo, utilizando para ello tarjetas de color rojo que fueron diseñadas para facilitar la tarea de clasificación. El color rojo fue escogido debido a su claridad visual. Tanto el operario como el supervisor del área pueden rellenar esta tarjeta con información sobre el nombre del elemento, la cantidad, la razón de su eliminación, el área en que se encuentra, la fecha, el evaluador y la disposición final sugerida. Las tarjetas rojas se adhieren a los elementos considerados innecesarios y se colocan en un lugar visible para evitar su pérdida. Se recomienda que la aplicación de las tarjetas se realice en un plazo de tres o cuatro días desde la difusión de los criterios de SEIRI. A continuación, la figura 49 muestra un ejemplo de la aplicación de la tarjeta roja.

Figura 27

Formato de registro de aplicación de tarjetas rojas

GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DE LA APLICACIÓN DE TARJETAS ROJAS							
Fecha:	28/01/2023	Código:	2365	Versión:	1	Páginas:	1
Nombre del proceso:	Orden y limpieza			Lider del proceso:	Avigall Erika Crisologo Alvarado - Cynthia Pamela Cerna Pizan		
Objetivo:	Aplicar Tarjetas rojas						

Tamaño aproximado: 3" x 6" (pulg.)
Color: preferiblemente rojo brillante, de modo que se pueda ver fácilmente en oficinas, talleres, áreas de producción, etc.

MODELO No.1

El paso final consistió en la confección del informe de notificación de desechos, en el cual todo lo que se haya hecho debe ser debidamente documentado. Para ello, cada supervisor de producción de las diversas líneas de producción debe elaborar y registrar un listado de los elementos superfluos, en el que se detallen: el responsable, la fecha, el nombre del elemento, la cantidad, el estado, la ubicación, el motivo de la eliminación y la acción sugerida. Este listado debe ajustarse al formato especificado en la Figura 28. No obstante, la última columna, que indica la "Decisión final", deberá ser completada por el jefe de planta, quien tiene la máxima responsabilidad en la planta de empaclado.

Figura 28

Formato para informe de notificación de desechos y reubicaciones

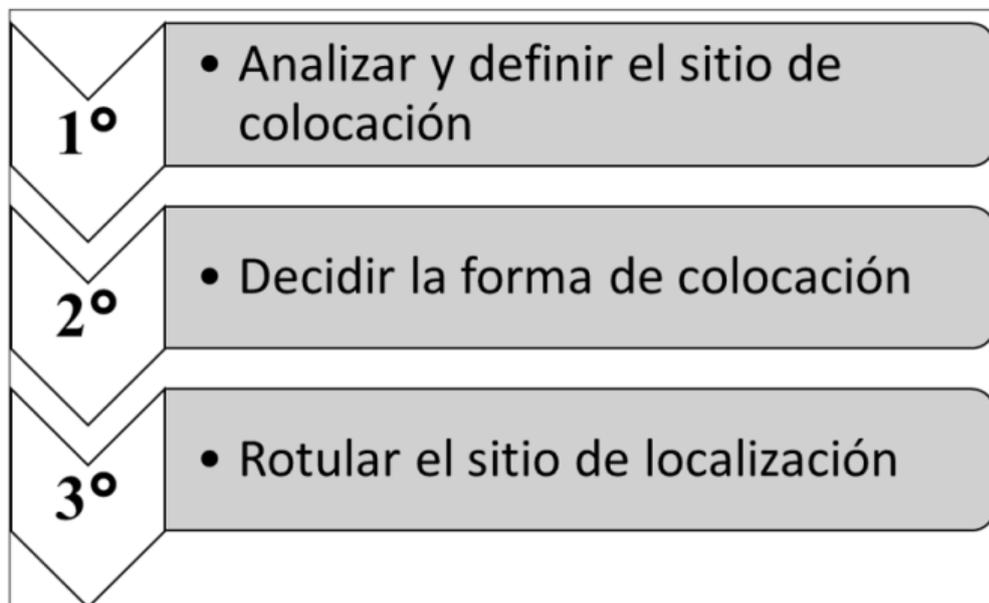
GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL INFORME DE NOTIFICACIÓN DE DESECHO							
Fecha:	28/01/2023	Código:	2365	Versión:	1	Páginas:	1
Nombre del proceso:	Orden y limpieza			Líder del proceso:	Avigail Erika Crisologo Alvarado - Cynthia Pamela Cerna Pizan		
Objetivo:	INFORME DE NOTIFICACIÓN DE DESECHO						
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		

Implementación de SEITON

Una vez finalizada la fase de implementación de SEIRI, los primeros resultados se percibirán al observar una mayor disponibilidad de espacio físico, lo que simplificó el comienzo de las actividades de SEITON. Se presentaban situaciones en la planta donde los trabajadores desconocían la ubicación correcta para depositar los objetos, o bien, alguna señalización que facilite su localización, lo que generaba pérdida de tiempo al buscar algún elemento. Es a raíz de esta necesidad de contar con un lugar específico para cada objeto, donde resulta crucial aplicar SEITON. Para llevar a cabo esta fase, se ha establecido el siguiente procedimiento que se muestra en la Figura 29.

Figura 29

Procedimiento para desarrollar SEITON



La etapa inicial de la creación de SEITON consistió en la evaluación de cómo maximizar el espacio disponible. Esto implica la reubicación eficiente de los elementos útiles, considerando algunos criterios formales, a fin de dejar más espacio disponible:

- Disponibilidad de área
- Simplicidad en el acceso y la reposición en su ubicación adecuada
- Frecuencia de uso, conveniencia, importancia y cantidad
- Localización designada para objetos destinados a tareas específicas o consecutivas.

Con el fin de lograrlo, se llevó a cabo una revisión exhaustiva de todas las áreas de la fábrica, verificando minuciosamente cada aspecto y examinando los espacios en su conjunto. La Figura 30 muestra el modelo utilizado para documentar las pruebas obtenidas.

Figura 30

Formato de registro de evidencia del primer paso de SEITON

GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL INFORME DE NOTIFICACIÓN DE DESECHO							
Fecha:	28/01/2023	Código:	2365	Versión:	1	Páginas:	1
Nombre del proceso:	Orden y limpieza			Líder del proceso:	Avigail Erika Crisologo Alvarado - Cynthia Pamela Cerna Pizan		
Objetivo:	Analizar y definir el sitio de colocación						
							

El siguiente paso consistió en determinar la ubicación adecuada de cada elemento, lo cual fue de gran importancia debido a que su colocación incorrecta podría ocasionar errores involuntarios que afecten negativamente el desarrollo del trabajo. Por ejemplo, se presentaban situaciones donde se utilizaban elementos similares en cuanto a tamaño, forma o color, pero con distintas funciones o aplicaciones. En la planta de empaque, se debió prestar especial atención a la ubicación de los recipientes destinados a contener los desechos de fruta durante el proceso de selección, los cuales debieron ser colocados en un lugar que permitía a los encargados desechar rápidamente lo que no sirve, sin tener que preocuparse por buscar dónde colocarlo. Además, todas las cajas debieron tener un espacio específico asignado. En lo que respecta a las líneas de producción, cada una de ellas contó con sus propias rejillas de despacho ubicadas en el lugar correspondiente. La Figura 53 ilustra claramente cómo llevar a cabo este procedimiento.

Figura 31

Formato de registro de evidencia del segundo paso de SEITON

GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN DE ÁREAS					
Fecha:	28/01/2023	Código:	2365	Versión:	1
Nombre del proceso:	Orden y limpieza		Lider del proceso:	Avigail Erika Crisologo Alvarado - Cynthia Pamela Cerna Pizan	
Objetivo:	Decidir la forma de colocación				
					

El tercer procedimiento de SEITON consistió en la señalización del sitio de ubicación, el cual es una herramienta de carácter visual que facilita la identificación de la posición de los diversos elementos y áreas de trabajo. Esta práctica contribuye a reducir el tiempo requerido para su localización en cualquier momento, por lo que es fundamental que se diseñe de manera clara y visible. Un ejemplo de ello se puede observar en la Figura 32, que muestra el formato empleado para llevar a cabo este paso.

Figura 32

Registro de evidencia del tercer paso de SEITON

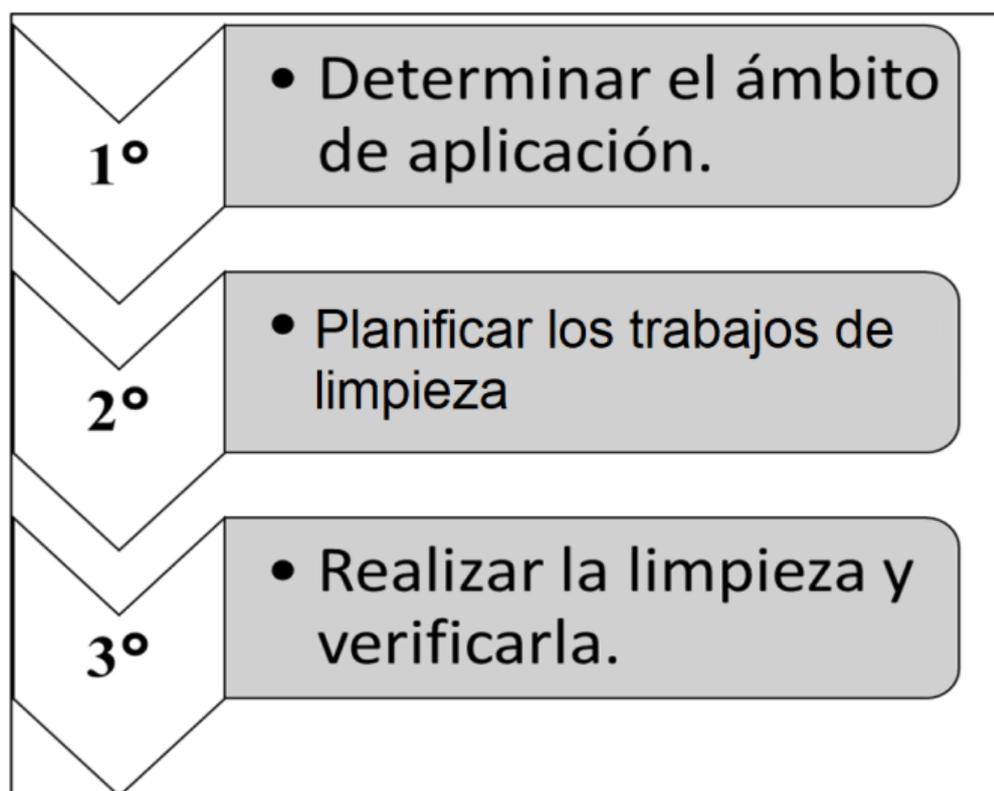
GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DE LA ROTULACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN							
Fecha:	28/01/2023	Código:	2365	Versión:	1	Páginas:	1
Nombre del proceso:	Orden y limpieza			Lider del proceso:	Avigail Erika Crisologo Alvarado - Cynthia Pamela Cerna Pizan		
Objetivo:	Rotular el sitio de localización						

Implementación de SEISO

Siguiendo con la fase siguiente, que es la limpieza, tal como se indicó en el análisis, se habían detectado circunstancias en la fábrica donde el suelo de las zonas de labor permanece con restos, desechos o suciedad debido al proceso natural del empaquetado de arándanos. El polvo, la grasa o la suciedad se adherían regularmente en los productos finalizados, herramientas, maquinarias y otros elementos. Por lo tanto, ante estas situaciones fue crucial que la limpieza fuese una parte esencial en las tareas cotidianas en el trabajo, con el objetivo de conseguir un mayor nivel de seguridad. Para ello, se ha establecido el proceso que se muestra en la Figura 33.

Figura 33

Procedimiento para desarrollar SEISO



En la fábrica de empaquetado existían numerosas secciones donde el mobiliario y otros elementos de trabajo se hallaban en mal estado, sucios o en descomposición, lo que desanimaba a los empleados y producía una imagen negativa a los visitantes. Con SEISO, se realizaron mejoras en el aspecto estético y prevención de accidentes laborales, para eliminar pérdidas económicas provocadas por la suciedad.

La siguiente etapa consistió en coordinar con el personal para que en los intervalos disponibles en el horario de fabricación, se pueda efectuar la limpieza para que cada línea de producción esté en óptimas condiciones. Es crucial establecer un plan de limpieza que detalle la zona a higienizar, el individuo responsable, la periodicidad, el método de limpieza, los productos a emplear y el sitio para el registro. El formato utilizado para el programa de limpieza se ilustra en la Figura 34.

Figura 34

Formato de programa de limpieza

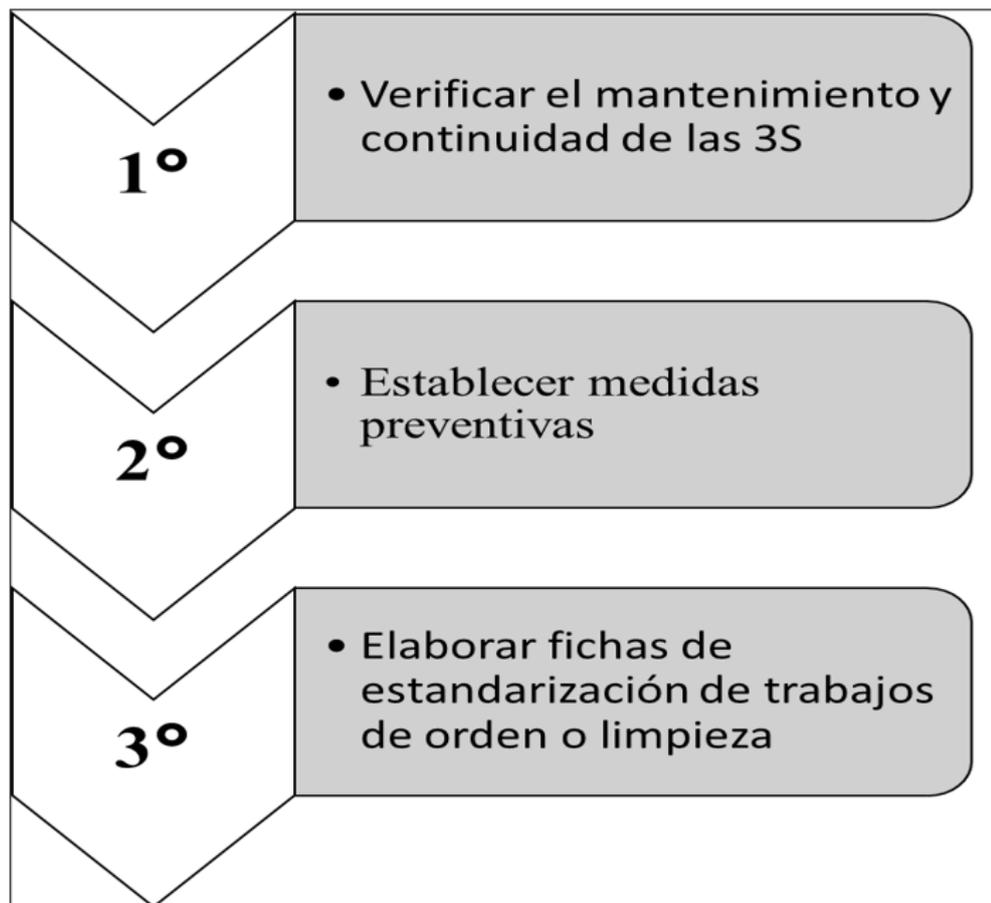
Zona / maquinaria	Responsable Ejecución	Frecuencia	Operación	Productos	Lugar de Registro
Fábrica	Operario Fábrica	Diario	Barrido, Enjuague con agua caliente, Fregado con Desengrasante y Enjuague final.	Agua y desengrasante	Registro de Limpieza de Fábrica
Empacadora		Al menos una vez por semana	Limpieza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

Implementación de SEIKETSU

En esta fase, el objetivo es mantener un estado óptimo de orden, limpieza y clasificación para garantizar un ambiente saludable para los empleados. Se trata de encontrar los medios adecuados para detectar las causas de la suciedad y tomar medidas necesarias para evitar la necesidad de limpiar constantemente. En resumen, la implementación de SEIKETSU implica la continuación permanente de SEIRI, SEITON y SEISO, como se muestra en la Figura 35, para lograr un ambiente de trabajo óptimo.

Figura 35

Procedimiento para implementar SEIKETSU



Con el fin de evaluar la efectividad de la implementación de las tres primeras S en las líneas de producción, se requiere efectuar evaluaciones

regulares mediante una lista de control que permita medir el grado de aplicación de SEIRI, SEITON y SEISO. Como ejemplo, la Figura 36 se presenta el formato estandarizado para llevar a cabo estas verificaciones.

Figura 36

Formato para realizar verificaciones de las primeras 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		

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.

Figura 37

Formato para establecer medidas preventivas mediante los 5 porqué

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

La última etapa comprende la implementación de fichas o registros para estandarizar los procesos de orden y limpieza. Estos documentos detallan los parámetros a tener en cuenta para llevar a cabo dichos procesos, tal como se ilustra en la Figura 38.

Figura 38

Formato para estandarizar trabajo de limpieza

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 ADECUADA 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 cliente] C --> D[Aplicar el limpiador (ver anexo)] D --> E[Fregar con sabón toda la superficie de la mesa] E --> F[Enjuagar] F --> G[Aplicar el desinfectante (ver anexo)] G --> H[Enjuagar según ficha técnica] H --> I[Registrar] E --> J[Patatas de la mesa, parte baja de la mesa] </pre>		
CONTROL DE DATOS		
N° DE COPIAS	ENCARGADO	FIRMA
1	Jefe de calidad	/
2	Supervisor	

Implementación de SHITSUKE

La fase final de las 5S es crucial para asegurar el éxito a largo plazo, ya que se enfoca en fomentar el cumplimiento de los procedimientos y reglas establecidas, logrando convicción y compromiso por parte del personal. Esta fase es considerada como el motor que hace funcionar las 4S anteriores y requiere que se haga énfasis en la autodisciplina a través de la capacitación en temas relevantes para que los empleados adopten una actitud proactiva en cumplir con las 5S de manera voluntaria. La Figura 39 muestra el procedimiento formal a seguir.

Figura 39

Procedimiento para implementar SHITSUKE



La etapa inicial consiste en establecer y llevar a cabo acciones que estimulen la implicación de los trabajadores mediante comunicados, notificaciones y paneles, que promuevan la observancia de las normas establecidas por la metodología 5S. Es posible observar algunos ejemplos de su implementación en la Figura 40.

Figura 40

Formato de registro de evidencias de actividades 5S

GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DE LAS ACTIVIDADES QUE FOMENTEN LA PARTICIPACIÓN DEL PERSONAL							
Fecha:	28/01/2023	Código:	2365	Versión:	1	Páginas:	1
Nombre del proceso:	Orden y limpieza			Líder del proceso:	Avigail Erika Crisologo Alvarado - Cynthia Pamela Cerna Pizan		
Objetivo:	Definir y desarrollar actividades que fomenten la participación del personal						
 <p>Fotografía 17 – Como costumbre se depositan los discos compactos en su respectivo lugar según su numeración</p>				 <p>Fotografía 18 – Normas a cumplir después de finalizar alguna reunión en la sala de juntas</p>			

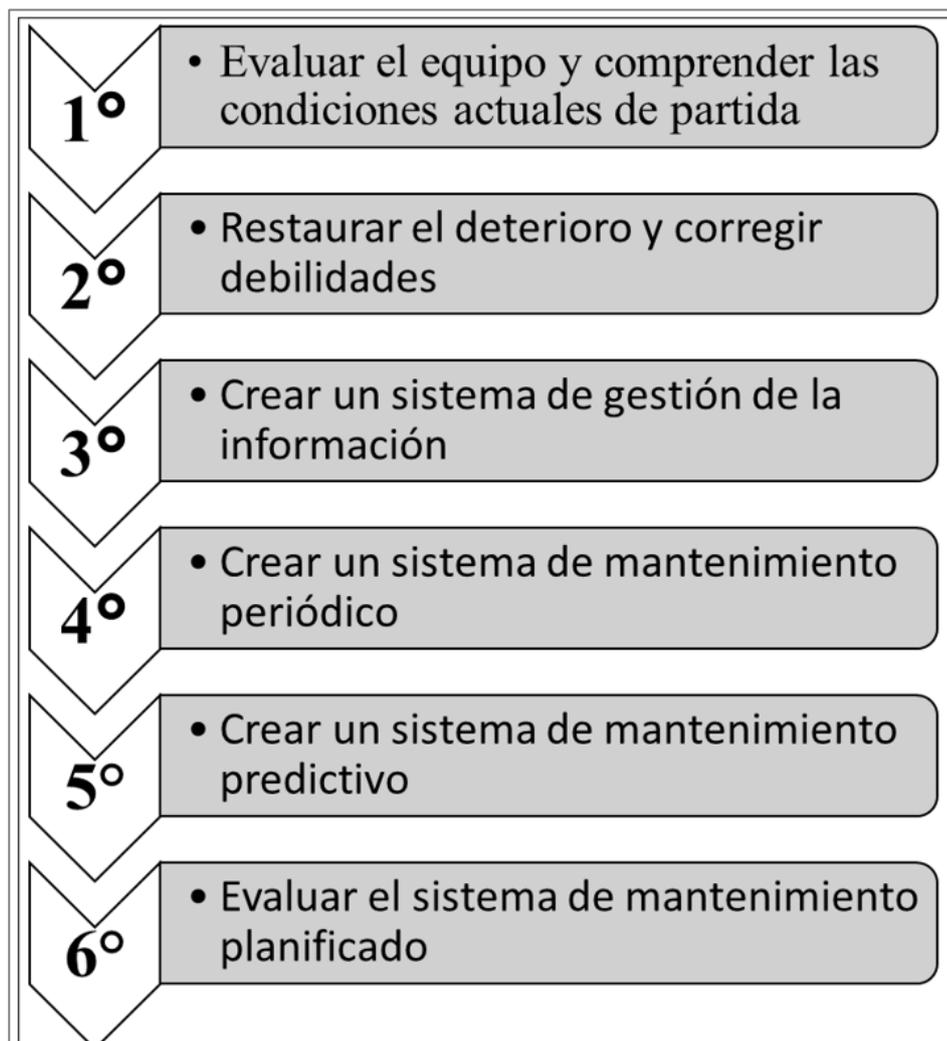
Resultó primordial establecer un contexto que fomente la rigurosidad en relación a la estrategia de las 5S. Un lugar donde se evidencia esta rigurosidad se destaca de otros debido a que las personas demuestran el aprendizaje adquirido durante su implementación. Al desarrollar la quinta S, se implementó una nueva disciplina laboral que implicó la aplicación coherente y sistemática de las actividades anteriores. Se transitó gradualmente de un esfuerzo consciente de pensar y aplicar nuevas prácticas laborales, así como de desaprender viejos hábitos. Si la compañía fomenta el compromiso de cada individuo en cada actividad diaria, es muy probable que la puesta en práctica de esta última etapa no presente obstáculos. Los hábitos desarrollados con la práctica representan un buen modelo para que la rigurosidad sea un valor fundamental en el modo de realizar un trabajo.

2.4.12. Desarrollo Mantenimiento Planificado (Keikaku Hozen)

La segunda herramienta incorporada en la zona de mantenimiento, es una parte fundamental del TPM, conocida como Mantenimiento Planificado o Keikaku Hozen. Esta herramienta busca erradicar la ausencia de planificación, organización y coordinación en las tareas de mantenimiento, lo que resulta en una gran cantidad de tiempos improductivos debido a la demora en la realización de estas tareas. Se puede observar el proceso establecido para llevar a cabo esta herramienta en la Figura 41.

Figura 41

Procedimiento de implantación de Mantenimiento Planificado



El primer paso consiste en evaluar los equipos y comprender la situación actual. La planta de producción analizada en la investigación utiliza diversos tipos de equipos, algunos de ellos son similares pero su importancia varía en función de su papel en el proceso. Es crucial identificar los equipos que requieren mantenimiento planificado, para ello se deben elaborar registros y priorizarlos según criterios predefinidos. Estos registros son esenciales para obtener datos precisos para el análisis correspondiente. En la Figura 42 se presenta el formato diseñado para recopilar información relevante, como los datos del diseño del equipo, su historial de operación y mantenimiento.

Figura 42

Formato para el registro de los equipos

1.- Activo#: _____

2.- Equipo: _____ Modelo#: _____ Plano#: _____ Espec.#: _____

3.- Situación: _____ Fábrica: _____ Planta: _____ Proceso: _____ Registro de movimientos: _____

4.- Fabricante: _____ Fecha fabr. : _____ Fecha instalac.: _____
 Fecha de test: _____ Fecha de arranque: _____

5. Registro de especificaciones de cambios

Fecha	Especificaciones del equipo	Condiciones de operación

6. Registro de mantenimiento

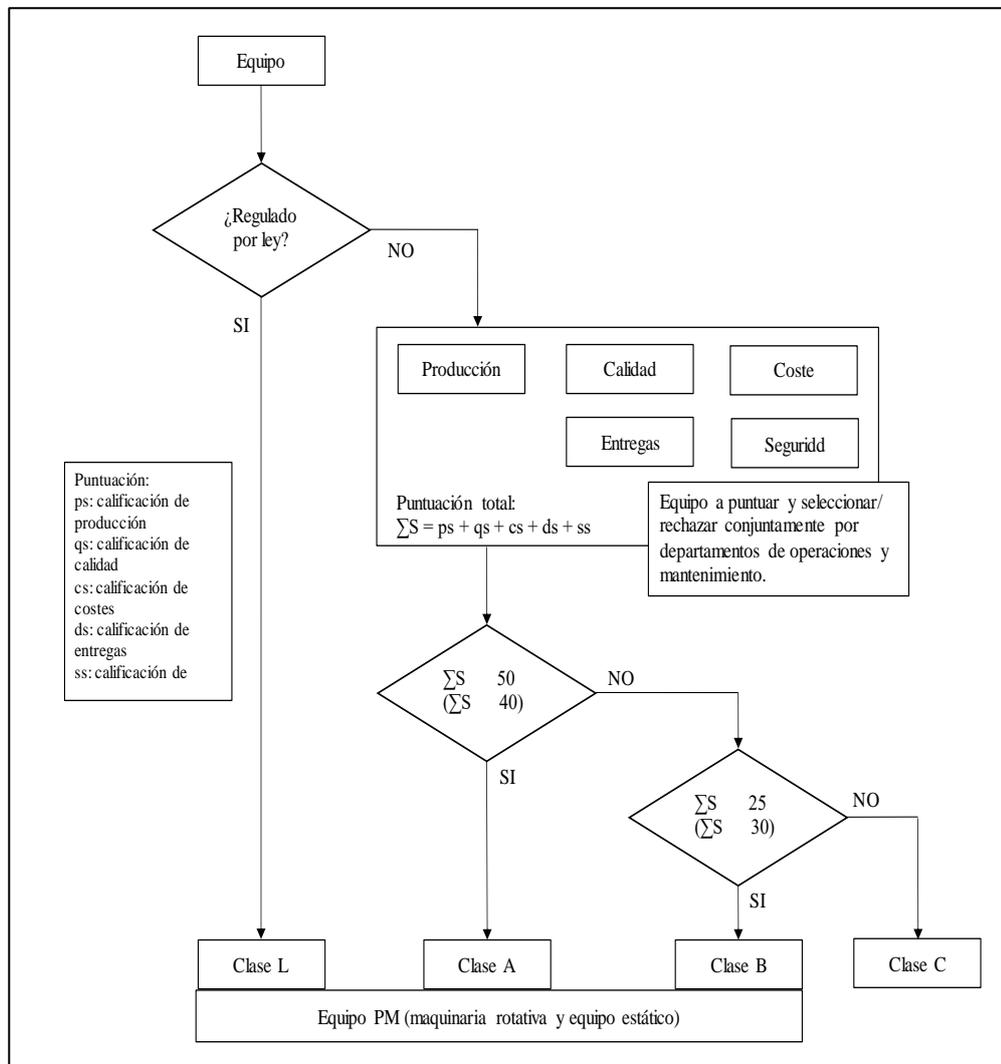
Fecha	Servicio periódico	Mantenimiento correctivo	Fallos principales

7. Especificaciones del principal equipo auxiliar

Una vez obtenido el registro, se debe llevar a cabo una evaluación de cada equipo, basada en diferentes factores tales como seguridad, calidad, operabilidad y mantenibilidad. Se procede a la clasificación de los equipos y se determinan las clases que deben ser incluidas en el mantenimiento planificado. Por tanto, es indispensable establecer un procedimiento que permita llevar a cabo dicha evaluación, tal y como se ilustra en la Figura 43.

Figura 43

Diagrama de flujo para mantenimiento planificado



El siguiente paso para la ejecución del Mantenimiento Planificado es recuperar el deterioro y solucionar las debilidades. Para recuperar el deterioro,

se utilizarán las 5S implementadas en el área de producción, es decir, mediante la realización de trabajos de limpieza y reparación. En cuanto a las debilidades inherentes generadas por su diseño, se llevará a cabo un análisis P.M. para investigar los fallos ocasionados por estas debilidades y corregirlos. De lo contrario, los fallos impredecibles anularán cualquier ventaja que se pueda obtener del mantenimiento planificado. Es por eso que es crucial evitar la repetición de fallos, tal como se mencionó al principio. Para lograr esto, es fundamental registrar los fallos, lo que permitirá que en futuros análisis se parta de premisas ya probadas y estudiadas. Con este fin, se ha diseñado un formato (ver Figura 44) para elaborar informes adecuados de fallos.

Figura 44

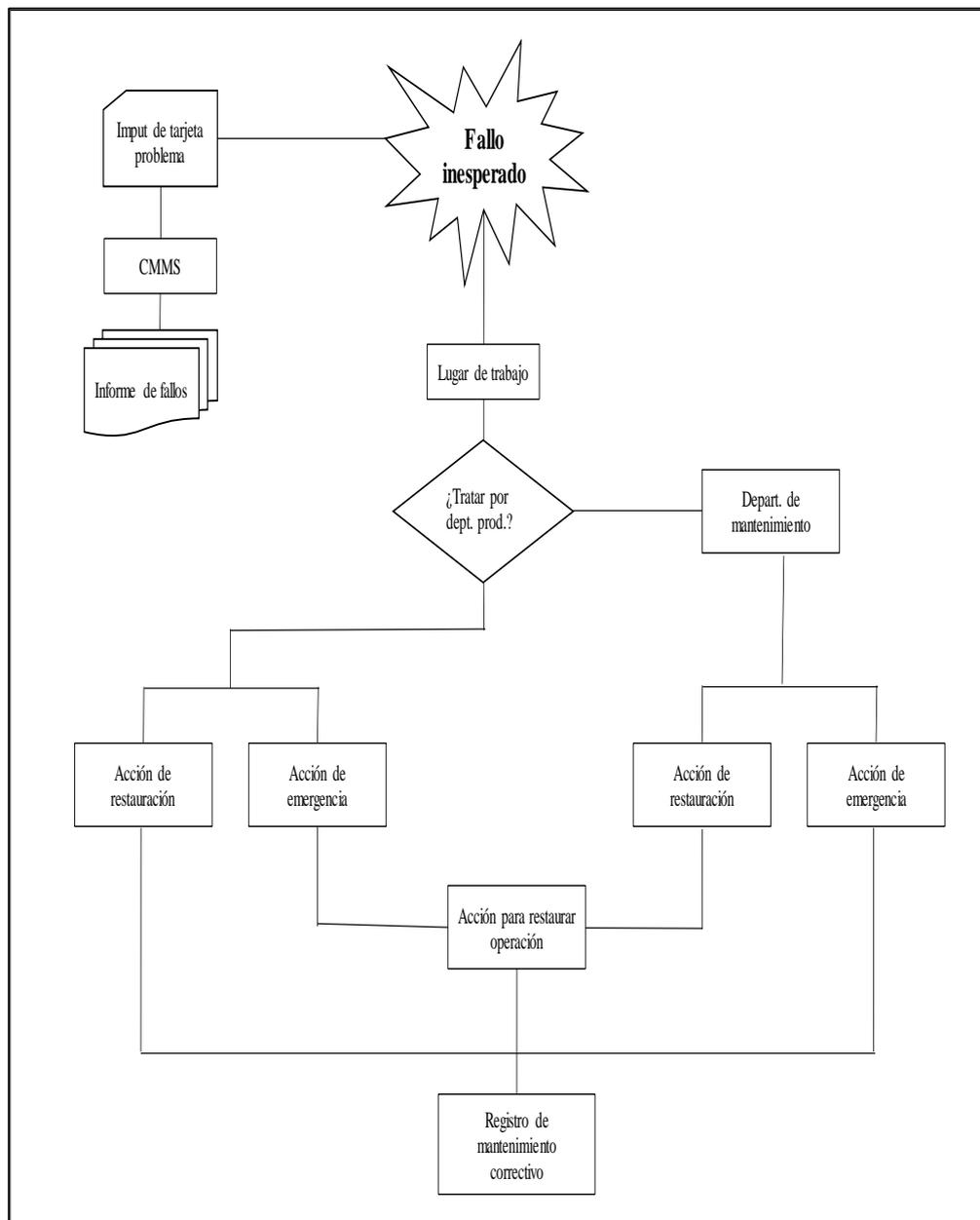
Formato de informe de fallo inesperado

INFORME DE FALLO INESPERADO N° 005							
Director división : _____				Director división: _____			
Supervisor : _____				Supervisor : _____			
Líder de equipo : _____				Líder de equipo : _____			
Equipo del fallo: <u>Compresor de refrigeración</u>		Modelo N° <u>P-45721</u>		Tiempo total <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>			
Fecha: ____/____/____		Tiempo ____ (min.)					
Fecha: ____/____/____		Tiempo ____ (min.)					
Descripción:							
Se paró el compresor para reemplazar el cierre mecánico. Cuando se hizo arrancar el compresor, se rompió el acoplamiento, de modo que el compresor paró de nuevo.							
El compresor P-45721 comprime el refrigerante en estado gaseoso elevando su temperatura y presión. Como el mecanismo de estanqueidad mecánico tenía un fuga, se paró el compresor para reemplazarlo después de primeramente conectar el compresor de reserva P-54125. El acoplamiento se rompió cuando se hizo arrancar de nuevo el compresor después de reemplazar el mecanismo de estanqueidad.							
Análisis del fallo: (Causas directas, causas indirectas, causas reales).							
1. El acoplamiento se ha calentado mientras el mecanismo de estanqueidad se estaba reemplazando. El compresor se hizo arrancar después de conectar el acoplamiento al eje de la bomba, que estaba aún caliente.							
2. No se chequeó el estado del acoplamiento.							
Acción y contramedidas							
1. Precalear un acoplamiento de repuesto y montarlo cuando la diferencia de temperatura entre él y el eje del compresor esté dentro de un rango especificado.							
2. Especificar un método para verificar el estado de la unión del acoplamiento después de la instalación, e incluir esto dentro de los estándares de trabajo.							
Acción para evitar fallos similares							
Situación	Equipo	Plan de acción	Acción ejec.	Situación	Equipo	Plan de acción	Acción ejec.
		/	/			/	/
		/	/			/	/
		/	/			/	/
		/	/			/	/
		/	/			/	/

Asimismo, considerando los datos obtenidos y con la finalidad de mejorar de manera constante y reducir los gastos innecesarios, se implementó un proceso para prevenir la repetición de errores inesperados, el cual se enfoca en resolver los problemas detectados en función de la información registrada, tal como se muestra en la Figura 45.

Figura 45

Diagrama de flujo para evitar repeticiones de fallos inesperados

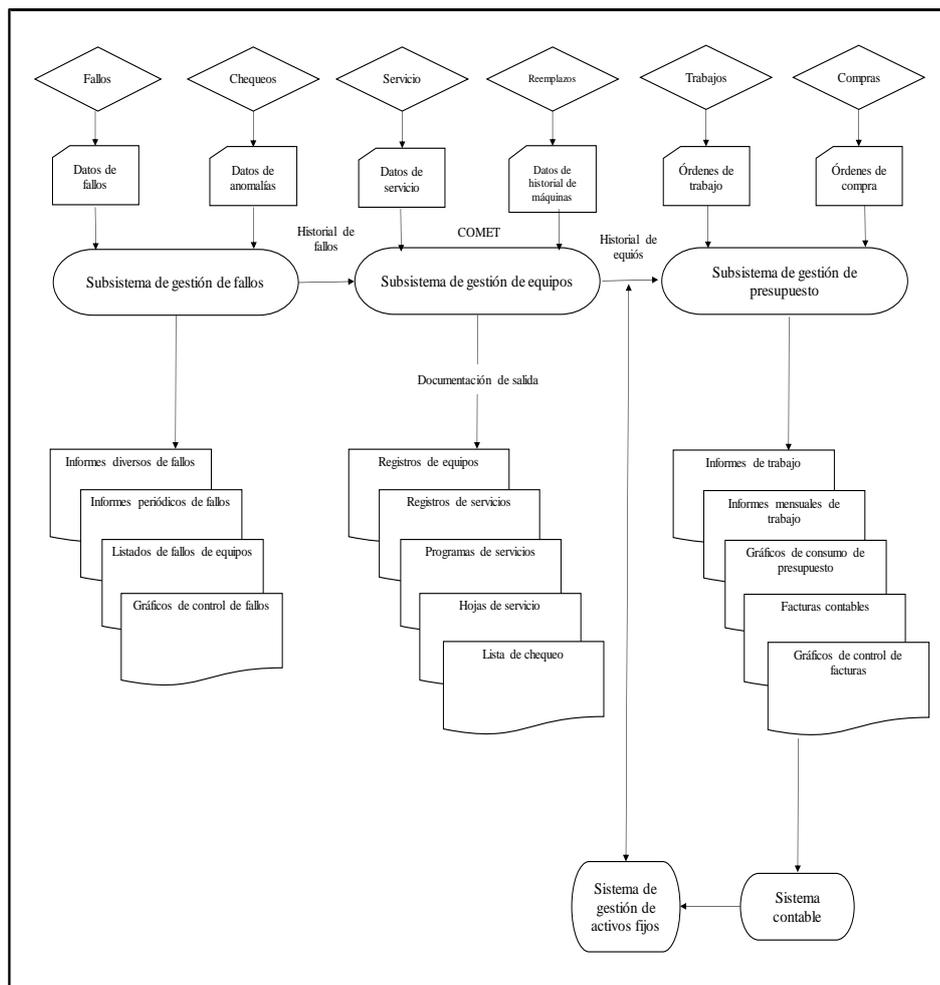


El siguiente paso es establecer un sistema de administración de datos para la fábrica de la compañía bajo investigación, ya que hay una gran cantidad de equipos que necesitan mantenimiento y cada proceso requiere un régimen diferente. Esta cantidad de información es difícil de manejar, por lo que es esencial implementar un sistema digitalizado para procesar los datos.

Con el propósito de comprender el mecanismo del sistema encargado de administrar los registros acerca de las labores de reparación, se ha confeccionado el diagrama de flujo correspondiente (Figura 46), con el objeto de visualizar la manera en que se manipula la información.

Figura 46

Diagrama de flujo del sistema de gestión de información del mantenimiento

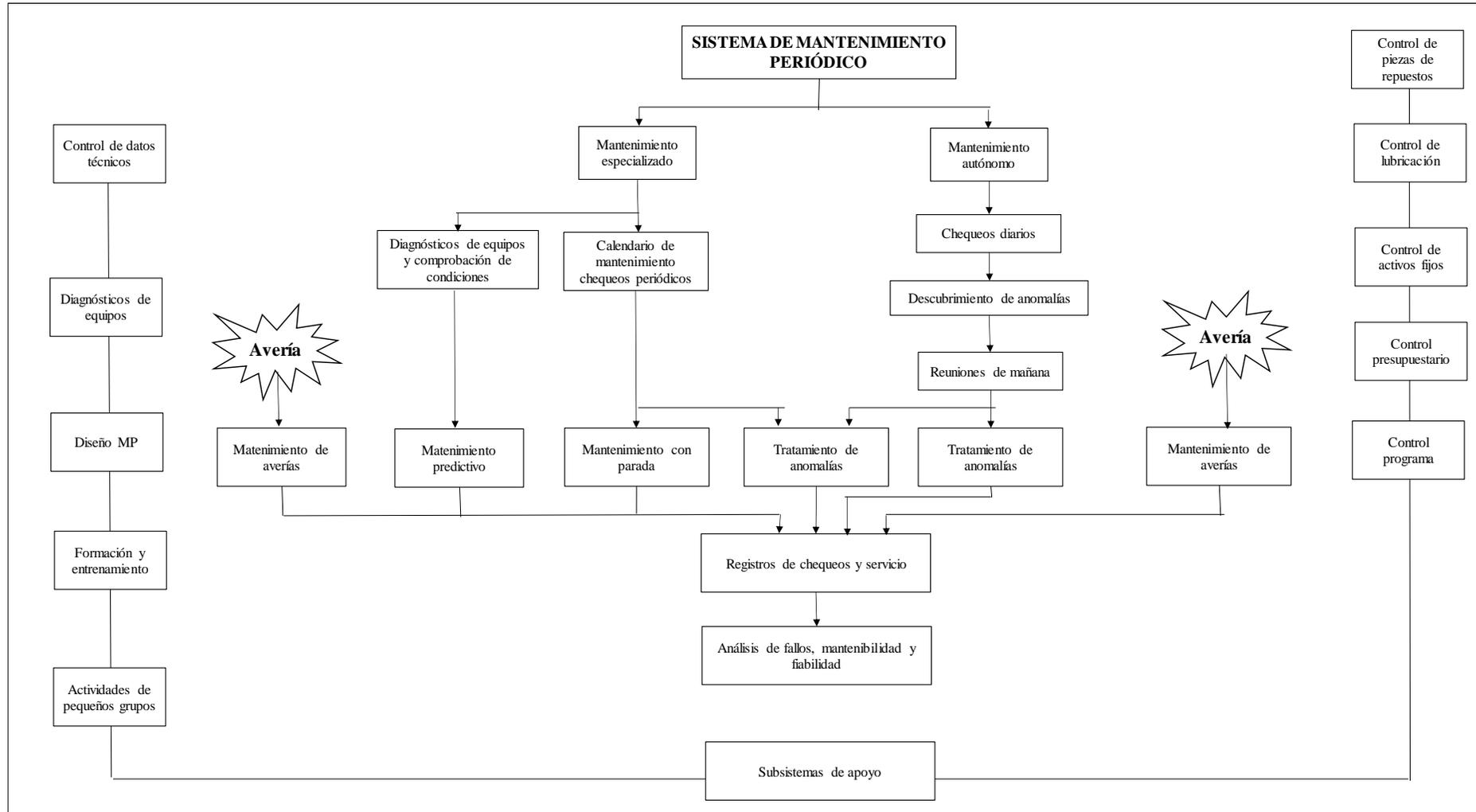


El siguiente paso implica establecer un sistema regular de mantenimiento, lo cual requiere una preparación previa esencial para garantizar la ejecución adecuada del trabajo programado. Entre dicha preparación previa, se incluyen la disposición de maquinarias de reserva, piezas de repuesto, equipo de inspección, lubricantes y la información técnica relevante, como planos detallados. Solo de esta manera se podrá llevar a cabo el trabajo de mantenimiento de manera gradual y efectiva, tal como se muestra en la Figura 47 que ilustra el sistema de mantenimiento periódico.

La implementación de un sistema de mantenimiento periódico es una tarea crucial para garantizar el correcto funcionamiento de las maquinarias en una empresa. Para llevar a cabo esta labor de manera eficiente, es imprescindible contar con un conjunto de herramientas y recursos que permitan realizar el trabajo programado de forma efectiva. Entre estos elementos, destacan las maquinarias de reserva, las piezas de repuesto, el equipo de inspección, los lubricantes y, por supuesto, la información técnica necesaria, como los planos de detalles. Todos estos componentes resultan esenciales para llevar a cabo un mantenimiento preventivo adecuado y asegurar la continuidad del proceso productivo en la empresa. Por lo tanto, contar con un sistema de mantenimiento periódico bien diseñado y planificado es una medida fundamental para garantizar la eficacia, seguridad y fiabilidad en el desempeño de las maquinarias industriales.

Figura 47

Diagrama de flujo del sistema de mantenimiento periódico



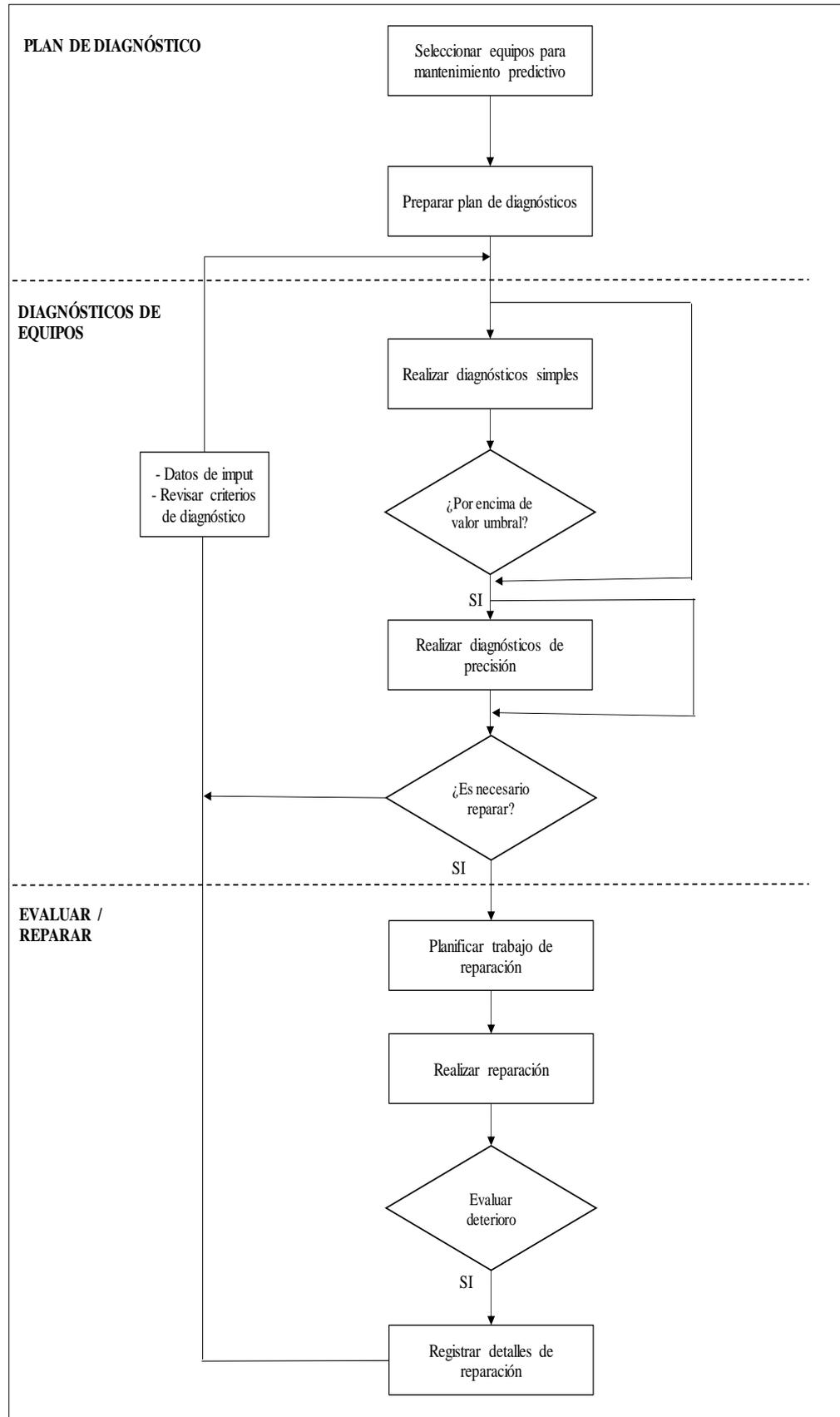
El quinto paso consiste en establecer un sistema de mantenimiento predictivo que permita reducir los fallos inesperados en gran medida, aunque no sea posible eliminarlos por completo. El mantenimiento periódico se fundamenta en el tiempo y supone que el equipo se deteriora a un ritmo hipotético, lo cual limita la precisión en la definición de intervalos de servicio óptimos. Para mejorar este enfoque es necesario medir el deterioro real de las diferentes partes del equipo, lo que exige un enfoque basado en su condición. De este modo, el mantenimiento se enfoca en el desgaste real del equipo, confirmado mediante diagnósticos precisos. Para implementar el mantenimiento predictivo, es necesario medir las características que indican el deterioro del equipo, conocidas como "características sustitutivas". Estas incluyen la vibración, temperatura, presión, tasa de flujo, contaminación de lubricantes, reducción del espesor de paredes, crecimiento de defectos metalúrgicos, tasa de corrosión y resistencia eléctrica.

De ahí que sea necesario implementar, en conjunto con las revisiones periódicas, una estrategia de mantenimiento predictivo en la que se utilicen herramientas de diagnóstico para los equipos. En primer lugar, es fundamental establecer un método para diagnosticar las maquinarias que tienen motores rotativos y luego extender su aplicación a los equipos estáticos.

Para entender mejor la metodología, se presenta en la Figura 48 un diagrama de flujo que sirve para llevar a cabo los trabajos de mantenimiento predictivo.

Figura 48

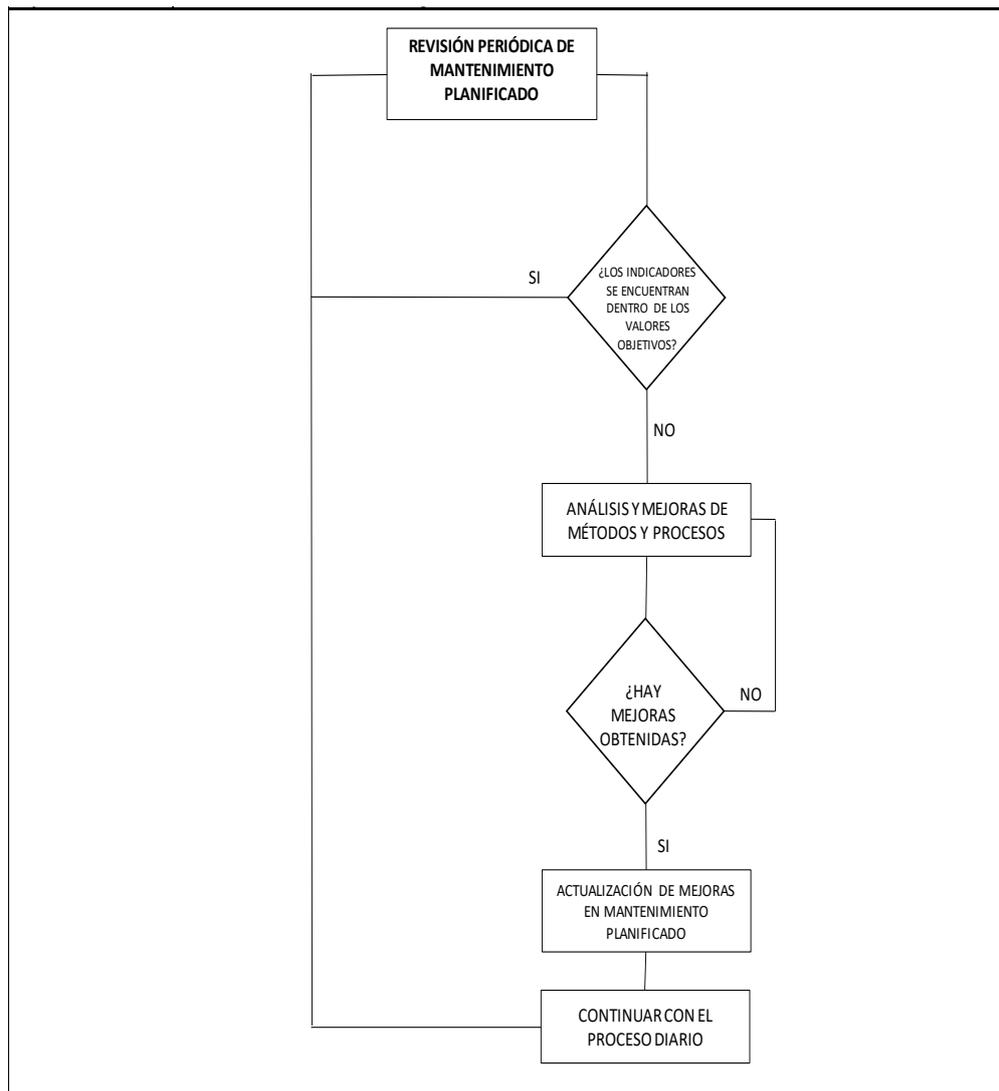
Diagrama de flujo del sistema de mantenimiento predictivo



La etapa final consiste en la evaluación del sistema de mantenimiento planificado, la cual se ha definido mediante un procedimiento que especifica cómo se llevarán a cabo las revisiones y mejoras establecidas para dicho sistema. La figura 49 muestra el diagrama de flujo correspondiente.

Figura 49

Diagrama de flujo para revisión periódica de Mantenimiento Planificado

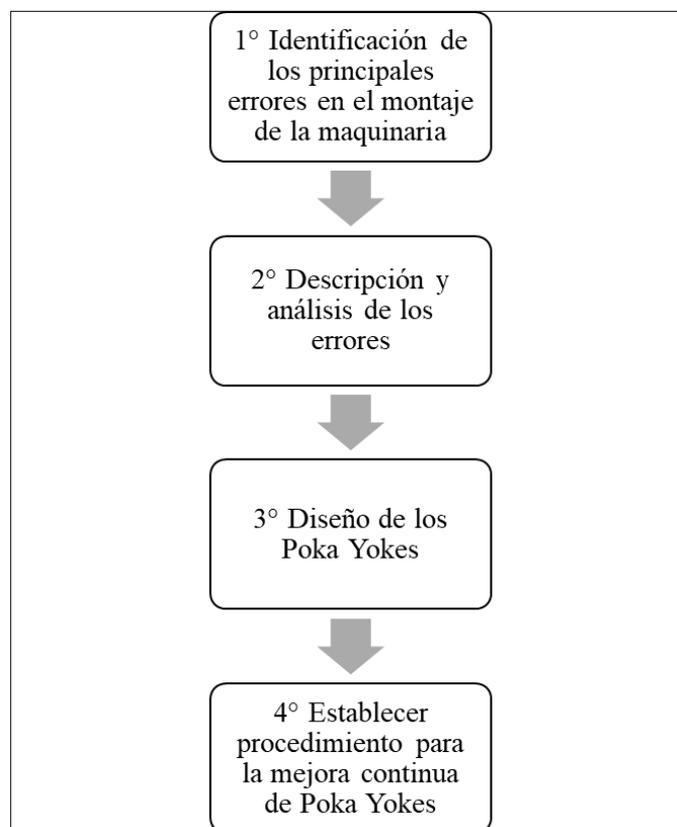


2.4.13. Desarrollo Poka Yoke

El primer instrumento elaborado para el área de mantenimiento fue el Poka Yoke, cuyo propósito fue reducir en gran medida los errores que surgen durante el ensamblaje de las máquinas. Con tal fin, se estableció un proceso para implementar el Poka Yoke (ver Figura 50).

Figura 50

Procedimiento para la implementación de Poka Yoke



Para iniciar la implementación de Poka Yoke, se requirió identificar los fallos más recurrentes en el proceso de montaje de maquinaria. Se debió enfocar el análisis en estos errores y se desarrollaron mecanismos específicos para prevenir su ocurrencia. En la Tabla 10 se presenta una lista de los errores registrados en la última campaña. Utilizando un Diagrama de Pareto (Figura

80), se identificaron los fallos que representan más del 80% de los casos registrados.

Tabla 10

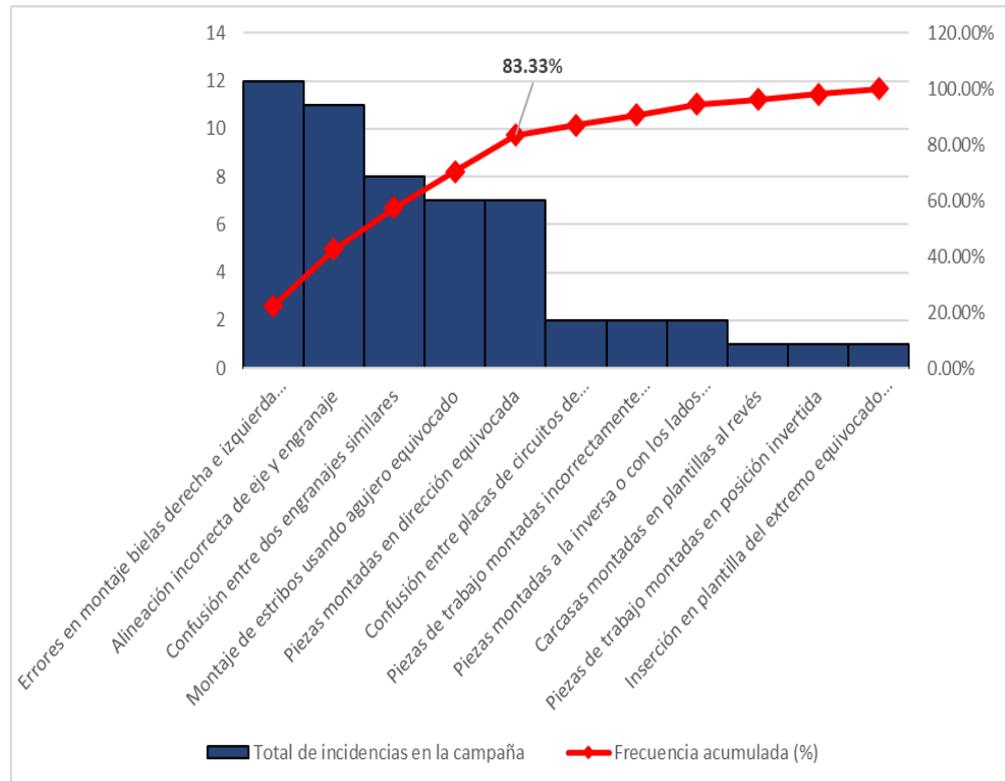
Incidencias de los distintos fallos en el proceso de ensamblaje de maquinaria

Tipos de errores en el montaje de maquinaria	Incidencias en la campaña	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia acumulada (%)
Errores en montaje bielas derecha e izquierda en eje	12	22.22%	22.22%
Alineación incorrecta de eje y engranaje	11	20.37%	42.59%
Confusión entre dos engranajes similares	8	14.81%	57.41%
Montaje de estribos usando agujero equivocado	7	12.96%	70.37%
Piezas montadas en dirección equivocada	7	12.96%	83.33%
Confusión entre placas de circuitos de detección y las de circuito de control	2	3.70%	87.04%
Piezas de trabajo montadas incorrectamente en el útil	2	3.70%	90.74%
Piezas montadas a la inversa o con los lados inversos	2	3.70%	94.44%
Carcasas montadas en plantillas al revés	1	1.85%	96.30%
Piezas de trabajo montadas en posición invertida	1	1.85%	98.15%
Inserción en plantilla del extremo equivocado del tubo	1	1.85%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Figura 51

Diagrama de Pareto de los tipos de errores en el montaje de maquinaria



El segundo paso de la metodología consistió en la descripción y comprensión de los principales errores que se presentaban en las distintas actividades de ensamble. Para ello, se llevó a cabo un estudio detallado de las causas que los originan, con el fin de identificar las oportunidades de mejora que permitan su eliminación efectiva. Asimismo, se ha prestado especial atención a la identificación del tipo de Poka Yoke requerido, a fin de diseñar acciones específicas que permitan una gestión eficiente del riesgo. En este contexto, se dió un paso fundamental en el camino de la mejora continua, al conocer con precisión los errores que pueden afectar la calidad del producto final, lo que permitió enfocar las acciones en la solución de estos problemas. A continuación, en la Tabla 11 se muestra a detalle la descripción de los principales errores de montaje.

Tabla 11

Descripción y análisis de los principales errores de montaje

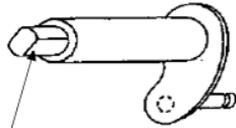
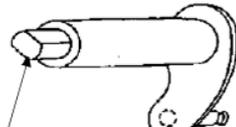
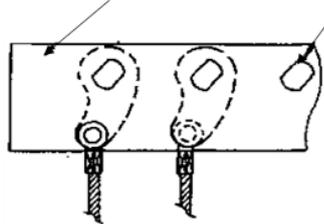
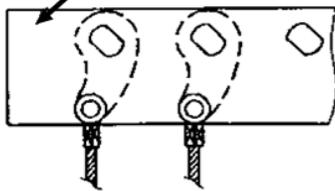
PROCESOS	PROBLEMA	DESCRIPCIÓN DE ERROR	TIPO DE POKA YOKE REQUERIDO
Montaje de subconjuntos ejes-bielas	Errores en montaje bielas derecha e izquierda en eje	Aunque los núcleos de montaje para los lados derecho e izquierdo estaban angulados en direcciones diferentes, las bielas tenían una apariencia similar y a veces se colocan en posición inversa, causando defectos.	Prevención de error y control
Montaje de un engranaje en un eje	Alineación incorrecta de eje y engranaje	Se producen errores en la alineación de las marcas, obligando a tener que desmantelar las unidades después de que se habían completado las cajas de transmisiones de los servomotores de las fajas.	Prevención de error y control
Montaje de engranajes	Confusión entre dos engranajes similares	Resulta difícil distinguir al ojo humano la diferencia entre los engranajes, como ajustaban intercambiamente en el eje, se producen a menudo errores de montaje.	Prevención de error y control
Montaje de estribos de bloqueo forjado	Montaje de estribos usando agujero equivocado	Se une la placa lateral al estribo de bloqueo en un agujero erróneo de este último.	Prevención de error y control
Montaje de piezas de unión	Piezas montadas en dirección equivocada	Las escuadras y bridas montadas por error a veces al revés sobre travesaños.	Detección de error y control

El tercer paso más relevante dentro del método Poka Yoke se enfocó en la creación de dispositivos para prevenir errores. Fue fundamental considerar la opinión y experiencia de los técnicos de mantenimiento durante la fase de diseño de estos dispositivos. En este sentido, se ejemplifica que, para evitar errores en el montaje de bielas en ejes, se ha diseñado una plantilla que permite

diferenciar de manera adecuada los núcleos de montaje de cada biela. La figura 52 muestra el formato utilizado para establecer esta mejora, comparando el antes y después de su implementación.

Figura 52

Formato de diseño de Poka Yoke para montajes de bielas

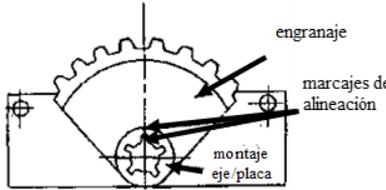
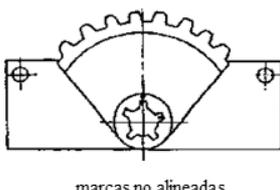
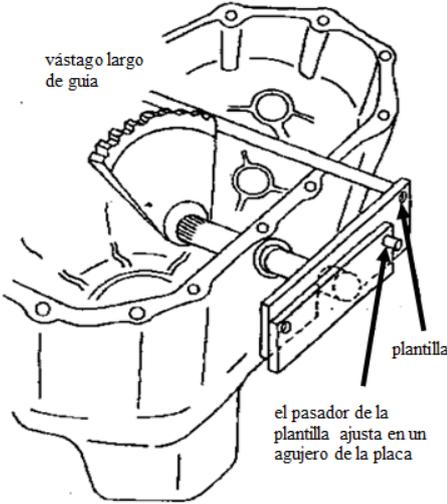
Proceso: Montaje de subconjuntos ejes-bielas Prevención error: Si Parada: No Error: Errores en montaje bielas derecha e izquierda en eje Detección error: No Control: Si Solución: Plantilla mejorada Alarma: No Mejora clave: Plantilla utilizada para garantizar posicionamiento correcto	
Descripción del proceso: las bielas derecha e izquierda para ejes con cables incorporados se montaban en una máquina envasadora	
Antes de mejora	Después de mejora
<p>Aunque los núcleos de montaje para los lados derecho e izquierdo estaban angulados en direcciones diferentes, las bielas tenían una apariencia similar y a veces se colocaban en posición inversa, causando defectos.</p> <p>Conexión eje (derecho)</p>  <p>núcleo para montaje</p> <p>Conexión eje (izquierdo)</p>  <p>ángulo diferente apropiado para eje izquierdo</p>	<p>Las bielas se insertan en plantillas de soporte separadas para ejes a derecha e izquierda de forma que se seleccionan fiablemente al terminar el trabajo de montaje de la máquina envasadora.</p> <p style="text-align: center;">Plantilla para sostener ejes agujeros</p>  <p style="text-align: center;">Plantilla</p> 

Los problemas de desalineación de ejes y engranajes son un gran inconveniente, ya que requieren desmontar toda la maquinaria para corregirlos. Para prevenir esta situación, se ha creado una plantilla que garantiza la alineación correcta de los elementos. Esta herramienta se coloca en el eje y se

ajusta mediante un agujero en la placa, permitiendo que el vástago largo guíe el engranaje a lo largo del eje y logre la correcta orientación. A continuación, en la Figura 53 se muestra el formato utilizado para el diseño.

Figura 53

Formato de diseño de Poka Yoke para montaje de engranajes

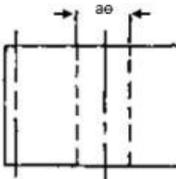
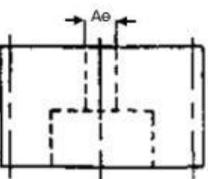
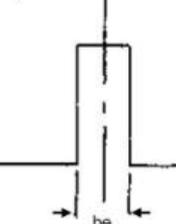
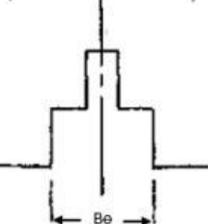
Proceso: Montaje de un engranaje en el eje Error: Alineación incorrecta de eje y engranaje Solución: La plantilla asegura la alineación correcta Mejora clave: Plantilla utilizada para garantizar posicionamiento correcto		Prevención error: Si Detección error: No Alarma: No	Parada: No Control: Si Alarma: No
Descripción del proceso: se montaba un engranaje en un montaje de eje y placa en el interior de la caja de transmisiones de la máquina principal UNITEC que emplea servomotores para hacer girar diferentes fajas en el interior. Se punzonaban marcas de alineación en el montaje de eje y engranaje y las mismas deberían alinearse correctamente.			
Antes de mejora		Después de mejora	
<p>En algunas ocasiones ocurrían errores en la alineación de las marcas. Era necesario desmantelar las unidades después de que se habían completado las cajas de transmisiones.</p> <p>Correcto</p>  <p>Defectuoso</p> 		<p>Se ha construido una plantilla para asegurar que el montaje del eje y el engranaje se alinean correctamente. La plantilla se coloca sobre el eje y se posiciona utilizando uno de los agujeros de la placa. El vástago largo de la plantilla (mostrado en el dibujo) guía el engranaje a lo largo del eje en la orientación correcta.</p> 	

Se propuso realizar ajustes en los agujeros de engranajes como solución para los errores de montaje causados por la confusión entre engranajes. Debido a que estos elementos son difíciles de distinguir visualmente y se ajustan intercambiamente en el eje, se generan errores frecuentes al colocar

engranajes de 50 Hz y 60 Hz, los cuales tienen una diferencia de solo tres dientes. Se procedió a modificar los agujeros de los engranajes de 60 Hz de manera que, aunque el operario decida colocar intencionalmente un engranaje de 50 Hz en el lugar de uno de 60 Hz, no podrá hacerlo debido a que el agujero es menos profundo. En la Figura 54 se muestra el formato utilizado para el diseño.

Figura 54

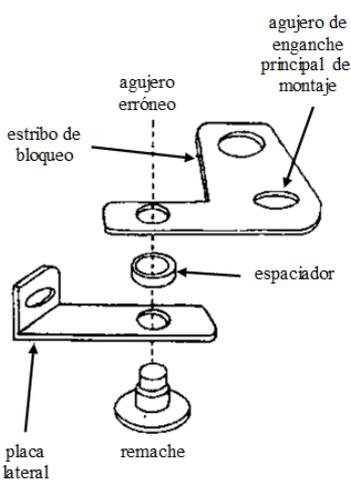
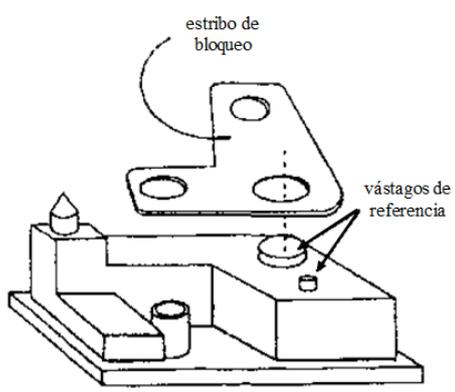
Formato de diseño de Poka Yoke para distinguir engranajes

Proceso: Montaje de un engranajes	Prevención error: Si	Parada: No
Error: Confusión entre dos engranajes similares	Detección error: No	Control: Si
Solución: Cambiar método de montaje y diferenciar los engranajes por el color		Alarma: No
Mejora clave: Pieza modificada para garantizar posicionamiento correcto		
Descripción del proceso: un temporizador se equipaba con un mecanismo de selección de la frecuencia de la línea de energía de forma que podía emplearse en áreas con fuente de potencia de 50 a 60 Hz. Los engranajes para 50 y 60 Hz se instalan cerca el uno del otro en el mismo eje. La única diferencia entre estos dos tipos de engranajes es de tres dientes.		
Antes de mejora	Después de mejora	
<p>Era difícil a ojo los engranajes, y como ajustaban intercambiamente en el eje, se producía a menudo errores de montaje.</p> 	<p>Se ha hecho una pequeña modificación en los agujeros de los engranajes y el eje que se ajusta en los mismos, como se muestra en los dibujos. Adicionalmente, como estos engranajes se hacen de plástico, el engranaje de 50 Hz ahora se hace de plástico blanco y el de 60 Hz de plástico azul, de forma que pueden identificarse de una ojeada. Los errores de instalación se han eliminado completamente.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>engranaje 50 Hz</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>engranaje 60 Hz</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;">   </div> <p>Bo no encaja en ao bo no encaja en Ae</p>	

La colocación incorrecta de los estribos en los agujeros es un error común en el mantenimiento de maquinarias. Este problema surge cuando se conecta la placa lateral al estribo de bloqueo a través de un agujero inadecuado, lo cual puede impedir el arranque correcto de la máquina y también afectar el inicio de la producción. La solución para este inconveniente es utilizar una plantilla con vástagos de guía y referencia, los cuales son diseñados específicamente para el agujero de enganche del montaje principal y para mantener al estribo de bloqueo en la posición adecuada para el montaje. La Figura 55 muestra el formato utilizado para lograr esto.

Figura 55

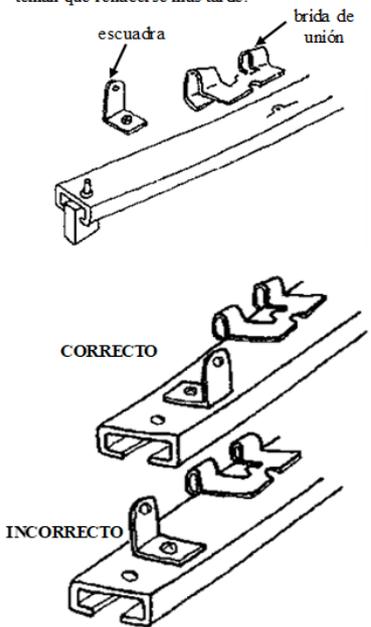
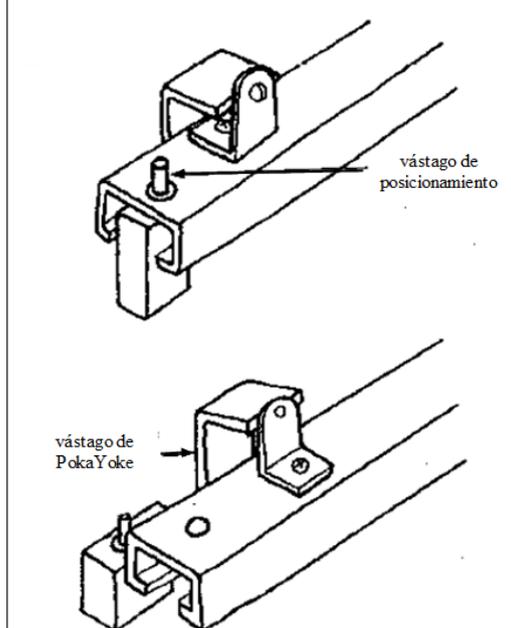
Formato de diseño de Poka Yoke para montaje de estribos

Proceso: Montaje de estribos de bloqueo forjados Prevención error: Sí Parada: No Error: Montaje de estribos usando agujero equivocado Detección error: No Control: Sí Solución: Uso de vástagos de guía en plantilla para posicionar Alarma: No Mejora clave: Uso de plantilla para garantizar posicionamiento correcto	
Descripción del proceso: placas laterales se fijaban a estribos de bloqueo utilizando un remache y un espaciador.	
Antes de mejora	Después de mejora
<p>Era posible unir la placa lateral al estribo de bloqueo en un agujero erróneo de éste último.</p> 	<p>Se ha diseñado una plantilla con vástagos de referencia para el agujero de enganche del montaje principal y con reborde apropiado para mantener el estribo de bloqueo en la posición apropiada para el montaje. Si la posición de colocación sobre la plantilla es inapropiada, la inserción completa es imposible.</p> 

Por último, el error de ensamblaje que se presenta son las piezas de unión que se colocan en direcciones incorrectas debido a que las escuadras y bridas se instalan invertidas en los travesaños. Para solucionar este problema, se ha creado un dispositivo de hierro en ángulo en la plantilla del siguiente ensamblaje, con el fin de identificar de manera clara los travesaños con escuadras montadas al revés. En la Figura 56 se muestra el formato utilizado para el diseño.

Figura 56

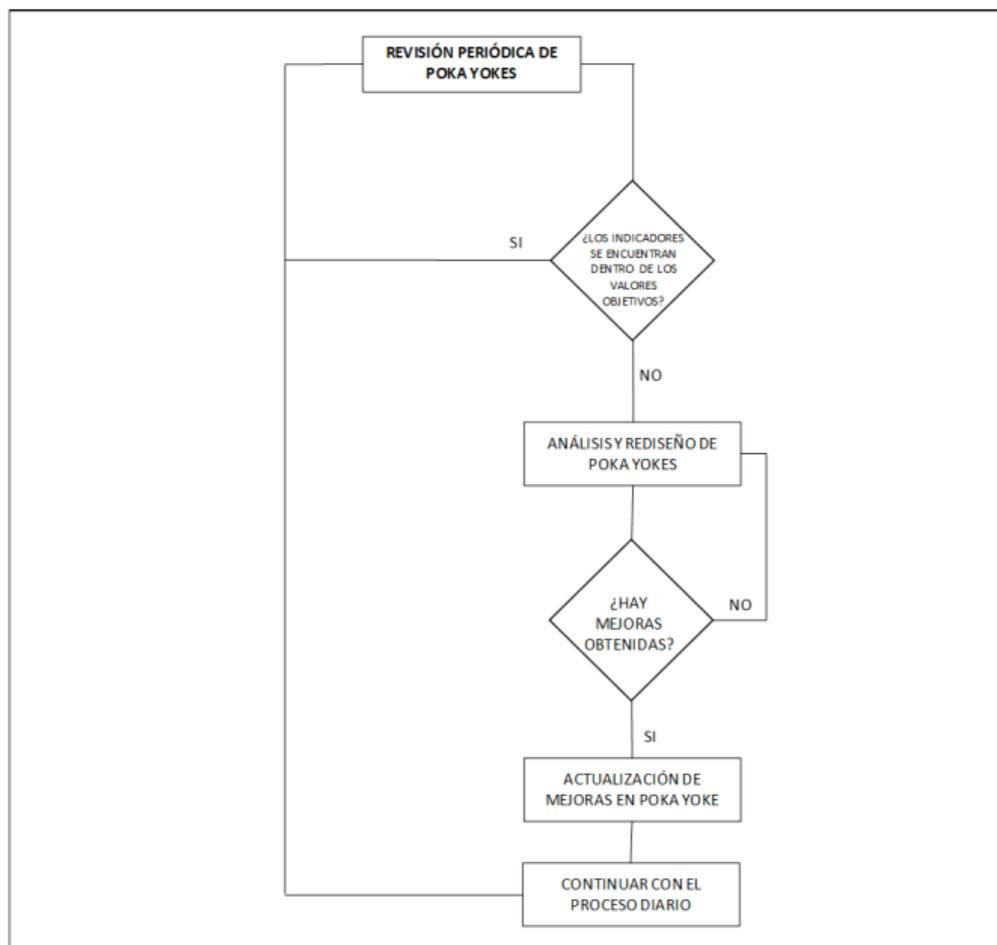
Formato de diseño de vástagos de Poka Yoke

Proceso: Montaje de piezas de unión Prevención error: Si Parada: No Error: Piezas de unión montadas en dirección equivocada Detección error: No Control: Si Solución: Detector para evitar proceso posterior si las piezas están montadas al revés Alarma: No Mejora clave: Plantilla modificada para detectar piezas defectuosas	
Descripción del proceso: las piezas de unión se montaban en travesaños y se soldaban por puntos.	
Antes de mejora	Después de mejora
<p>Las escuadras y bridas se montaban a veces al revés sobre travesaños. Si estas piezas no se detectaban, podían ensamblarse, conduciendo a defectos que tenían que rehacerse más tarde.</p> 	<p>Se ha instalado un poka yoke de hierro en ángulo en la plantilla del siguiente montaje para identificar claramente los travesaños con escuadras montadas al revés impidiendo que la pieza se asiente en la plantilla.</p> 

El cuarto paso en la metodología Poka Yoke implica establecer un proceso de mejora continua que tenga como objetivo progresar de manera constante en las mejoras ya implementadas. Esto es esencial para garantizar la estabilidad de los dispositivos y detectar continuamente áreas de mejora y errores. Para asegurar la sostenibilidad de estas mejoras a largo plazo, se deben implementar acciones sistemáticas y recurrentes para revisar todos los procesos del sistema de mejora. Esto permitirá mejorar la gestión y reducir los costos innecesarios. En la Figura 57 se muestra el procedimiento recomendado para llevar a cabo este cuarto paso.

Figura 57

Procedimiento de mejora continua de Poka Yoke



2.4.14. Plan de capacitación

Es indispensable destacar la importancia de la implementación de las herramientas desarrolladas en la empresa, pero para que esto sea efectivo fue necesario que los trabajadores comprendan a fondo su funcionamiento. Por ello, resulta indispensable brindarles un conocimiento detallado de los conceptos fundamentales previos a la implementación de mejoras, a fin de que puedan colaborar en la consecución de los objetivos propuestos. Es crucial que los empleados sean conscientes de la relevancia de su participación activa en el proceso, ya que su involucramiento es vital para el éxito de cualquier iniciativa de mejora. De esta manera, al entender la metodología y los procesos implicados, los trabajadores podrán contribuir de manera más efectiva en la implementación de los cambios y lograr los resultados esperados.

Para llevar a cabo un plan de capacitación efectivo, fue crucial prestar atención a los detalles más importantes. El contenido temático del curso, taller o seminario a desarrollar debieron ser cuidadosamente definido con la finalidad de garantizar la coherencia con los objetivos de la capacitación. Es esencial que el contenido aborde las áreas de interés y necesidades de los participantes, y que estos sean capaces de aplicar lo aprendido en su trabajo diario. De esta manera, la capacitación se convierte en una herramienta valiosa para el desarrollo profesional y personal de los colaboradores, mejorando su desempeño y aportando al crecimiento de la empresa. Por lo tanto, fue importante evaluar cuidadosamente las necesidades de capacitación y diseñar un plan de acción adecuado para garantizar la efectividad y el éxito de la capacitación. En la Figura 58 se muestra el formato de plan de capacitación para cada herramienta de mejora.

Figura 58

Formato de plan de capacitación para cada herramienta de mejora

TEMA DE CAPACITACIÓN	MÓDULO	DIRIGIDO	DURACIÓN	OBJETIVO	CRONOGRAMA																				EXPOSITOR
					ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				
					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
IMPLEMENTACIÓN DE SMED	Introducción a la metodología SMED	Personal del área de producción	36 HORAS	Explicar la metodología y el plan de implementación de SMED a los operadores de máquina	■																		MG ASESORES S.A.C.		
	Desarrollo de las fases de SMED para la reducción de los cambios de formato		36 HORAS		■																				
	Análisis de casos de éxito tras implementación de SMED		36 HORAS			■																			
	Explicación de la propuesta de implementación de SMED en la planta		48 HORAS				■																		
IMPLEMENTACIÓN DE 5S	Introducción a la metodología de 5S	Personal del área de producción	36 HORAS	Explicar la metodología y el plan de implementación de 5S al personal de producción				■															MG ASESORES S.A.C.		
	Desarrollos de las etapas de 5S para la disciplina en orden y limpieza		36 HORAS					■																	
	Análisis de casos de éxito tras implementación de 5S		36 HORAS						■																
	Explicación de la propuesta de implementación de 5S en la planta		48 HORAS							■															
IMPLEMENTACIÓN DE JIDOKA	Introducción a la metodología Jidoka	Personal del área de producción	36 HORAS	Explicar la metodología y el plan de implementación de Jidoka al personal de producción									■										MG ASESORES S.A.C.		
	Desarrollo del procedimiento Jidoka para consolidar mejoras automatización con toque humano		36 HORAS							■															
	Análisis de casos de éxito tras implementación de JIDOKA		36 HORAS									■													
	Explicación de la propuesta de implementación de JIDOKA en la planta		48 HORAS													■									
IMPLEMENTACIÓN DE POKA YOKE	Introducción a la metodología Poka Yoke	Personal del área de mantenimiento	36 HORAS	Explicar la metodología y el plan de implementación de Poka Yoke al personal de mantenimiento																			MG ASESORES S.A.C.		
	Desarrollo del procedimiento para diseñar Poka Yokes para eliminar defectos en los procesos		36 HORAS													■									
	Análisis de casos de éxito tras implementación de POKA YOKE		36 HORAS															■							
	Explicación de la propuesta de implementación de POKA YOKE en la planta		48 HORAS																	■					
IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO	Introducción a la metodología de Mantenimiento Planificado	Personal del área de mantenimiento	36 HORAS	Explicar la metodología y el plan de implementación de Mantenimiento Planificado al personal de mantenimiento																			MG ASESORES S.A.C.		
	Desarrollo de la metodología del Mantenimiento Planificado		36 HORAS																						
	Análisis de casos de éxito tras implementación de Mantenimiento Planificado		36 HORAS																					■	
	Explicación de la propuesta de implementación de MANTENIMIENTO PLANIFICADO en la planta		48 HORAS																						■

2.4.15. Presupuesto de inversión

Al momento de determinar el valor de la inversión, fue fundamental tener en cuenta una serie de factores que influyen directamente en su rentabilidad. En este sentido, resultó esencial realizar una suma exhaustiva de los recursos destinados a la misma, así como también del valor total de las actividades que se llevarán a cabo. Además, se debió considerar el costo de los imprevistos que puedan surgir durante el desarrollo del proyecto, así como también el importe de las capacitaciones necesarias para el personal involucrado. Por último, no podemos olvidar los honorarios que corresponden a los distintos profesionales que participan en la inversión, los cuales deberán ser debidamente cuantificados para obtener una visión clara y precisa del valor total de la misma. En definitiva, es mediante un análisis detallado y riguroso de todos estos aspectos que se podrá calcular el valor de una inversión de manera eficiente y efectiva.

Por otra parte, para cada herramienta de mejora utilizada, se debió considerar un proceso compuesto por tres fases: la fase de planificación, la fase de implementación y la fase de sostenibilidad. La fase de planificación fue fundamental para determinar los objetivos que se desean alcanzar y para establecer los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto. La fase de implementación, por su parte, es la que se encargó de poner en marcha las estrategias diseñadas en la fase anterior. Finalmente, la fase de sostenibilidad es la que aseguró la continuidad del proyecto a largo plazo, a través de la gestión adecuada de los recursos y la evaluación constante de los resultados obtenidos. En resumen, estas tres fases son esenciales para lograr una inversión exitosa y rentable.

Es importante aclarar que el monto estimado para el proyecto abarca la totalidad de la instalación industrial. La empresa tiene políticas para fomentar el desarrollo de mejoras y tiene fondos suficientes para financiar proyectos de mejora que no superen los S/. 2,500,000.00. En la Tabla 12, se presenta el costo total necesario para implementar la propuesta de mejora. Para obtener más información sobre el cálculo presupuestario de la inversión de cada herramienta, se pueden consultar los anexos del 25 al 34.

Tabla 12

Resumen de inversiones y beneficios de cada herramienta

Herramienta de mejora	Pérdida monetaria inicial	Pérdida monetaria final	Ahorro	Inversión requerida
SMED	S/ 805,597.92	S/ 161,119.58	S/644,478.33	S/438,535.00
Jidoka	S/ 599,066.25	S/ 119,813.25	S/479,253.00	S/434,948.00
5S	S/ 457,853.33	S/ 91,570.67	S/366,282.67	S/485,890.00
Mantenimiento Planificado	S/ 474,027.50	S/ 94,805.50	S/379,222.00	S/319,900.00
Poka Yoke	S/ 448,522.08	S/ 89,704.42	S/358,817.67	S/374,400.00
Total	S/ 2,785,067.08	S/ 557,013.42	S/2,228,053.67	S/2,053,673.00

2.4.16. Evaluación económica de la propuesta de mejora

Una vez calculada la inversión necesaria, resultó crucial establecer el horizonte de tiempo a evaluar y la tasa con la que se evaluó la propuesta de mejora. Este proceso fue esencial para asegurar que todas las variables relevantes sean consideradas y ponderadas adecuadamente. Fue importante tener en cuenta que la selección del horizonte de tiempo y la tasa de evaluación debieron basarse en criterios cuidadosamente definidos y analizados para garantizar la efectividad y la solidez de la inversión. Solo con una evaluación

exhaustiva y rigurosa fue posible tomar una decisión informada y adecuada sobre la viabilidad del proyecto.

Al momento de planificar el proyecto, fue crucial considerar el horizonte de tiempo que se establecerá para su realización y, en consecuencia, lograr los objetivos propuestos. En este sentido, el presente proyecto ha tomado en cuenta estudios semejantes que han demostrado la idoneidad de establecer un horizonte de tiempo de cinco años. Es por ello que, tras una rigurosa evaluación, se ha concluido que este plazo es el adecuado para alcanzar los objetivos planteados, con la mayor eficiencia y efectividad posibles. Sin duda, este enfoque permite establecer una estrategia a largo plazo que, de manera sostenible, permitirá cumplir con las metas trazadas y obtener los mejores resultados para el bienestar y progreso de la organización.

Por otra parte, se calculó un TMAR del 24.08%, cuyos cálculos detallados se encuentran disponibles en el Anexo 35. El análisis del flujo de efectivo se enfoca únicamente en los ingresos y gastos generados por la propuesta de mejora, con el fin de evitar distorsiones en el análisis que pudieran surgir al considerar el estado financiero completo de la empresa.

Los principales resultados del análisis económico indican que el proyecto generará una capitalización de S/. 2,526,275.42 (VAN) a lo largo de cinco años, con una rentabilidad del 76.64% (TIR) y una relación Beneficio-Costo de 1.71, lo que significa que, por cada sol invertido, la empresa obtendrá una ganancia de 0.71 soles. Finalmente, se ha determinado que se recuperará la inversión en un año y tres meses. En la Figura 59 se muestra el formato empleado para el análisis económico financiero.

Figura 59

Formato de análisis económico de la propuesta de mejora

GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PROPUESTA DE MEJORA						
Tarea:	Análisis económico	Proceso:	Packing de arándanos			
Fecha:	28/05/2023	Áreas:	Producción			
Analistas:	Avigail Erika Crisologo Alvarado		Mantenimiento			
	Cynthia Pamela Cerna Pizan					

Inversión Total	S/.2,053,673.00
TMAR	24.08%

FLUJO DE CAJA

AÑOS	0	2023	2024	2025	2026	2027
INGRESOS DE LA PROPUESTA						
AHORRO ESPERADO		S/.2,228,053.7	S/.2,228,053.7	S/.2,228,053.7	S/.2,228,053.7	S/.2,228,053.7
EGRESOS DE LA PROPUESTAS						
INVERSIÓN REQUERIDA	-S/.2,053,673.0					
PÉRDIDA MONETARIA		S/.557,013.4	S/.557,013.4	S/.557,013.4	S/.557,013.4	S/.557,013.4
FLUJO DE CAJA	-S/.2,053,673.0	S/.1,671,040.3	S/.1,671,040.3	S/.1,671,040.3	S/.1,671,040.3	S/.1,671,040.3

INDICADORES ECONÓMICOS

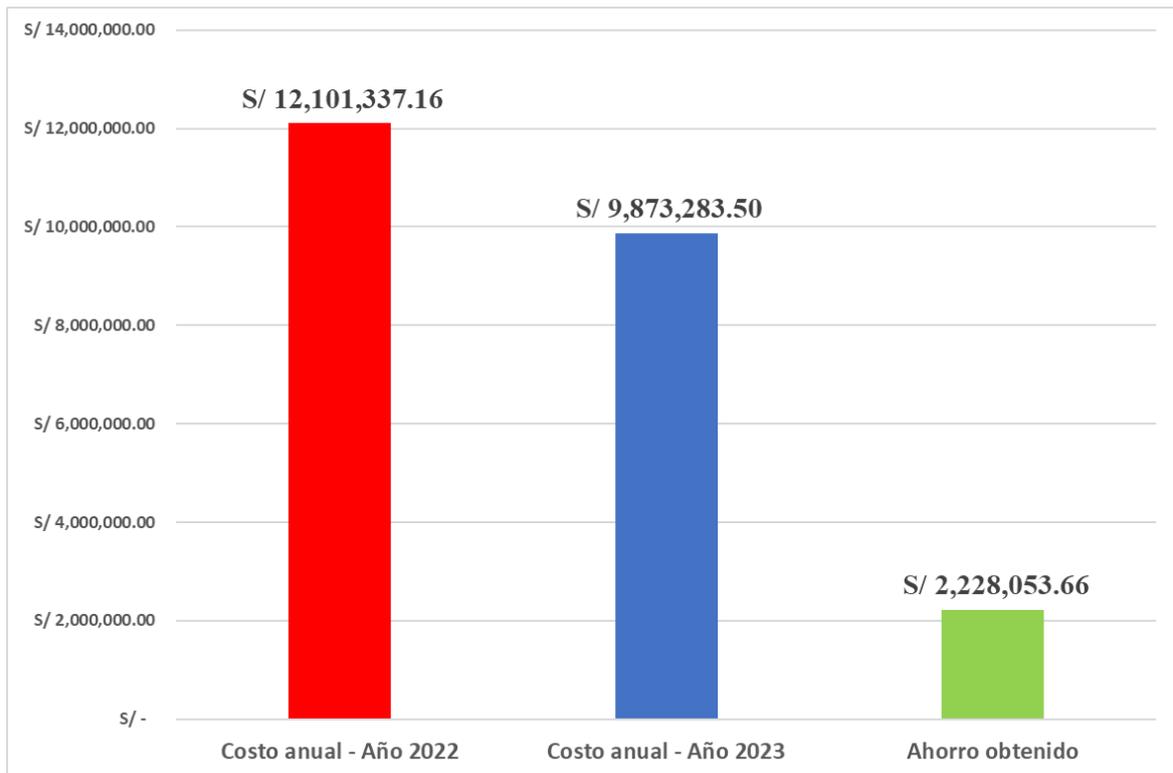
VAN	S/.2,526,275.42	El proyecto se capitalizará en S/. 2,526,275.42 generando un valor atractivo para la empresa
TIR	76.64%	El proyecto cuenta con una rentabilidad del 76.64% superior a la TMAR calculada.
RBC	1.71	Por cada sol invertido en el proyecto se obtendra 1.71 de ganancia
PRI (BENEFICIO)	1.23	De acuerdo al flujo de ahorro obtenido la inversión se recuperará en un año con tres meses

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Resultados del impacto de la propuesta de mejora sobre los costos

Figura 60

Variación de los costos tras implementación de mejoras



3.2. Resultados del diagnóstico de los costos

Tabla 13

Cuantificación de pérdidas monetarias

Área	Causa raíz	Pérdida monetaria inicial
Producción	Falta de estandarización del método para el cambio de formatos	S/805,597.92
	Falta de un método para detectar y prevenir errores	S/599,066.25
	Falta de organización de los trabajos de limpieza	S/457,853.33
Mantenimiento	Falta de planificación y organización de las actividades de mantenimiento	S/474,027.50
	Falta de mecanismos para prevenir errores de montaje	S/448,522.08
Total		S/2,785,067.08

Tabla 14

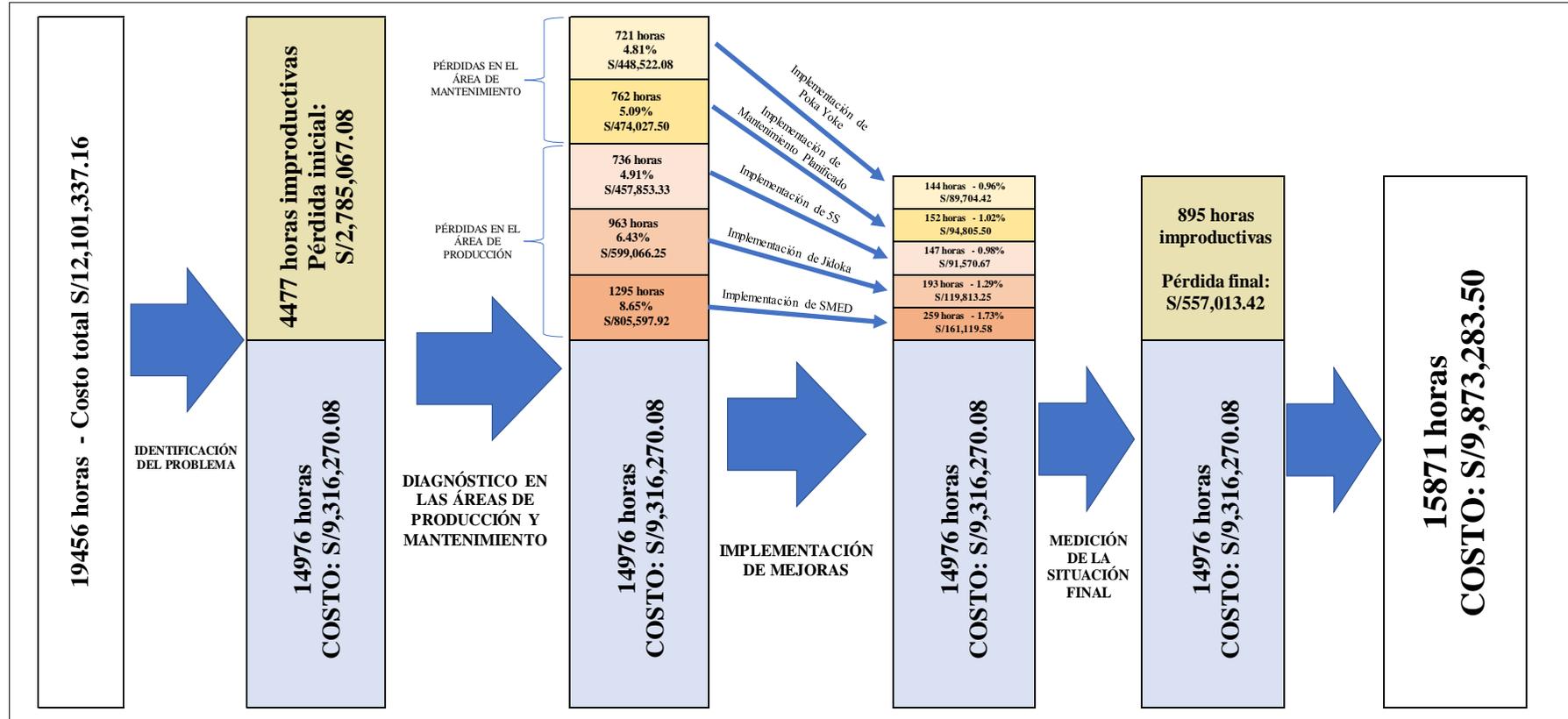
Cálculo de indicadores de la situación inicial

Indicador	Valor inicial
% Tiempo improductivo por demoras en el proceso de cambio de formato	8.65%
% Tiempo improductivo por paradas por errores en el proceso	6.43%
% Tiempo improductivo por paradas por limpiezas no programadas	4.91%
% Tiempo improductivo por paradas por demoras en los trabajos de mantenimiento	5.09%
% Tiempo improductivo por paradas por errores de montaje de máquinas	4.81%

3.3. Resultados del desarrollo de la propuesta de mejora

Figura 61

Resultado del desarrollo de la propuesta de mejora



3.4. Resultados de la evaluación económica

Tabla 15

Resumen de datos obtenidos del análisis económico

Variabes para el análisis económico	Valor calculado
Inversión requerida	S/.2,053,673.00
Periodo de evaluación	5 años
Tasa de retorno mínima aceptable (TMAR)	24.08%
Valor actual neto (VAN)	S/.2,526,275.42
Tasa interna de retorno (TIR)	76.64%
Relación Beneficio Costo	S/ 1.71
Periodo de recuperación de la inversión	1 año con 3 meses

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

La investigación académica es un pilar fundamental en la formación de profesionales en todas las áreas del conocimiento. En este sentido, la tesis presentada sobre una propuesta de mejora mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para reducir costos en el proceso de packing de una empresa, representa un importante aporte en el ámbito empresarial. El alcance de la investigación se da mediante los resultados obtenidos que demuestran que la aplicación de estas herramientas puede generar importantes beneficios económicos para la empresa. En consecuencia, este estudio representa una valiosa contribución al conocimiento y aplicación de herramientas de gestión empresarial, y su impacto en la reducción de costos y mejora en la eficiencia operativa.

Con respecto a las limitaciones cabe mencionar que es necesario tener en cuenta que la implementación de este tipo de estrategias requiere de una inversión importante, tanto en términos económicos como de recursos humanos y técnicos. Además, es posible que surjan resistencias por parte de los empleados de la empresa, quienes pueden considerar que estos cambios afecten negativamente su labor diaria. Por otra parte, la realidad de cada empresa es única, lo que significa que la aplicación de una estrategia específica de Lean Manufacturing puede no ser adecuada para todas las organizaciones.

Tras el desarrollo de la investigación se comprobó que el impacto de la propuesta de mejora mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing ha permitido reducir los costos en el proceso de packing de una empresa agroindustrial, generándose un ahorro de S/ 2,228,053.66 en costos anuales. De acuerdo con Estévez (2021) resulta imprescindible analizar de manera detallada la aplicación de

herramientas de Lean Manufacturing en las agroindustrias, con el fin de comprender los diversos impactos económicos que pueden generarse en estas empresas que optan por su implementación. En este sentido, es fundamental destacar que dichas herramientas pueden tener efectos significativos en los costos, tanto a corto como a largo plazo. Por ello, es fundamental evaluar los beneficios y desventajas de su uso en cada caso particular, para determinar si su aplicación resulta viable y rentable para la organización como es el caso de Cruz y Guarniz (2022) donde comprobaron que sus costos se reducían en más del 25% tras implementar herramientas de Lean Manufacturing. En el caso de la investigación de Romero y Carranza (2018) llegaron a una conclusión que establece que el Lean Manufacturing es una estrategia adecuadamente diseñada y ejecutada puede llevar a cambios significativos en la productividad, eficiencia y rentabilidad, pero también es importante tener en cuenta los posibles riesgos y desafíos que deben ser abordados en el proceso de implementación. Es necesario adoptar un enfoque riguroso y cuidadoso para lograr un aprovechamiento óptimo de estas herramientas de gestión, que pueden marcar la diferencia en la competitividad y éxito de las empresas agroindustriales.

La correcta gestión de los costos es esencial en cualquier empresa, pero en el ámbito agroindustrial cobra una gran importancia vital. La complejidad de los procesos productivos, la fluctuación de los precios de los insumos y la variabilidad de los rendimientos son algunos de los factores que inciden en la rentabilidad de este sector. En este sentido, diagnosticar la situación problemática de los costos se torna fundamental para garantizar la sostenibilidad y competitividad de las empresas agroindustriales. A través de un análisis detallado de los costos, se pueden identificar oportunidades de mejora en el uso de los recursos, optimizar la gestión de los insumos y aumentar la eficiencia en los procesos productivos. Asimismo, conocer la estructura

de costos permite tomar decisiones estratégicas acertadas, como definir precios de venta, invertir en tecnología o incursionar en nuevos mercados. En definitiva, la correcta gestión de los costos en el sector agroindustrial es clave para garantizar su viabilidad a largo plazo y su contribución al desarrollo económico del país.

La empresa agroindustrial se encontraba en una situación problemática respecto a sus costos, lo cual implicaba una importante preocupación para su estabilidad financiera. Sin embargo, gracias a la aplicación de un análisis de Ishikawa se logró identificar las causas raíces que daban origen a los sobrecostos que afectaban al negocio. Este procedimiento permitió un diagnóstico certero de la situación, determinándose que la empresa tenía una pérdida de S/2,785,067.08 por campaña. De acuerdo con la investigación de Olivares *et al.* (2023) en el ámbito empresarial, resulta fundamental diagnosticar con precisión la situación problemática que pueda presentarse en los costos. Según Cárdenas y Guerrero (2023) en el caso específico de las empresas agroindustriales, esta tarea adquiere una relevancia aún mayor, ya que la identificación de las causas raíces que originan sobrecostos puede resultar en un factor decisivo para garantizar la rentabilidad y sostenibilidad del negocio. Es por ello que, contar con herramientas y metodologías adecuadas para el análisis de costos, se convierte en una necesidad imperante para los gerentes y líderes de estas empresas (Flores, 2022). Solo de esta manera, será posible determinar con precisión las áreas que están generando los costos no deseados, y así implementar las medidas correctivas necesarias para optimizar los recursos y, en consecuencia, aumentar la eficiencia y competitividad de la organización. En resumen, diagnosticar la situación problemática de los costos en las empresas agroindustriales resulta esencial para fortalecer su posición en el mercado, y garantizar su crecimiento a largo plazo.

Se desarrolló la propuesta de mejora mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en el proceso de packing de la empresa agroindustrial, para lo cual se utilizaron las herramientas: 5S, Jidoka, SMED, Poka Yoke y Keikaku Hozen, con el fin de eliminar los tiempos improductivos en el proceso de packing que pasaron de 4477 horas anuales a tan solo 895 horas improductivas, con ello se logró una mayor eficiencia en la empresa. De acuerdo con Landazábal *et al.* (2019) la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing se ha convertido en una necesidad cada vez mayor en el mundo empresarial actual, especialmente en el sector agroindustrial. Además, Vargas y Camero (2021) sostienen que la eliminación de tiempos improductivos en los procesos de producción se ha convertido en una prioridad para las empresas que busquen mejorar la eficiencia y reducir costos. Del mismo modo, Estévez (2021) afirma que la implementación de estas herramientas permite la identificación y eliminación de los desperdicios que se producen en los procesos, mejorando la calidad de los productos y servicios. La adopción de una cultura de Lean Manufacturing no solo impacta en la productividad y reducción de costos, sino que también mejora la satisfacción del cliente y la competitividad de las empresas en el mercado (Cárdenas y Guerrero, 2023). En definitiva, la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing es fundamental para la optimización de los procesos de las empresas agroindustriales y para garantizar su éxito en un mercado cada vez más exigente y competitivo.

4.2. Conclusiones

Se determinó 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, en donde se pudo demostrar que los costos iniciales tenían un

valor de S/12,101,337.16, reduciéndose a un valor de S/ 9,873,283.50, generándose un ahorro de S/ 2,228,053.66 anuales.

Se diagnosticó la situación problemática de los costos de la empresa agroindustrial, en donde mediante un análisis de Ishikawa se pudieron identificar, empleando el criterio de las 6M, las causas raíces que originaban el elevado costos en las áreas de producción y mantenimiento, posterior a esto mediante un análisis de Pareto se discernieron aquellas causas raíces que tienen una mayor relevancia sobre el problema, seleccionándose tres causas raíces en el área de producción y dos del área de mantenimiento, priorizando aquellas que requieren de una atención inmediata por su elevado porcentaje de participación sobre el problema, luego se cuantificaron las pérdidas monetarias que originaban las causas raíces determinándose que la empresa tenía una pérdida de S/2,785,067.08 por campaña. Así mismo se establecieron indicadores para medir el porcentaje de tiempo improductivo generado por cada causa raíz.

Se desarrolló la propuesta de mejora mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en el proceso de packing de la empresa agroindustrial, para lo cual se utilizaron las herramientas: 5S, Jidoka, SMED, Poka Yoke y Keikaku Hozen, con el fin de eliminar los tiempos improductivos en el proceso de packing que pasaron de 4477 horas anuales a tan solo 895 horas improductivas, con ello se logró una mayor eficiencia en la empresa.

Se evaluó la viabilidad económica de la propuesta de mejora en la empresa agroindustrial, para lo cual se calcularon los principales indicadores como: VAN, TIR y B/C, obteniendo valores de S/ 2,526,275.42; 76.64% y 1.71 para cada indicador respectivamente, evidenciando que la implementación de las herramientas era factible y rentable para la empresa agroindustrial.

REFERENCIAS

- Acuña, I., & Barros, P. (2020). Crecimiento de la demanda de arándanos en Europa y el decrecimiento de los precios ante el aumento de las ofertas. *Revista Mexicana de Ciencias Administración*, 9(5), 73-82. <https://doi.org/10.12795/Ambitos.2019.i46.14>
- Álvarez, K., & Rivas, L. (2021). Relevancia productiva de los sistemas Lean Manufacturing para los procesos de productos agroindustriales con cero defectos. *Revista Nacional de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Cooperativa de Colombia*, 6(5), 73-82 <https://doi.org/10.17705/1CAIS.03705>
- Andrade, J., Olivares, A. & Robles, M. (2021). La planeación y control del costo de producción de arándanos en las pequeñas empresas agroindustriales, como herramientas que faciliten el cumplir tiempos de entrega del producto terminado. *Revista Claridad investigativa*, 7(3), 93-112 [https://doi.org/10.1016/S0740-8188\(98\)90004-4](https://doi.org/10.1016/S0740-8188(98)90004-4)
- Bedoya, J., Ramón, C., Gil, M. & Ramírez, C. (2022). Extracción de antioxidantes de los arándanos (*Vaccinium corymbosum*): efecto de solventes verdes sobre polifenoles totales, capacidad antioxidante y comportamiento electroquímico. *TecnoLógicas*, 25(53). <https://doi.org/10.22430/22565337.2277>
- Benítez, F. & Silva, G. (2022). Aplicación del Lean Manufacturing a una pequeña empresa exportadora de arándanos. *E-IDEA 4.0 Revista Multidisciplinar*, 4(11), 18-30. <https://doi.org/10.53734/mj.vol4.id216>
- Buer, S., Semini, M., Strandhagen, J. & Sgarbossa, F. (2021). The complementary effect of lean manufacturing and digitalisation on operational performance. *International Journal of Production Research*, 59(7), 1976-1992. <https://doi.org/10.1080/00207543.20253790684>

- Bulos, D., & Flores, V. (2022). Mercado europeo de los precios de los arándanos y el análisis del incremento de la demanda. *Revista Foster Administrativo*, 5(4), 73-82. <https://doi.org/10.1108/13673279810249369>
- Canahua, N. (2021). Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica. *Industrial data*, 24(1), 49-76. <http://dx.doi.org/10.15381/idata.v24i1.18402>
- Cárdenas, M. & Guerrero, D. (2023). Aplicación de lean manufacturing para la mejora de la gestión de operaciones en la empresa Agroindustrias Dane S.R.L. [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, Universidad de Lima]. Repositorio institucional de la Universidad de Lima. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/18182>
- Carpio, S., & Portocarrero, O. (2022). Revisión del comportamiento de los precios de los arándanos en los diversos supermercados europeos. *Revista electrónica de investigación en Ciencias*, 4(2), 73-82. <https://doi.org/10.3145/thinkepi.2018.04>
- Cazulo, K., & Torrejón, L. (2022). Caso de implementación de un Sistema Lean Manufacturing para mejorar la productividad en una empresa exportadora de arándanos. *Revista Eureka sobre administración industrial*, 7(4), 73-82. <https://doi.org/10.22546/60/2305>
- Cevallos, M., Muñoz, W., & Silva, I. (2020). Una mirada integral de las didácticas activas en la enseñanza aprendizaje del lean manufacturing. *LOGINN Investigación Científica y Tecnológica*, 4(1), 31-49. <https://doi.org/10.23850/25907441.3135>.
- Cruz, E. & Guarniz, R. (2022). Propuesta de herramientas lean manufacturing en el área de almacén y producción para incrementar la productividad en la empresa agroindustrial

- de la ciudad de Trujillo, 2020 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte].
Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/29939>
- Estévez, A. (2021). Reducción de costos operativos en línea de empaque de arándanos mediante la aplicación de lean manufacturing. *Ingeniería Industrial*, (40), 49-60.
<https://doi.org/10.26439/ing.ind2021.n40.4880>
- Figueroa, L., Alcaraz, J., & Sosa, L. (2022). Herramientas de Lean Manufacturing aplicadas al control de la calidad y su impacto en la sustentabilidad económica: 4CP22-28. *Memorias Científicas y Tecnológicas*, 1(1), 56-56.
<https://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/memoriascyt>.
- Flores, A., & Luján, A. (2022). Estilos de revisión sistemática y calidad de investigación. *Revista Beauty Academic*. Obtenido de
<https://hdl.handle.net/20.500.124742/574643>
- Flores, S. (2022). Herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en los almacenes de producto terminado de palta fresca de una empresa agroindustrial, distrito de Chao 2022. [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional de la Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/99697>
- Granda, O., & Delgado, P. (2022). Análisis de las importaciones de arándanos en los países de la Unión Europea y el comportamiento de los precios. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 9(7), 73-82.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1002/asi.24589>
- Gutiérrez, J., & Bernuy, L. (2020). Implementación de las herramientas del Lean Manufacturing y sus resultados en diferentes empresas. *Revista de Investigación*

- Científica y Tecnológica Alpha Centauri, 1(2), 51-59.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8092573>
- Haro, A., & Ortiz, A. (2020). Redacción de artículos científicos universitarios con enfoque cuantitativo. Revista Claridad investigativa. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.124574792/74747>
- Haro, T., & Ortiz, Y. (2022). Resultados específicos de casos de aplicación de Lean Manufacturing en proceso productivos. Revista Interamericana de Administración, 2(1), 73-82. <https://doi.org/10.1016/j.lisr.2022.101151>
- Hernández, A., Pérez, A., Campos, E., & Torres, E. (2021). Sostenibilidad en la cadena global de valor del arándano entre México y China. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 12(5), 929-935. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i5.2716>
- Landazábal, M., Ruiz, C., Álvarez, Y. & Padilla, H. (2019). Lean manufacturing: 5s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa agroindustrial en Cartagena, Colombia. Signos: Investigación en sistemas de gestión, 11(1), 71-86. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6786515>
- Lobaton, R., & Valverde, Y. (2020). Incremento de la demanda de arándanos y el análisis de los estancamientos de precios en los supermercados. Revista Española de administración, 8(5), 73-82. <http://dx.doi.org/10.22201/fcpys.2448492xe.2021.242.79330>
- López, N. & Carrasco, C. (2021). Mermelada de arándano y frambuesa: evaluación sensorial, nutricional y de aceptabilidad. Magna Scientia UCEVA, 1(1), 118-130. <https://doi.org/10.54502/msuceva.v1n1a15>

- Luna, A., & Toledo, A. (2021). Metodología de investigación: eficiencia y eficacia en la búsqueda de información. Revista Osulé. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14140/222>
- Malpartida, A., & Hernández, B. (2020). Análisis situacional de la industria de arándanos en el Perú y el nivel de influencia de los sistemas de Lean Manufacturing. Revista Claridad investigativa, 4(2), 73-82. <https://doi.org/10.1jrt446/rcp.v32n1.9480>
- Mariños, F., & Sheput, J. (2021). Modelos de Sistemas Lean Manufacturing para identificar y eliminar despilfarros en empresas agroindustriales peruanas. Revista peruana de Administración Industrial, 8(6), 73-82. <https://doi.org/10.1179/2047480615Z.0000he3h000329>
- Matías, J., Chueco, J., Jiménez, M., San José, M. & Idoipe, A. (2023). Metodología y arquitectura de implantación TPM 4.0 en pequeñas y medianas empresas. DYNA, 98(4), 351-355. <https://www.revistadyna.com/busqueda/metodologia-y-arquitectura-de-implantacion-tpm-40-en-pequenas-y-medianas-empresas>
- Maware, C., Okwu, M. O., & Adetunji, O. (2022). A systematic literature review of lean manufacturing implementation in manufacturing-based sectors of the developing and developed countries. International Journal of Lean Six Sigma, 13(3), 521-556. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2020jrkj0223>
- Miranda, D. (2021). El arándano, ¿Un cultivo rentable y sostenible para Colombia? Avances en el cultivo de las berries en el trópico. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogota, 10(8), 37-50. Doi: <https://doi.org/10.17584/IBerries>
- Olivares, A., Salas, F. & Cabrera, E. (2023). Caso de aplicación: herramienta Poka Yoke en la micro y pequeña empresa Bohemian Brew Peru. Ingeniería Industrial, 44(1), 3-22. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59362023000100003&script=sci_arttext

- Ormazábal, Y., Mena, C., Cantillana, J. & Lobos, G. (2020). Caracterización de predios productores de arándanos (*Vaccinium corymbosum*), según nivel tecnológico. El caso de la región del Maule-Chile. *Información tecnológica*, 31(1), 41-52. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642020000100041>
- Ortiz, D., & Araujo, X. (2021). Aperturas de nuevos mercados para la exportación de arándanos y el aumento de la oferta. *Ingeniare: Revista chilena de ingeniería*, 9(5), 73-82 [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30461-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30461-X)
- Ortiz, J., Salas, J., Huayanay, L., Manrique, R., & Sobrado, E. (2022). Modelo de gestión para la aplicación de herramientas Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en una empresa exportadora de arándanos en Perú. *Industrial Data*, 25(1), 103-135. <http://dx.doi.org/10.15381/idata.v25i1.21501>
- Pagliosa, M., Tortorella, G., & Ferreira, J. (2021). Industry 4.0 and Lean Manufacturing: A systematic literature review and future research directions. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(3), 543-569. <https://doi.org/10.1108/JMTM-12-2018-0446>
- Romero, F., & Carranza, E. (2022). Implementación de Sistema Lean Manufacturing en el área de producción de una empresa de agroindustrias para el incremento de la productividad. *Revistas UNAM: Ingeniería Industrial*, 6(3), 73-82. <https://doi.org/10.1108/00220h4540310457993>
- Senador, M. (2019). Análisis de la exportación de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) frescos a Reino Unido y su comportamiento frente al Brexit. *PUEBLO CONTINENTE*, 30(2), 15-39. <http://journal.upao.edu.pe/PuebloContinente/article/view/1362>

- Solier, A., & Terrones, A. (2020). Investigación científica en el siglo XXI: análisis de particularidades en el estilo de redacción científica. *Revista Galeno Académico*.
Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/55451>
- Solís, L., & Castillo, M. (2022). Análisis de la demanda de arándanos en los mercados emergentes y la necesidad de evaluar las causas del estancamiento de los precios. *Revista Avances en Ingeniería Latinoamericana*, 6(4), 73-82.
<https://doi.org/10.5354/0719-5427.2017.47697>
- Solís, M., & Torres, R. (2021). Contribuciones del TPM en la mejora de la gestión del mantenimiento. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*. ISSN: 2737-6249., 4(8 Ed. esp.), 58-78.
<https://doi.org/10.46296/ig.v4i8edespdic.0051>
- Tortajada, E. (2022). Evolución de la industria de los arándanos: factores relevantes en las últimas décadas. *Boletín informativo de Revista científica CRW*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/55451>
- Vargas, E., & Camero, J. (2021). Aplicación del Lean Manufacturing (5s y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de arándanos de una empresa agroindustrial. *Industrial Data*, 24(2), 249-271.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.193>
- Vicuña, A., & Li, A. (2019). Metodología de la investigación con enfoque en ciencias e ingeniería. *Revista Monten Estilo*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.550.122392/504573>
- Vidal, B., & Camacho, E. (2019). Aumento de la oferta de esta fruta por parte de nuevos productores de arándanos. *Revista Claridad investigativa*, 7(3), 93-112
[https://doi.org/10.1016/S0740-8188\(98\)90004-4](https://doi.org/10.1016/S0740-8188(98)90004-4)

ANEXOS

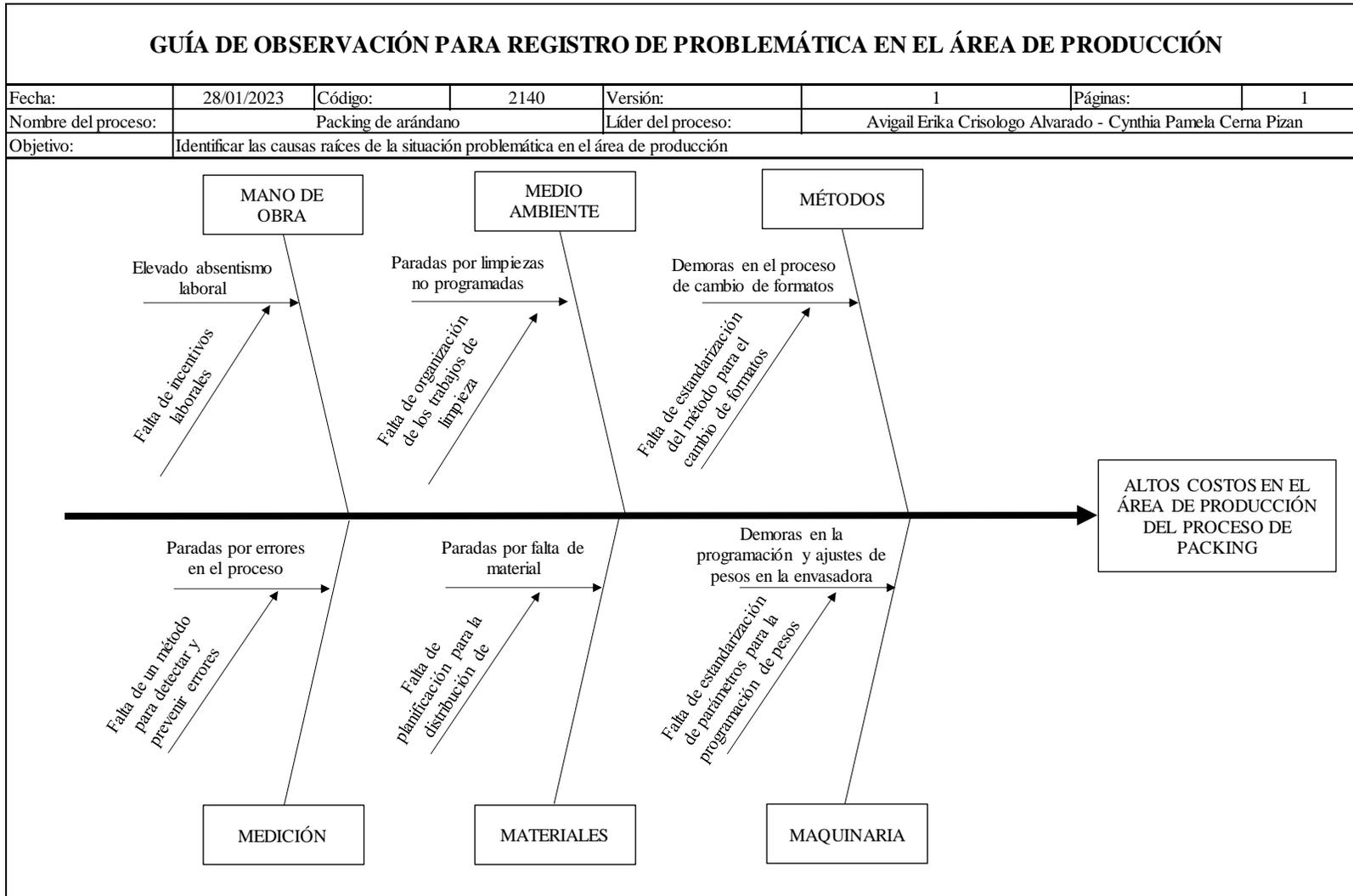
ANEXO 01: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Herramientas de Lean Manufacturing	Son un conjunto de metodologías y técnicas utilizadas para mejorar la eficiencia, la calidad y la productividad de los procesos productivos en una empresa y que se centran en la eliminación de desperdicios, la mejora continua y la optimización del flujo de trabajo, con el objetivo de maximizar el valor para el cliente y reducir los costos de producción (Pagliosa <i>et al.</i> , 2021).	Son procesos y actividades específicas que se utilizan para implementar la filosofía Lean Manufacturing en una empresa u organización y que proporciona una guía clara para su uso y aplicación, lo que permite a los equipos de trabajo entender mejor cómo implementar los principios de Lean Manufacturing y mejorar la eficiencia y productividad de la organización.	SMED	% Tiempo improductivo por demoras en el proceso de cambio de formato	Razón
			Jidoka	% Tiempo improductivo por paradas por errores en el proceso	Razón
			5S	% Tiempo improductivo por paradas por limpiezas no programadas	Razón
			Mantenimiento Planificado (Keikaku Hozen)	% Tiempo improductivo por paradas por paradas por demoras en los trabajos de mantenimiento	Razón
			Poka Yoke	% Tiempo improductivo por paradas por paradas por errores de montaje de máquinas	Razón
Costos	Son los gastos necesarios para producir bienes o servicios en una empresa, que incluyen el costo de materias primas, mano de obra, maquinaria, alquiler de instalaciones, impuestos, seguros, entre otros (Flores, 2022).	Son todos los gastos y erogaciones que se realizan en la producción o prestación de un bien o servicio en el que se incluyen tanto los costos directos, como la materia prima, la mano de obra y los gastos de fabricación, como los costos indirectos, como la administración y los gastos generales de la empresa.	Costo de materiales directos	Costo mensual de materiales directos	Razón
			Costo de mano de obra directa	Costo mensual de mano de obra directa	Razón
			Costos indirectos de fabricación	Costos indirectos de fabricación mensuales	Razón

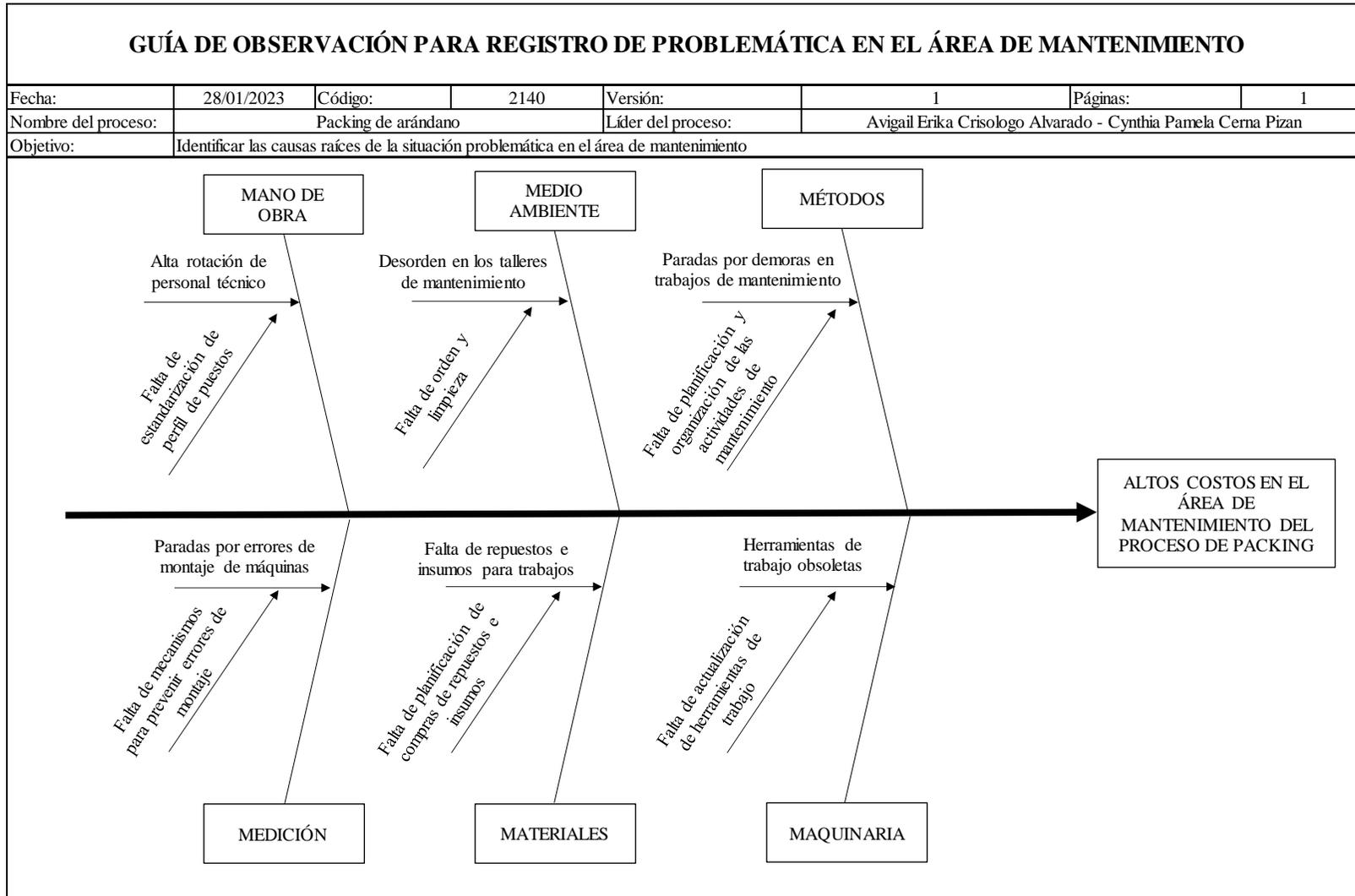
ANEXO 02: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables y dimensiones	Metodología
<p>¿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, Trujillo - 2022?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>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, Trujillo – 2022.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagnosticar la situación problemática de los costos de la empresa agroindustrial. • Desarrollar la propuesta de mejora mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en el proceso de packing de la empresa agroindustrial. • Evaluar la viabilidad económica de la propuesta de mejora en la empresa agroindustrial. 	<p>La propuesta de mejora mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en el proceso de packing reduce los costos de una empresa agroindustrial, Trujillo - 2022.</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Herramientas de Lean Manufacturing</p> <p>Dimensiones</p> <p>SMED</p> <p>Jidoka</p> <p>5S</p> <p>Mantenimiento Planificado (Keikaku Hozen)</p> <p>Poka Yoke</p> <p>Variable dependiente</p> <p>Costos</p> <p>Dimensiones</p> <p>Costo de materiales directos</p> <p>Costo de mano de obra directa</p> <p>Costos indirectos de fabricación</p>	<p>Tipo de investigación</p> <p>Por su finalidad: Aplicada</p> <p>Por su enfoque: Cuantitativa</p> <p>Por su alcance: Explicativa</p> <p>Por su diseño: Pre experimental</p> <p>Población y muestra</p> <p>Población: todos los reportes mensuales de costos registrados por la empresa a lo largo de toda su historia</p> <p>Muestreo: No probabilístico y por conveniencia</p> <p>Muestra: reportes mensuales de costos del segundo semestre de los años 2022 y 2023</p>

ANEXO 03: GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA REGISTRO DE PROBLEMÁTICA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN



ANEXO 04: GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA REGISTRO DE PROBLEMÁTICA EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO

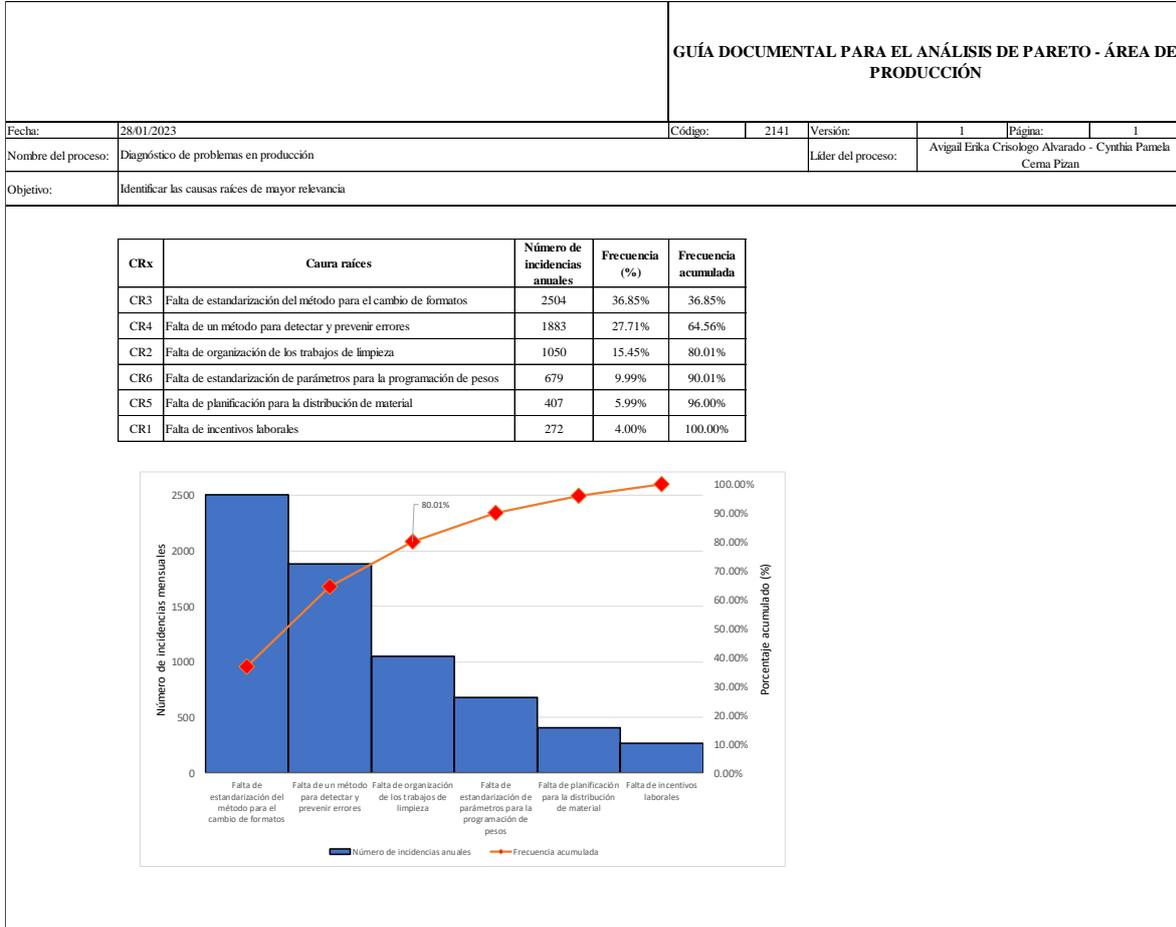


ANEXO 05: GUÍA DOCUMENTAL PARA EL ANÁLISIS DE PARETO – ÁREA DE PRODUCCIÓN

		GUÍA DOCUMENTAL PARA EL ANÁLISIS DE PARETO - ÁREA DE PRODUCCIÓN			
Fecha:	28/01/2023	Código:	2141	Versión:	1
Nombre del proceso:	Diagnóstico de problemas en producción	Líder del proceso:	Avigal Erika Crisologo Alvarado - Cynthia Pamela Cerna Pizan		
Objetivo:	Identificar las causas raíces de mayor relevancia				

CRx	Causa raíces	Número de incidencias anuales	Frecuencia (%)	Frecuencia acumulada
CR3	Falta de estandarización del método para el cambio de formatos	2504	36.85%	36.85%
CR4	Falta de un método para detectar y prevenir errores	1883	27.71%	64.56%
CR2	Falta de organización de los trabajos de limpieza	1050	15.45%	80.01%
CR6	Falta de estandarización de parámetros para la programación de pesos	679	9.99%	90.01%
CR5	Falta de planificación para la distribución de material	407	5.99%	96.00%
CR1	Falta de incentivos laborales	272	4.00%	100.00%

ANEXO 06: GUÍA DOCUMENTAL PARA EL ANÁLISIS DE PARETO – ÁREA DE MANTENIMIENTO



ANEXO 07: GUÍA DOCUMENTAL PARA EL REGISTRO DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA AGROINDUSTRIAL

GUÍA DOCUMENTAL PARA EL REGISTRO DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA AGROINDUSTRIAL					
Nombre del proceso:	Costeo del proceso de packing			Fecha:	28/01/2023
Objetivo:	Identificar la estructura de costos			Código:	2145
Líder del proceso:	Avigal Erika Crisologo Abarado - Cynthia Pamela Cerna Pizan			Versión:	1

MATERIA PRIMA DIRECTA					
PROCESO	INSUMO	CANTIDAD	U.M.	C.U.	TOTAL
Packing	Arándano	4680	Ton	S/ 8,458.00	S/39,583,440.00
	Clamshell 4.4 oz	250	Cajas	S/ 50.00	S/12,500.00
	Clamshell 6 oz	236	Cajas	S/ 60.00	S/14,160.00
	Clamshell 11 oz	256	Cajas	S/ 70.00	S/17,920.00
	Clamshell 18 oz	260	Cajas	S/ 80.00	S/20,800.00
	Punnet 4.4 oz	350	Cajas	S/ 50.00	S/17,500.00
	Punnet 6 oz	251	Cajas	S/ 60.00	S/15,060.00
	Clamshell 18 oz plato	180	Cajas	S/ 75.00	S/13,500.00
	Caja 1.5 kg	157	Lote	S/ 250.00	S/39,250.00
	Caja 2.4 kg	136	Lote	S/ 260.00	S/35,360.00
	Caja 3.3 kg	150	Lote	S/ 285.00	S/42,750.00
	Caja 4.3 kg	120	Lote	S/ 297.00	S/35,640.00
	Caja 6 kg	115	Lote	S/ 305.00	S/35,075.00
	Caja punnet 1.85 kg	119	Lote	S/ 310.00	S/36,890.00
	Caja punnet 3.6 kg	115	Lote	S/ 325.00	S/37,375.00
	Jabas bulk 3.0 kg	130	Lote	S/ 318.00	S/41,340.00
	Jabas basa	120	Lote	S/ 405.00	S/48,600.00
	Jabas a granel	150	Lote	S/ 326.00	S/48,900.00
	Tape polistireno	185	Cajas	S/ 60.00	S/11,100.00
	Etiquetas de clamshells	370	Cajas	S/ 105.00	S/38,850.00
COSTO TOTAL MENSUAL					S/40,146,010.00

MANO DE OBRA DIRECTA					
TIPO DE LÍNEA	Número de Línea	CANTIDAD	U.M.	SUELDO	TOTAL
Líneas convencionales	Línea 1	16	Obrero	S/1,800.00	S/28,800.00
	Línea 2	17	Obrero	S/1,800.00	S/30,600.00
	Línea 3	17	Obrero	S/1,800.00	S/30,600.00
	Línea 4	16	Obrero	S/1,800.00	S/28,800.00
	Línea 5	15	Obrero	S/1,800.00	S/27,000.00
	Línea 6	16	Obrero	S/1,800.00	S/28,800.00
	Línea 7	17	Obrero	S/1,800.00	S/30,600.00
	Línea 8	16	Obrero	S/1,800.00	S/28,800.00
	Línea 9	16	Obrero	S/1,800.00	S/28,800.00
	Línea 10	17	Obrero	S/1,800.00	S/30,600.00
	Línea 11	17	Obrero	S/1,800.00	S/30,600.00
	Línea 12	17	Obrero	S/1,800.00	S/30,600.00
COSTO TOTAL MENSUAL					S/354,600.00

COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN					
MATERIAL INDIRECTO					
PROCESO	INSUMOS	CANTIDAD		C.U.	TOTAL
Packing	Pañuelo marítima	1500	Und.	S/25.00	S/37,500.00
	Pañuelo Walmart	1250	Und.	S/35.00	S/43,750.00
COSTO TOTAL MENSUAL					S/81,250.00

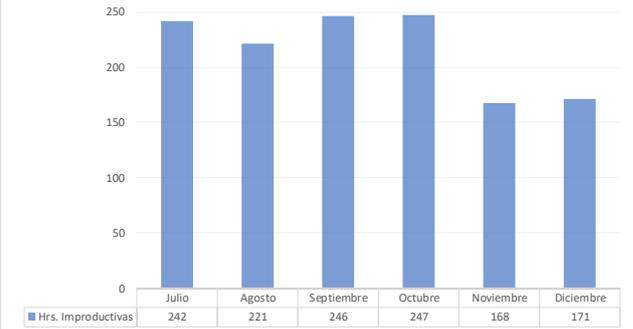
MANO DE OBRA INDIRECTA					
PROCESO	PUESTOS	CANTIDAD		SUELDO	TOTAL
Todos los procesos	Jefe de planta	1	Producción	S/8,500.00	S/8,500.00
	Administradora de producción	1	Producción	S/3,500.00	S/3,500.00
	Asistente de plántula y recolección	4	Producción	S/2,500.00	S/10,000.00
	Supervisores de producción	6	Producción	S/3,500.00	S/21,000.00
	Controles de producción	15	Producción	S/2,500.00	S/37,500.00
	Supervisores de operadores	1	Producción	S/2,500.00	S/2,500.00
	Operadores de máquina	30	Producción	S/2,500.00	S/75,000.00
	Jefe de calidad	1	Calidad	S/5,600.00	S/5,600.00
	Supervisores de calidad	4	Calidad	S/3,000.00	S/12,000.00
	Técnicos de calidad	30	Calidad	S/1,800.00	S/54,000.00
	Supervisor de frío	1	Frío	S/3,500.00	S/3,500.00
	Operadores de frío	8	Frío	S/1,800.00	S/14,400.00
	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					S/388,500.00

OTROS COSTOS INDIRECTOS					
Todos los procesos	Energía Eléctrica	150000	KWh	S/2.50	S/375,000.00
	Servicio de agua y alcantarillado	1250	m ³	S/12.50	S/15,625.00
	Predios	1	impuesto	S/5,000.00	S/5,000.00
	SCTR	1	servicios	S/5,478.00	S/5,478.00
	Seguro Patrimonial	1	servicio	S/8,547.00	S/8,547.00
	Cebollares	115	servicio	S/95.00	S/10,925.00
	GLP	325	galon	S/6.00	S/1,950.00
	Productos de limpieza	1	servicio	S/9,587.00	S/9,587.00
	Depreciación de máquinas	1	servicio	S/14,758.00	S/14,758.00
	COSTO TOTAL MENSUAL				

S/41,417,230.00

FACTORES PARA EL CÁLCULO DE PÉRDIDAS	
Descripción	Costo
Costo de mano de obra directa por hora de parada	S/ 142.07
Costo de horas extras de mano de obra	S/ 177.58
Costos indirectos de fabricación por hora de parada	S/ 302.43
Costo de materiales directos por toneladas desperdiciada	S/ 8,578.21

ANEXO 08: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DE LAS HORAS IMPRODUCTIVAS POR DEMORAS EN EL PROCESO DE CAMBIO DE FORMATO

GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DE LAS HORAS IMPRODUCTIVAS POR DEMORAS EN EL PROCESO DE CAMBIO DE FORMATO																																			
Fecha:	28/01/2023	Código:	2141	Versión:	1	Página:	1																												
Nombre del proceso:	Diagnóstico de problemas en producción	Líder del proceso:	Avigail Erika Crisologo Alvarado - Cynthia Pamela Cerna Pizan																																
Objetivo:	Identificar las horas improductivas por cambio de formatos																																		
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Mes</th> <th>Hrs. Improductivas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Julio</td> <td>242</td> </tr> <tr> <td>Agosto</td> <td>221</td> </tr> <tr> <td>Septiembre</td> <td>246</td> </tr> <tr> <td>Octubre</td> <td>247</td> </tr> <tr> <td>Noviembre</td> <td>168</td> </tr> <tr> <td>Diciembre</td> <td>171</td> </tr> </tbody> </table>		Mes	Hrs. Improductivas	Julio	242	Agosto	221	Septiembre	246	Octubre	247	Noviembre	168	Diciembre	171	 <table border="1" style="margin: auto; width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Mes</th> <th>Hrs. Improductivas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Julio</td> <td>242</td> </tr> <tr> <td>Agosto</td> <td>221</td> </tr> <tr> <td>Septiembre</td> <td>246</td> </tr> <tr> <td>Octubre</td> <td>247</td> </tr> <tr> <td>Noviembre</td> <td>168</td> </tr> <tr> <td>Diciembre</td> <td>171</td> </tr> </tbody> </table>						Mes	Hrs. Improductivas	Julio	242	Agosto	221	Septiembre	246	Octubre	247	Noviembre	168	Diciembre	171
Mes	Hrs. Improductivas																																		
Julio	242																																		
Agosto	221																																		
Septiembre	246																																		
Octubre	247																																		
Noviembre	168																																		
Diciembre	171																																		
Mes	Hrs. Improductivas																																		
Julio	242																																		
Agosto	221																																		
Septiembre	246																																		
Octubre	247																																		
Noviembre	168																																		
Diciembre	171																																		

ANEXO 09: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL COSTEO DE PÉRDIDAS POR LA FALTA DE ESTANDARIZACIÓN DEL MÉTODO PARA EL CAMBIO DE FORMATOS

GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL COSTEO DE PÉRDIDAS POR LA FALTA DE ESTANDARIZACIÓN DEL MÉTODO PARA EL CAMBIO DE FORMATOS						
Nombre del proceso:		Costeo de pérdidas			Fecha:	28/01/2023
Objetivo:		Costear las pérdidas económicas de CR3 - Producción			Código:	2148
Líder del proceso:		Avigail Erika Crisologo Alvarado - Cynthia Pamela Cerna Pizan			Versión:	3
DATOS (Hr)			FÓRMULA			
Costo de mano de obra directa por hora		S/142.07	$COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = Hrs.\ improductivas \times (C.M.O.D. + C.H.E.+ C.I.F.)$ C.M.O.D. = Costo de mano de obra directa por hora C.H.E. = Costos de horas extras de mano de obra directa C.I.F. = Costos indirectos de fabricación por hora			
Costos de horas extras de mano de obra directa		S/177.58				
Costo indirectos de fabricación por hora		S/302.43				
AÑO	MES	Hrs. Improductivas	Costo de mano de obra directa	Costo de horas extras de mano de obra directa	Costo de horas extras	Costo total de pérdida
2022	Julio	242	S/34,380.29	S/42,975.36	S/73,188.52	S/150,544.17
	Agosto	221	S/31,396.88	S/39,246.09	S/66,837.45	S/137,480.42
	Septiembre	246	S/34,948.56	S/43,685.70	S/74,398.25	S/153,032.50
	Octubre	247	S/35,090.63	S/43,863.28	S/74,700.68	S/153,654.58
	Noviembre	168	S/23,867.31	S/29,834.13	S/50,808.56	S/104,510.00
	Diciembre	171	S/24,293.51	S/30,366.89	S/51,715.85	S/106,376.25
Mensual		216	S/30,662.86	S/38,328.58	S/65,274.88	S/134,266.32
Semestral		1295	S/183,977.16	S/229,971.45	S/391,649.30	S/805,597.92

ANEXO 10: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DE LAS HORAS IMPRODUCTIVAS POR PARADAS POR ERRORES EN EL PROCESO

GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DE LAS HORAS IMPRODUCTIVAS POR PARADAS POR ERRORES EN EL PROCESO	
Fecha:	28/01/2023
Código:	2142
Versión:	1
Página:	2
Nombre del proceso:	Diagnóstico de problemas en producción
Líder del proceso:	Avigail Erika Crisologo Alvarado - Cynthia Pamela Cerna Pizan
Objetivo:	Identificar las horas improductivas por errores en el proceso

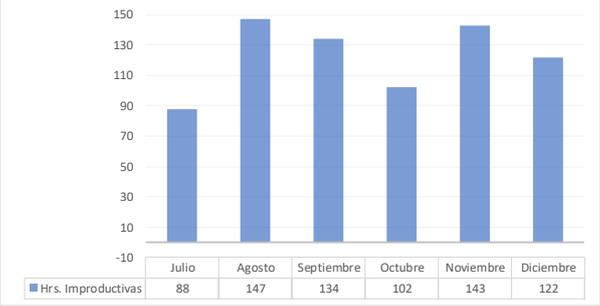
Mes	Hrs. Improductivas
Julio	184
Agosto	157
Septiembre	133
Octubre	173
Noviembre	146
Diciembre	170

Month	Unproductive Hours
Julio	184
Agosto	157
Septiembre	133
Octubre	173
Noviembre	146
Diciembre	170

ANEXO 11: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL COSTEO DE PÉRDIDAS POR LA FALTA DE UN MÉTODO PARA DETECTAR Y PREVENIR ERRORES

GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL COSTEO DE PÉRDIDAS POR LA FALTA DE UN MÉTODO PARA DETECTAR Y PREVENIR ERRORES						
Nombre del proceso:		Costeo de pérdidas			Fecha:	28/01/2023
Objetivo:		Costear las pérdidas económicas de CR4 - Producción			Código:	2148
Líder del proceso:		Avigail Erika Crisologo Alvarado - Cynthia Pamela Cerna Pizan			Versión:	3
DATOS (Hr)			FÓRMULA			
Costo de mano de obra directa por hora		S/142.07	$COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = Hrs.\ improductivas \times (C.M.O.D. + C.H.E.+ C.I.F.)$ C.M.O.D. = Costo de mano de obra directa por hora C.H.E. = Costos de horas extras de mano de obra directa C.I.F. = Costos indirectos de fabricación por hora			
Costos de horas extras de mano de obra directa		S/177.58				
Costo indirectos de fabricación por hora		S/302.43				
AÑO	MES	Hrs. Improductivas	Costo de mano de obra directa	Costo de horas extras de mano de obra directa	Costo de horas extras	Costo total de pérdida
2022	Julio	184	S/26,140.38	S/32,675.48	S/55,647.47	S/114,463.33
	Agosto	157	S/22,304.57	S/27,880.71	S/47,481.81	S/97,667.08
	Septiembre	133	S/18,894.95	S/23,618.69	S/40,223.44	S/82,737.08
	Octubre	173	S/24,577.64	S/30,722.06	S/52,320.72	S/107,620.42
	Noviembre	146	S/20,741.83	S/25,927.28	S/44,155.06	S/90,824.17
	Diciembre	170	S/24,151.44	S/30,189.30	S/51,413.42	S/105,754.17
Mensual		161	S/22,801.80	S/28,502.25	S/48,540.32	S/99,844.38
Semestral		963	S/136,810.82	S/171,013.52	S/291,241.91	S/599,066.25

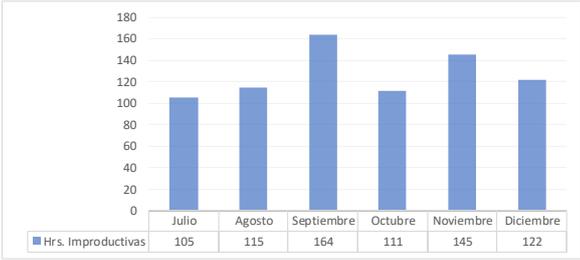
ANEXO 12: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DE LAS HORAS IMPRODUCTIVAS POR PARADAS POR LIMPIEZAS NO PROGRAMADAS

		GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DE LAS HORAS IMPRODUCTIVAS POR PARADAS POR LIMPIEZAS NO PROGRAMADAS																																	
Fecha:	28/01/2023	Código:	2143	Versión:	1	Página:	3																												
Nombre del proceso:	Diagnóstico de problemas en producción		Líder del proceso:	Avigail Erika Crisologo Alvarado - Cynthia Pamela Cerna Pizan																															
Objetivo:	Identificar las horas improductivas por limpiezas no programadas																																		
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Mes</th> <th>Hrs. Improductivas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Julio</td> <td>88</td> </tr> <tr> <td>Agosto</td> <td>147</td> </tr> <tr> <td>Septiembre</td> <td>134</td> </tr> <tr> <td>Octubre</td> <td>102</td> </tr> <tr> <td>Noviembre</td> <td>143</td> </tr> <tr> <td>Diciembre</td> <td>122</td> </tr> </tbody> </table>		Mes	Hrs. Improductivas	Julio	88	Agosto	147	Septiembre	134	Octubre	102	Noviembre	143	Diciembre	122	 <table border="1" style="margin: auto; font-size: small;"> <thead> <tr> <th>Mes</th> <th>Julio</th> <th>Agosto</th> <th>Septiembre</th> <th>Octubre</th> <th>Noviembre</th> <th>Diciembre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hrs. Improductivas</td> <td>88</td> <td>147</td> <td>134</td> <td>102</td> <td>143</td> <td>122</td> </tr> </tbody> </table>						Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Hrs. Improductivas	88	147	134	102	143	122
Mes	Hrs. Improductivas																																		
Julio	88																																		
Agosto	147																																		
Septiembre	134																																		
Octubre	102																																		
Noviembre	143																																		
Diciembre	122																																		
Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre																													
Hrs. Improductivas	88	147	134	102	143	122																													

ANEXO 13: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL COSTEO DE PÉRDIDAS POR LA FALTA DE ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DE LIMPIEZA

GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL COSTEO DE PÉRDIDAS POR LA FALTA DE ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DE LIMPIEZA						
Nombre del proceso:		Costeo de pérdidas			Fecha:	28/01/2023
Objetivo:		Costear las pérdidas económicas de CR2 - Producción			Código:	2148
Líder del proceso:		Avigail Erika Crisologo Alvarado - Cynthia Pamela Cerna Pizan			Versión:	3
DATOS (Hr)			FÓRMULA			
Costo de mano de obra directa por hora		S/142.07	$COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = Hrs.\ improductivas \times (C.M.O.D. + C.H.E.+ C.I.F.)$ C.M.O.D. = Costo de mano de obra directa por hora C.H.E. = Costos de horas extras de mano de obra directa C.I.F. = Costos indirectos de fabricación por hora			
Costos de horas extras de mano de obra directa		S/177.58				
Costo indirectos de fabricación por hora		S/302.43				
AÑO	MES	Hrs. Improductivas	Costo de mano de obra directa	Costo de horas extras de mano de obra directa	Costo de horas extras	Costo total de pérdida
2022	Julio	88	S/12,501.92	S/15,627.40	S/26,614.01	S/54,743.33
	Agosto	147	S/20,883.89	S/26,104.87	S/44,457.49	S/91,446.25
	Septiembre	134	S/19,037.02	S/23,796.27	S/40,525.87	S/83,359.17
	Octubre	102	S/14,490.87	S/18,113.58	S/30,848.05	S/63,452.50
	Noviembre	143	S/20,315.63	S/25,394.53	S/43,247.76	S/88,957.92
	Diciembre	122	S/17,332.21	S/21,665.26	S/36,896.69	S/75,894.17
Mensual		123	S/17,426.92	S/21,783.65	S/37,098.31	S/76,308.89
Semestral		736	S/104,561.54	S/130,701.92	S/222,589.87	S/457,853.33

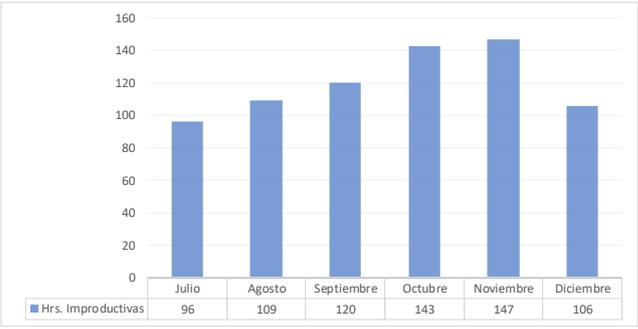
ANEXO 14: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DE LAS HORAS IMPRODUCTIVAS POR PARADAS POR DEMORAS EN LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

		GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DE LAS HORAS IMPRODUCTIVAS POR PARADAS POR DEMORAS EN LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO					
Fecha:	28/01/2023	Código:	2241	Versión:	1	Páginas:	1
Nombre del proceso:	Mantenimiento de máquinas para packing		Líder del proceso:	Avigail Erika Crisologo Alvarado - Cynthia Pamela Cerna Pizan			
Objetivo:	Identificar las horas improductivas por demoras en los trabajos de mantenimiento						
	Mes	Hrs. Improductivas					
	Julio	105					
	Agosto	115					
	Septiembre	164					
	Octubre	111					
	Noviembre	145					
	Diciembre	122					
							

ANEXO 15: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL COSTEO DE PÉRDIDAS POR LA FALTA DE PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL COSTEO DE PÉRDIDAS POR LA FALTA DE PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO						
Nombre del proceso:		Costeo de pérdidas			Fecha:	28/01/2023
Objetivo:		Costear las pérdidas económicas de CR3 - Mantenimiento			Código:	2148
Líder del proceso:		Avigail Erika Crisologo Alvarado - Cynthia Pamela Cerna Pizan			Versión:	3
DATOS (Hr)			FÓRMULA			
Costo de mano de obra directa por hora		S/142.07	$COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = Hrs.\ improductivas \times (C.M.O.D. + C.H.E.+ C.I.F.)$ C.M.O.D. = Costo de mano de obra directa por hora C.H.E. = Costos de horas extras de mano de obra directa C.I.F. = Costos indirectos de fabricación por hora			
Costos de horas extras de mano de obra directa		S/177.58				
Costo indirectos de fabricación por hora		S/302.43				
AÑO	MES	Hrs. Improductivas	Costo de mano de obra directa	Costo de horas extras de mano de obra directa	Costo de horas extras	Costo total de pérdida
2022	Julio	105	S/14,917.07	S/18,646.33	S/31,755.35	S/65,318.75
	Agosto	115	S/16,337.74	S/20,422.18	S/34,779.67	S/71,539.58
	Septiembre	164	S/23,299.04	S/29,123.80	S/49,598.83	S/102,021.67
	Octubre	111	S/15,769.47	S/19,711.84	S/33,569.94	S/69,051.25
	Noviembre	145	S/20,599.76	S/25,749.70	S/43,852.62	S/90,202.08
	Diciembre	122	S/17,332.21	S/21,665.26	S/36,896.69	S/75,894.17
Mensual		127	S/18,042.55	S/22,553.19	S/38,408.85	S/79,004.58
Semestral		762	S/108,255.29	S/135,319.11	S/230,453.10	S/474,027.50

ANEXO 16: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DE LAS HORAS IMPRODUCTIVAS POR PARADAS POR ERRORES DE MONTAJE DE MÁQUINAS

GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DE LAS HORAS IMPRODUCTIVAS POR PARADAS POR ERRORES DE MONTAJE DE MÁQUINAS																																			
Fecha:	28/01/2023	Código:	2242	Versión:	1	Páginas:	2																												
Nombre del proceso:	Mantenimiento de máquinas para packing		Líder del proceso:	Avigail Erika Crisologo Alvarado - Cynthia Pamela Cerna Pizan																															
Objetivo:	Identificar las horas improductivas por errores de montaje de máquinas																																		
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Mes</th> <th>Hrs. Improductivas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Julio</td> <td>96</td> </tr> <tr> <td>Agosto</td> <td>109</td> </tr> <tr> <td>Septiembre</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>Octubre</td> <td>143</td> </tr> <tr> <td>Noviembre</td> <td>147</td> </tr> <tr> <td>Diciembre</td> <td>106</td> </tr> </tbody> </table>	Mes	Hrs. Improductivas	Julio	96	Agosto	109	Septiembre	120	Octubre	143	Noviembre	147	Diciembre	106	 <table border="1" style="margin: auto; width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Mes</th> <th>Julio</th> <th>Agosto</th> <th>Septiembre</th> <th>Octubre</th> <th>Noviembre</th> <th>Diciembre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hrs. Improductivas</td> <td>96</td> <td>109</td> <td>120</td> <td>143</td> <td>147</td> <td>106</td> </tr> </tbody> </table>							Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Hrs. Improductivas	96	109	120	143	147	106
Mes	Hrs. Improductivas																																		
Julio	96																																		
Agosto	109																																		
Septiembre	120																																		
Octubre	143																																		
Noviembre	147																																		
Diciembre	106																																		
Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre																													
Hrs. Improductivas	96	109	120	143	147	106																													

ANEXO 17: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL COSTEO DE PÉRDIDAS POR LA FALTA DE MECANISMOS PARA PREVENIR ERRORES DE MONTAJE

GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL COSTEO DE PÉRDIDAS POR LA FALTA DE MECANISMOS PARA PREVENIR ERRORES DE MONTAJE						
Nombre del proceso:		Costeo de pérdidas			Fecha:	28/01/2023
Objetivo:		Costear las pérdidas económicas de CR4 - Mantenimiento			Código:	2148
Líder del proceso:		Avigail Erika Crisologo Alvarado - Cynthia Pamela Cerna Pizan			Versión:	3
DATOS (Hr)			FÓRMULA			
Costo de mano de obra directa por hora		S/142.07	$COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = Hrs.\ improductivas \times (C.M.O.D. + C.H.E.+ C.I.F.)$ C.M.O.D. = Costo de mano de obra directa por hora C.H.E. = Costos de horas extras de mano de obra directa C.I.F. = Costos indirectos de fabricación por hora			
Costos de horas extras de mano de obra directa		S/177.58				
Costo indirectos de fabricación por hora		S/302.43				
AÑO	MES	Hrs. Improductivas	Costo de mano de obra directa	Costo de horas extras de mano de obra directa	Costo de horas extras	Costo total de pérdida
2022	Julio	96	S/13,638.46	S/17,048.08	S/29,033.46	S/59,720.00
	Agosto	109	S/15,485.34	S/19,356.67	S/32,965.08	S/67,807.08
	Septiembre	120	S/17,048.08	S/21,310.10	S/36,291.83	S/74,650.00
	Octubre	143	S/20,315.63	S/25,394.53	S/43,247.76	S/88,957.92
	Noviembre	147	S/20,883.89	S/26,104.87	S/44,457.49	S/91,446.25
	Diciembre	106	S/15,059.13	S/18,823.92	S/32,057.78	S/65,940.83
Mensual		120	S/17,071.75	S/21,339.69	S/36,342.23	S/74,753.68
Semestral		721	S/102,430.53	S/128,038.16	S/218,053.39	S/448,522.08

ANEXO 18: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL PROCESO DE CAMBIO DE FORMATOS

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		

ANEXO 19: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL ANÁLISIS DEL PROCESO DE CAMBIO DE FORMATOS

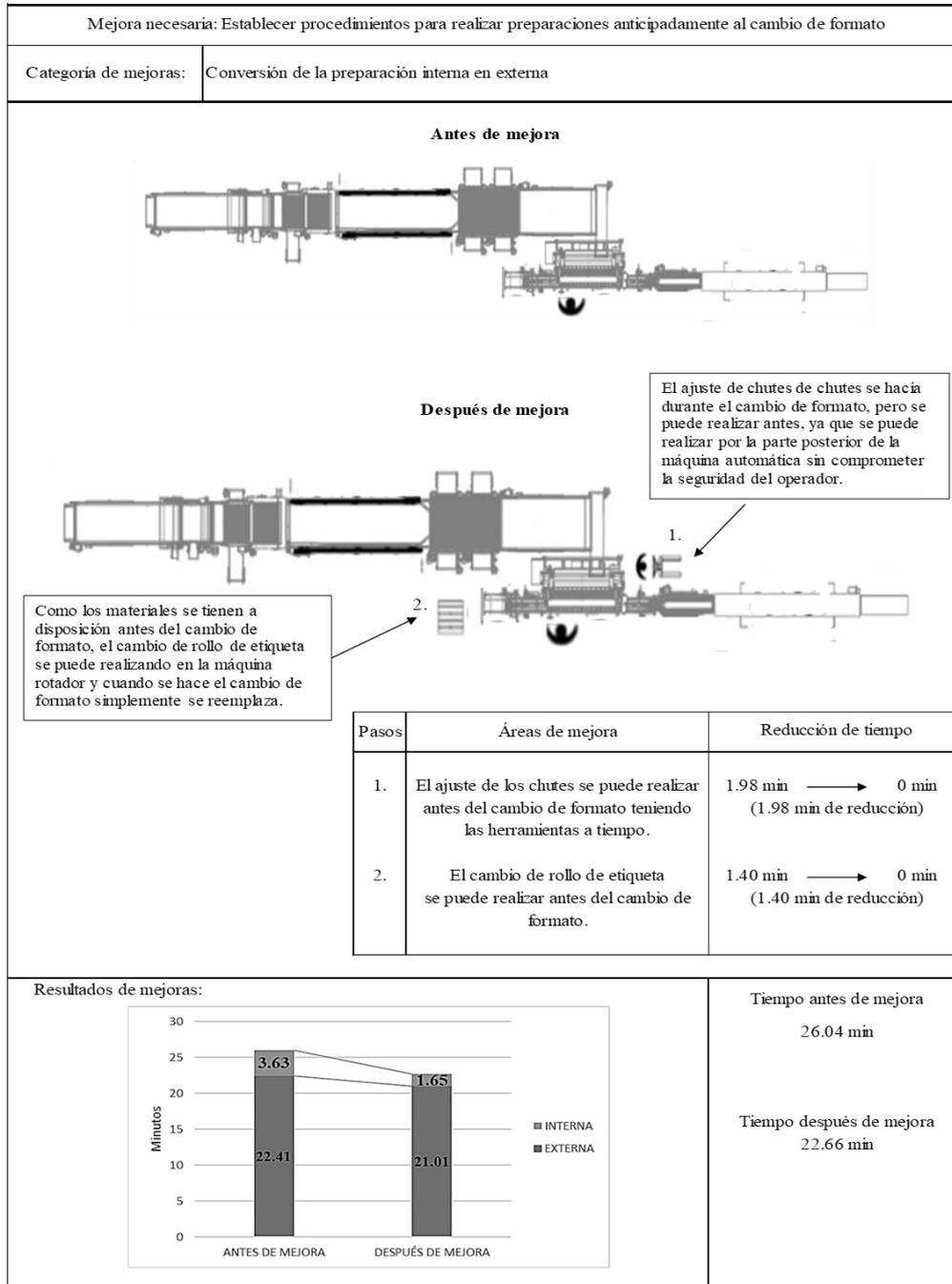
Parámetros técnicos		Parámetros estadísticos	
Desapiladores disponibles:	5	N° de rollos de etiquetas a cambiar	1
Peso desapiladora	2 kg	Clamshells por fajas	15
Velocidad de faja	1 m/s	Posicionamiento transversal	12.5 m
Calibración de balanzas	29 sg		

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		

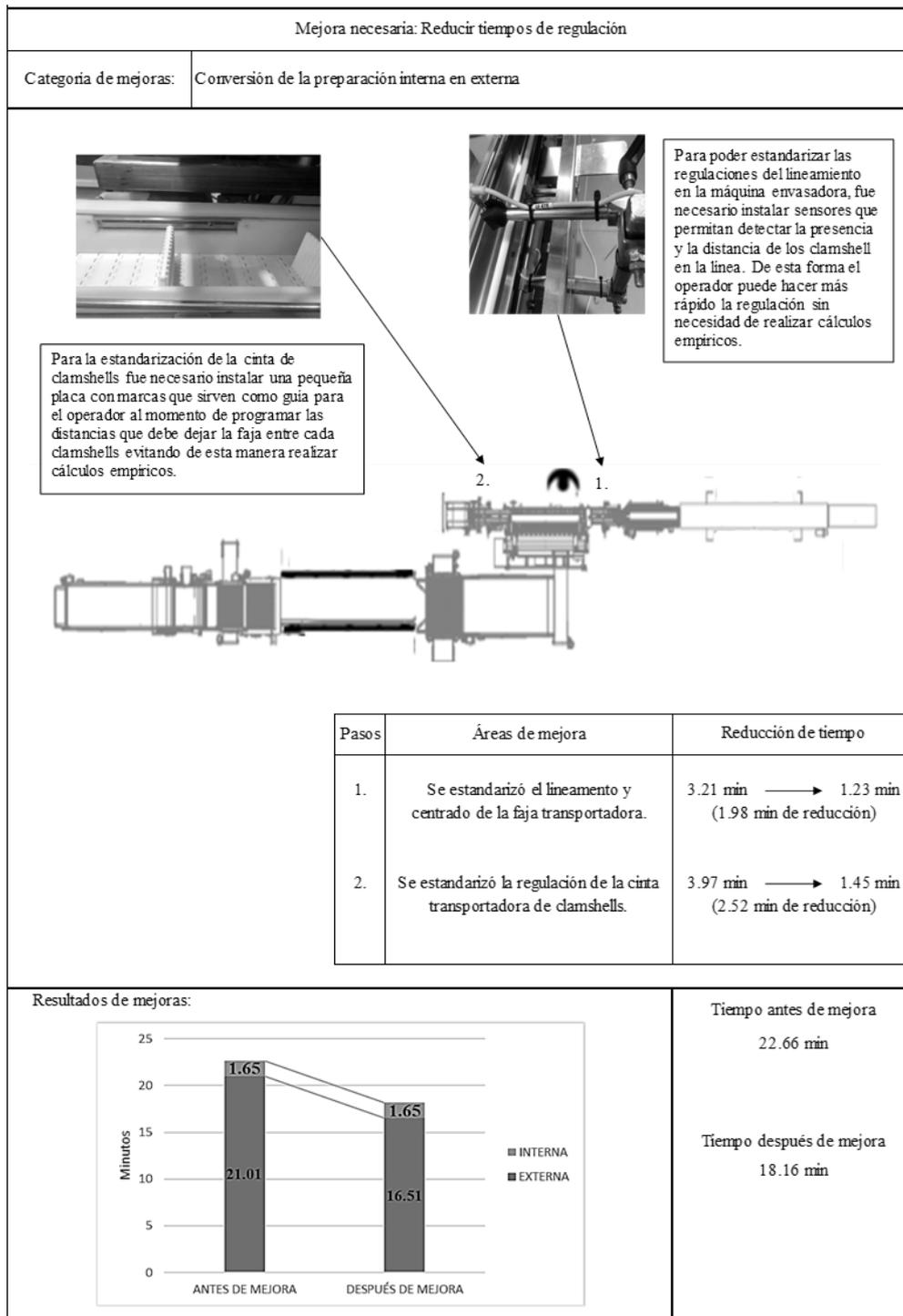
ANEXO 20: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN PARA LA SEPARACIÓN DE OPERACIONES DEL CAMBIO DE FORMATO

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 desafilador 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		

ANEXO 21: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN PARA CONVERTIR ACTIVIDADES INTERNAS EN EXTERNAS



ANEXO 22: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN PARA ELIMINAR AJUSTES Y REGULACIONES



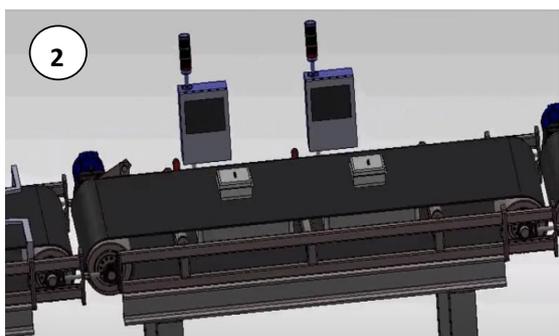
ANEXO 23: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS PARA LA DETECCIÓN DE ERRORES

GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS PARA LA DETECCIÓN DE ERRORES							
Fecha:	28/01/2023	Código:	2540	Versión:	1	Páginas:	1
Nombre del proceso:	Detección de errores en el proceso			Líder del proceso:	Avigail Erika Crisologo Alvarado - Cynthia Pamela Cerna Pizan		
Objetivo:	Implementar dispositivos para detectar los errores en el proceso						

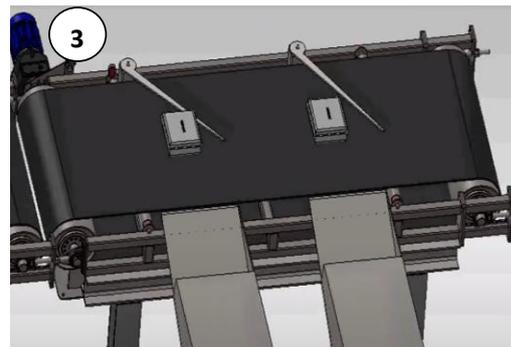


1

1. Se han instalado dos sensores en el sistema: El primero es el sensor de color CONTROL ACS7000, el cual está disponible en la empresa para las líneas de producción. Este sensor emite luz (roja, verde, azul) sobre los clamshells y analiza las coordenadas cromáticas a partir de la radiación reflejada, comparándolas con los valores cromáticos de referencia almacenados. Si los valores cromáticos están dentro de la banda de tolerancia ajustada, se activa una salida conmutada. Esto significa que el sensor es capaz de distinguir si un clamshell tiene arándanos aplastados o no. El segundo sensor instalado es una celda de carga o sensor de peso. Este dispositivo electrónico detecta los cambios eléctricos que se producen cuando se aplica una variante de peso sobre la báscula o balanza. Esta información se transmite a un indicador de peso o controlador de peso, que en este caso es el sistema A&B de la empacadora. De igual forma, se detectarán los clamshells con sobrepeso o peso bajo y se moverán hacia otra cinta transportadora.



2



3



4

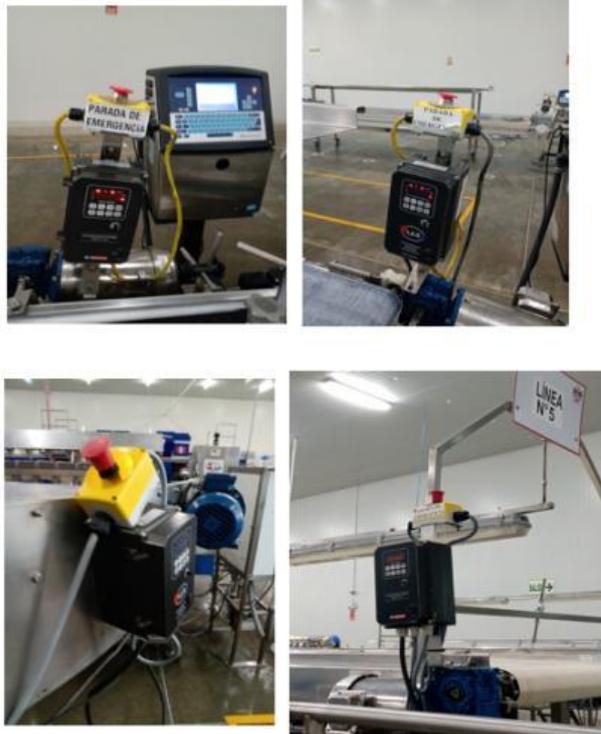
2. Se observa que se han adaptado sensores a la faja, e incluso se ha instalado un pequeño sistema de iluminación que señala si el clamshell que está siendo procesado cumple con las condiciones óptimas, es decir, si no tiene frutas aplastadas y su peso está dentro de los parámetros establecidos.

3. El sistema ajustado incorpora extremidades que se ponen en marcha al detectar discrepancias en los sensores que se han colocado previamente, con el fin de garantizar que solo sean permitidas las conchas marinas aceptables.

4. Se observa el funcionamiento íntegro del sistema en el que los envases tipo clamshell que no cumplen con los requisitos establecidos son redirigidos hacia una banda transportadora separada.

ANEXO 23: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL PROTOCOLO DE PARADA DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN ANTE POSIBLE ERRORES

GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL PROTOCOLO DE PARADA DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN ANTE POSIBLE ERRORES							
Fecha:	28/01/2023	Código:	2540	Versión:	1	Páginas:	1
Nombre del proceso:	Detección de errores en el proceso			Líder del proceso:	Avigail Erika Crisologo Alvarado - Cynthia Pamela Cerna Pizan		
Objetivo:	Establecer el protocolo para parar la línea de producción ante posible errores graves						



```

graph TD
    A[SE VERIFICA EL ESTADO DE LAS ALARMAS VISUALES (LUCES) DE CADA SENSOR.] --> B{¿LA ALARMA VISUAL PRESENTA LUZ ROJA?}
    B -- NO --> C[SE CONTINUA CON EL PROCESO]
    B -- SI --> D[SE PRESIONA EL BOTÓN DE PARADA DE EMERGENCIA]
    D --> E[SE REALIZA LAS CORRECCIONES NECESARIAS]
    E --> F{¿LA ALARMA VISUAL PRESENTA LUZ VERDE?}
    F -- SI --> G[SE DESACTIVA EL BOTÓN DE EMERGENCIA]
    F -- NO --> E
    G --> C
    
```

ANEXO 24: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL REGISTRO FOTOGRÁFICO

GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL REGISTRO FOTOGRÁFICO							
Fecha:	28/01/2023	Código:	2365	Versión:	1	Páginas:	1
Nombre del proceso:	Orden y limpieza			Líder del proceso:	Avigail Erika Crisologo Alvarado - Cynthia Pamela Cerna Pizan		
Objetivo:	Hacer registro fotográfico						
							

ANEXO 25: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL COSTEO DE PÉRDIDAS DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE SMED

GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL COSTEO DE PÉRDIDAS DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE SMED						
Nombre del proceso:	Costeo de pérdidas post mejora			Fecha:	28/05/2023	
Objetivo:	Costear las pérdidas económicas de CR3 - Producción - post mejora			Código:	2148	
Líder del proceso:	Avigail Erika Crisologo Alvarado - Cynthia Pamela Cerna Pizan			Versión:	3	
DATOS (Hr)			FÓRMULA			
Costo de mano de obra directa por hora	S/142.07	$COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = Hrs.\ improductivas \times (C.M.O.D. + C.H.E. + C.I.F.)$				
Costos de horas extras de mano de obra directa	S/177.58	C.M.O.D. = Costo de mano de obra directa por hora				
Costo indirectos de fabricación por hora	S/302.43	C.H.E. = Costos de horas extras de mano de obra directa				
		C.I.F. = Costos indirectos de fabricación por hora				
AÑO	MES	Hrs. Improductivas	Costo de mano de obra directa	Costo de horas extras de mano de obra directa	Costo de horas extras	Costo total de pérdida
2023	Julio	48	S/6,876.06	S/8,595.07	S/14,637.70	S/30,108.83
	Agosto	44	S/6,279.38	S/7,849.22	S/13,367.49	S/27,496.08
	Septiembre	49	S/6,989.71	S/8,737.14	S/14,879.65	S/30,606.50
	Octubre	49	S/7,018.13	S/8,772.66	S/14,940.14	S/30,730.92
	Noviembre	34	S/4,773.46	S/5,966.83	S/10,161.71	S/20,902.00
	Diciembre	34	S/4,858.70	S/6,073.38	S/10,343.17	S/21,275.25
Mensual		43	S/6,132.57	S/7,665.72	S/13,054.98	S/26,853.26
Semestral		259	S/36,795.43	S/45,994.29	S/78,329.86	S/161,119.58

ANEXO 26: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL PRESUPUESTO DE INVERSIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SMED

Nombre o título del proyecto:

IMPLEMENTACIÓN SMED

FASE DE PLANIFICACIÓN	S/228,300.00
FASE DE IMPLEMENTACIÓN	S/150,035.00
FASE DE SOSTENIBILIDAD	S/60,200.00
INVERSIÓN TOTAL	S/438,535.00

1. PLANIFICACIÓN :

Concepto del Gasto	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Honorarios de investigadores	S/7,500.00	2	S/15,000.00
Costo de capacitaciones	S/95,450.00	1	S/95,450.00
Honorarios operadores de máquina y supervisores	S/2,000.00	50	S/100,000.00
Honorario de Jefes	S/3,500.00	5	S/17,500.00
Material didáctico y útiles	S/350.00	1	S/350.00
	S/108,800.00		S/228,300.00

2. IMPLEMENTACIÓN :

Concepto del Gasto	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Honorario investigadores	S/7,500.00	2	S/15,000.00
Honorario trabajadores y supervisores	S/2,000.00	40	S/80,000.00
Honorario de Jefes	S/4,500.00	5	S/22,500.00
Materiales para la intervención	S/350.00	1	S/350.00
Impresión de textos de apoyo (fichas técnicas u otros)	S/290.00	1	S/290.00
Impresión y circulación de piezas comunicativas y de divulgación	S/195.00	1	S/195.00
Insumos para adecuación de espacio (pintura, resane u otro)	S/4,250.00	1	S/4,250.00
Herramientas y acondicionamientos de piezas	S/27,450.00	1	S/27,450.00
	S/39,035.00		S/150,035.00

3. SOSTENIBILIDAD :

Concepto del Gasto	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Honorario de investigadores	S/7,500.00	2	S/15,000.00
Costos de auditorías	S/1,800.00	24	S/43,200.00
Finalización o edición registro informe final	S/2,000.00	1	S/2,000.00
	S/11,300.00		S/60,200.00

ANEXO 27: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL COSTEO DE PÉRDIDAS DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE JIDOKA

GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL COSTEO DE PÉRDIDAS DESPUÉS DE IMPLEMENTAR JIDOKA						
Nombre del proceso:		Costeo de pérdidas - Post Mejora			Fecha:	28/05/2023
Objetivo:		Costear las pérdidas económicas de CR4 - Producción - Post mejora			Código:	2148
Líder del proceso:		Avigail Erika Crisologo Alvarado - Cynthia Pamela Cerna Pizan			Versión:	3
DATOS (Hr)			FÓRMULA			
Costo de mano de obra directa por hora		S/142.07	$COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = Hrs.\ improductivas \times (C.M.O.D. + C.H.E.+ C.I.F.)$ C.M.O.D. = Costo de mano de obra directa por hora C.H.E. = Costos de horas extras de mano de obra directa C.I.F. = Costos indirectos de fabricación por hora			
Costos de horas extras de mano de obra directa		S/177.58				
Costo indirectos de fabricación por hora		S/302.43				
AÑO	MES	Hrs. Improductivas	Costo de mano de obra directa	Costo de horas extras de mano de obra directa	Costo de horas extras	Costo total de pérdida
2023	Julio	37	S/5,228.08	S/6,535.10	S/11,129.49	S/22,892.67
	Agosto	31	S/4,460.91	S/5,576.14	S/9,496.36	S/19,533.42
	Septiembre	27	S/3,778.99	S/4,723.74	S/8,044.69	S/16,547.42
	Octubre	35	S/4,915.53	S/6,144.41	S/10,464.14	S/21,524.08
	Noviembre	29	S/4,148.37	S/5,185.46	S/8,831.01	S/18,164.83
	Diciembre	34	S/4,830.29	S/6,037.86	S/10,282.68	S/21,150.83
Mensual		32	S/4,560.36	S/5,700.45	S/9,708.06	S/19,968.88
Semestral		193	S/27,362.16	S/34,202.70	S/58,248.38	S/119,813.25

ANEXO 28: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL PRESUPUESTO DE INVERSIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE JIDOKA

Nombre o título del proyecto:

IMPLEMENTACIÓN JIDOKA

FASE DE PLANIFICACIÓN	S/208,300.00
FASE DE IMPLEMENTACIÓN	S/173,148.00
FASE DE SOSTENIBILIDAD	S/53,500.00
INVERSIÓN TOTAL	S/434,948.00

1. PLANIFICACIÓN :

Concepto del Gasto	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Honorarios de investigadores	S/7,500.00	2	S/15,000.00
Costo de capacitaciones	S/95,450.00	1	S/95,450.00
Honorarios operadores de máquina y supervisores	S/2,000.00	40	S/80,000.00
Honorario de Jefes	S/3,500.00	5	S/17,500.00
Material didáctico y útiles	S/350.00	1	S/350.00
	S/108,800.00		S/208,300.00

2. IMPLEMENTACIÓN :

Concepto del Gasto	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Honorario investigadores	S/7,500.00	2	S/15,000.00
Honorario trabajadores y supervisores	S/2,000.00	40	S/80,000.00
Honorario de Jefes	S/4,500.00	5	S/22,500.00
Materiales para la intervención	S/841.00	1	S/841.00
Impresión de textos de apoyo (fichas técnicas u otros)	S/452.00	1	S/452.00
Impresión y circulación de piezas comunicativas y de divulgación	S/235.00	1	S/235.00
Herramientas y acondicionamientos de piezas	S/54,120.00	1	S/54,120.00
	S/62,148.00		S/173,148.00

3. SOSTENIBILIDAD :

Concepto del Gasto	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Honorario de investigadores	S/7,500.00	2	S/15,000.00
Costos de auditorías	S/1,500.00	24	S/36,000.00
Finalización o edición registro informe final	S/2,500.00	1	S/2,500.00
	S/11,500.00		S/53,500.00

ANEXO 29: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL COSTEO DE PÉRDIDAS DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE 5S

GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL COSTEO DE PÉRDIDAS DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN 5S						
Nombre del proceso:		Costeo de pérdidas - Post mejora			Fecha:	28/05/2023
Objetivo:		Costear las pérdidas económicas de CR2 - Producción - Post mejora			Código:	2148
Líder del proceso:		Avigail Erika Crisologo Alvarado - Cynthia Pamela Cerna Pizan			Versión:	3
DATOS (Hr)			FÓRMULA			
Costo de mano de obra directa por hora		S/142.07	$COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = Hrs.\ improductivas \times (C.M.O.D. + C.H.E.+ C.I.F.)$ C.M.O.D. = Costo de mano de obra directa por hora C.H.E. = Costos de horas extras de mano de obra directa C.I.F. = Costos indirectos de fabricación por hora			
Costos de horas extras de mano de obra directa		S/177.58				
Costo indirectos de fabricación por hora		S/302.43				
AÑO	MES	Hrs. Improductivas	Costo de mano de obra directa	Costo de horas extras de mano de obra directa	Costo de horas extras	Costo total de pérdida
2023	Julio	18	S/2,500.38	S/3,125.48	S/5,322.80	S/10,948.67
	Agosto	29	S/4,176.78	S/5,220.97	S/8,891.50	S/18,289.25
	Septiembre	27	S/3,807.40	S/4,759.25	S/8,105.17	S/16,671.83
	Octubre	20	S/2,898.17	S/3,622.72	S/6,169.61	S/12,690.50
	Noviembre	29	S/4,063.13	S/5,078.91	S/8,649.55	S/17,791.58
	Diciembre	24	S/3,466.44	S/4,333.05	S/7,379.34	S/15,178.83
Mensual		25	S/3,485.38	S/4,356.73	S/7,419.66	S/15,261.78
Semestral		147	S/20,912.31	S/26,140.38	S/44,517.97	S/91,570.67

ANEXO 30: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL PRESUPUESTO DE INVERSIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE 5S

Nombre o título del proyecto:

IMPLEMENTACIÓN 5S

FASE DE PLANIFICACIÓN	S/283,300.00
FASE DE IMPLEMENTACIÓN	S/149,090.00
FASE DE SOSTENIBILIDAD	S/53,500.00
INVERSIÓN TOTAL	S/485,890.00

1. PLANIFICACIÓN :

Concepto del Gasto	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Honorarios de investigadores	S/7,500.00	2	S/15,000.00
Costo de capacitaciones	S/95,450.00	1	S/95,450.00
Honorarios operadores de máquina y supervisores	S/2,000.00	60	S/120,000.00
Honorario de Jefes	S/3,500.00	15	S/52,500.00
Material didáctico y útiles	S/350.00	1	S/350.00
	S/108,800.00		S/283,300.00

2. IMPLEMENTACIÓN :

Concepto del Gasto	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Honorario investigadores	S/7,500.00	2	S/15,000.00
Honorario trabajadores y supervisores	S/2,000.00	40	S/80,000.00
Honorario de Jefes	S/4,500.00	5	S/22,500.00
Materiales para la intervención	S/250.00	1	S/250.00
Impresión de textos de apoyo (fichas técnicas u otros)	S/215.00	1	S/215.00
Impresión y circulación de piezas comunicativas y de divulgación	S/135.00	1	S/135.00
Insumos para adecuación de espacio (pintura, resane u otro)	S/20,450.00	1	S/20,450.00
Herramientas y acondicionamientos de piezas	S/10,540.00	1	S/10,540.00
	S/38,090.00		S/149,090.00

3. SOSTENIBILIDAD :

Concepto del Gasto	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Honorario de investigadores	S/7,500.00	2	S/15,000.00
Costos de auditorías	S/1,500.00	24	S/36,000.00
Finalización o edición registro informe final	S/2,500.00	1	S/2,500.00
	S/11,500.00		S/53,500.00

ANEXO 31: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL COSTEO DE PÉRDIDAS DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO

GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL COSTEO DE PÉRDIDAS DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO						
Nombre del proceso:		Costeo de pérdidas - Post mejora			Fecha:	28/05/2023
Objetivo:		Costear las pérdidas económicas de CR3 - Mantenimiento - Post mejora			Código:	2148
Líder del proceso:		Avigail Erika Crisologo Alvarado - Cynthia Pamela Cerna Pizan			Versión:	3
DATOS (Hr)			FÓRMULA			
Costo de mano de obra directa por hora	S/142.07	$COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = Hrs.\ improductivas \times (C.M.O.D. + C.H.E.+ C.I.F.)$ C.M.O.D. = Costo de mano de obra directa por hora C.H.E. = Costos de horas extras de mano de obra directa C.I.F. = Costos indirectos de fabricación por hora				
Costos de horas extras de mano de obra directa	S/177.58					
Costo indirectos de fabricación por hora	S/302.43					
AÑO	MES	Hrs. Improductivas	Costo de mano de obra directa	Costo de horas extras de mano de obra directa	Costo de horas extras	Costo total de pérdida
2023	Julio	21	S/2,983.41	S/3,729.27	S/6,351.07	S/13,063.75
	Agosto	23	S/3,267.55	S/4,084.44	S/6,955.93	S/14,307.92
	Septiembre	33	S/4,659.81	S/5,824.76	S/9,919.77	S/20,404.33
	Octubre	22	S/3,153.89	S/3,942.37	S/6,713.99	S/13,810.25
	Noviembre	29	S/4,119.95	S/5,149.94	S/8,770.52	S/18,040.42
	Diciembre	24	S/3,466.44	S/4,333.05	S/7,379.34	S/15,178.83
Mensual		25	S/3,608.51	S/4,510.64	S/7,681.77	S/15,800.92
Semestral		152	S/21,651.06	S/27,063.82	S/46,090.62	S/94,805.50

ANEXO 32: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL PRESUPUESTO DE INVERSIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO

Nombre o título del proyecto:

**IMPLEMENTACIÓN
MANTENIMIENTO PLANIFICADO**

FASE DE PLANIFICACIÓN	S/178,300.00
FASE DE IMPLEMENTACIÓN	S/88,100.00
FASE DE SOSTENIBILIDAD	S/53,500.00
INVERSIÓN TOTAL	S/319,900.00

1. PLANIFICACIÓN :

Concepto del Gasto	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Honorarios de investigadores	S/7,500.00	2	S/15,000.00
Costo de capacitaciones	S/95,450.00	1	S/95,450.00
Honorarios operadores de máquina y supervisores	S/2,000.00	25	S/50,000.00
Honorario de Jefes	S/3,500.00	5	S/17,500.00
Material didáctico y útiles	S/350.00	1	S/350.00
	S/108,800.00		S/178,300.00

2. IMPLEMENTACIÓN :

Concepto del Gasto	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Honorario investigadores	S/7,500.00	2	S/15,000.00
Honorario trabajadores y supervisores	S/2,000.00	25	S/50,000.00
Honorario de Jefes	S/4,500.00	5	S/22,500.00
Materiales para la intervención	S/250.00	1	S/250.00
Impresión de textos de apoyo (fichas técnicas u otros)	S/215.00	1	S/215.00
Impresión y circulación de piezas comunicativas y de divulgación	S/135.00	1	S/135.00
	S/7,100.00		S/88,100.00

3. SOSTENIBILIDAD :

Concepto del Gasto	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Honorario de investigadores	S/7,500.00	2	S/15,000.00
Costos de auditorías	S/1,500.00	24	S/36,000.00
Finalización o edición registro informe final	S/2,500.00	1	S/2,500.00
	S/11,500.00		S/53,500.00

ANEXO 33: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL COSTEO DE PÉRDIDAS DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE POKA YOKE

GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL COSTEO DE PÉRDIDAS DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE POKA YOKE						
Nombre del proceso:		Costeo de pérdidas - Post mejora			Fecha:	28/05/2023
Objetivo:		Costear las pérdidas económicas de CR4 - Mantenimiento - Post mejora			Código:	2148
Líder del proceso:		Avigail Erika Crisologo Alvarado - Cynthia Pamela Cerna Pizan			Versión:	3
DATOS (Hr)			FÓRMULA			
Costo de mano de obra directa por hora	S/142.07	$COSTO\ TOTAL\ DE\ PÉRDIDA = Hrs.\ improductivas \times (C.M.O.D. + C.H.E.+ C.I.F.)$ C.M.O.D. = Costo de mano de obra directa por hora C.H.E. = Costos de horas extras de mano de obra directa C.I.F. = Costos indirectos de fabricación por hora				
Costos de horas extras de mano de obra directa	S/177.58					
Costo indirectos de fabricación por hora	S/302.43					
AÑO	MES	Hrs. Improductivas	Costo de mano de obra directa	Costo de horas extras de mano de obra directa	Costo de horas extras	Costo total de pérdida
2023	Julio	19	S/2,727.69	S/3,409.62	S/5,806.69	S/11,944.00
	Agosto	22	S/3,097.07	S/3,871.33	S/6,593.02	S/13,561.42
	Septiembre	24	S/3,409.62	S/4,262.02	S/7,258.37	S/14,930.00
	Octubre	29	S/4,063.13	S/5,078.91	S/8,649.55	S/17,791.58
	Noviembre	29	S/4,176.78	S/5,220.97	S/8,891.50	S/18,289.25
	Diciembre	21	S/3,011.83	S/3,764.78	S/6,411.56	S/13,188.17
Mensual		24	S/3,414.35	S/4,267.94	S/7,268.45	S/14,950.74
Semestral		144	S/20,486.11	S/25,607.63	S/43,610.68	S/89,704.42

ANEXO 34: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL PRESUPUESTO DE INVERSIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE POKA YOKE

Nombre o título del proyecto:

IMPLEMENTACIÓN POKA YOKE

FASE DE PLANIFICACIÓN	S/178,300.00
FASE DE IMPLEMENTACIÓN	S/142,600.00
FASE DE SOSTENIBILIDAD	S/53,500.00
INVERSIÓN TOTAL	S/374,400.00

1. PLANIFICACIÓN :

Concepto del Gasto	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Honorarios de investigadores	S/7,500.00	2	S/15,000.00
Costo de capacitaciones	S/95,450.00	1	S/95,450.00
Honorarios operadores de máquina y supervisores	S/2,000.00	25	S/50,000.00
Honorario de Jefes	S/3,500.00	5	S/17,500.00
Material didáctico y útiles	S/350.00	1	S/350.00
	S/108,800.00		S/178,300.00

2. IMPLEMENTACIÓN :

Concepto del Gasto	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Honorario investigadores	S/7,500.00	2	S/15,000.00
Honorario trabajadores y supervisores	S/2,000.00	25	S/50,000.00
Honorario de Jefes	S/4,500.00	5	S/22,500.00
Materiales para la intervención	S/250.00	1	S/250.00
Impresión de textos de apoyo (fichas técnicas u otros)	S/215.00	1	S/215.00
Impresión y circulación de piezas comunicativas y de divulgación	S/135.00	1	S/135.00
Herramientas y acondicionamientos de piezas	S/54,500.00	1	S/54,500.00
	S/61,600.00		S/142,600.00

3. SOSTENIBILIDAD :

Concepto del Gasto	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Honorario de investigadores	S/7,500.00	2	S/15,000.00
Costos de auditorías	S/1,500.00	24	S/36,000.00
Finalización o edición registro informe final	S/2,500.00	1	S/2,500.00
	S/11,500.00		S/53,500.00

ANEXO 35: GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL CÁLCULO DE LA TASA MÍNIMA ACEPTABLE DE RENDIMIENTO (TMAR)

GUÍA DOCUMENTAL PARA LA RECOLECCIÓN INFORMACIÓN DEL CÁLCULO DE LA TASA MÍNIMA ACEPTABLE DE RENDIMIENTO (TMAR)			
Tarea:	Cálculo de TMAR	Proceso:	Packing de arándanos
Fecha:	28/05/2023	Áreas:	Producción
Analistas:	Avigail Erika Crisologo Alvarado Cynthia Pamela Cerna Pizan		Mantenimiento

Año	Inflación acumulada al último día de diciembre	100% + Inflación anual acumulada
2018	1.32	101.32
2019	2.14	102.14
2020	1.83	101.83
2021	3.98	103.98
2022	7.87	107.87
f = inflación media anual =		3.40%

Tipo de riesgo	i = premio al riesgo
Bajo	1 a 10 %
Medio	11 a 20 %
Alto	>20%

Fuente: Baca (2017)

Fuente: Banco Central de Reserva del Perú (2019)

Ítem	Concepto	Valor
i	inflación	3.40%
f	premio al riesgo	20.00%
TMAR	Tasa mínima aceptable de rendimiento	24.08%

Fórmula: $TMAR = i + f + if$

Fuente: Baca (2017)