

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“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 para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Eder Gabriel Cruz Zapata

Roy David Guarniz Linares

Asesor:

Ing. Dr. Mg. Lic. Jorge Luis Alfaro Rosas

Trujillo - Perú

2022



DEDICATORIA

Dedicamos esta tesis a

Dios por darnos la oportunidad de llegar hasta este punto, por darnos salud y haber logrado nuestros objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A nuestros padres por ser el pilar fundamental en todo lo que somos y en lo que seremos, en toda nuestra educación, tanto académica, como de la vida profesional, por su incondicional apoyo de inicio a fin.

A todos aquellos familiares y amigos que nos brindaron el apoyo durante el proceso de este proyecto.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a nuestro asesor Jorge Alfaro, quien nos apoyó para sacar adelante nuestro proyecto, a nuestros padres y a Dios.

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ECUACIONES	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad problemática	10
1.2. Antecedentes:	15
1.3. Bases Teóricas	19
1.4. Formulación del problema	47
1.5. Objetivos	48
1.5.1. Objetivo general	48
1.5.2. Objetivos específicos	48
1.6. Hipótesis	48
1.7. Justificación	48
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA	50
2.1. Tipo de investigación	50
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	50
2.2.1. Población	50
2.2.2. Muestra	50
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	50
2.3.1. Técnicas	50
2.3.2. Análisis de datos	51
2.3.3. Procedimiento	52
2.3.4. Aspectos Éticos:	52
CAPÍTULO 3. RESULTADOS	53
3.1. Diagnóstico de la realidad actual	53
3.1.1. Generalidades de la empresa	53
3.1.2. Diagnóstico del área problemática (DOP)	54
3.1.3. Identificación de indicadores	56
3.2. Solucion de la Propuesta	59
3.2.1. Descripcion de la causa raiz	59
3.3. Evaluación Económica	91
3.3.1. Inversión de herramientas	91
3.3.2. Flujo de Cajas proyecto	92
CAPÍTULO 4. DISCUSION Y CONCLUSIONES	101
4.1. Discusión	101
4.2. Conclusiones	103
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	104
ANEXOS	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Promedio de indicador productividad laboral	12
Tabla 2. Problemas de la empresa Agroindustrial.....	14
<i>Tabla 4. Tarjeta roja para la aplicación del Seiri en una Pyme.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 7. Principales características de células de U.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 8. Niveles de flujo continuo.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 6. Problemas por la planificación de grandes lotes en los procesos.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 5. Pérdidas en equipos.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 9. Clasificación de los mecanismos de Poka-Yoke</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 11. Factores externos de la productividad.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 10. Factores internos de la productividad.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 3. Herramientas Lean Manufacturing</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 12. Matriz de operacionalización de variables.....</i>	<i>49</i>
Tabla 13. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	51
Tabla 14. Matriz de priorización.....	57
Tabla 15. Matriz de indicadores.....	58
Tabla 16. Cantidades de productos dañados en el del año 2019	61
Tabla 17. Costos totales de las caídas de los productos al suelo del año 2019	61
Tabla 18. Registro de los materiales perdidos del año 2019	62
Tabla 19. Costos totales de los materiales perdidos del año 2019	62
Tabla 20. Costos totales de pérdidas en el proceso de corte del año 2019.....	63
Tabla 21. Costos totales de altos índices de mermas del año 2019.....	64
Tabla 22. Cantidad de productos disconformes del año 2019.....	65
Tabla 23. Costo total de productos no conformes	65
Tabla 24. Costos totales del exceso de la sustancia química en el año 2019	66
Tabla 25. Información de los colores de alerta	72
Tabla 26. Tablero Kanban en el almacén de materia prima.....	74
Tabla 27. Tarjetas Kanban en el área de almacén de materia prima	74
Tabla 28. Tablero Kanban en el área de armado y codificado	76
Tabla 29. Tarjetas Kanban en el área de armado y codificado.....	76
Tabla 30. Tablero Kanban en el almacén de producto terminado.....	77
Tabla 31. Tarjetas Kanban en el área de almacén de producto terminado	78
Tabla 32. Eficiencia del insumo del año 2019	80
Tabla 33. Análisis de eficiencia de los proveedores	80

Tabla 34. Identificación de proveedores con menor eficiencia	81
Tabla 35. Cronograma del plan de capacitación	83
Tabla 36. Temas de la capacitación	83
Tabla 37. Recursos empleados para la capacitación	84
Tabla 38. Hoja de registro de defectos	85
Tabla 39. Matriz de Auto calidad en el área de producción N01	85
Tabla 40. Matriz de Auto calidad en el área de producción N02	86
Tabla 41. Resumen de grado de cumplimiento de las 5S en la empresa	86
Tabla 42. Artículos con tarjeta roja	87
Tabla 43. Formato Cumplimiento Limpieza	88
Tabla 44. Lista de verificación de control visual	89
Tabla 45. Estado de Resultados mensual	91
Tabla 46. Flujo de caja proyectado mensualmente	92
Tabla 47. VAN, TIR, PRI, y B/C	93
Tabla 48. Productividad actual y mejorada	94
Tabla 49. Cantidad de desperdicio actual y mejorada de materiales	95
Tabla 50. Eficiencia de cantidad de materiales	98
Tabla 51. Comparación de costo inicial, reducido y beneficio	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Promedio de la productividad laboral	13
Figura 2. Célula en U	24
Figura 3. Comparación de un sistema producción tradicional y lean.....	27
Figura 4. Medidor de eficiencia	31
Figura 5. Sistema Kanban con dos tarjetas	33
Figura 6. Modelo integrado de los factores de la productividad de una empresa	43
Figura 7. Mapa de Procesos de la Empresa.....	54
Figura 8. Diagrama de Operaciones de Proceso de la Empresa	55
Figura 9. Diagrama de Ishikawa de la Empresa.....	56
Figura 10. Diagrama de pareto.....	57
Figura 11. Mapa de flujo de valor antes de la mejora	68
Figura 12. Mapa de flujo de valor mejorado	69
Figura 13. Propuesta de dispositivo para corte.....	71
Figura 14. Propuesta de dispositivo de alerta.....	72
Figura 15. Área de almacen de materia prima de producción.....	73
Figura 16. Area de armado y codificado	75
Figura 17. Area de almacen de productos terminados	77
Figura 18. Recipiente para medidas la cantidad de la sustancia.....	78
Figura 19. Productividad propuesta	94
Figura 20. Unidades de Ligas N°30	96
Figura 21. Unidades de Ligas N°62	96
Figura 22. Unidades de paños	97
Figura 23. Unidades de grapas	97
Figura 24. Unidades de zunchos	98
Figura 25. Unidades de esquiner	98
Figura 26. Nivel de eficiencia de materiales mejorado	99
Figura 27. Comparación de costo inicial, reducido y beneficios	100

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Número de contenedores	35
Ecuación 2. Número de contenedores diagnosticados	36
Ecuación 3. Takt Time	44
Ecuación 4. Productividad.....	41
Ecuación 5. Productividad Total	46
Ecuación 6. Productividad Parcial	47
Ecuación 7. Productividad Valorizada	48

RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad proponer herramientas Lean Manufacturing para incrementar la productividad en la empresa agroindustrial de la ciudad de Trujillo; además, el tipo de investigación del trabajo es pre-experimental, permitiendo obtener información precisa sobre la problemática actual de la empresa. De esta manera, con la información recaudada mediante las técnicas e instrumentos se pudo evaluar y establecer las herramientas lean: VSM, dispositivo Andon, Poka Yoke, 5's, Kanban, estandarización, KPI y MAQ, esto permitirá incrementar la productividad en la organización. Asimismo, se realizó un diagnóstico donde se identificaron las principales causas raíces que afectan en los procesos de operación en el área de producción y almacén, las cuales generan una productividad de 97271 cajas/h-h y una pérdida anual de S/. 288,400.85 y utilizando la metodología lean incremento la productividad a 100029 cajas/h-h y la pérdida monetaria se logró reducir a S/. 104,198.851 permitiendo un beneficio de S/. 184,202.00 para la empresa. Finalmente, se evaluó la viabilidad y rentabilidad de la propuesta a través del VAN, TIR y B/C, obteniendo valores mensuales de S/. 49,329.57; 53.05% y 2.34 respectivamente, además el periodo de recuperación de la inversión (PRI) será de 2 meses para la empresa agroindustrial.

Palabras clave: Productividad, Lean Manufacturing, Eficiencia

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Las organizaciones cada vez atraviesan diferentes problemáticas debido a los altos niveles de competitividad que nacen a nivel mundial, dando origen a la creación de nuevas estrategias y metodologías de mejora continua para tener un impacto positivo en la productividad de la empresa. Muchas de estas variables como la cultura, los recursos disponibles, la planeación estratégica y las proyecciones empresariales deben ser adaptables de acuerdo a la necesidad organizacional considerando para ello el riesgo latente de ingreso de nuevos competidores. Es relevante que las empresas consideren en sus estudios factores internos y externos, para identificar los problemas que pueden surgir en el entorno macro y micro de la empresa. (Aguirre, 2014).

En Colombia, las organizaciones deben enfrentar el reto de disminución de horas de mano de obra que supone su baja productividad por hora trabajada. En este país, la productividad relativa ajustada por el poder de compra, es tan sola una quinta parte de la de Estados Unidos. La inclusión de la preocupación por la baja productividad laboral del país frente a la de EE. UU. en el 2005 en los aspectos diagnósticos de la Política de Productividad y Competitividad evidencia la estrecha relación entre estas, ante la presión por ser competitivos, la productividad se vuelve una condición necesaria, aunque no suficiente, para la anhelada competitividad de las organizaciones (Jaimes y Rojas, 2015).

En México, las pequeñas y medianas empresas, forman el 99.8% de las organizaciones establecidas, generando el 52% del producto bruto interno y el 72% del empleo en el país México. Estas entidades económicas se presentan algunos problemas como baja productividad, incapacidad para soportar grandes periodos de crisis, nula

competitividad, normas de calidad parcialmente, estos factores se encuentran relacionado directamente con el ámbito interno empresarial, volviendo insegura la estabilidad de la organización en un futuro. Estas empresas para sobrevivir en el mercado y hacer frente a los problemas hacen uso de diferentes estrategias (Gutiérrez, 2011).

En Cuba, las empresas manufactureras desperdician un 70% de sus recursos empleados y las actividades de fabricación representan el 33% del tiempo productivo de la misma. Para que una empresa tenga un funcionamiento adecuado y eficaz, debe tener una eficiente gestión de recursos y procesos, para obtener de resultados deseados, un crecimiento estable, consistencia en todos los procesos que conllevaría alcanzar altos niveles de productividad, competitividad y rentabilidad del negocio (Pérez, Marmolejo, Mejía, Caro y Rojas, 2016).

En Perú, la brecha de competitividad de los sectores productivos para el caso de la agroindustria ubica al país en una posición vulnerable con respecto a otras naciones con los cuales competimos. Estos poseen niveles de productividad más elevados, y han logrado niveles de institucionalidad que ayudan al aumento de la innovación y la productividad según (Arroyo, Rojas y Kleeberg, 2016).

En Trujillo, en los últimos años las organizaciones se preocupan por satisfacer a sus clientes ofreciendo productos de calidad, sin embargo, no tienen ese mismo interés por los problemas que aquejan a sus empleados en el entorno de la empresa, ya que la necesidad de potenciar sus habilidades tiene un impacto en el desempeño laboral de los operarios en su puesto de trabajo. Por lo mencionado, los incentivos laborales son utilizados para mantener la motivación en el trabajo con la finalidad de aumentar y mejorar el desempeño de los empleados, ya que proporcionan satisfacción en los trabajadores a la hora de ejecutar sus

actividades, proporcionándole a la empresa un gran nivel de productividad por el alto desempeño de sus empleados según (Desposorio, 2017).

La productividad involucra diferentes factores vinculado al rendimiento, a la calidad de los productos y servicios y a la reducción del número de errores posibles en la línea de producción, las cuales impactan en los objetivos económicos de la empresa. Es por ello, las organizaciones implementan estrategias de competitividad mediante el uso de técnicas y metodologías, las cuales en esta investigación dependen de la aplicación de las herramientas lean Manufacturing. La productividad laboral en el sector agroindustrial es un factor clave para medir la eficiencia de la producción durante un determinado periodo, es por ello que según Tello (2016), en su estudio “Productividad, capacidad tecnológica y de innovación, y difusión tecnológica en la agricultura comercial moderna en el Perú: un análisis exploratorio regional”, se compara este factor en los distintos departamentos del Perú. A continuación, se detalla la información mencionada en la siguiente tabla:

Tabla 1. Promedio de indicador productividad laboral

Departamento	Productividad por departamento	Productividad de Perú
Tumbes	9279.1	2423.9
Moquegua	5220.2	2423.9
Tacna	5015.9	2423.9
UcaMd	4322.5	2423.9
Piura	4198.2	2423.9
Junin	4117.7	2423.9
Huancavelica	3055.2	2423.9
San Martín	2838.9	2423.9
Puno	2568.8	2423.9
Loreto	2314.2	2423.9
Cuzco	2233.3	2423.9
Cajamarca	2084.9	2423.9
Ica	2048.9	2423.9
Pasco	1909	2423.9
La Libertad	1635.7	2423.9
Anchash	1443.3	2423.9

Amazonas	1034.3	2423.9
Arequipa	984.7	2423.9
Ayacucho	952	2423.9
Lima Callao	938.5	2423.9
Lambayeque	618	2423.9
Huánuco	604.5	2423.9
Apurímac	469.2	2423.9

Fuente: Productividad, capacidad tecnológica y de innovación, y difusión tecnológica en la agricultura comercial moderna en el Perú: un análisis exploratorio regional.

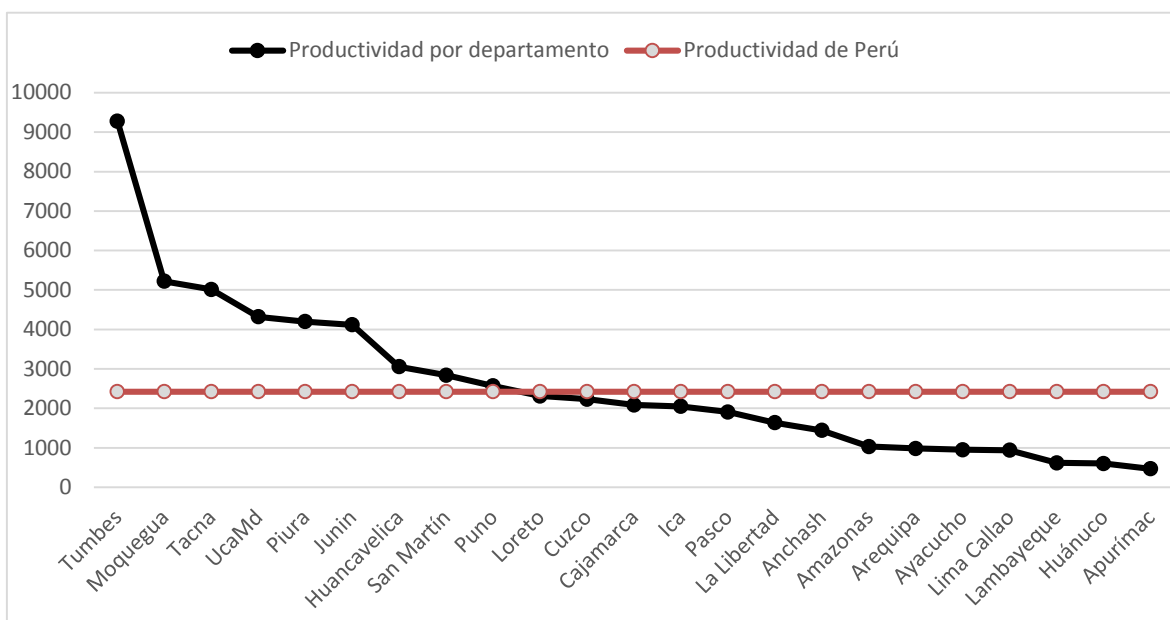


Figura 1. Promedio de la productividad laboral

El estudio demuestra que solo nueve departamentos están por encima del promedio de productividad laboral nivel nacional (2432.9) y el resto incluido el departamento de la libertad que tiene un promedio de productividad 1635.7 está por debajo del estándar del promedio de productividad en el Perú.

Actualmente la empresa Agroindustrial, se han identificado problemas que afectan la productividad, ocasionando productos no conformes, reprocesos, desperdicios de insumos y materiales que conciernen a las áreas de almacén y producción. A continuación, se detallan los problemas que tienen más impacto en la empresa:

Tabla 2. Problemas de la empresa Agroindustrial

N°	Problemas	Costos anual
1	Caidas de productos	S/. 12,398.65
2	Perdida de materiales	S/. 9,103.51
3	Corte inadecuado del insumo	S/. 2,402.74
4	Alto índice de mermas	S/. 236,316.67
5	Insumo que incumple con las especificaciones	S/. 3,974.91
6	Daños a la salud del trabajador	S/. 24,204.37

Fuente: Elaboración propia

Mediante la tabla 2, el primer problema es causado por una falta de control en la faja transportadora debido que no existe un sistema de alerta para que el personal puede prevenir caídas del producto en la maquinaria. Segundo, inadecuada gestión de materiales, debido a que personal demanda más material (ligas, sunchos, esquineros, grapas, paños) y esto ocasiona pérdidas de las mismas. Tercero, ausencia de estandarización en el proceso de cortado, porque el operario corta el espárrago del tocón con un cuchillo, ocasionado que el corte no sea exacto por lo tanto el producto no cumpliría con las especificaciones (la sección cortada no quede lisa). Cuarto, falta de un control en el proceso de selección, ya que el espárrago que cumple con las especificaciones no es aprovechado y el personal lo clasifica como merma (florido). Quinto, falta de control de calidad en los proveedores, esto sucede porque no hay una evaluación eficiente antes de que llegue el insumo a planta. Por último, falta de control del componente química esto se debe a que el operario no cuenta con parámetros establecidos en la agregación del dióxido de cloro en el hidrocooler (maquinaria desinfectadora del espárrago). Por todo lo mencionado, representan el 79.34% de todos los problemas en el área de almacén y producción, generando pérdida económica de S/. 288,400.85 anual. Es por ello, que se implementa la propuesta de herramientas lean

manufacturing, con la finalidad incrementar el indicador de productividad laboral, reducir costos e incrementar la rentabilidad de la empresa.

1.2. Antecedentes:

Aguirre (2014). “Análisis de las Herramientas Lean Manufacturing para la eliminación de desperdicios en las Pymes”, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, concluye en:

Trata en analizar las herramientas Lean Manufacturing para la eliminación de desperdicios en las Pymes con el fin de mejorar su productividad. Este perfil de proyecto, tomando como referente metodologías, mudas, herramientas, sectores y eslabones de implementación, concluye como el sector industrial con el 47% de intervención en 470 artículos investigados donde traza un escenario sostenible para el estudio de esta herramienta. Posteriormente, el eslabón de producción cuenta con el 45% de participación frente a la medición de productividad y la implementación de herramientas de mejora. Mediante la construcción de los artículos investigados se tuvo como punto de partida la teoría Lean Manufacturing con el 54% de participación y herramientas como el JIT, el TPM, el Kanban y el SMED son las más óptimas para la solución a los a problemas organizacionales.

Ángeles (2018). “Lean manufacturing para incrementar la productividad en el proceso de Cross Docking de un cliente Retail”, Universidad Ricardo Palma, Lima, concluye en:

Este trabajo propone usar herramientas de la metodología lean manufacturing para solucionar los problemas y en efecto el incremento de la productividad en el Cross Docking en la empresa de tercerización DINET S.A, empleando el diagrama de cadena de valor (VSM) que permite visualizar los sub procesos, flujos de información y tiempos del Cross

Docking, identificando excesos tiempos el proceso de recepción para luego mejorar dicho proceso; el árbol de objetivos que básicamente permite plasmar los objetivos propuestas para solucionar los problemas y por último la herramienta cinco “S” que forma un ambiente de trabajo más cómodo y adecuado para el trabajador, permitiendo realizar su labor de forma ordenada y organizada en todo el proceso. Al emplear las herramientas mencionadas anteriormente aumentó 20% la productividad de recepción; además, la organización contaba con una capacidad instalada de recepción de 245 m³/día y actualmente con el plan de mejora incremento a 270 m³/día que en términos porcentuales hubo un incremento de 10%, también los tiempos de recepción del último trimestre se redujeron en un 30% con respecto a los periodos anteriores y por último, con el flujo mejorado podría reducirse el número de trabajadores de 14 a 13 , lo cual representa un ahorro de costos operacionales que en términos monetarios sería un ahorro de S/. 900.00 nuevos soles. Observando los resultados, se concluyó que la implementación de las herramientas de lean manufacturing permite analizar e identificar los problemas principales, mejores resultados y generan beneficios a la empresa con una inversión mínima.

Flores (2019). “Aplicación de Lean Manufacturing para aumentar la productividad de pimiento piquillo en el Área de Producción de una empresa agroindustrial- 2018”, Universidad Privada del Norte, Lima, Perú, concluye en:

El trabajo de investigación propone la implementación de herramientas de lean Manufacturing en una empresa agroindustrial dedicada a la producción de pimiento piquillo, esta tesis tiene como finalidad incrementar la productividad, una vez realizado el diagnostico se identificó los siguientes problemas: tiempos muertos, sobre stock de productos, paradas imprevistas de los equipos, entre otros. Es por ello, que se aplicó herramientas lean

manufacturing para minimizar estos problemas mencionados, las herramientas que se aplicaron en este estudio son Eficiencia Global de equipos (OEE), Single Minute Exchange of Die (SMED) y Takt Time. Después de la aplicación de las herramientas se obtuvo como resultado una reducción de 15 segundos en el proceso de abastecimiento de materiales, disminuyó 9 segundos en el proceso de desrabado, mejoró el tiempo de conservación del producto disminuyendo 2 días, manteniéndose en el rango de tiempo permitido por ser producto perecedero. De esta manera, se logró incrementar la productividad un 4.7%, dando por terminado que la propuesta es factible y rentable para la empresa.

Merlo y Ojeda (2017). “Propuesta De Implementación De Las Herramientas Lean Manufacturing En La Producción De Pastas Gourmet En La Empresa Maquila Agro Industrial Import & Export S.A.C Para Mejorar Su Productividad”, Universidad Privada del Norte, Cajamarca, concluye en:

La presente investigación de tesis tiene como objetivo la propuesta de implementación de las herramientas Lean Manufacturing en la empresa Maquila Agro Industrial Import & Export S.A.C. para mejorar su productividad, dedicada a la elaboración y exportación de pastas como: pasta de ají amarillo, pasta de culantro, albaca, ajo, etc. Se realizó un estudio transversal, guías de entrevistas y observación directa donde en la línea de procesamiento de pastas gourmet de ají amarillo se encontraron diferentes tipos de desperdicios disminuyendo la productividad. Es por ello, se utilizaron las herramientas Lean Manufacturing son: 5S, Jidoka, poka Yoque, control visual y rediseño de Layout. Implementado esta metodología se obtuvo mejora en la productividad de la empresa, el cual se vio reflejado en un aumento de 82.14% a un 86.75%, obteniendo un beneficio de S/. S/. 147,673.09. Observando los resultados, se concluyó que al aplicar la propuesta de implementación de las herramientas Lean Manufacturing en la Empresa

Maquila Agro Industrial Import & Export S.A.C. se logra reducir los cuatro tipos de desperdicios en la línea de procesamiento de pastas gourmet de ají amarillo.

Lezama y Chegne (2019). “Aplicación de las herramientas lean manufacturing para incrementar la productividad del Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C, 2019”, concluye en:

El presente trabajo propone la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing para incrementar los indicadores de productividad de mano de obra y materia prima, aplicando las herramientas cinco “S”, single minute exchange of die (SMED) y el mantenimiento productivo total (TPM). En el diagnóstico se determinó que los problemas que afectan a la organización están vinculados con el orden de las áreas de trabajo y la higiene, paradas imprevistas de maquinaria y falta de un plan de mantenimiento preventivo, como consecuencia encontrando que el 82% son actividades productivas y el 18% actividades que no agregan valor. Con la aplicación de las cinco “S” se reducirán los tiempos de búsqueda y traslado de herramientas, mejor organización y limpieza, el Single Minute Exchange of Die (SMED) redujo el tiempo de cambio de rodillo de jebe en la maquinaria descascaradora de 15 minutos con 9 segundos a 9 minutos con 77 segundos, optimizando 5 minutos con 32 segundos y con el mantenimiento productivo total (TPM), se desarrolló un programa de mantenimiento calculando la eficiencia global de los equipos era de 59%. Se obtuvo resultados positivos, incrementando la productividad de mano de obra a 19% y la productividad a 2%. Concluyendo que la aplicación de las herramientas lean manufacturing incrementa la productividad.

Siguenza (2018). “Aplicación de la metodología Lean Manufacturing para reducir desperdicios en la empresa Agroindustrias Yon Yang S.R.L, 2017”, concluye en:

La presente investigación propone un plan de mejora continua mediante la aplicación de herramientas lean manufacturing y técnicas: estudio de tiempos, lluvia de ideas, diagrama de Pareto, mapa de flujo de valor (VSM), cinco “S”, poka yoke, heijunka y balance de líneas. El trabajo primero realizó un diagnóstico encontrando que las actividades productivas representan el 70.58% y el 29.41% son actividades que no agregan valor, además se determinó que 27.18% de los desperdicios es por la ineficiencia del personal y el 17.67% de los productos no conformes es por la misma causa. La implementación del mapa de flujo de valor (VSM), se redujo el 35.25% lead time, la cinco “S” da soporte al sistema de gestión de limpieza y orden, con las herramientas heijunka y el balanceo de líneas se logró reducir un 24.53% los tiempos a nivel general en las áreas de envasado y laminado. Como resultado hubo una disminución de los desperdicios en 97.56% y el índice de beneficio y costos (B/C) es de S/. 1.18.

1.3. Bases Teóricas

Herramientas para la aplicación de Lean Manufacturing

➤ 5S

El concepto 5S es una técnica utilizada para mejorar las condiciones del trabajo de la empresa a través de una excelente organización, orden y limpieza en el puesto laboral, se aplica en todo el mundo con excelentes resultados por su sencillez y efectividad, ya que es la primera herramienta a implantar en toda empresa que aborde el Lean Manufacturing. Genera resultados tangibles y cuantificables en la organización, con gran componente visual y de alto impacto en un corto tiempo plazo de tiempo (Hernandez,2013). Su implantación tiene por objetivo evitar que se presenten los siguientes síntomas disfuncionales en la empresa y que afectan, decisivamente, a la eficiencia de la misma:

- Aspecto sucio de la planta: máquinas, instalaciones, técnicas, etc.
- Desorden: pasillos ocupados, técnicas sueltas, embalajes, etc.
- Elementos rotos: mobiliario, cristales, señales, topes, indicadores, etc.
- Falta de instrucciones sencillas de operación.
- Número de averías más frecuentes de lo normal.
- Desinterés de los empleados por su área de trabajo.
- Movimientos y recorridos innecesarios de personas, materiales y utillajes.
- Falta de espacio en general.

Beneficios de las 5S”

- Ayuda a adquirir autodisciplina a los empleados y por ende el compromiso hacia esta metodología siempre estará presente.
- Permite identificar los desperdicios en el área de trabajo; el diagnosticar problemas es el primer paso para su eliminación.
- Señala anomalías, como rechazos y sobre producción (inventario y/o almacén.)
- Reduce trabajos intensos y horas extras.
- Resolución de problemas de logística de manera simple en el área de trabajo.
- Resalta los problemas relacionados con la calidad.
- Reduce accidentes al eliminar pisos grasosos, sucios y resbaladizos.

Todos estos beneficios se obtendrán si, se aplica de buena forma la Estrategia de Manufactura 5s. (Arce,2014)

Organizar y Seleccionar (Seiri)

Es la primera S que se debe aplicar y tiene como función organizar todas las áreas de la empresa y separando lo que sirve y lo que no sirve y clasificarlo en distintos tipos de

tarjetas. Posteriormente, a la aplicación del seiri en una pyme, se utiliza una técnica mediante tarjetas rojas unidas a los objetos para indicar el grado de usabilidad. La tarjeta debe colocarse en aquel objeto del cual se dude acerca de su utilización, de este modo se descubre si es necesario en la zona de trabajo, se debe reubicar o se debe eliminar (Manzano,2016).

Tabla 3. Tarjeta roja para la aplicación del Seiri en una Pyme

TARJETA ROJA 5'S	
N° de tarjeta	
Nombre del objeto	
CATEGORÍA	
Máquina	Elementos químicos
Herramientas	Materia prima
Elementos eléctricos	Producto acabado
Elementos mecánicos	Otros
Otros, especificación:	
INCIDENCIA	
Innecesario	Roto
Defectuoso	Otros
Otros, especificación:	
Acción correctiva	
Eliminar	Retornar
Reubicar	Reciclar

Reparar	Otros
fecha de inicio / / 20	fecha de colocación de tarjetas / / 20

Fuente: Lean Manufacturing: implantación 5s.

SEITON u ordenar

Se trata de establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos (Gisbert y Manzano,2016).

Para una correcta implantación se deben aplicar los siguientes recursos:

- Delimitación de áreas de trabajo, almacenaje de materia prima, herramientas, primas u otros.
- Evitar herramientas repetidas.
- Obtener un lugar adecuado de trabajo.
- Es importante identificar el flujo de herramientas en el espacio de trabajo y colocarlos en los lugares convenientes según su frecuencia de uso. De esta manera, se facilita la rapidez en las operaciones, asegurando la calidad y evitando accidentes.

SEISO o limpieza e inspección

Consiste en eliminar todo rastro de suciedad(polvo), que implica tener una integración diaria en la limpieza como parte de inspección del puesto de trabajo ante posibles defectos y tiene como prioridad hallar el origen de la suciedad y defectos encontrados que a sus posibles consecuencias (Lima,2019).

¿Cómo aplicar la limpieza?

- Listar zonas y sub zonas a limpiar.
- Definir método de limpieza a usar.
- Determine equipos y materiales de limpieza a usar.
- Hacer un listado de todas las actividades de limpieza, antes de preparar el programa de limpieza.
- Definir responsables de limpieza de zonas y sub zonas a los colaboradores del área.
- Elabore plano del área, demarcando las zonas y sub zonas señalando en éstas los respectivos responsables de su limpieza y organización. (Plano 5S)
- Coloque plano y programa de limpieza en Panel 5S.

SEIKETSU o estandarizar

Luego de haber concluido las etapas anteriores tiene como fase final la estandarización.

mediante la cual se establecen las rutinas necesarias para una correcta implantación de la herramienta en la empresa ejecutando correctamente la fase de selección, organización y limpieza. Esta fase nos permite uniformizar los criterios de la estandarización tiene como propósito mediante un elemento físico, gráfico, numérico, por color o virtual, facilite la operación en la organización (Lima,2019).

¿Cómo aplicar la estandarización?

- Identificar las necesidades de estandarización, estas pueden variar dependiendo de las necesidades de los procesos que se ejecutan en el área.
- Definir Plan de acción para estandarización.

- Confeccionar y colocar materiales para estandarizar, y actividades de estandarización.

Mantener los resultados obtenidos, tomando medidas preventivas en cada una de las primeras 3S.

➤ **Células de trabajo**

- Esta técnica crea un flujo continuo de la producción, formando en una U, las maquinas que intervienen en el proceso, es capaz de reducir las paradas por averías, los tiempos de cambios y haciendo que el operario sea multifuncional (Magariaga, 2013).

- A continuación, se visualizará una célula en U de un proceso:

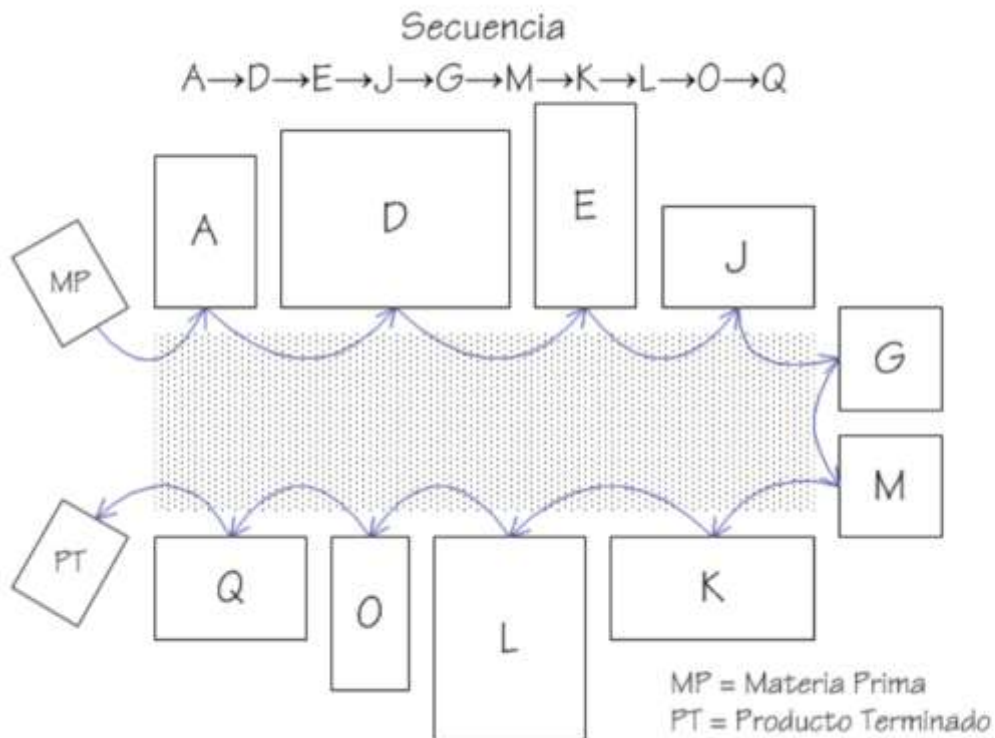


Figura 2. Célula en U

- Fuente: *Lean manufacturing exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos, 2013, Madariaga F.*

- Las células en U tienen las siguientes características:

Tabla 4. Principales características de células de U

N°	Características
1.-	El layout en U Minimiza la distancia de recorrido de los operarios
2.-	Una Célula U comprende entre 3 y 16 puestos de trabajo
3.-	Este compuesto por maquinas manuales, semiautomáticos y automáticos.
4.-	Las células pueden seguir la secuencia en sentido horario o anti horario
5.-	La anchura de piso interno de la célula debe medir entre 1.50 y 1.75 m.
6.-	Dependiendo de la configuración de la célula puede trabajar entre 1 y 13 operarios
7.-	Permite modificar el número de operarios en función al Takt Time sin perder eficiencia
8.-	Los operarios se desplazan de puesto en puesto
9.-	El operario puede realizar las operaciones sin que sean necesariamente consecutivas

- Fuente: Recuperado de “Lean Manufacturing exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos”.

➤ Flujo continuo pieza a pieza

Se puede resumir mediante una frase “Mover uno, producir uno”: es decir, mover un pequeño lote, fabricar un pequeño lote. También se define como el modo de trabajo que el producto fluya continuamente, desde el proveedor hasta el cliente, con el menor plazo de producción posible y con una fabricación de desperdicios mínimos (Hernández y Vizán, 2013).

Para hacer posible un flujo continuo, se necesita tres niveles distintos:

Tabla 5. Niveles de flujo continuo

Niveles	Técnicas
1	Flujo de información La nivelación para distribuir la forma producción de forma fluida

		Tarjetas kanban para indicar la necesidad de materiales.
		Seguimiento para localizar y resolver los problemas cuanto antes.
2	Flujo de materiales	Un trabajo pull entre los procesos para reducir el trabajo en proceso. Un equipo necesario para el flujo de proceso. Una organización multiproceso. Unas entregas frecuentes.
3	Flujo de operarios (trabajo normalizado)	Sincronizar el proceso según el takt time. Creas celdas o líneas flexibles Formar a los operarios para trabajar en líneas multiprocesos. Normalizar el trabajo para distinto número de operarios en función del mercado

Fuente: Recuperado de “Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación”.

➤ Heijunka

También conocido como la nivelación de la producción, la herramienta heijunka es un sistema de control que nivela la producción al ritmo de la demanda “Takt Time” del cliente, variando la carga de trabajo de los procesos de manufactura (Socconini, 2019).

Las planificaciones de grandes lotes hacen que dificulte el servicio del cliente que desea algo diferente a la serie que se está produciendo en el momento. La mayoría de las empresas encargan lotes grandes de trabajo a los procesos de la planta, ocasionando problemas en la planta (Hernández y Vizán, 2013).

Tabla 6. Problemas por la planificación de grandes lotes en los procesos

N°	Problemas
1.-	No hay ni sentido de takt time ni pull con el que responder. El volumen de trabajo se encarga de manera aleatoria con picos
2.-	y valles que causan caos en máquinas, trabajadores y supermercados.
3.-	La situación se hace difícil de monitorizar. Con tal cantidad de trabajo cada proceso tiende a secuenciar las
4.-	ordenes por su cuenta, lo cual incrementa el periodo de maduración o lead time y la necesidad de expedir órdenes.

- 5.- Responder a cambios en requerimientos de clientes se vuelve muy complicado.

Fuente: Recuperado de “Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación”

Esta herramienta consiste en realizar un mix o mezcla lo más nivelada posible en el proceso regulador, esto significa producir en pequeños lotes, incrementando los cambios y manteniendo las variantes de componentes a disposición (Hernández y Vizán, 2013).

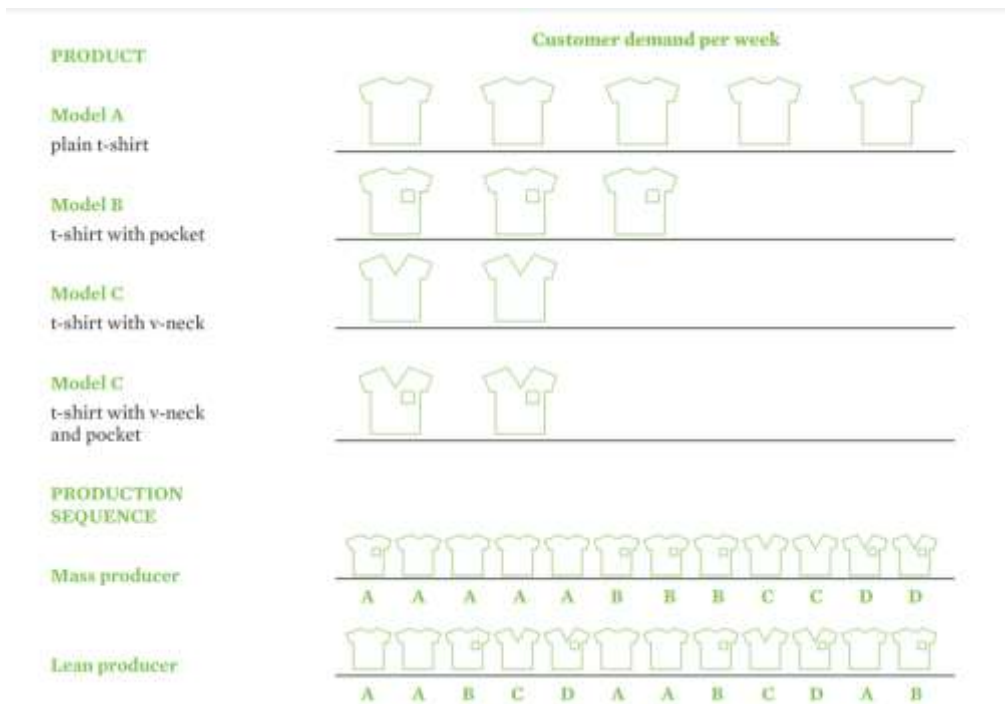


Figura 3. Comparación de un sistema producción tradicional y lean

Fuente: Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación, 2013, Hernández J. y Vizán A.

Para una correcta implementación de esta herramienta deben integrarse las siguientes técnicas:

- Flujo constante.
- Takt Time (ritmo de tiempo).

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ disponible}{Demanda\ del\ cliente} \quad (Ecuación\ 3)$$

➤ **Herramienta de control visual Andón**

Definición

La definición de andón es porque el trabajo se relaciona con señales visuales y de audio que se identifican con facilidad. Estos indicadores son eficientes, autorreguladas y las manejan los operadores. Esta información se puede utilizar para indicar que existe una condición normal o anormal y que se puede requerir algún plan de acción. Mediante mecanismos, detecta cuando ocurre una falla con una señal visual, avisa al operador que se ha generado un problema. Proporciona información en tiempo real y retroalimentación del estado de un proceso (Benito, 2017).

¿Qué es Andón?

Son indicadores o señales de visualización fáciles de identificar, ya que proveen un fácil entendimiento. Estas señales son eficientes reguladas por sí mismas y manejadas por los trabajadores. Esta información puede ser usada para identificar, instruir o indicar que existe una condición normal o anormal con la finalidad de la toma de decisiones de una manera prudente. La implementación de Andón según (Benito, 2017) se desarrolla de la siguiente manera:

¿Para qué se implementar Andón?

- Mejorar la calidad
- Reducción de costos
- Mejora el tiempo de respuesta
- Aumentar la seguridad
- Mejorar la comunicación

- Entender inmediatamente los problemas

Cuando se utiliza el control visual se deben preguntar lo siguiente:

- ¿Qué se necesita monitorear?
- ¿Qué tan fácil se pueden revisar?
- ¿Dónde están los puntos críticos de monitoreo?
- ¿Qué acción se debería tomar?
- ¿Cómo se indican las anomalías?

Cuando se utiliza

Cuando quieren dar una señal para tomar alguna acción o decisión en áreas como

- Almacenes
- Operaciones
- Equipo
- Calidad
- Seguridad

Tipos de control visual

- **Tablero de Información**

Estos tableros son útiles para dar seguimiento continuo y automático al planeamiento de las operaciones. Estos tienen programaciones según la hora en qué debe estar en el establecimiento del cliente, lo que a su vez es lo que el cliente solicita.

- **Capacitar al personal para utilizar el Andón**

El paso más importante es el de que todos en la planta o empresa conozcan y entiendan el mensaje que se quiere mandar en términos de objetivos y resultado, es

por eso que la capacitación será clave para el entendimiento, uso y toma de decisiones.

- **Crear disciplina con un buen liderazgo**

Únicamente con el compromiso de los dueños en el uso de las señales. Esta herramienta de control visual puede dar muy buenos resultados la importancia que todos den a estos indicadores y posteriormente la utilidad que genera en términos de logro será favorable.

- **Indicadores Clave de Desempeño**

KPI del inglés Key Performance Indicators, o Indicadores Clave de Desempeño, cuantifica el nivel del desempeño de un proceso, orientándose en el "cómo" y señalando qué tan buenos son los procesos. Así mismo, este indicador son métricas económicas, empleadas para cuantificar objetivos que evidencian el rendimiento de una empresa, por la cual generalmente se recogen en su plan estratégico (Luzardo y Vásquez, 2010).

Los indicadores son datos cuantitativos que presentan información de una actividad en un parámetro de tiempo establecido. Este indicador tiene como importancia el manejo de indicadores en la gestión en una organización, la cual obedece a la necesidad de cuantificar la eficiencia en los procedimientos y actividades, con el propósito de buscar el desarrollo de la empresa y de los colaboradores (Córdova, 2018).

Los indicadores son necesarios para poder mejorar el comportamiento y monitorear la empresa en su totalidad o algún área en particular

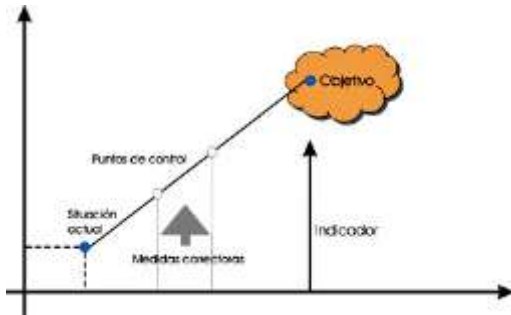


Figura 4. Medidor de eficiencia

Fuente: Recuperado de “Sistema de Control de Procesos Empresariales por medio de Indicadores de Gestión aplicado al Departamento de Servicio al Cliente en el Proceso de Facturación y Atención de Reclamos de la empresa PLÁSTICOS S.A. ubicada en la ciudad de Guayaquil”

➤ **Just in time (JIT)**

JIT, denominado cuyo significado en inglés es “Just in Time”, en español significa justo a tiempo, esta estrategia de manufactura fue desarrollada por la industria japonesa en el año de 1950 aproximadamente.

JIT es un conjunto de principios, herramientas y técnicas que permiten a la organización producir y entregar productos en cantidades reducidas, con tiempos de entregas más cortos y de esta forma se solucionen problemas presentes en el proceso” (Arce, 2014). Su principal función es eliminar las actividades operativas que no generan valor.

En JIT, se producirá solamente lo que se necesite ya sea para al siguiente proceso o porque lo requiera ventas. Los suministros y los componentes se obtienen por la estrategia de tirar (“pull”), también trata de reducir el producto en proceso o de producto terminado, de esta forma se disminuye significativamente el costo de almacenamiento (Arce, 2014).

Beneficios de Just in Time.

- Reducción de distancias entre los centros de trabajo.

- Se posee mayor flexibilidad en los centros de trabajo; se adaptan a cambios repentinos de la producción.
- Los empleados trabajan juntos, es decir, todos los trabajadores están aptos para realizar varias funciones sin afectar a la eficiencia del centro de trabajo.
- Se reduce el nivel de inventario.
- Se reduce el espacio y costo por almacenamiento.
- Se reduce el tamaño de lotes de producción y se eliminan los desperdicios.
- Se realiza una programación eficaz.

➤ **Kanban**

Kanban es una expresión japonesa que significa “tarjeta” o “registro visible”, refiriéndose a las tarjetas que se utilizan en el control del flujo de producción de una fábrica en particular según (Krajewski, Ritzman Y Malhotra, 2008).

Este método parte de la idea de que Kanban es como un sistema de tarjetas, en donde una tarjeta contiene información detallada de las necesidades de producción planificadas, se coloca en un contenedor, el cual, en diferentes momentos, contendrá materias primas o artículos producidos; por ende, pasará por células de fabricación; y, en cada trayecto donde el contenedor se vacíe esta será llevado a un área de almacenamiento y la tarjeta será movilizad a un depósito de recepción. Al visualizar una tarjeta en el depósito de recepción se genera dos posibles caminos (Krajewski, Ritzman Y Malhotra, 2008).

- ✓ Se necesita 9 producir más del mismo producto.
- ✓ Se debe esperar una nueva orden de producción de un producto distinto a la inicial con lo cual será necesario utilizar un contenedor vacío para luego generar los pasos mencionados dando lugar a un ciclo de producción con el sistema Kanban.

A continuación, se mostrará la siguiente figura dando a conocer un ejemplo del sistema Kanban.

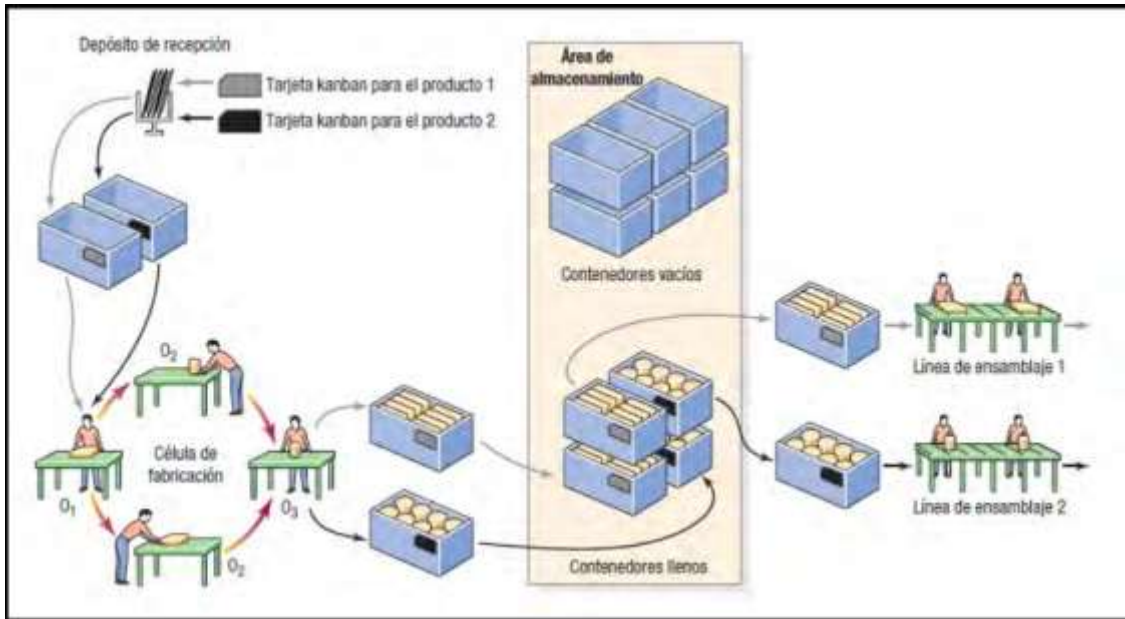


Figura 5. Sistema Kanban con dos tarjetas

Fuente: *Administración de operaciones: Procesos y cadenas de valor* / Lee J. Krajewski; Larry P. Ritzman and Manoj K. Malhotra.

Reglas básicas del Kanban

Según (Titto,2018) menciona seis reglas básicas para el correcto funcionamiento del Sistema Kanban:

- Regla 1: No se debe enviar productos defectuosos a los procesos subsecuentes. Si se encuentra un defecto, se debe tomar las medidas para prevenir el incidente.
- Regla 2: Los procesos subsecuentes requerirán solo lo que es necesario. Dichos requerimientos deberán ser entregados en la cantidad y momento adecuado.
- Regla 3: Producir solamente la cantidad exacta requerida por el proceso subsecuente. No está permitido el envío de partes incompletas o adicionales, solo la cantidad exacta descrita por la tarjeta minimizando el inventario.
- Regla 4: Balancear la producción. Si el proceso subsecuente pide material de forma discontinua con respecto al tiempo y a la cantidad generará una variación en la cantidad de personal y maquinaria necesarios.
- Regla 5: Indicaciones Paredel taller. Los Kanbans deberán movilizarse junto con los artículos para asegurar el control visual.
- Regla 6: Utilizar el Kanban para descubrir las necesidades de mejoras. Si se disminuye gradualmente el número de tarjetas en circulación se descubrirá más fácilmente los elementos que faltan y los problemas causantes de las paradas de línea.

Tipos de Tarjeta

Kanban se dividen en dos tipos de tarjetas adicionales según (Titto,2018):

- **Kanban de transporte:** Se emplean para indicar las piezas a mover a la línea de producción.

- ✓ Kanban de proveedor: Para pedir una gran variedad de piezas hacia las líneas de producción, siendo dichas piezas suministradas por entes externos a la empresa.
- ✓ Kanban de Fábrica: Para entregar partes de piezas de un centro de trabajo a otro acorde al flujo de materiales, el tamaño del lote y la secuencia de procesos de producción.
- **Kanban de producción:** Se usan para indicar instrucciones de operación en procesos específicos.
 - ✓ Kanban de proceso: Se utiliza para el inventario en proceso dentro de los procesos en donde el Kanban da instrucciones operativas a cada proceso que no requiere ningún tiempo de preparación.
 - ✓ Kanban de señales: Se utiliza cuando se maneja producción por lotes en donde se desea disminuir el impacto de los traslados de equipos en la línea de producción y cambios de modelos de los productos

Determinación del número de contenedores

El número de contenedores determina el tamaño de inventario permitido, así mismo se debe tomar dos decisiones: el número de unidades que deberán colocarse en cada contenedor y el número de contenedores que se trasladarán desde el proveedor hasta el usuario (Krajewski, 2008). La primera decisión representa determinar el tamaño del lote balanceando el costo de preparación con el costo de mantener el inventario en existencia. La segunda decisión se trata calculando el número de contenedores diagnosticados por la demanda promedio durante el tiempo de entrega necesario para producir partes suficientes para llenar un contenedor más cierto inventario de seguridad para compensar cualquier circunstancia inesperada, dividido entre el número de unidades que caben por contenedor ((Krajewski, Ritzman Y Malhotra, 2008).

$$K = \frac{\text{Demanda prom.tiemp entrega} + \text{Invent.Seguridad}}{\text{Número de unidades por contenedor}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$K = \frac{K=d*(\varpi+\rho)*(1+\alpha)}{c} \quad (\text{Ecuación 2})$$

K = número de contenedores para una parte

d = demanda diaria esperada para la parte, en unidades

ϖ = tiempo promedio de espera durante el proceso de producción más el tiempo de manejo de materiales por el contenedor, en fracciones por día

ρ = tiempo promedio de procesamiento por contenedor, en fracciones por día

c = cantidad en un contenedor estándar de las partes

α = una variable de política que agrega inventario de seguridad .

➤ **Mantenimiento Productivo Total (Total Productive Maintenance)**

También conocido como TPM, consolida de que cada equipo existente en el piso de producción siempre esté disponible para su utilización según lo requiera producción (VILLASEÑOR, 2007). Esta estrategia permite que el proceso no se pare por motivos de fallo de las máquinas presentes en el proceso productivo.

Para la implementación de esta estrategia se requiere de un gran esfuerzo por parte del departamento de mantenimiento, ya que ellos son los responsables de documentar las acciones realizadas en las máquinas como reparaciones, mejoras, lubricaciones, etc (GONZÁLES, 2007).

Según (Hernández, 2013) el TPM consiste en atacar a seis actividades que se presentan en el proceso productivo, las cuales se describen a continuación:

Tabla 7. Pérdidas en equipos

Tipo	Pérdida
Tiempo muerto	1. Averías debido a los fallos en equipos.

- Perdidas de velocidad
- Defectos
2. Preparación y ajustes. Ejemplos, cambios rodaje, moldes, ajustes herramientas.
 3. Tiempo en vacío y paradas imprevistas (operación anormal de sensores, bloqueo de trabajo en rampas, etc.).
 4. Velocidad disminuida (diferencia entre la velocidad nominal y la real)
 5. Defectos en proceso y repetición de trabajos (desperdicios y defectos de calidad que requieren reparación).
 6. Menor rendimiento entre la puesta en marcha de las máquinas y producción estable.
- Fuente:*

Recuperado de "Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación", 2013, Hernández J. Vizán A.

➤ **Mapa de Flujo de Valor (VSM)**

El Mapa de Flujo de Valor (en inglés, Value Stream Mapping o VSM) tiene como propósito desarrollar un mapa (una representación visual) del flujo de valor de una familia de productos dentro de una organización, en las que se identifiquen las actividades que general y no generan valor, a partir de la materia prima hasta el producto final, así también desde los proveedores de insumo hasta la entrega del producto al usuario final, con el objeto de alcanzar la competitividad necesaria para afrontar los retos de los mercados actuales. Es necesario, por tanto disponer herramientas que implementen al proceso de rediseño de sus sistemas productivos (Castro, 2016). La aplicación de VSM se fundamenta en las siguientes etapas:

1. Elección de la familia de productos

2. Mapeo del estado actual referente al flujo de materiales y de su información asociada
3. Mapeo de la situación futura sobre la base de pautas a portadas por la manufactura esbelta
4. Definición e implementación de un plan de trabajo

Algunos puntos que debemos tener en cuenta a la hora de querer desarrollar la herramienta VSM son los siguientes (Masapanta ,2014)

- El VSM es una herramienta principal para la implementación del Lean Manufacturing, es considerada por muchos como la base para la eliminación de los desperdicios.
- Se debe compartir los mapas elaborados, tanto el VSM actual como el VSM futuro, con todos los integrantes que forman parte de la empresa.
- Una sola persona debe ser la encargada de dibujar los mapas, que posteriormente deben ser pasados a pizarrones donde se pueda visualizar y realizar las modificaciones necesarias.
- Deben de tener una buena comunicación entre sí los integrantes que estén involucrados en la elaboración del VSM
- Se debe de dibujar comenzando en el cliente, luego los proveedores, los procesos, el flujo de material y por último la línea de tiempo.
- Puede llegar a fallar el mapa si se excluyó a personas claves y no se tuvo la comunicación o el seguimiento adecuado
- Saber en qué situación se encuentra y hacia donde se quiere llegar.

➤ **Poka-Yoke**

- Es una herramienta de la metodología lean que está enfocada a la calidad, que significa “a prueba de errores”, con la finalidad de diseñar un sistema de procesos donde eliminen o eviten las equivocaciones ya sean por parte del trabajador o equipos

automatizados, también se puede implementar este dispositivo con el propósito de detectar fácilmente los errores en los procesos, incluyendo llevar a cabo acciones inmediatas cuando ocurren los defectos o errores. Además, existen dos sistemas de Poka-Yoke que son el método de control y métodos de advertencia (Hernández, Gómez, Ibarra, Vargas y Máynez, 2018).

- Según Socconini (2019) afirma que los mecanismos de Poka-Yoke se clasifican en cuatro tipos que se muestran en la figura siguiente.

Tabla 8. Clasificación de los mecanismos de Poka-Yoke

N°	Clasificación	Descripción
1.-	Poka Yokes físicos	Orientados asegurar la prevención de errores en productos y/o procesos, sirve para identificar los errores o inconsistencias físicas.
2.-	Poka Yokes secuenciales	Cuando el orden es importante, cualquier cambio u omisión en el mismo puede resultar en errores, por lo que se buscan maneras concretas para restringir la secuencia de manera que se pueda seguir un orden predeterminado.
3.-	Poka Yokes de agrupamiento	En este tipo de dispositivos se utilizan kits o el método de los sobrantes. En los kits se preparan los elementos como materiales, piezas, etc., de tal manera que se tengan todos listos y no falte ninguno al realizar la operación.
4.-	Poka Yokes de información	Estos Sistemas retroalimentan a la persona con información clara, sencilla y completa de lo que es necesario para evitar errores.

Fuente: Recuperado de "Lean Manufacturing paso a paso: Sistemas de gestión empresarial japonés que revoluciono la manufactura y los servicios"

➤ **SMED**

Esta técnica es una rama de la Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing) desarrollada para reducir los tiempos de cambios de herramientas en un solo dígito en las máquinas durante la producción de productos cuyas especificaciones en una sola línea de producción son distintas; esto se logra mediante la ejecución de las actividades realizadas durante los cambios, involucrando al factor humano para trabajar de una manera eficiente con el menor esfuerzo posible (Cuc,2005).

Actualmente es muy utilizada en la industria la metodología SMED, ya que con ella se pretende tener un proceso eficiente dentro de la organización; además, es una herramienta esencial de la manufactura esbelta para la reducción de tiempos en los cambios instrumentales en la línea de producción y con calidad total para la satisfacción de los clientes y usuarios finales. Así mismo, podemos encontrarnos con un valor agregado a nuestro producto procesados, ya que lo que se pretende tener con esta aplicación de SMED es producir más piezas de calidad y analizando siempre el valor agregado que se presenten dentro de nuestra línea de producción con menores recursos y tiempo (Ramírez,2017).

El factor clave para la competitividad en estos tiempos es la capacidad de responder rápido ante la demanda de los clientes en cantidad, calidad y tiempo oportuno. Al tener una mayor cantidad de cambios por los distintos tipos de productos que posee una línea de producción, los tiempos de parada por cambios de formato se incrementan y con ella los tiempos improductivos (Retuerto, Tuesta y Mondragón,2016).

Etapas de aplicación de SMED

1. Primera Etapa: División de las operaciones internas de las externas. El objetivo de esta etapa es lograr la mayor cantidad de operaciones internas en externas, saber la diferenciar este tipo de operaciones es el factor clave para poder aplicar SMED.
2. Segunda etapa: Para transformar las operaciones internas en externas podemos considerar lo siguiente:
 - ✓ Preparar previamente los elementos necesarios.
 - ✓ Mantener los elementos en buenas condiciones.
 - ✓ Crear procesos estandarizados para el cambio de herramientas.
3. Tercera etapa: Perfeccionamiento de la conversión de las operaciones internas en externas pueden ayudar a reducir el tiempo de preparación a menos de diez minutos.

Por otro lado, existen operaciones internas que no se pueden convertir por lo que es necesario el control y la mejora continua de las mismas.

Para la reducción del tiempo de las operaciones internas se debe estudiar los procesos y los equipos que intervienen en los procesos de producción (Masapanta, 2014).

La productividad

La productividad es un indicador económico que implica la mejora del proceso productivo; es decir; la mejora hace referencia a la comparación favorable entre la cantidad de factores o recursos utilizados y el número de bienes y servicios producidos, de esta manera se mide la eficiencia de la producción. También se puede interpretar como un índice que relaciona lo producido por un sistema y los recursos empleados para generarlo (Carro y González, 2012).

La productividad se expresa de la siguiente manera:

$$Productividad = \frac{Salidas}{Entradas} \quad (Ecuación 4)$$

➤ Expresiones de la productividad

Según Carro y González (2012) en su libro “Productividad y competitividad” menciona que existen diferentes formas de expresar la productividad; por consiguiente, se hará mención de los tipos de productividad:

✓ Productividad total

La productividad total involucra a todos los factores o recursos; es decir; las entradas utilizadas por un sistema, este indicador se calcula de la siguiente manera.

$$Productividad Total = \frac{Bienes y Servicios Producidos}{M.O.+Capital+M.P.+Otros} \quad (Ecuación 5)$$

✓ Productividad parcial

La productividad parcial es la relación de todo lo producido por un sistema; en otras palabras, la salida con uno de los recursos empleados que es el insumo o la entrada, se calcula de la siguiente forma.

$$Productividad\ Parcial = \frac{Salida\ total}{Una\ entrada} \quad (Ecuación\ 6)$$

✓ **Productividad física y valorizada**

La productividad física es el cociente de la cantidad física de la salida y la cantidad requerida de esa entrada para la producción de la salida mencionada o, lo mismo que decir, la cantidad de salida por unidad de una de las entradas. Este indicador es usado por los técnicos debido a que brinda información con mayor precisión.

La productividad valorizada es idéntica a la anterior, pero la salida esta valorizada en términos monetarios, este indicador es utilizado por los economistas para la comparación de las macroeconomías o cuando hay cambios en los precios relativos. Esta productividad se expresa de la siguiente manera.

$$Productividad\ Valorizada = \frac{Valor\ monetario\ de\ la\ salida}{Valor\ monetario\ de\ la\ entrada} \quad (Ecuación\ 7)$$

✓ **Productividad promedio y marginal**

La productividad promedio es la división de la salida total del sistema y la cantidad de entradas empleadas para producir dicha salida. El concepto promedio está asociado al concepto parcial, esta productividad es de gran utilidad para realizar análisis comparativos de productividades entre distintos sistemas, detectando mejoras y deterioros del índice en el transcurso del tiempo.

La productividad marginal es definida como el incremento de producto o valor agregado por emplear una unidad más de ese factor, manteniendo constantes las cantidades de los demás factores. Este índice de productividad se expresa en unidades físicas.

✓ **Productividad bruta y neta**

La productividad bruta es el cociente entre el valor bruto de la salida (El valor de todos los insumos incluidos en el sistema) y la entrada o conjunto de entradas que también involucra el valor de todos los insumos.

Mientras que la productividad neta se define como el valor agregado de la salida por una entrada, donde el valor de ciertos insumos ha, sido excluidos tanto del numerador y denominador del índice, esta productividad también se denomina índice de valor agregado.

➤ Factores de la productividad

El mejoramiento de la productividad consiste en hacer las cosas correctas, para eso es necesario identificar los factores que afectan a la productividad. El principal interés es el análisis económico de los factores de gestión más que los factores de productividad como tales, entonces para facilitar la comprensión de los factores a los directores y gerentes, se clasifican los factores de productividad en externos son los no controlables de una empresa determinada e internos son los que están bajo control (Prokopenko, 1989).

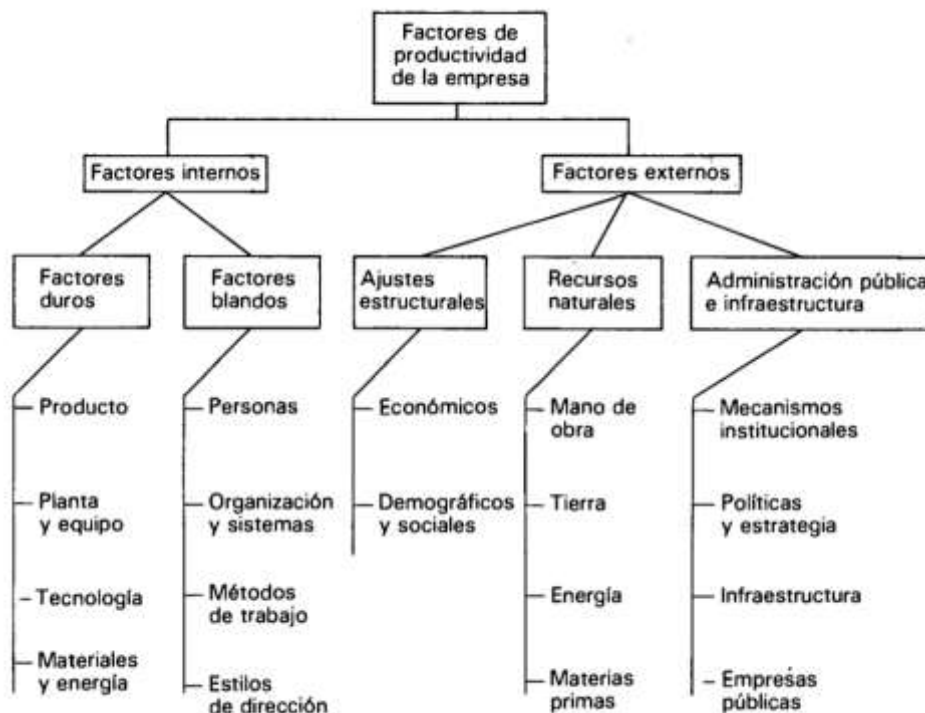


Figura 6. Modelo integrado de los factores de la productividad de una empresa

Fuente: Recuperado de "La gestión de la productividad Manual práctico".

✓ **Factores externos de la productividad de la empresa**

Estos factores influyen en la productividad de la empresa, pero las organizaciones afectadas no pueden controlar activamente estas variables. La dirección de la empresa considera los factores externos en la planificación y ejecución de los programas de productividad, además es importante analizar los principales factores macroeconómicos que se relacionan con la productividad, ya que con este indicador mide los ingresos reales, la inflación, la competitividad y el bienestar de la población (Prokopenko, 1989).

Tabla 9. Factores externos de la productividad

Factores externos de la productividad		
Ajustes estructurales	Económicos	Los cambios económicos de una empresa son relevantes debido a que guardan relación con las modalidades del empleo y la composición del capital, tecnología, la escala y la competitividad.
	Demográficos y sociales	Estos cambios repercuten en las personas que buscan empleo, en la experiencia y en las técnicas de trabajo útiles del trabajador, y en la demanda de bienes y servicios.
Recursos naturales	Mano de obra	El ser humano es el recurso natural más valioso. 1. La inversión en esos factores mejora la calidad de la gestión y de la fuerza de trabajo.
	Tierra	La tierra es un factor que exige una administración, explotación y política nacional adecuadas
	Energía	La energía influye en las combinaciones capital/trabajo y aumenta o reduce la productividad. Es uno de los factores de productividad más importante, cuando el costo de materia prima aumenta, la razón económica fundamental para reparar, reutilizar y reciclar se hace más necesario.
	Materias primas	
Administración pública e infraestructura	Mecanismos institucionales	Los mecanismos institucionales nacionales intervienen y participan directamente en la industria, en los procesos económicos y la coordinación de las actividades sociales que promocionan la productividad
	Políticas y estrategia	Este factor afecta la productividad teniendo su origen en leyes, reglamentos o practicas institucionales.

Infraestructura	La infraestructura organizativa examina las variables macroeconómicas en relación con la productividad que aceleran u obstaculizan los procesos de su mejoramiento.
Empresas públicas	El sector público permite a los gobiernos prestar más servicios con los mismos recursos o proporcionar los mismos servicios a un costo inferior.

Fuente: Recuperado de “La gestión de la productividad Manual práctico”

✓ Factores internos de la productividad de la empresa

Los factores internos se clasifican en dos grupos, el primer grupo son los duros que no son fáciles de cambiar, mientras que el segundo grupo se denominan los blandos que son los que se cambian o controlan fácilmente (Prokopenko, 1989).

A continuación, se describe los aspectos más relevantes de los de cada factor interno:

Tabla 10. Factores internos de la productividad

Factores internos de la productividad		
Factores duros	Producto	Es la que satisface las exigencias de la producción, puede mejorar mediante un perfeccionamiento del diseño y de las especificaciones.
	Planta y equipo	Son los elementos que desempeñan un papel central en todo el programa.
	Tecnología	Constituye una fuente importante para el aumento del indicador, logrando mayor volumen de bienes y mejorando la calidad.
	Materiales y energía	Produce notables resultados, incluye todos los materiales indirectos.
Factores blandos	Personas	Es el principal recurso y factor central en el mejoramiento de la productividad, las personas tienen una función que desempeñar y esta tiene dos aspectos a tratar que son la dedicación y la eficacia del trabajador.
	Organización y sistemas	Tiene como objetivo prever la especialización y la división del trabajo y la coordinación dentro de la empresa.
	Métodos de trabajo	Tiene como finalidad lograr que el trabajo sea más productivo mediante el mejoramiento mediante los análisis sistemáticos de los métodos actuales.

Estilo de dirección de diseño organizativo, las políticas de personal, la descripción del puesto de trabajo, la planificación y el control operativos y otros más.

Fuente: Recuperado de "La gestión de la productividad Manual práctico"

Lean Manufacturing

La definición de Lean Manufacturing fue utilizado por primera vez en 1992 por el autor James Womack en su libro "La máquina que cambió el mundo". El escrito tiene su sustento en los estudios que se realizaron en el Sistema de Producción de Toyota (Aguirre,2014)

La finalidad que tiene la metodología Lean Manufacturing es proponer mejorar los procesos que no agregan valor a través del análisis de las actividades que inciden en una organización, y la implementación de herramientas de calidad e indicadores macro (Vargas, Muratalla y Jiménez ,2016).

Tabla 11. Herramientas Lean Manufacturing

-
- | | |
|----------------------------|--------------------|
| • Manage by excepcion | • Poka Yoke |
| • VA/VE | • Six Sigma |
| • U-cell | • Guía basic |
| • QFD | • Heijunka |
| • 5S | • SMED |
| • Kanban | • Just in Time |
| • Tack time | • JIT |
| • Kaizen | • Jidoka |
| • TPM | • Kanban |
| • Control Total de Calidad | • Eliminación Muda |
| • Zone Control | • AMFE |

- Error Proofing
- Set Up Reduction

Nota: Recuperado de Manual de Lean Manufacturing. Guía Básica

Principios del sistema Lean

Además de la casa Toyota los expertos recurren a explicar el sistema identificando los principios sobre los que se fundamenta el Lean Manufacturing (Hernández y Vizán, 2013). Los principios más frecuentes asociados al sistema, desde el punto de vista del “factor humano” y de la manera de trabajar y pensar, son:

- Trabajar en la planta y comprobar las cosas in situ.
- Formar líderes de equipos que asuman el sistema y lo enseñen a otros.
- Interiorizar la cultura de “parar la línea”.
- Crear una organización que aprenda mediante la reflexión constante y la mejora continua.
- Desarrollar personas involucradas que sigan la filosofía de la empresa. Respetar a la red de suministradores y colaboradores ayudándoles y proponiéndoles retos.
- Identificar y eliminar funciones y procesos que no son necesarios.
- Promover equipos y personas multidisciplinarios.
- Descentralizar la toma de decisiones.
- Integrar funciones y sistemas de información.
- Obtener el compromiso total de la dirección con el modelo Lean.

1.4. Formulación del problema

¿En qué medida la propuesta de las herramientas lean Manufacturing en las áreas de almacén y producción incrementa la productividad de la empresa agroindustrial en la ciudad de Trujillo, 2020?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar en qué medida la propuesta de herramientas lean manufacturan en las áreas de almacén y producción mejora la productividad en la empresa agroindustrial de la ciudad de Trujillo, 2020.

1.5.2. Objetivos específicos

Diagnosticar la situación actual en las áreas de almacén y producción de la empresa agroindustrial de la ciudad de Trujillo, 2020.

Desarrollar y proponer herramientas lean Manufacturing en las áreas de almacén y producción de la empresa agroindustrial de la ciudad de Trujillo, 2020.

Evaluar económicamente la propuesta de las herramientas lean Manufacturing para la empresa agroindustrial de la ciudad de Trujillo, 2020.

1.6. Hipótesis

La propuesta de las herramientas lean Manufacturing en las áreas de almacén y producción incrementa en un 2.84% la productividad de la empresa agroindustrial de la ciudad de Trujillo, 2020.

1.7. Justificación

El trabajo de investigación aplicado a la empresa agroindustrial, se realizó un diagnóstico integral y se identificó que no posee una correcta implementación de herramientas de ingeniería en las áreas de almacén y producción, por tanto, se determinó los problemas más relevantes de dichas áreas; es por ello, que se propone implementar herramientas lean manufacturing que tiene como finalidad solucionar los problemas diagnosticados y de esta manera incrementar la productividad de la organización.

Tabla 12. Matriz de operacionalización de variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES						
ESTUDIANTE(S): Cruz Zapata, Eder y Guarniz Linares, Roy						
TÍTULO: Aplicación de las herramientas lean Manufacturing para incrementar la productividad en las áreas de almacén y producción de las agroindustrias PYMES de la ciudad de Trujillo, 2020.						
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR			FORMULA
VARIABLE DEPENDIENTE: La productividad	La productividad es un indicador económico que relaciona la producción obtenida entre los factores o recursos empleados, midiendo así la eficiencia de la producción; es decir, cuantos menos recursos utilizados para producir la misma cantidad, tendrá un incremento en la productividad, por tanto, la eficiencia será mayor (Carro y Gonzales, 2012).	La productividad es un indicador que mide la eficiencia global y económica de un periodo determinado que se debe llevar a cabo para conseguir los objetivos de la empresa, la cual está representada como un cociente de un producto obtenidos o vendible dividido entre los recursos utilizados, el denominador podría ser cualquiera de estos factores como mano de obra, materia prima y capital; mientras disminuya el factor, el efecto sería el incremento de la productividad, y una mejora en la calidad (Ramos, 2013).	Productividad laboral			$\frac{N^{\circ} \text{ Unidades producidas}}{\text{Horas} - \text{Hombres emplados}}$
VARIABLE INDEPENDIENTE: Propuesta de herramientas lean Manufacturing	Lean Manufacturing consiste en la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por los cuales el cliente no está dispuesto a pagar (Vargas, Muratalla y Jiménez, 2016).	Lean Manufacturing consiste en eliminar las actividades que no agregan valor, para identificar estos desperdicios se utiliza el mapa de valor y se evalúa el OEE para aumentar la productividad, esta filosofía tiene una característica de aplicabilidad amplia, a cualquier tipo de industria, inclusive a la de servicio, lo cual le brinda un carácter genérico, universal y flexible, ya que sin discriminar el tipo de negocio, producto, proceso, inclusive región o país, la manufactura esbelta puede ser aplicada en toda su expresión técnica y filosófica (Figueredo, 2015).	AREA	CAUSAS RAICES	INDICADORES	FORMULA
			PRODUCCION	Falta de un control en la faja transportadora	Cajas dañadas	$\frac{N^{\circ} \text{ de cajas dañadas}}{\text{Total de cajas producidas}}$
				Ausencia de estandarización en el proceso de corte	Corte inadecuado	$\frac{N^{\circ} \text{ cortes inadecuados}}{N^{\circ} \text{ de cortes realizados en la producción}}$
				Falta de control del proceso de selección	Materia prima desperdiciada	$\frac{\text{Cantidad materia prima desperdiciada}}{\text{Cantidad materia prima que ingresa a producción}}$
			ALMACEN	Gestión inadecuada de los materiales	Materiales desperdiciados	$\frac{N^{\circ} \text{ materiales desperdiciados}}{N^{\circ} \text{ de materiales utilizados}}$
				Falta de control de calidad en los proveedores	Productos que incumplen con las especificaciones	$\frac{\text{Cantidad MP que incumple las especificaciones}}{\text{Cantidad de materia prima en almacén}}$
				Falta de control de sustancia química (cloro)	Sustancia química desperdiciada	$\frac{\text{Cantidad de sustancia}}{\text{Cantidad de sustancia química utilizado}}$

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

El presente trabajo de estudio es de investigación aplicada, ya que tiene como objetivo solucionar el problema encontrado en la organización, mediante la utilización de herramientas de ingeniería. El diseño es pre experimental, debido a que no existe una manipulación de la variable independiente, por otra parte, se analiza los cambios de la variable dependiente.

$$G : O_1 \quad X \quad O_2 \quad \text{(Ecuación 8)}$$

Leyenda:

- ✓ G: La empresa Agroindustrial
- ✓ O₁: La productividad de la empresa Agroindustrial antes de la implementación “X”.
- ✓ O₂: La productividad de la empresa Agroindustrial después de la implementación “X”.
- ✓ X: Aplicación de las herramientas de lean manufacturing.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.2.1. Población

La población objetivo del trabajo de investigación está conformada por todos los procesos de la empresa agroindustrial.

2.2.2. Muestra

La muestra del estudio de investigación estará concentrada en todos los procesos en las áreas de almacén y producción de la empresa agroindustrial.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Técnicas

Observación:

En la empresa, se empleará esta técnica para observar de manera detallada los factores de riesgos que afectan en las áreas de almacén y producción; esta información será plasmada en una guía de observación.

Análisis Documentario:

En la empresa para la recolección de datos se contará con la técnica de análisis documentario donde se obtendrá información de las operaciones encaminadas a representar un documento y su contenido bajo una forma diferente de su forma original. Esto se planteará en la ficha de análisis documental.

Entrevista:

Se empleará un cuestionario a los trabajadores para poder tener información de la situación actual del área de producción y almacén.

2.3.2. Análisis de datos

Mediante las técnicas e instrumentos utilizadas se procede al levantamiento de información enfocadas en las áreas almacén y producción, donde se pudo identificar las principales causas en cada área. Mediante encuesta se priorizan los factores negativos más relevantes a través de una matriz de priorización con el propósito de dar solución a la problemática mediante nuestro plan de estudio.

En la siguiente tabla se detallan las técnicas e instrumentos clasificado por objetivo de la investigación y con el logro que se busca alcanzar.

Tabla 13. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

OBJETIVO	TECNICA	HERRAMIENTA / INSTRUMENTO	RESULTADO
Diagnosticar la situación actual en las áreas de almacén y producción de la empresa agroindustrial de la ciudad de Trujillo, 2020.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Análisis documental ✓ Observación ✓ Entrevista 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Ficha documental ✓Cuestionario ✓Guía de observación ✓Diagrama de Ishikawa 	Se obtuvo información de las áreas de estudios

<p>Desarrollar y proponer herramientas lean Manufacturing en las áreas de almacén y producción de la empresa agroindustrial de la ciudad de Trujillo, 2020.</p>	<p>✓ Análisis documental</p>	<p>✓ Diagrama de Pareto</p>	<p>Determinar las causas que impactan negativamente en las áreas de estudio</p>
<p>Evaluar económicamente la propuesta de las herramientas lean Manufacturing para la empresa agroindustrial de la ciudad de Trujillo, 2020.</p>	<p>✓ Evaluación económica</p>	<p>✓ Proyección ✓ Análisis vertical</p>	<p>Determinar la factibilidad de la implementación de la propuesta</p>

Fuente: Elaboración propia

2.3.3. Procedimiento

Para identificar cuáles son los comportamientos críticos o actos sub estándares en el área de producción, que puedan afectar a la productividad, se utilizó como técnicas la observación y mediante el análisis documentario se obtuvieron datos cuantitativos del área mencionada.

2.3.4. Aspectos Éticos:

El investigador manejará los datos brindados por la empresa con total responsabilidad, respetando la propiedad intelectual de la organización, la veracidad de los resultados obtenidos por medio de los instrumentos de medición y la confiabilidad de los datos suministrados por la empresa a no revelar la identidad de los colaboradores en estudio.

Por lo explicado en este capítulo, las variables donde se enfocó el estudio es

✓ Variable dependiente:

Productividad

✓ Variable independiente:

Propuesta de herramientas lean Manufacturing

CAPÍTULO 3. RESULTADOS

3.1. Diagnóstico de la realidad actual

3.1.1. Generalidades de la empresa

La empresa del presente estudio es del rubro agroindustrial dedicada a la producción y comercialización de espárrago verde hacia el mercado exterior, está ubicado Trujillo, La Libertad.

La agroindustria pyme cuenta con el área de contabilidad y finanzas, recursos humanos, logística, calidad, producción, mantenimiento y por último el área de almacén.

Por otro lado, la empresa tiene procesos estratégicos como gerencia estratégica y asesoría en sistemas de información geográfica (SIG), procesos operativos de gerencia comercial, tratamiento de materia prima, gestión de producción y gestión de despacho y por último procesos de soporte de gestión de talento humano, gestión de contabilidad, gestión de post venta, gestión de mantenimiento, gestión de almacenes, vigilancia, gestión administrativa y gestión aseguramiento de calidad. En la figura 6 se detalla el mapa de procesos de la pyme agroindustrial.

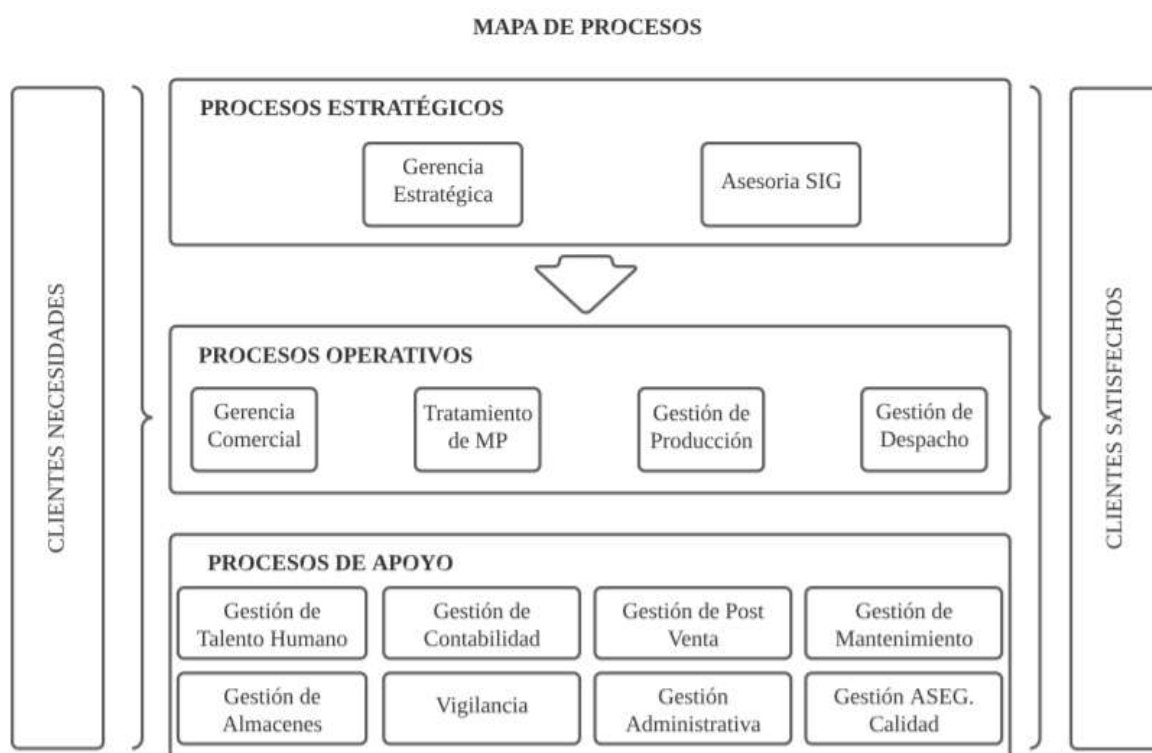


Figura 7. Mapa de Procesos de la Empresa

3.1.2. Diagnóstico del área problemática (DOP)

En la empresa agroindustrial se dedica a la producción y comercialización de espárragos frescos mediante la utilización de técnicas e instrumentos de recolección de datos como la entrevista y las fichas de análisis ,se pudo dar a conocer que en la área de almacén y producción el personal no cuenta con EPP'S adecuados a la operación, además en la faja transportadora existen averías y fallas, también la materia prima sufre caídas al suelo ,así mismo tiene altos índices de mermas y la mayoría de insumo no cumplen con las especificaciones dadas, también, en el Hidrocooler los espárragos tienden a desestabilizarse de las jabas y también existe un exceso de cloro dentro del sistema de congelado. En la movilización de las jabas no cuenta con un medio de transporte de traslado y en los insumos cuenta con un exceso de material de etiquetado.

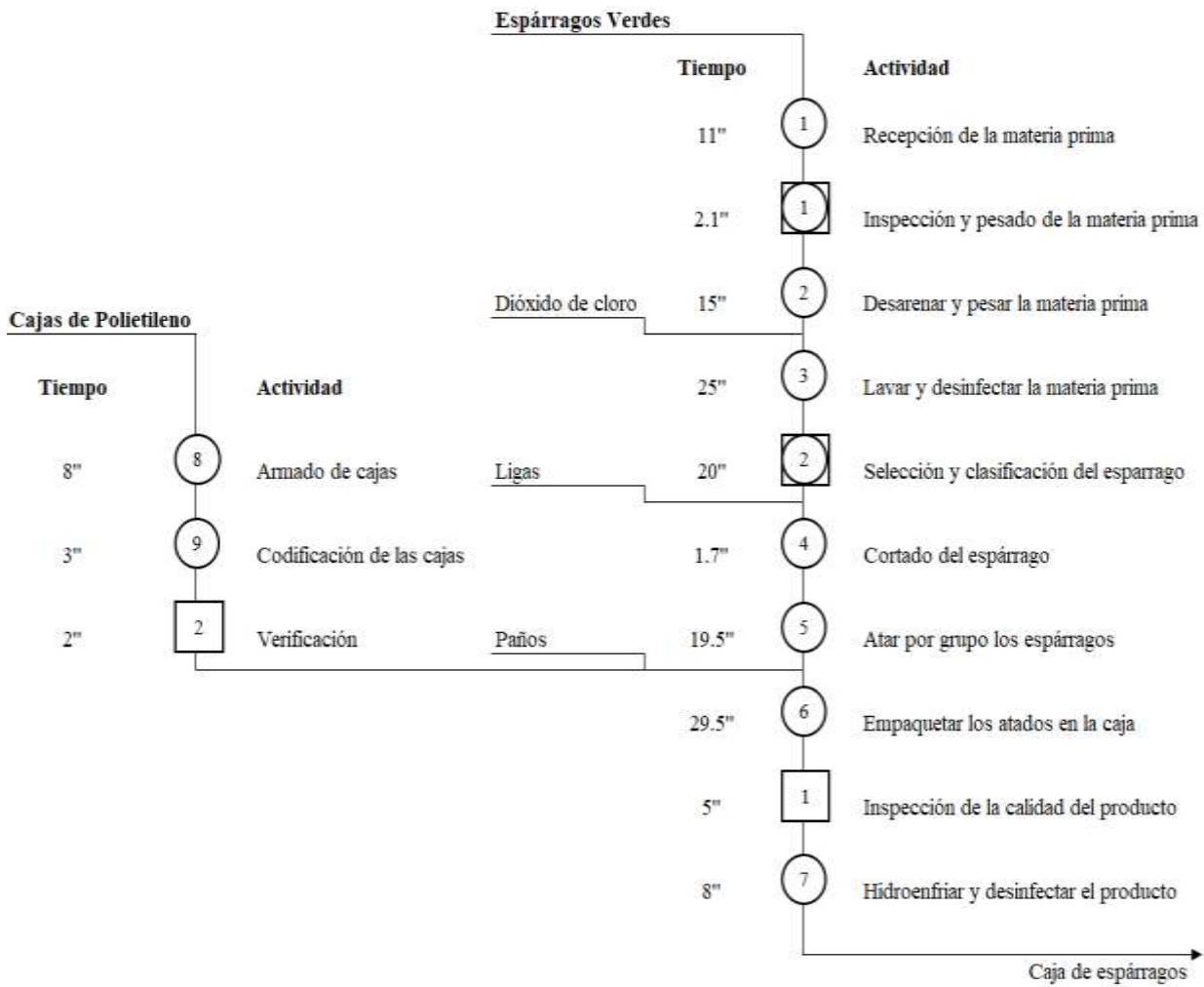


Figura 8. Diagrama de Operaciones de Proceso de la Empresa

3.1.3. Identificación de indicadores

La realización del diagnóstico de los problemas del área de almacén y producción se puede representar mediante el diagrama de Ishikawa en la figura 9, pudiéndose evidenciar las causas raíces de los problemas. Posteriormente a ello, se realizó la metodología de priorización para el área de almacén y producción mediante el Diagrama de Pareto.

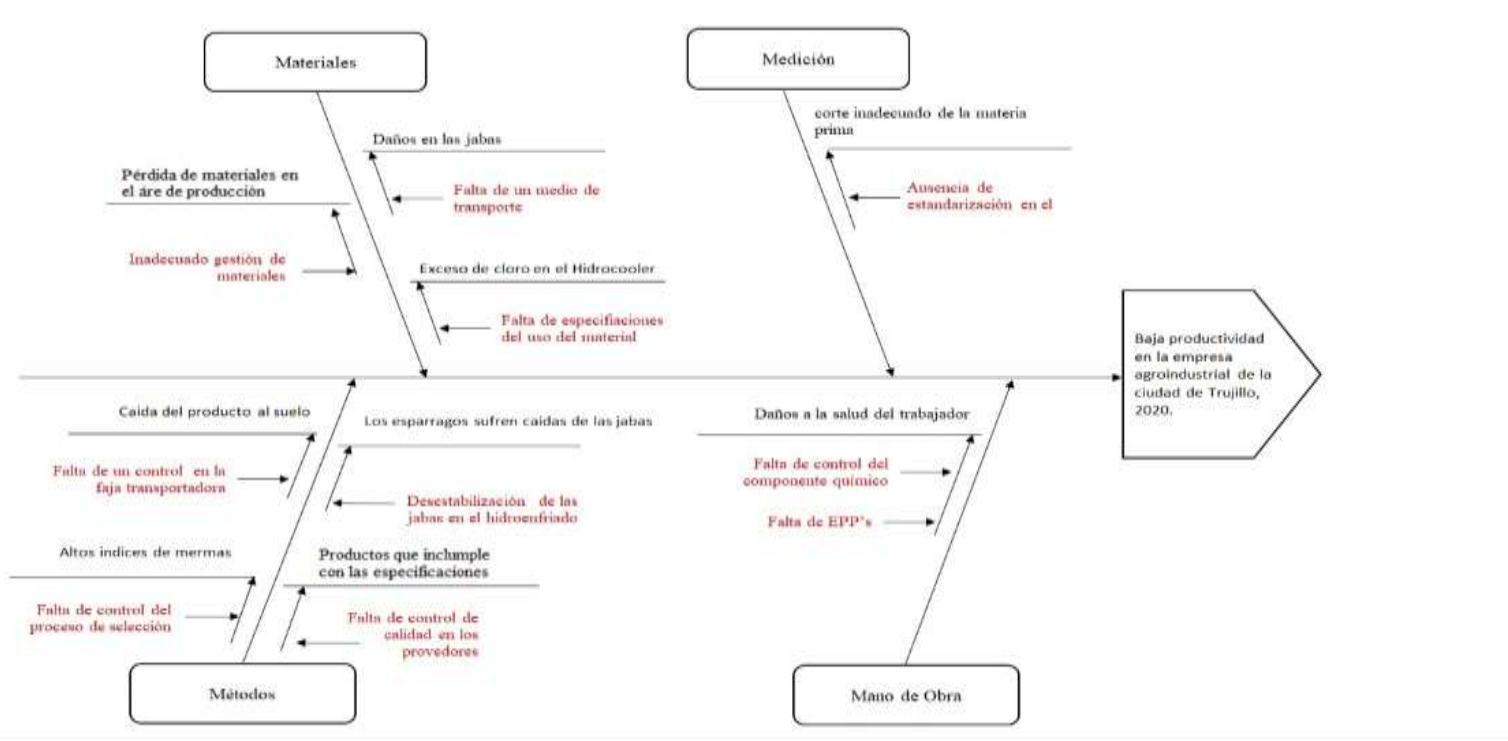


Figura 9. Diagrama de Ishikawa de la Empresa

Tabla 14. Matriz de priorización

Item	Causa raíz	Peso encuesta	Acumulado
CR1	Falta de un control en la faja transportadora	20.66%	20.66%
CR2	Inadecuada gestión de materiales	17.36%	38.02%
CR3	Ausencia de estandarización del proceso de cortado	14.88%	52.89%
CR4	Falta de control del proceso de selección	10.74%	63.64%
CR5	Falta de control de calidad en los proveedores	8.26%	71.90%
CR6	Falta de control de sustancia química	7.44%	79.34%
CR7	Falta de EPPS	7.44%	86.78%
CR8	Desestabilización de las jabas en el hidro enfriado	6.61%	93.39%
CR9	Falta de un medio de transporte	5.79%	99.17%
CR10	Falta de especificaciones del uso del material	0.83%	100.00%
Total		100.00%	

Fuente: Elaboración Propia

El 79.34% de todos los problemas son ocasionados por la falta de un control en la faja transportadora, inadecuada gestión de materiales, ausencia de estandarización del proceso de cortado, falta de control del proceso de selección, falta de control de calidad en los proveedores y Falta de control de sustancia química.

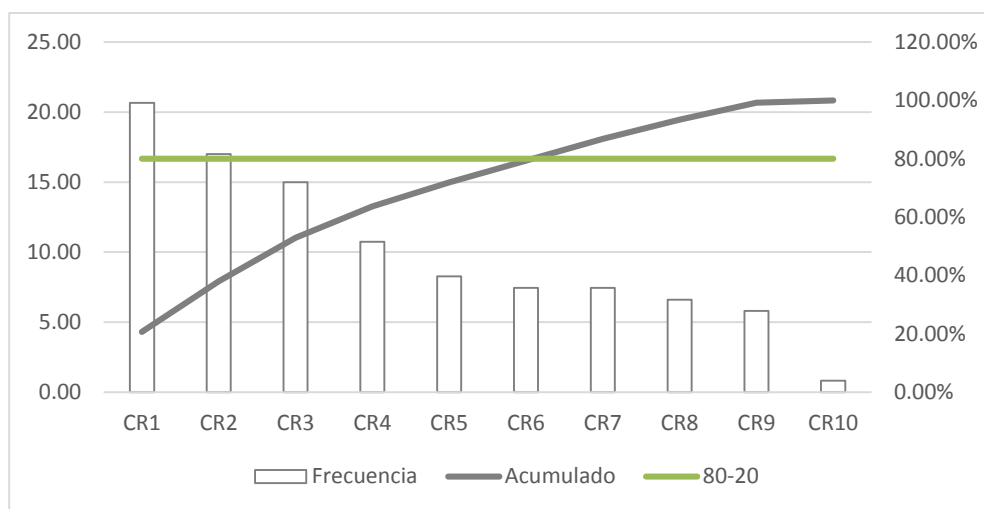


Figura 10. Diagrama de Pareto

Matriz de indicadores

Tabla 15. Matriz de indicadores

Ítem	Causas Raíces	Indicadores	Formula	Perdida Inicial S/.	Valor Actual %	Perdida Final S/.	Valor Meta %	Beneficio S/.	Herramientas de solución
CR1	Falta de un control en la faja transportadora	% de cajas dañadas	$\frac{N^{\circ} \text{ de cajas dañadas}}{\text{Total de cajas producidas}} * 100\%$	S/12.398,65	0,4679%	S/3.898,65	0,4055%	S/.8.500,00	Dispositivo Andon
CR2	Gestión inadecuada de los materiales	% de materiales desperdiciados	$\frac{N^{\circ} \text{ mat. desperdiciados}}{\text{Total de mat. utilizados}} * 100\%$	S/9.103,51	2,9549%	S/1.703,51	0,5529%	S/.7.400,00	5S y Kanban
CR3	Ausencia de estandarización en el proceso de corte	% de corte inadecuado	$\frac{\text{Cant. producto cortado inadec.}}{\text{Cantidad de producto}} * 100\%$	S/2.402,74	0,1948%	S/602,74	0,1819%	S/.1.800,00	Poka Yoke
CR4	Falta de control del proceso de selección	% de materia prima desperdiciada	$\frac{\text{Cant. de materia prima desper.}}{\text{Cant. total de materia prima}} * 100\%$	S/236.316,67	31,3468%	S/86.316,67	11,45%	S/.150.000,00	MAQ
CR5	Falta de control de calidad en los proveedores	% de productos que incumplen con las especificaciones	$\frac{N^{\circ} \text{ productos incumple especific}}{\text{Cant. total de productos}} * 100\%$	S/3.974,91	0,1980%	S/2.472,91	0,00%	S/.1.502,00	KPI y plan de capacitación
CR6	Falta de control de sustancia química (cloro)	% de sustancia química desperdiciada	$\frac{\text{Cant. sustanc. química desper.}}{\text{Cant. total de sust. química}} * 100\%$	S/24.204,37	38,2147%	S/9.204,37	12,00%	S/.15.000,00	Estandarización

Fuente: Elaboracion Propia

3.2. Solucion de la Propuesta

3.2.1. Descripcion de la causa raiz

Mediante la matriz de priorizacion se identificaron seis causas raices que representan aproximadamente el 80% de los problemas. A continuacion se detalla las causas raices:

Falta de un control en la faja transportadora

En la empresa agroindustrial en la area de almacen y producción cuenta con un faja transportadora manual en donde traslada el producto terminado al proceso de hidrogenfriado, luego se transporta al área de almacén de producto terminando.

En esta maquina manual no asegura un proceso eficiente, por lo que algunos productos no siguen el proceso; debido a las caidas generada por la acumulación de cajas en la faja transportadora. Esto conlleva al incumplimientos de los requisitos de conformidad.

Gestion inadecuada de los materiales

Los operación encargados de la gestión de materiales (parihuelas, ligas, paños, grapas, zuncho y esquinero) en el área de producción, no cuenta con entrenamiento ni capacitación respecto a la organización de estos productos tangibles, que a su vez origina pérdidas cuantitativas. Esto ocasiona una labor forzada y no óptima por parte de ellos.

Ausencia de estandarizacion en el proceso de corte

El espárrago pasa por distintas etapas, dentro de ellas esta el proceso de corte (separacion del tocon). En esta actividad el operario divide el espárrago del tocón, esto lo realiza sin contar con las especificaciones adecuadas, lo cual conlleva una deficiencia de los productos.

Falta de control del proceso de selección

La etapa de la selección de producto, es llevando acabo por trabajadoras en las lineas de producción cuya funcion es elegir el producto que cumple con los estadares para su procesamiento.

En la empresa las trabajadoras no cuentan con una correcta capacitación en el proceso de la selección de espárragos, donde se identifica una deficiencia en la clasificación del espárragos y florido (producto que no cumple con el requerimiento), ocasionando el desperdicio de materia prima.

Falta de control de calidad en los proveedores

La empresa tiene distintos proveedores que abastecen de materia prima, la cual es llevada la linea de producción para posteriormente ser procesada. Esta actividad cuenta un inadecuado control de calidad de los insumos que son recibidos por los proveedores, esto representa altos indices de productos no conforme por su contienen florido y plagas.

Falta de control de sustancia química

Finalizando el procesamiento de espárragos en la linea de producción es trasladado al proceso de hidroenferiado en la cual el producto es colocada en el equipo de Hidroculer para su posterior desinfección en un rango de temperatura de 1.5°C a 2.0° C.

En este proceso el operario utiliza una sustancia quimica (dioxido de cloro) en donde se desinfecta los productos de las bacterias o microorganismo. Continuando, esta actividad no cuenta con los estandares respecto al uso de dióxido de cloro ocasionando daños a la salud al trabajador.

3.4.2. Monetizacion de Perdidas

Luego de describir las causas raices de los problemas identificados en el area de producción se procede al analisis cuantitativo de los costos en valor monetario por problema.

Caidad de los productos al suelo

A continuación se muestra el siguiente cuadro que represente el número de caídas de cajas

incurridos en el año 2019.

Tabla 16. Cantidades de productos dañados en el del año 2019

Nº	Meses/ Productos	Cajas de 2.5 Kg	Cajas de 3.0 Kg	Cajas de 5.0 Kg
1	Enero	100	200	250
2	Febrero	150	180	100
3	Marzo	170	160	180
4	Abril	120	155	115
5	Mayo	190	180	140
6	Junio	108	109	11
7	Julio	180	150	196
8	Agosto	166	155	144
9	Setiembre	123	153	173
10	Octubre	125	142	184
11	Noviembre	188	158	148
12	Diciembre	159	169	142
	Total	1779	1911	1783

Fuente: Elaboración propia.

Durante el año 2019 se obtuvo un total 1179cajas de 2.5Kg, 1911cajas de 3.0Kg y 1783 de cajas de 5.0Kg.

En el siguiente cuadro se representa las cantidades en kilogramos de los productos que sufrieron daños, el costo unitario y el costo total de cada mes.

Tabla 17. Costos totales de las caídas de los productos al suelo del año 2019

Nº	Meses	Costo Total S/.
1	Enero	S/1,606.08
2	Febrero	S/1,001.88
3	Marzo	S/866.43
4	Abril	S/748.36
5	Mayo	S/1,275.77
6	Junio	S/248.10
7	Julio	S/1,322.21
8	Agosto	S/971.07
9	Setiembre	S/827.32
10	Octubre	S/947.97
11	Noviembre	S/1,243.90
12	Diciembre	S/1,339.55
	Total	S/12,398.65

Fuente: *Elaboración propia*

Realizando los calculos se obtuvo un costo total de S/12,938.86 nuevos soles que representa el valor monetario de las caidas de todas las cajas de 2.5Kg, 3.0Kg y 5.0Kg.

Pérdida de materiales en el área de producción

En el siguiente cuadro se realizo un registro de lo materiales que se que se perdieron en la area de produccion en el año 2019.

Tabla 18. Registro de los materiales perdidos del año 2019

Meses/ Materiales	Parihu elas	Ligas N°30	Ligas N°62	Ligas N°154	Paños	Grapas	Zunchos	Esquineros
Enero	0.00	34.72	1.24	0.00	441	2076	9652.35	1682.00
Febrero	0.00	6.24	7.20	0.27	834	782	125.00	216.00
Marzo	0.00	3.36	2.76	0.00	1318	50	617.65	27.90
Abril	0.00	5.41	19.56	0.00	195	381	2160.00	32.50
Mayo	0.00	6.86	6.61	0.00	675	454	2160.00	0.00
Junio	0.00	2.74	7.61	0.00	147	575	902.77	21.00
Julio	0.00	19.48	3.62	0.00	792	1918	1340.61	69.70
Agosto	0.00	3.46	2.45	0.00	2400	966	148.93	14.50
Setiembre	0.00	24.16	14.51	0.00	2622	572	1177.96	200.20
Octubre	0.00	6.92	4.00	0.00	3814	2476	444.64	380.60
Noviembre	0.00	21.62	4.14	0.00	1014	56	1663.68	4.00
Diciembre	2.00	57.39	43.94	0.00	1401	4962	2492.40	706.40
Total	2.00	192.36	117.64	0.27	15653	15268	22885.99	3354.80

Fuente: *Elaboración propia.*

Se obtuvo que 2 unidades parihuelas, 192.36 unidades de ligas N°30, 117.64 unidades de N°62, 0.27 unidades de ligas N°154, 15653 unidades de paños, 15268 unidades de grapas, 22885.90 unidades de zuncho y 3354.80 unidades de esquineros

A continuación se muestra el siguiente cuadro donde muestra el valor de los costos totales de cada mes

Tabla 19. Costos totales de los materiales perdidos del año 2019

N°	Meses	Costo Total S/.
1	Enero	S/2.258,10
2	Febrero	S/422,81
3	Marzo	S/221,71

4	Abril	S/452,22
5	Mayo	S/331,11
6	Junio	S/214,44
7	Julio	S/511,94
8	Agosto	S/295,32
9	Setiembre	S/884,22
10	Octubre	S/819,80
11	Noviembre	S/457,56
12	Diciembre	S/2.234,28
Total		S/9.103,51

Fuente: Elaboración propia.

Analizando los datos, se obtuvo un costo total de S/ 9,103.51 nuevos soles de los materiales que sufrieron perdidas en el area de produccion del año 2019.

Corte inadecuado de la materia prima

Este problema se origina por no contar con las medidas estandares en el proceso de corte, por lo anterior se mostrará el siguiente cuadro donde se detalla todos los kilogramos perdidos de materia prima, costos unitario y el total de perdidas en valor monetario del año 2019

Tabla 20. Costos totales de pérdidas en el proceso de corte del año 2019

Mes	Kg perdidos	Costo S/.	Total de perdidas
Enero	47.50	S/3.35	S/158.94
Febrero	38.15	S/3.32	S/126.77
Marzo	52.10	S/3.31	S/172.29
Abril	62.18	S/3.30	S/205.43
Mayo	61.28	S/3.33	S/204.11
Junio	52.20	S/3.33	S/173.72
Julio	49.60	S/3.29	S/163.38
Agosto	76.85	S/3.38	S/259.75
Septiembre	60.20	S/3.36	S/202.21
Octubre	79.45	S/3.36	S/267.03
Noviembre	79.43	S/3.37	S/267.74
Diciembre	60.00	S/3.36	S/201.36
Costo Total			S/2,402.74

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17 se aprecia que el costo total del problema es de S/ 2402.74 nuevos soles del año 2019.

Altos índices de mermas

La tabla 18 muestra un resumen de la cantidad de florido, jabas, desperdicio y el costo total, tomando como información que caja jaba de florido tiene un peso promedio de 15 kg y por cada jaba se desperdicia el 9% de esparrago que cumple con las especificaciones.

Tabla 21. Costos totales de altos índices de mermas del año 2019

Meses	Cantidad de Florido	Jabas	Desperdicio en Kg	Costo por Kg	Costo Total
Enero	132452.93	8830	11920.5	S/3.35	S/39,885.99
Febrero	62274.97	4152	5605.2	S/3.32	S/18,626.08
Marzo	61094.31	4073	5498.55	S/3.31	S/18,183.70
Abril	61273.77	4085	5514.75	S/3.30	S/18,220.73
Mayo	53224.26	3548	4789.8	S/3.33	S/15,954.82
Junio	57779.67	3852	5200.2	S/3.33	S/17,306.27
Julio	40957.42	2730	3685.5	S/3.29	S/12,140.04
Agosto	43461.83	2897	3910.95	S/3.38	S/13,219.01
Setiembre	31945.37	2130	2875.5	S/3.36	S/9,658.80
Octubre	38376.43	2558	3453.3	S/3.36	S/11,606.54
Noviembre	119472.76	7965	10752.75	S/3.37	S/36,247.52
Diciembre	83647.89	5577	7528.95	S/3.36	S/25,267.16
Total	785961.61	52397	70735.95		S/236,316.67

Fuente: Elaboración propia.

Esta tabla tiene como resultado final un costo monetario de S/236,316.67 nuevos soles que representa las cantidades totales de florido, jabas y los desperdicios originados por una falta de control en el proceso de selección en la línea de producción.

Productos que inclumple con las especificaciones

El costeo del siguiente problema se muestra en la siguiente tabla que detalla los productos que no son aceptados por el área de Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) encargada de la conformidad para la distribución y embarque de la del producto final hacia los distintos puntos de venta

Tabla 22. Cantidad de productos disconformes del año 2019

Meses \ Productos	Caja de 2.5 Kg	Caja de 3.0 Kg	Caja de 5.0 Kg
Enero	1	3	64
Febrero	79	39	11
Marzo	0	0	0
Abril	0	0	0
Mayo	0	0	0
Junio	57	0	358
Julio	289	21	233
Agosto	0	0	0
Setiembre	20	0	0
Octubre	0	0	0
Noviembre	100	12	0
Diciembre	495	279	253
Total	1041	354	919

Fuente: Elaboración propia.

La cantidad productos que no recibieron la aprobación fue un total de 1041 unidades de la caja 2.5 Kg, 354 unidades de las cajas de 3.0 Kg y 919 unidades de las cajas de 5.0 kg

En la tabla 19 se muestra el costo total de las cajas que no cumplen con la conformidad de calidad

Tabla 23. Costo total de productos no conformes

N°	Meses	Costo Total S/.
1	Enero	S/131.52
2	Febrero	S/223.23
3	Marzo	S/0.00
4	Abril	S/0.00
5	Mayo	S/0.00
6	Junio	S/796.59
7	Julio	S/908.20
8	Agosto	S/3.92
9	Setiembre	S/30.16
10	Octubre	S/0.00
11	Noviembre	S/174.27
12	Diciembre	S/1,707.01
	Total	S/3,974.91

Fuente: *Elaboración propia*

Durante el 2019 se obtiene un total de S/ 3,974.91 como valor monetario de productos no conformes.

Daños a la salud del trabajador

Este problema surge debido al mal uso del agregado de dióxido de cloro (ClO₂) en el hidrocóoler lo cual es muy excesivo ocasionando daños a la salud a los trabajadores y altos índices de costos. En la tabla siguiente se detalla los costos que incurren por la sustancia, como el costo real, costo teórico (valor monetario óptimo) y la pérdida monetaria por el mal control del componente químico.

Tabla 24. Costos totales del exceso de la sustancia química en el año 2019

Meses	Costo real	Costo teórico \$	Pérdida monetaria \$	Conversión en S/.	Pérdida monetaria S/
Enero	\$1,517.02	\$950.08	\$566.95	S/3.35	S/1,897.00
Febrero	\$949.43	\$738.95	\$210.48	S/3.32	S/699.43
Marzo	\$819.16	\$809.32	\$9.83	S/3.31	S/32.52
Abril	\$1,284.20	\$1,055.64	\$228.56	S/3.30	S/755.16
Mayo	\$1,377.02	\$1,020.45	\$356.57	S/3.33	S/1,187.73
Junio	\$1,522.77	\$950.08	\$572.69	S/3.33	S/1,905.92
Julio	\$1,471.12	\$985.26	\$485.86	S/3.29	S/1,600.42
Agosto	\$1,629.97	\$1,020.45	\$609.51	S/3.38	S/2,060.15
Setiembre	\$2,566.34	\$1,055.64	\$1,510.70	S/3.36	S/5,074.45
Octubre	\$2,110.10	\$1,055.64	\$1,054.46	S/3.36	S/3,544.04
Noviembre	\$1,769.35	\$1,055.64	\$713.71	S/3.37	S/2,405.90
Diciembre	\$1,891.59	\$985.26	\$906.33	S/3.36	S/3,041.64
		Total	\$7,225.65		S/24,204.37

Fuente: *Elaboración propia.*

El valor monetario del problema fue de \$7,225.65 dólares, que representa S/ 4,204.37 nuevos soles.

Luego de analizar las tablas anteriores se puede deducir que los problemas con mayores costos totales son los productos que incumplen con las especificaciones y daños a la salud al

trabajador. Esto nos da un visión mas precisa para enfatizar la propuestas de mejora en dichos problemas.

3.4.3. Solucion de la propuesta: Desarrollo de Herramientas

Resumen del diagnóstico de la situación actual

Posteriormente de haber realizado el desarrollo de diversos puntos para analizar la situación actual de la organización se continuará a sustentar el resumen de los puntos del presente capítulo para concluir los problemas en donde se presentará una propuesta de mejora en la investigación

A continuación, se mostrará el mapa de flujo de valor antes y después de la implementación de las herramientas Lean Manufacturing, dando a conocer el nivel de producción diaria, detallando la información de los insumos y los materiales requeridos para el producto final.

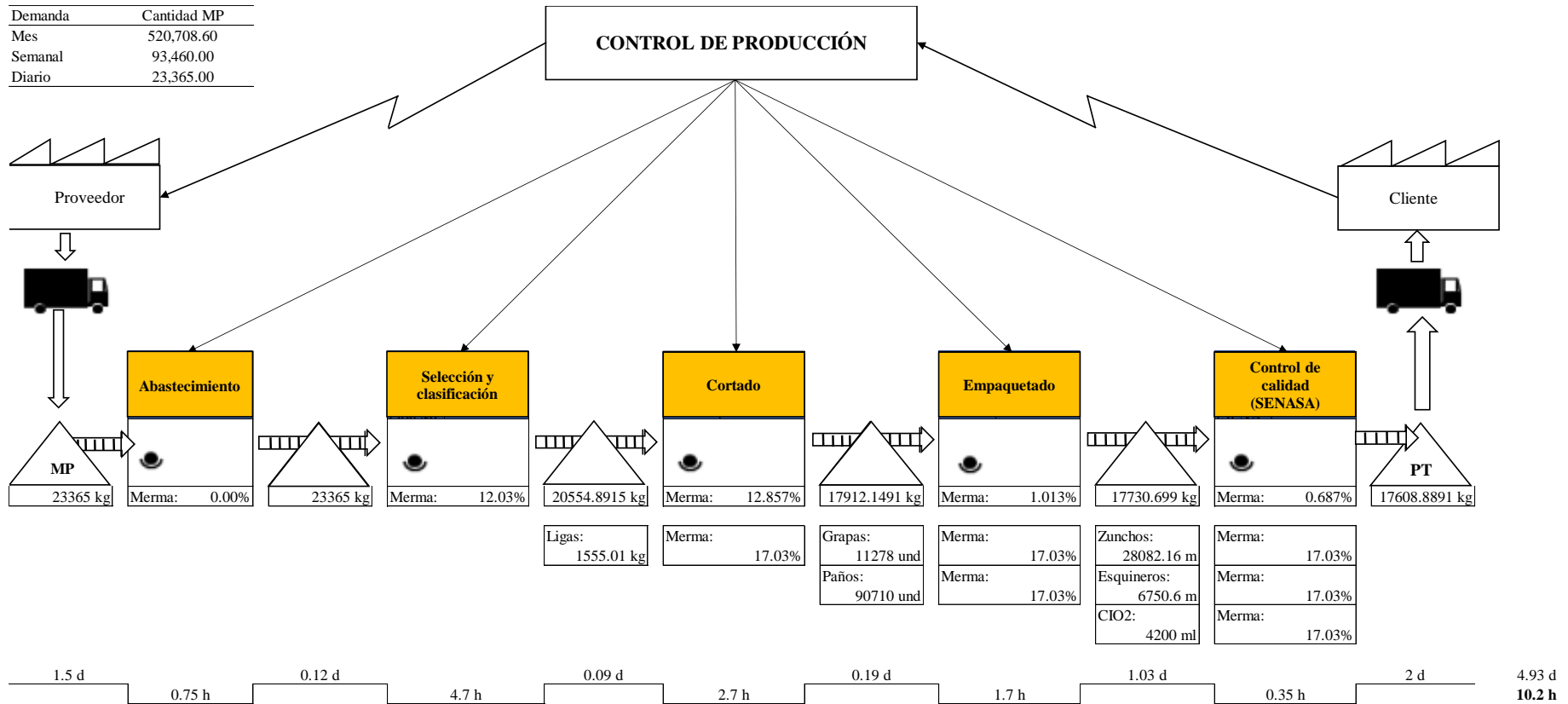


Figura 11. Mapa de flujo de valor antes de la mejora

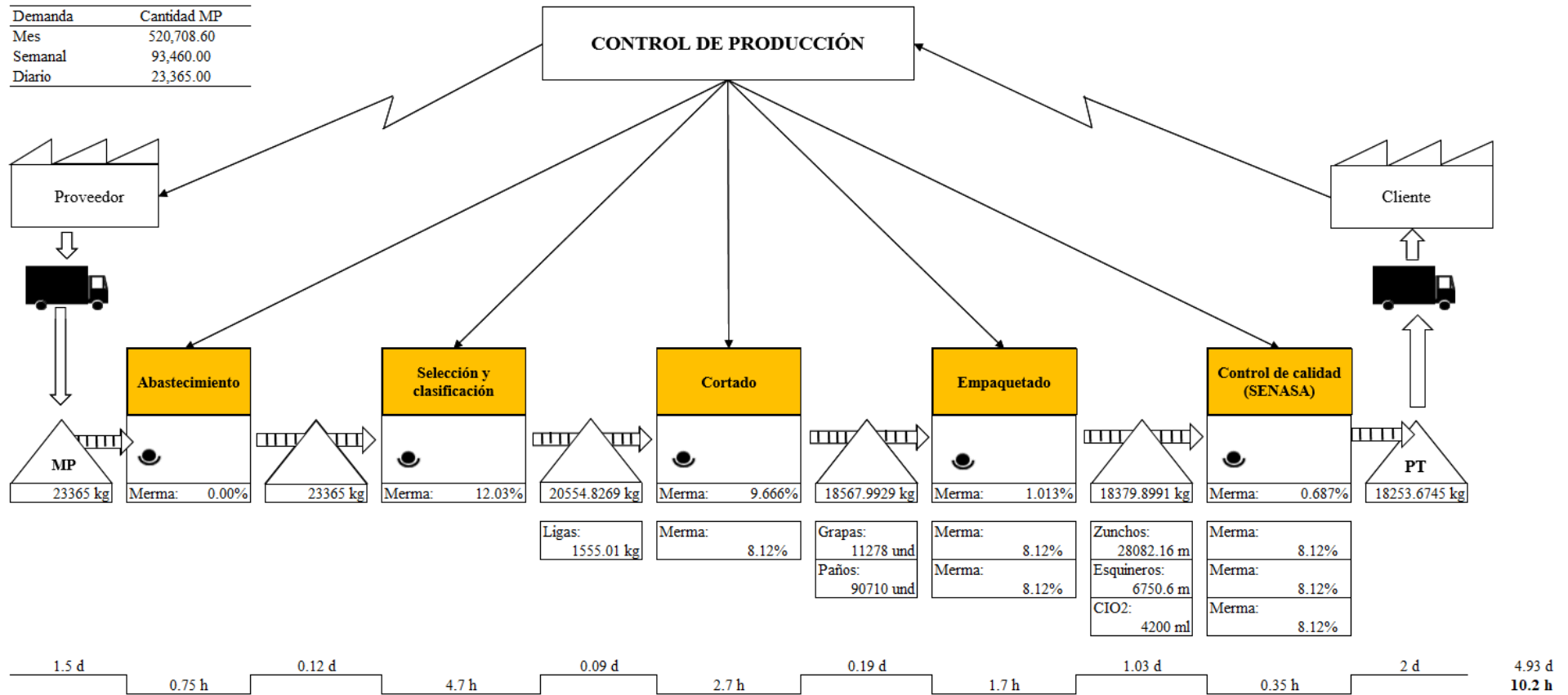


Figura 12. Mapa de flujo de valor mejorado

Dada la información del VSM actual se procede a calcular el takt time para evaluar si es necesario realizar estrategias de Lean Manufacturing y proceder con un VSM futuro. Para ello, se tiene el dato de que la demanda de espárrago es de 93460 cajas por mes y el tiempo disponible es de 7 horas diarias, cuyo tiempo al mes es 196 horas.

$$Takt\ Time = \frac{93460\ cajas/mes}{196\ horas/mes} \quad (Ecuacion\ 3)$$

$$Takt\ Time = 0.0021 \frac{horas}{cajas} \quad \text{ó} \quad 0.13\ min/cajas$$

A continuación, se detallará las propuestas de mejoras a implementar.

Aplicación de la herramienta: Poka-yoke

En la línea de producción existen problemas respecto a los errores mecánicos y/o manuales que inciden en las caídas del producto al suelo y un corte inadecuado de materia prima, por el cual se sugieren ideas para contrarrestar lo mencionado mediante dispositivos.

Dispositivo para corte

Actualmente en la empresa esparraguera el proceso de corto es realizado manualmente por el operario (A grosso modo), generando cortes ineficientes en el desnivel de sección y diferentes tamaños del turión. En la siguiente figura se muestra el proceso de corte actual de la empresa.

Para disminuir los errores de cortado entre el esparrago y el tocón en el área de producción se propone usar el dispositivo manual (Ver figura 11), este instrumento tiene como objetivo realizar de forma eficaz las secciones de materia prima y tocón, de esta manera evitar errores de producción y disminuir el tiempo de control de calidad por pieza. A continuación, se muestra el diseño de un depósito manual.

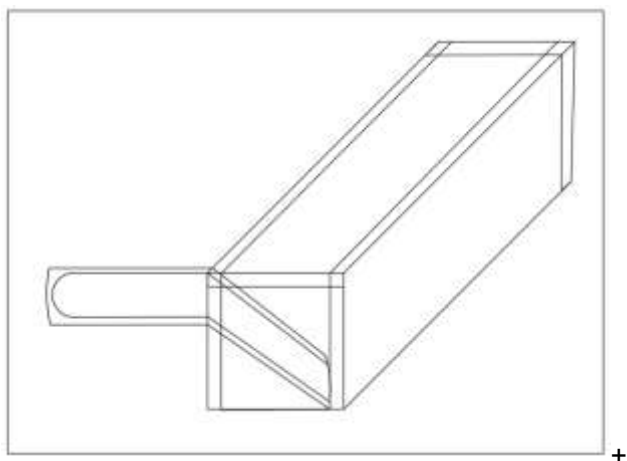


Figura 13. Propuesta de dispositivo para corte

En la anterior figura se muestra el diseño de una herramienta de corte elaborado en el software AutoCAD, cuyas dimensiones son: de largo 25cm, ancho 30cm y altura 25cm y además integra un mango para la correcta la manipulación del corte.

El funcionamiento del instrumento de corte cuyo tiene como procedimiento inicial colocar el atado de espárrago en conjunto dentro del dispositivo, siguiendo el operario analizará que el espárrago este correctamente colocado. Luego de ello, de manera manual se realiza un corte transversal al atado, teniendo como resultado la separación de secciones en el espárrago del tocón.

Dispositivo Andón:

La empresa cuenta con una faja transportadora para movilizar sus productos al área del almacén de productos terminados, mediante este proceso el producto sufre daños debido a las caídas en la faja transportadora por la acumulación de cajas del equipo de transporte. Es por ello, que se diseñó un dispositivo de andón que tiene como función alertar a los operarios de la acumulación de los productos, de esta manera previniéndolas de manera inmediata tomando acciones correctivas y, así, evitar errores en el área de producción.

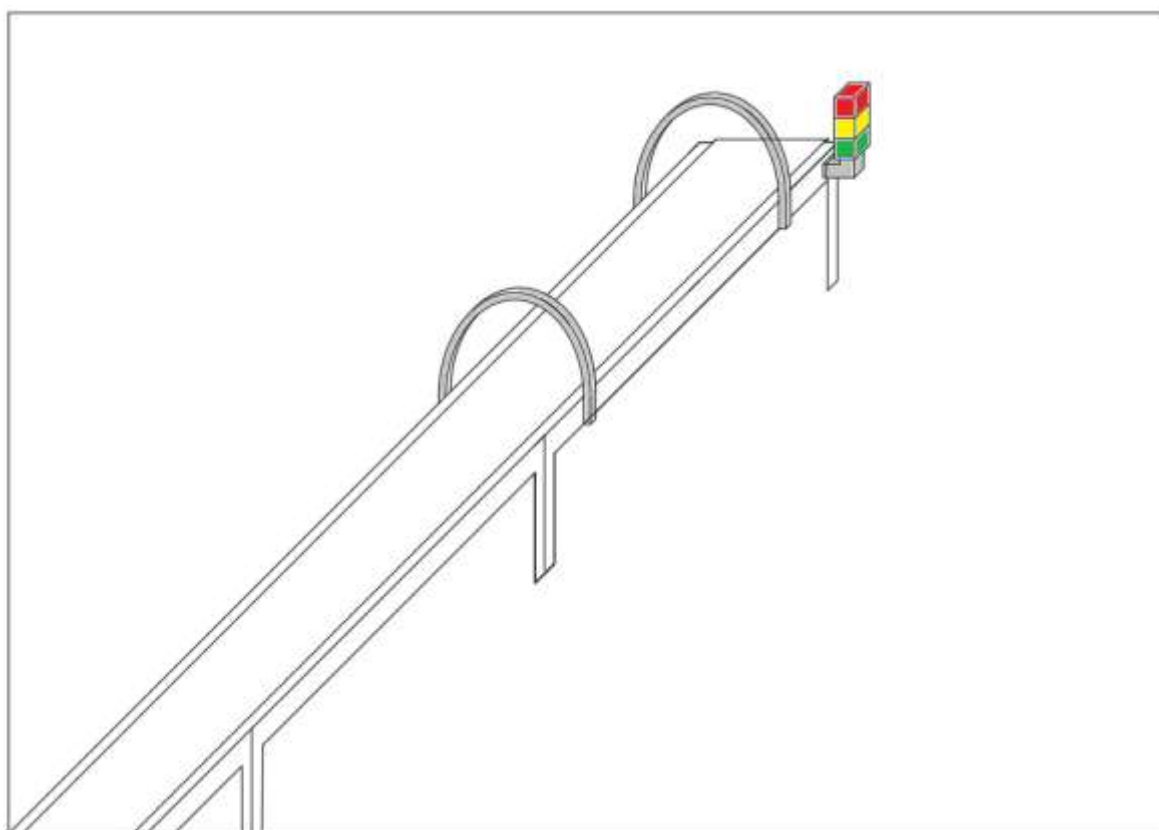


Figura 14. Propuesta de dispositivo de alerta

En la figura 14, se muestra el diseño de un sistema de alerta implementado en la faja transportada del area de producción cuyo funcionamiento es alertar a los operarios el estado actual de las cajas en la banda transportadora, este aviso es representado mediante 3 luces de colores en la tabla siguiente.

Tabla 25. Información de los colores de alerta

Color	Descripción
Verde	Correcto funcionamiento de la faja transportadora.

Amarillo	Alerta al trabajador que pronto alcanzará la máxima capacidad de la faja.
Rojo	Alerta al trabajador que la faja alcanzó la máxima capacidad

Fuente: *Elaboración Propia*

Implementación de la herramienta Kanban

En la industria existen problemas respecto a la organización en el flujo de la producción (cantidades de cajas, materiales y materia prima), que tiene como proceso inicial el pedido del cliente diariamente. Es por ello que se lanza este tipo de propuesta mediante tarjetas que se explicará a continuación.

Esta herramienta comienza en el área de almacén de materia prima en la cual contará con un tablero donde se ubicarán tarjetas kanban, estas representan información respecto a la distribución de materia prima a las líneas de producción. A continuación, se muestra la siguiente figura el área de almacén.

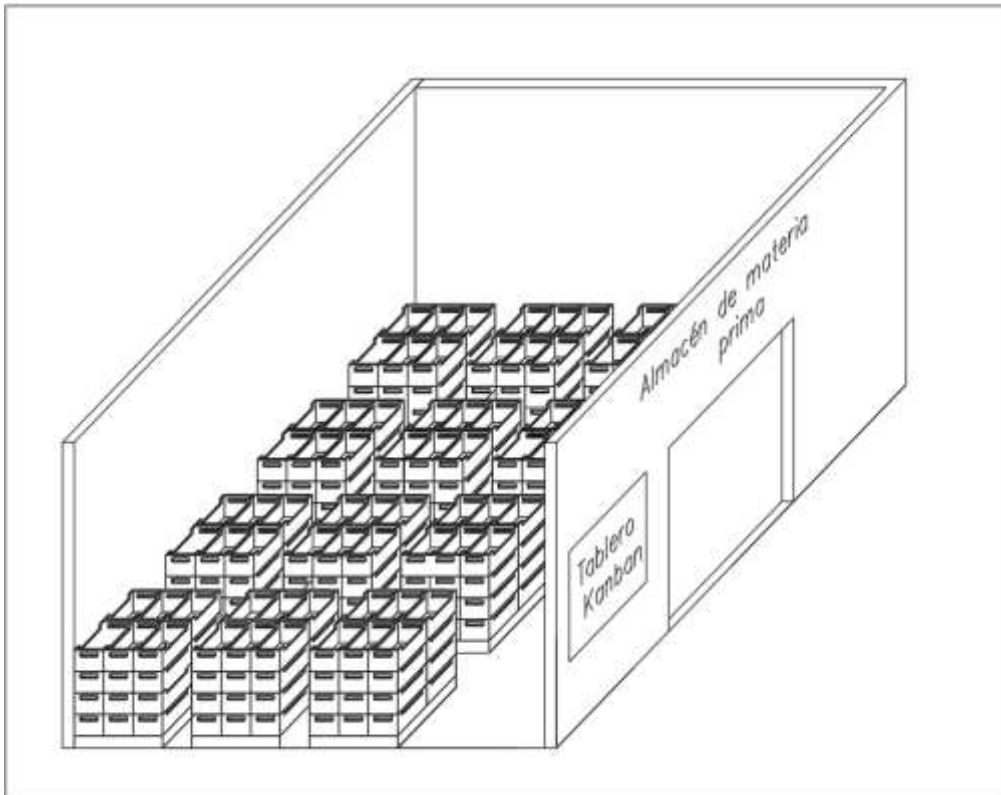


Figura 15. Área de almacen de materia prima de producción

Se implementó un tablero y tarjetas Kanban a lado de la entrada de almacén que se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 26. Tablero Kanban en el almacén de materia prima

Tablero Kanban			
Líneas de producción	Pendiente	En curso	Hecho
1			
2			
3			
4			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Tarjetas Kanban en el área de almacén de materia prima

Proceso:	Traslado de materia prima a producción
Depositar piezas en:	Área de producción
Referencia:	
Nombre de la pieza:	Espárrago
Cantidad a producir	

Fuente: Elaboración propia

El tablero y tarjetas Kanban tiene como función visualizar el flujo de trabajo de materia prima hacia las líneas de producción, Asimismo, el ciclo de este flujo comienza cuando el operario retira de almacén el pallet lleno de materia prima, esta acción representa una tarjeta Kanban ubicada en el tablero que tendrá como estado pendiente, acto seguido el pallet es trasladado a una línea de producción en específico. Luego, el siguiente operario de almacén repondrá el pallet vacío cuya representación para este proceso es estado en curso. Por lo anterior, una vez que la acción este completa el estado final que indicará el tablero será hecho, de esta manera el flujo de trabajo de materia prima seguirá una secuencia durante la jornada.

Continuando, cuando el producto es llevado a el área de producción y es procesada por las líneas, el operario de corte cuya función además de seccionar el producto procesado, lo agrupa en

ligas para su posterior empaque .En este instante, el personal requiere cajas, ligas y etiquetas en cual se dirige al area de empaquetado y codificado que se muestra en la siguiente figura.

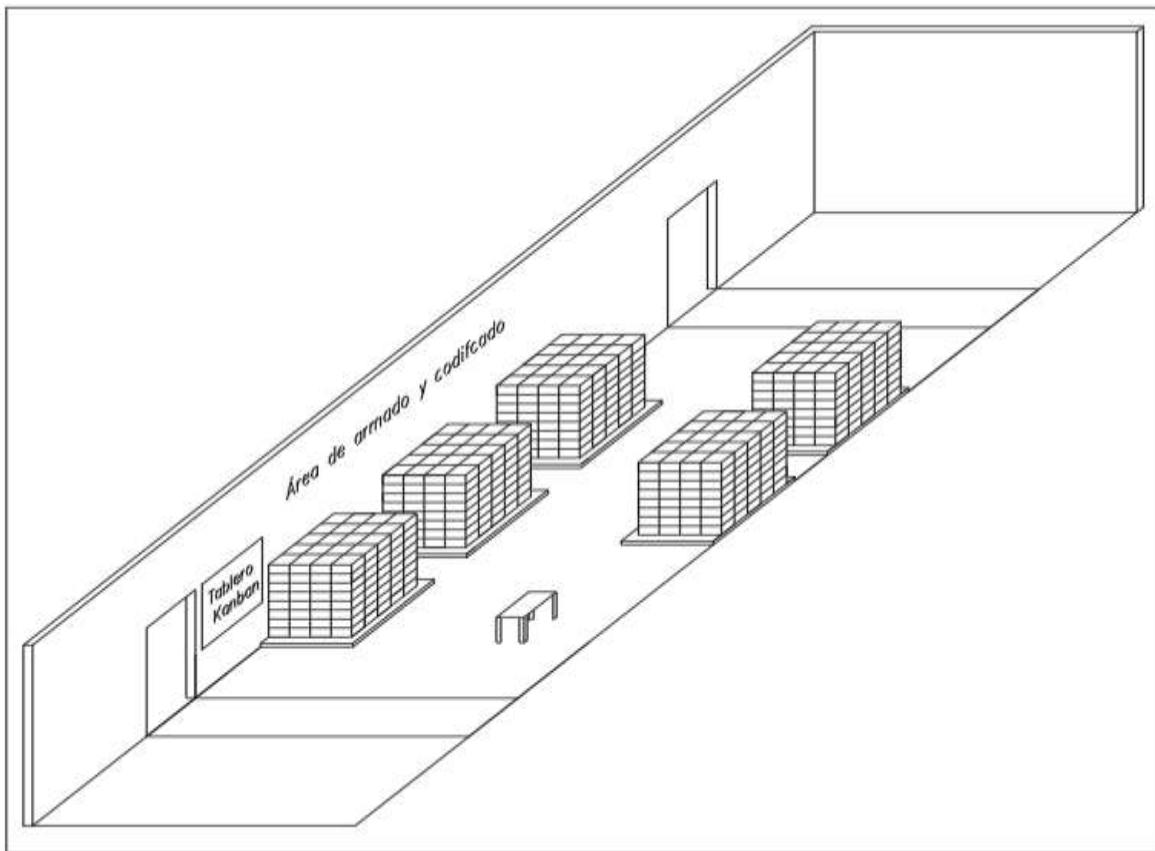


Figura 16. Area de armado y codificado

Continuando, personal de dicho lugar tiene como función tener listo dichos materiales, que estan representadas por una tarjeta kanban, que tiene el mismo procedimiento del área de almacén (Ver tabla 24) con diferencia que estas son materiales. Esta cadena se realizará solo cuando el operario de corte necesite mas materiales para productos procesados para empacar generando una tarjeta kanban para llevarlos a la linea de producción en específico dejando la tarjeta kanban al proceso anterior , de esta manera el flujo de producción será mas eficiente evitando las perdidas de materiales (ligas y etiquetas).

Tabla 28. Tablero Kanban en el área de armado y codificado

Tablero Kanban			
Mesas	Pendiente	En curso	Hecho
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Tarjetas Kanban en el área de armado y codificado

Proceso:	Armado y codificado
Depositar piezas en:	Área de producción
Referencia:	
Nombre de la pieza:	Cajas , ligas y etiquetas
Cantidad a producir	

Fuente: Elaboración propia

Por ultimo, en el área de almacén de productos terminados contará también con un tablero y tarjetas kanban, que se muestra en la siguiente figura.

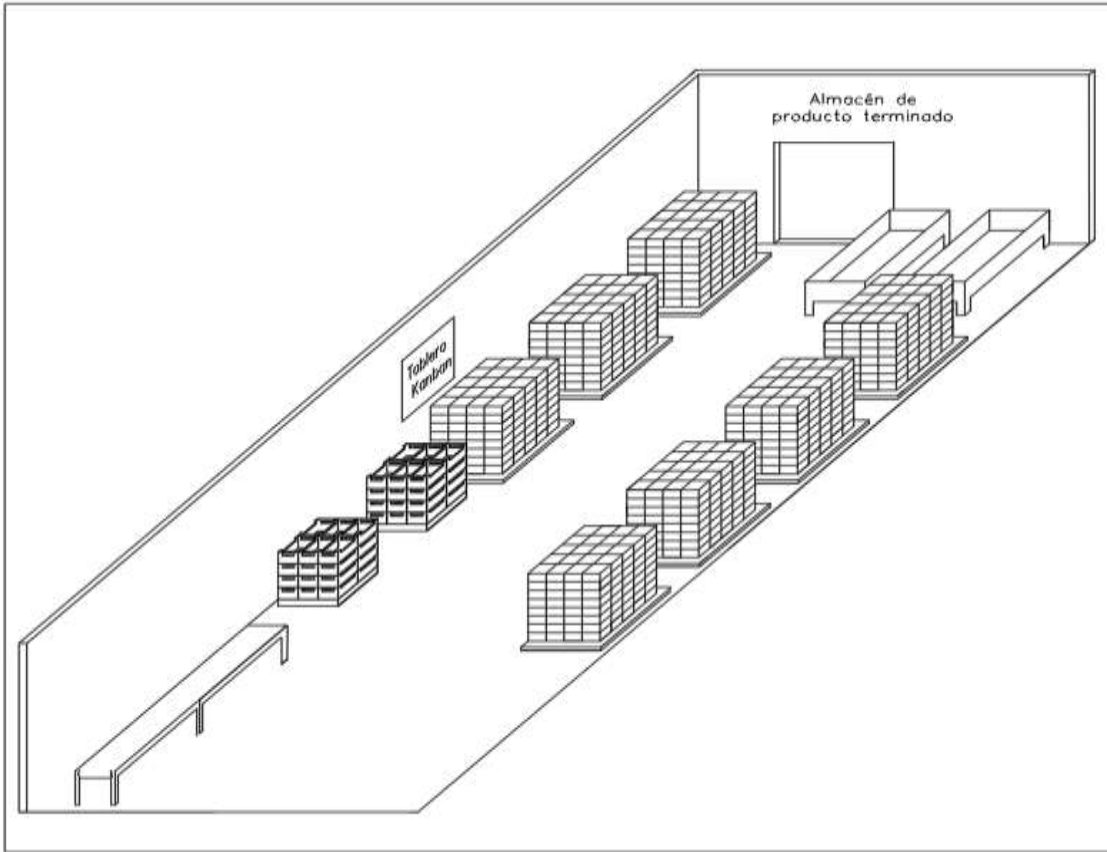


Figura 17. Área de almacen de productos terminados

En esta última área, para realizar su posterior distribución de producto final, se requiere de materiales (zunchos y esquineros) para estabilizar y luego ser embalado por lotes, posteriormente es transportado y comercializado a nivel nacional e internacional.

Tabla 30. Tablero Kanban en el almacén de producto terminado

Tablero Kanban			
EMBALAJES	Pendiente	En curso	Hecho
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Tarjetas Kanban en el área de almacén de producto terminado

Proceso:	Distribución de producto terminado
Depositar piezas en:	Transporte
Referencia:	
Nombre de la pieza:	Lotes de producto terminado
Cantidad a producir	

Fuente: Elaboración propio

Por todo lo dicho, el sistema Kanban aplicado en la empresa agroindustrial, asegurará una tasa de producción sostenible para evitar exceso de producto final y materiales, reprocesos y por tanto retrasos en el tiempo de entrega de pedidos en base al sistema producción pull.

Estandarización:

Esta técnica se emplea en el proceso de hidro enfriado que tiene como propósito establecer parámetros para agregar la sustancia de dióxido de cloro (ClO₂) en el hidrocooler. La empresa tiene parámetros establecidos para agregar la sustancia (Ver anexos 2). A continuación, se muestra un diseño un recipiente con las medidas óptimas en la siguiente figura.

Figura.18. Recipiente para medidas la cantidad de la sustancia

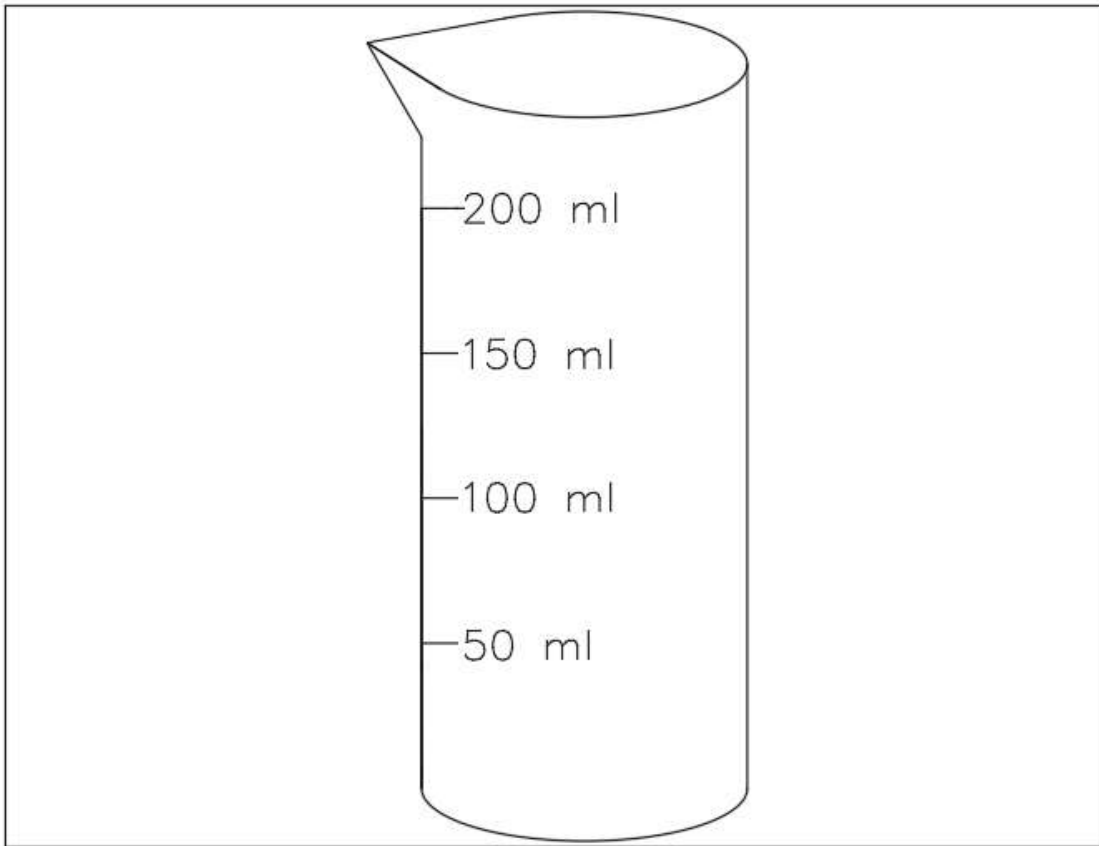


Figura.18. Recipiente para medidas la cantidad de la sustancia

En la figura 18 se muestra un depósito que estará integrado al hidrocóoler como una fuente de abastecimiento que incluye dióxido de cloro cuyos límites superiores e inferiores esta entre 100 ml a 200ml, sin embargo, la cantidad óptimo de uso es de 150ml para la sustancia química de dióxido de cloro.

Indicador clave de rendimiento (KPI)

Con esta herramienta de indicadores, se evaluará la eficiencia de los proveedores, en base a la calidad de materia prima que abastecen a la empresa agroindustrial, a continuación se detalla el indicador que se utilizara para calcular la eficiencia de los proveedores.

$$KPI = \frac{\text{Cantidad en kg de producto terminado}}{\text{(Cantidad en kg de Materia Prima)}} * 100 \quad (\text{Ecuación 8})$$

Mediante el indicador mostrado se procede a evaluar la eficiencia del insumo del año 2019.

Tabla 32. Eficiencia del insumo del año 2019

Mes	Materia prima	Producto final	Eficiencia
Enero	578066.81	430346.6021	74%
Febrero	275581.8	205572.405	75%
Marzo	309978.58	251391.52	81%
Abril	544138.09	457299.07	84%
Mayo	552801.03	476696.19	86%
Junio	518166.84	438713.51	85%
Julio	534487.57	474500.82	89%
Agosto	688441.73	619725.74	90%
Setiembre	754574.82	689634.824	91%
Octubre	698318.64	640760.7573	92%
Noviembre	734641.49	602742.527	82%
Diciembre	520708.6	425917.1471	82%
Total	6709906	5713301.112	85%

Fuente: Elaboración Propia

Analizando la tabla 29 se identificó que los meses con menor eficiencia fueron enero y febrero del año 2019 con índices 74.0% y 75.0%. Estos indicadores no cumplen con la meta que tiene la empresa establecida que es mayor del 80%

Continuando se procede realizar un análisis de los proveedores que abastecieron los dos meses con menor eficiencia representados en el siguiente cuadro.

Tabla 33. Análisis de eficiencia de los proveedores

N°	Proveedor	Materia prima	Producto Terminado	% de eficiencia
1	PROVEEDOR A	14745.10544	13061	89%
2	PROVEEDOR B	60162.08525	38444	64%
3	PROVEEDOR C	73376.1658	56536	77%
4	PROVEEDOR D	9091.102463	5634.5	62%
5	PROVEEDOR E	49501.42539	39431	80%
6	PROVEEDOR F	94089.69945	49296	52%
7	PROVEEDOR G	69847.61583	51354	74%
8	PROVEEDOR H	17673.57585	12740	72%
9	PROVEEDOR I	13563.44193	9635.7	71%
10	PROVEEDOR J	65104.52129	50838	78%
11	PROVEEDOR K	26929.08367	19659	73%
12	PROVEEDOR L	7860.631121	6638.4	84%
13	PROVEEDOR M	10275.3348	7735.1	75%
14	PROVEEDOR N	84874.26544	69563	82%

15	PROVEEDOR Ñ	164538.9361	128622	78%
16	PROVEEDOR O	8425.774535	6888.3	82%
17	PROVEEDOR P	83589.84859	69842	84%
Total		853648.613	635919	

Fuente: *Elaboración propia*

Mediante la tabla 30 se procede a identificar los proveedores que tienen bajo índice de eficiencia representados en la siguiente tabla.

Tabla 34. *Identificación de proveedores con menor eficiencia*

Nº	Proveedor	Materia prima	Producto Terminado	% de eficiencia
2	PROVEEDOR B	60162.08525	38444	64%
3	PROVEEDOR C	73376.1658	56536	77%
4	PROVEEDOR D	9091.102463	5634.5	62%
6	PROVEEDOR F	94089.69945	49296	52%
7	PROVEEDOR G	69847.61583	51354	74%
8	PROVEEDOR H	17673.57585	12740	72%
9	PROVEEDOR I	13563.44193	9635.7	71%
10	PROVEEDOR J	65104.52129	50838	78%
11	PROVEEDOR K	26929.08367	19659	73%
13	PROVEEDOR M	10275.3348	7735.1	75%
15	PROVEEDOR Ñ	164538.9361	128622	78%

Fuente: *Elaboración propia*.

Se obtuvo un total de 11 proveedores que tienen un bajo nivel de eficiencia en la empresa, por la cual es necesario un plan de capacitación para aumentar los productos de buena calidad y elevar estos indicadores.

Plan de capacitación

I. Introducción

El plan de capacitación para el presente año 2020 constituye una pieza clave que determina las prioridades de capacitación de los proveedores de la empresa agroindustrial.

El recurso más importante de una empresa, es la materia prima debido a que es el sustento económico de la empresa, en la cual el rendimiento de los proveedores influye directamente en la calidad y optimización de la materia prima.

A continuación, se realizó un plan de capacitación para los proveedores de la empresa del sector agroindustrial, debido a la baja eficiencia de materia prima que es abastecida a la organización.

II. Actividad de la empresa

La empresa agroindustrial. es una pyme del rubro agroindustrial de sector privado, dedicada a la producción y comercialización de esparrago verde fresco.

III. Justificación

La empresa agroindustrial realiza un plan de capacitación para tratar los siguientes puntos:

- Capacitación de la calidad del producto.

IV. Objetivos

Objetivo general

Aumentar la eficiencia de los proveedores estableciendo parámetros de calidad de materia prima.

Objetivos específicos

- Proporcionar información relativa sobre los objetivos del plan de propuesto y su funcionalidad.
- Proveer conocimientos que cubran los requerimientos de calidad.
- Contribuir a elevar y mantener un buen nivel de eficiencia individual y rendimiento colectivo.
- Contribuir en la preparación del proveedor calificado, acorde con los planes, objetivos y requerimientos de la Empresa.

V. Desarrollo del plan de capacitación para el personal

El comité del proyecto realizo un plan capacitación enfocados en los proveedores con el propósito de persuadir y concientizar el rendimiento de calidad de materia prima, aumenta la eficiencia en la organización. El objetivo del plan es aumentar la eficiencia de los proveedores estableciendo parámetros de calidad.

a. Población objetivo

La población objetivo del plan de capacitación del periodo del año 2020 son todos los proveedores de baja eficiencia que abastece a la empresa agroindustrial.

b. Cronograma del plan de capacitación

El cronograma de capacitación se diseñó de la siguiente manera para el periodo del año 2020:

Tabla 35. Cronograma del plan de capacitación

N°	Actividades	Días				
		1	2	3	4	5
1	Guía de buenas prácticas agrícolas	x	X			
2	Políticas de calidad		X	X		
3	Políticas ambientales			X	x	
4	Instrumentos de medición				x	
5	Check list de conformidad					x

Fuente: *Elaboración propia*

Esta tabla representa los días de capacitación respecto a las actividades brindado por el comité del proyecto. La duración de estas actividades tiene una duración de una hora y treinta minutos por cada día.

c. Temas de capacitación

Los temas a tratar en el presente plan de capacitación son los siguientes:

Tabla 36. Temas de la capacitación

N°	Tema
1	Buenas prácticas agrícolas
2	Políticas de calidad
3	Políticas ambientales
4	Instrumentos de medición
5	Check list de conformidad

Fuente: *Elaboración propia*

d. Recursos generales

Para llevar a cabo el plan de capacitación se hace uso de diferentes recursos relacionados

con la formación y el aprendizaje de los trabajadores. A continuación, se detalla los recursos que empleados:

Tabla 37. Recursos empleados para la capacitación

Recursos humanos	Expositores de los temas
Recurso de materiales	Sílabos, manual, reportes e información de los temas
Recurso de infraestructura	Empresa Agroindustrial de la ciudad de Trujillo.

Fuente: Elaboración propia

VI. Beneficios

Beneficios para la empresa agroindustrial de la ciudad de Trujillo, 2020.

- Incrementa la productividad.
- Aumenta la calidad de materia prima.
- Incrementa la eficiencia en la materia prima.
- Se agiliza la toma de decisiones y la solución de problemas.

VII. Conclusiones

El plan de capacitación para empresa agroindustrial está dirigido a los proveedores, este programa informa y concientiza la calidad de materia prima mediante las actividades realizadas por la empresa de forma que los proveedores mejoren sus procesos y de esta manera mejorar la eficiencia.

Matriz de Autocalidad (MAQ)

La herramienta matriz de auto calidad está enfocada en la gestión de la calidad permitiendo visualizar en que mesa se desperdicia la materia prima de calidad en el área de producción. La herramienta MAQ se origina a partir de la anotación de los defectos en la hoja de registros de defectos (Ver Tabla35), donde se identifica en qué momento se encontró algún defecto a las mesas del área de producción.

Tabla 38. Hoja de registro de defectos

HOJA DE REGISTRO DE DEFECTOS								
PRODUCTO:				Semana N°				
MESA:				Turno:				
ÁREA:				Línea:				
N°	Descripción	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Acumulado
1	Turiones mal cortados							
2	Exceso de peso del atado							
3	Exceso de turiones de mal estado							
4	Carece de peso el atado							
5	Turión recuperable en el florido							
Defectos no conocidos:								

Fuente. *Elaboración propia*

En la tabla 35, se muestra un diseño de hoja de registro de defectos adaptado la empresa con la finalidad de detectar los defectos más comunes que suceden en las mesas de producción que se pueden producir en los días laborales.

Una vez establecido la hoja de registro de defectos se procede a diseñar la matriz de auto calidad (MAQ) que se detalla a continuación.

Tabla 39. Matriz de Auto calidad en el área de producción N01

			Proveedor Externo	Proveedor Interno	Proceso									
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
					Mesas donde se detectan el defecto	Mesas	1							
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla 40. Matriz de Auto calidad en el área de producción N02

		Mesa donde se produce el defecto																			
		Proveedor Externo	Proveedor Interno	Proceso																	
				11	12	13	14	15	16	17	18										
Mesas donde se detectan el defecto	Mesas	11																			
		12																			
		13																			
		14																			
		15																			
		16																			
		17																			
		18																			

Fuente. Elaboración Propia

Las tablas 36 y 37 muestran las matrices que se implementaran, debido a la distribucion de planta de la empresa cuenta con dos areas de produccion (Ver anexo 2); por esto, se diseño dos matrices de autocalidad.

La finalidad de la implementacion de esta herramienta es mejorar la calidad del espárrago y reutilizar el producto que puede aprovecharse, de esta manera aumentando la eficiencia de las operaciones dentro del area de producción.

Herramienta cinco S

En la organización dedicada a la producción y exportación de espárrago del sector agroindustrial, se lanza una propuesta de implementación de esta herramienta, en la cual se comienza con la realización de un check list para determinar el cumplimiento que tiene esta implementación en la empresa (Ver Anexo 2). A continuación se muestra el cuadro resumen de las 5S en la empresa.

Tabla 41. Resumen de grado de cumplimiento de las 5S en la empresa

Cinco S	% de cumplimiento
Clasificar	35,0%
Ordenar	48,0%
Limpiar	45,0%
Estandarizar	55,0%
Autodisciplina	50,0%

Fuente: Elaboración propia

Analizando la tabla, se observa que tiene un valor de 35% en clasificación, 48% en orden, 45% en limpiar, 55% en estandarización y 50% en autodisciplina .

A continuación se procede a proponer la implementación de 5S en la agroindustria como un plan de mejora.

Clasificación (SEIRI):

Con el apoyo de todos los operarios de las áreas, se seleccionó todo aquello lo que no es necesario, y fue descartado de dicha área. Para ello, se usó el método de las “tarjetas roja” (Ver Tabla 2), que corresponde a la expulsión del lugar en donde se encuentra, para luego ser almacenado de manera momentánea en un área común. En este punto se decidió lo que es necesario y no en todas las áreas involucradas .A continuación se detalla los elementos descartados:

- ✓ Jabas en mal estado
- ✓ Pallet deteriorados
- ✓ Cuchillos desgastados

Mediante la tarjeta roja se retiraran los siguientes elementos.

Tabla 42. Artículos con tarjeta roja

Elementos con tarjeta roja	Descripción
Jaba del turion mal cortado	Mediante la implementación de la herramienta de corte (Ver figura 11) se descarto las jabas, ya que no abria materia prima mal cortada.
Transportador de pallet	Este transporte en ocasiones es dejado en un lugar que no es asignado, la cual impide la correcta movilización del personal en el área de producción.
Ligas y material de etiquetado	Estos materiales son extraviados por el operario, debido a que los dejan en un lugar por la falta de responsabilidad.
Materiales de limpieza	El personal de limpieza en ocasiones deja los materiales de aseo en lugares que no es el adecuado en el área de producción.

Fuente: *Elaboración propia*

Ordenar (Seiton)

Los elementos necesarios para su posterior ordenamiento se detallara a continuación:

- Se necesita la implementación de un estante en el área de codificado y etiquetado con el propósito de ordenar las ligas y material etiquetas del área.
- Se implementará en el area de almacen de materia prima un letrero que representa de manera visual las jabas de producto terminado, florido, tocon y descarte, de esta manera se clasificara para facilitar al operario la ubicación de las jabas que requiere.
- .Establecer marcaciones de zonas para la instalación del transportador de pallet.

Limpieza e inspección (Seiso)

La implementación de esta etapa consiste en cumplir con las actividades propuestas en un formato de orden y de limpieza en la cual el personal de aseo verificará que el operario haya cumplido correctamente dichas actividades aplicando el formato que se muestra a continuación.

Tabla 43. Formato Cumplimiento Limpieza

FORMATO DE CUMPLIMIENTO DE ORDEN Y LIMPIEZA				
Ítem	Actividades	Si	A medias	No
1	Pallets ordenadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Transportador de pallet en su lugar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Material de etiquetado en su lugar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Ligas ubicadas en lugar correspondiente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Material de limpieza en su lugar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Jabas en su lugar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fin de turno (Hora): Revisado por:				

Fuente: *Elaboración propia*

Estandarizar (Seiketsu)

Finalizado la implementación de las 3'S con el fin de mantener y mejorar los resultados logrados se procedió a realizar las siguientes actividades.

- Reuniones concisas y breves para debatir aspectos relacionados a los procesos.
- Certificados otorgados por cumplir adecuadamente las actividades correspondientes en las distintas áreas.
- Impulsar condiciones de trabajo que aporten al control eficiente respecto a las distintas áreas de trabajo de manera visual.

Tabla 44. Lista de verificación de control visual

Nombre de 5S	N°	CRITERIO DE VERIFICACIÓN	VALORIZACIÓN		
			BUENO	REGULAR	MALO
CLASIFICACIÓN	1	Todos los elementos existentes o nuevos, son necesarios en el área sujeta evaluación.			
	2	Se utiliza tarjetas rojas para evidenciar que un elemento es innecesario en el área			
LIMPIEZA	3	Se evidencia demarcación de zonas y áreas, además deben respetarse dichas demarcaciones.			
	4	Se usan formatos de cumplimiento para detectar faltantes y sobrantes de objetos, suministros, materiales, etc.			
	6	Hay evidencia que se está ejecutando el programa de limpieza.			
	7	Se observa el área limpia y ordenada.			
ESTANDARIZAR	8	El área cuenta con un procedimiento, instructivo, infografía, etc. que liste los pasos y actividades a seguir para asegurar el cumplimiento de las tres (03) primeras S y está visible para los integrantes del área.			
FRECUENCIA DE VERIFICACIÓN DE CRITERIO: RESPONSABLE DE EVALUACIÓN: FECHA DE ULTIMA VERIFICACIÓN:					

Fuente *Elaboración propia*

Además, se establecieron infografías que detalla los pasos a seguir para asegurar el cumplimiento de las 3 primeras “S” en todas las áreas (Ver ANEXO 4, 5 y 6), estas infografías fueron implementadas en las diferentes estaciones de trabajo y son de fácil visibilidad para todos los trabajadores.

Disciplina (Shitsuke)

Esta última etapa consiste en convertir en hábitos la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la metodología cinco “S” como una cultura de autodisciplina para que el proyecto sea sostenible. A continuación, para asegura el cumplimiento de la herramienta cinco “S” se establecen los siguientes mecanismos:

- ✓ Debe existir un equipo de supervisión para garantizar el cumplimiento de la metodología cinco “S”.
- ✓ Mediante el control visual ayuda a mejorar la disciplina y el trabajo en equipo.
- ✓ Convertir las buenas prácticas de la metodología cinco “S” en rutina o hábitos.
- ✓ Los trabajadores que cumplan con los métodos estandarizados tendrán reconocimientos y premiación.

Esta estrategia se aplica esperando tener un alto grado de conformidad y respuestas del trabajador de tal manera que se crea una filosofía de trabajo y de compromiso, adoptando una cultura de mejora continua.

3.3. Evaluación Económica

3.3.1. Inversión de herramientas

Tabla 45. Estado de Resultados mensual

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos	S/15,350.17	S/16,086.97	S/16,859.15	S/17,668.39	S/18,516.47	S/19,405.26	S/20,336.71	S/21,312.88	S/22,335.89	S/23,408.02	S/24,531.60	S/25,709.12	
Costos operativos	S/1,800.00	S/1,800.00	S/1,800.00	S/1,800.00	S/1,800.00	S/1,800.00	S/1,800.00	S/1,800.00	S/1,800.00	S/1,800.00	S/1,800.00	S/1,800.00	
Depreciación activos	S/370.83	S/370.83	S/370.83	S/370.83	S/370.83	S/370.83	S/370.83	S/370.83	S/370.83	S/370.83	S/370.83	S/370.83	
GAV	S/60.00	S/45.00	S/45.00	S/45.00	S/45.00	S/45.00	S/45.00	S/45.00	S/45.00	S/45.00	S/45.00	S/45.00	
Utilidad ante de impuestos	S/13,119.33	S/13,871.14	S/14,643.32	S/15,452.56	S/16,300.64	S/17,189.43	S/18,120.88	S/19,097.04	S/20,120.06	S/21,192.18	S/22,315.77	S/23,493.29	
Impuestos (29.5%)	S/3,870.20	S/4,091.99	S/4,319.78	S/4,558.50	S/4,808.69	S/5,070.88	S/5,345.66	S/5,633.63	S/5,935.42	S/6,251.69	S/6,583.15	S/6,930.52	
Utilidad después de impuesto	S/9,249.13	S/9,779.15	S/10,323.54	S/10,894.05	S/11,491.95	S/12,118.55	S/12,775.22	S/13,463.42	S/14,184.64	S/14,940.49	S/15,732.62	S/16,562.77	

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Flujo de Cajas proyecto

Continuando con el desarrollo de la investigación, se presenta el flujo de caja proyectado en 12 meses de la propuesta de implementación mostrada en la siguiente tabla.

Tabla 46. Flujo de caja proyectado mensualmente

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Utilidad después de impuesto		S/9,249.13	S/9,779.15	S/10,323.54	S/10,894.05	S/11,491.95	S/12,118.55	S/12,775.22	S/13,463.42	S/14,184.64	S/14,940.49	S/15,732.62	S/16,562.77
Depreciación		S/370.83	S/370.83	S/370.83	S/370.83	S/370.83	S/370.83	S/370.83	S/370.83	S/370.83	S/370.83	S/370.83	S/370.83
Inversión	-S/19,950.00												
Flujo neto de efectivo	-S/19,950.00	S/9,619.96	S/10,149.99	S/10,694.37	S/11,264.88	S/11,862.78	S/12,489.38	S/13,146.05	S/13,834.25	S/14,555.48	S/15,311.32	S/16,103.45	S/16,933.60

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, para calcular la rentabilidad de la propuesta, se realizó la estimación a través de indicadores económicos: VAN, TIR, PRI y B/C en la cual en la tabla siguiente nos explica que se obtiene una ganancia al día de hoy con valor actual neto de S/ 49,329.57 y una tasa interna de retorno de 53.05% así mismo el periodo de recuperación de la inversión es de 2 meses.

Tabla 47. VAN, TIR, PRI, y B/C

VAN	S/ 49,329.57
TIR	53.05%
PRI	2 meses
B/C	2.34

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior nos muestra que el valor del B/C es de 2.34 lo que significa que la organización por cada dos soles invertido, obtendrá un beneficio de 0.34 centavo

Tabla 48. Productividad actual y mejorada

Mes	Antes	Después
Enero	16870.85 Caja/H-H	17301 Caja/H-H
Febrero	11504.77 Caja/H-H	11720 Caja/H-H
Marzo	9616.673 Caja/H-H	9817 Caja/H-H
Abril	188.6971 Caja/H-H	395 Caja/H-H
Mayo	407.1578 Caja/H-H	588 Caja/H-H
Junio	289.2924 Caja/H-H	518 Caja/H-H
Julio	12878.35 Caja/H-H	13048 Caja/H-H
Agosto	14365.38 Caja/H-H	14514 Caja/H-H
Setiembre	18452.28 Caja/H-H	18564 Caja/H-H
Octubre	6731.853 Caja/H-H	6863 Caja/H-H
Noviembre	5026.353 Caja/H-H	5419 Caja/H-H
Diciembre	939.4615 Caja/H-H	1282 Caja/H-H
Total	97271.11 Caja/H-H	100029 Caja/H-H

Fuente: Elaboración propia

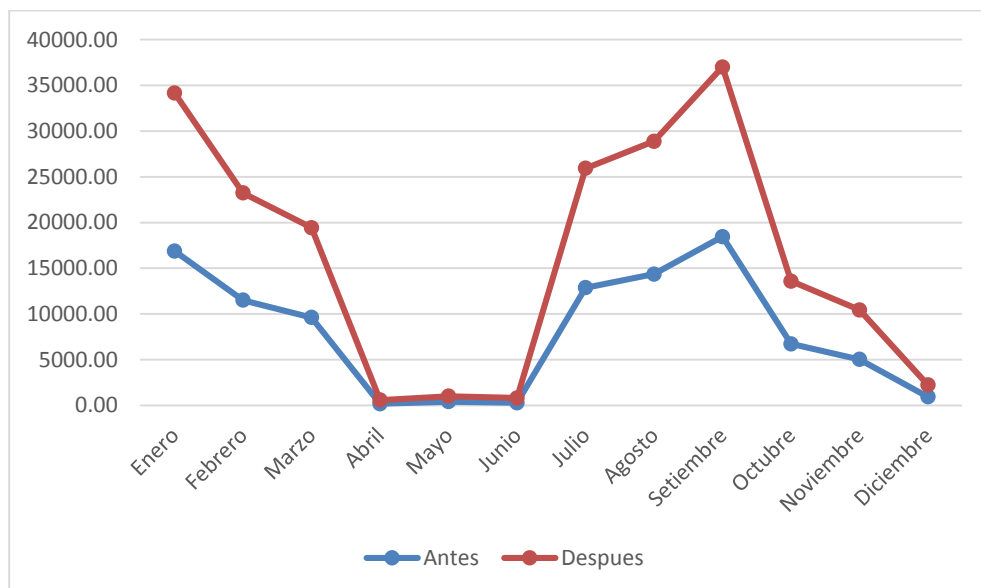


Figura 19. Productividad propuesta

Tabla 49. Cantidad de desperdicio actual y mejorada de materiales

Mes	Cantidad	Parihuelas	Ligas N°30	Ligas N°62	Ligas N°154	Paños	Grapas	Zuncho	Esquineros
Enero	Antes	0	34.72	1.24	0	441	2076.00	9652.35	1682
	Después	0	6.50	0.23	0.00	82.52	388.47	1806.21	314.75
Febrero	Antes	0	6.24	7.2	0.27	834	782	125	216
	Después	0	1.17	1.35	0.05	156.06	146.33	23.39	40.42
Marzo	Antes	0	3.36	2.76	0	1318	50	617.65	27.9
	Después	0	0.63	0.52	0.00	246.63	9.36	115.58	5.22
Abril	Antes	0	5.41	19.56	0	195	381	2160	32.5
	Después	0	1.01	3.66	0.00	36.49	71.30	404.19	6.08
Mayo	Antes	0	6.86	6.61	0	675	454	2160	0
	Después	0	1.28	1.24	0.00	126.31	84.96	404.19	0.00
Junio	Antes	0	2.74	7.61	0	147	575	902.77	21
	Después	0	0.51	1.42	0.00	27.51	107.60	168.93	3.93
Julio	Antes	0	19.48	3.62	0	792	1918	1340.61	69.7
	Después	0	3.65	0.68	0.00	148.20	358.91	250.86	13.04
Agosto	Antes	0	3.46	2.45	0	2400	966	148.93	14.5
	Después	0	0.65	0.46	0.00	449.10	180.76	27.87	2.71
Septiembre	Antes	0	24.16	14.51	0	2622	572	1177.96	200.2
	Después	0	4.52	2.72	0.00	490.65	107.04	220.43	37.46
Octubre	Antes	0	6.92	4	0	3814	2476	444.64	380.6
	Después	0	1.29	0.75	0.00	713.70	463.33	83.20	71.22
Noviembre	Antes	0	21.62	4.14	0	1014	56	1663.68	4
	Después	0	4.05	0.77	0.00	189.75	10.48	311.32	0.75
Diciembre	Antes	2	57.39	43.94	0	1401	4962	2492.4	706.4
	Después	0	10.74	8.22	0.00	262.16	928.52	466.39	132.19

Fuente: Elaboración propia

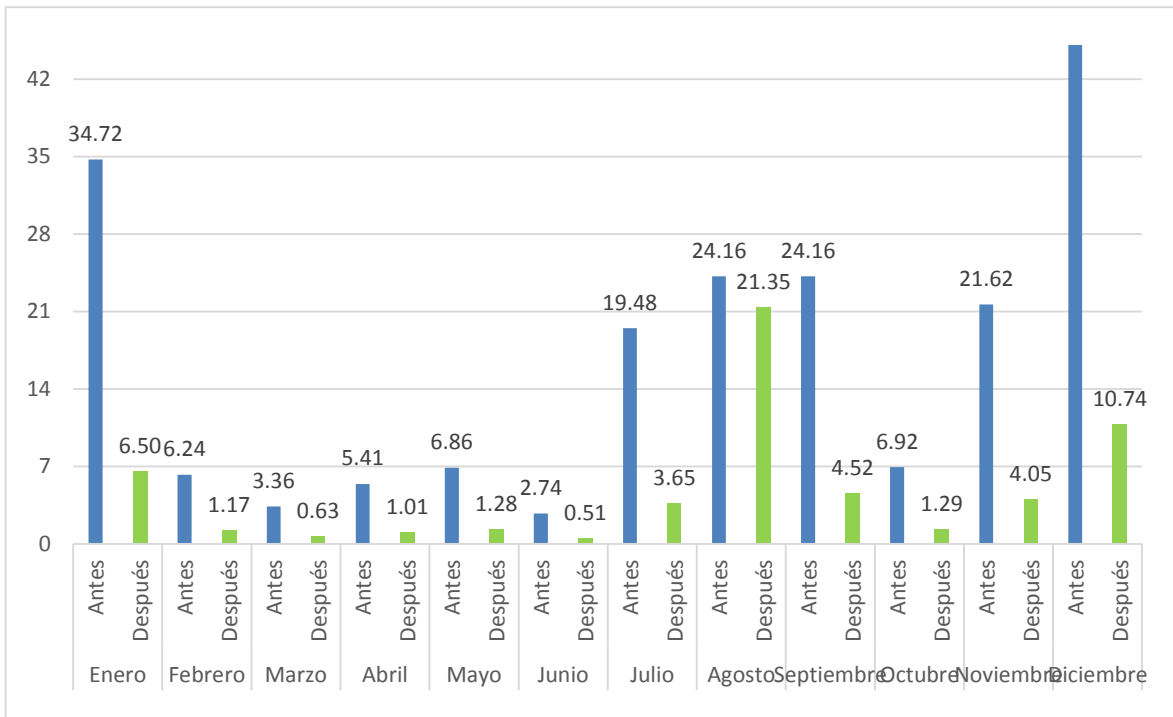


Figura 20. Unidades de Ligas N°30

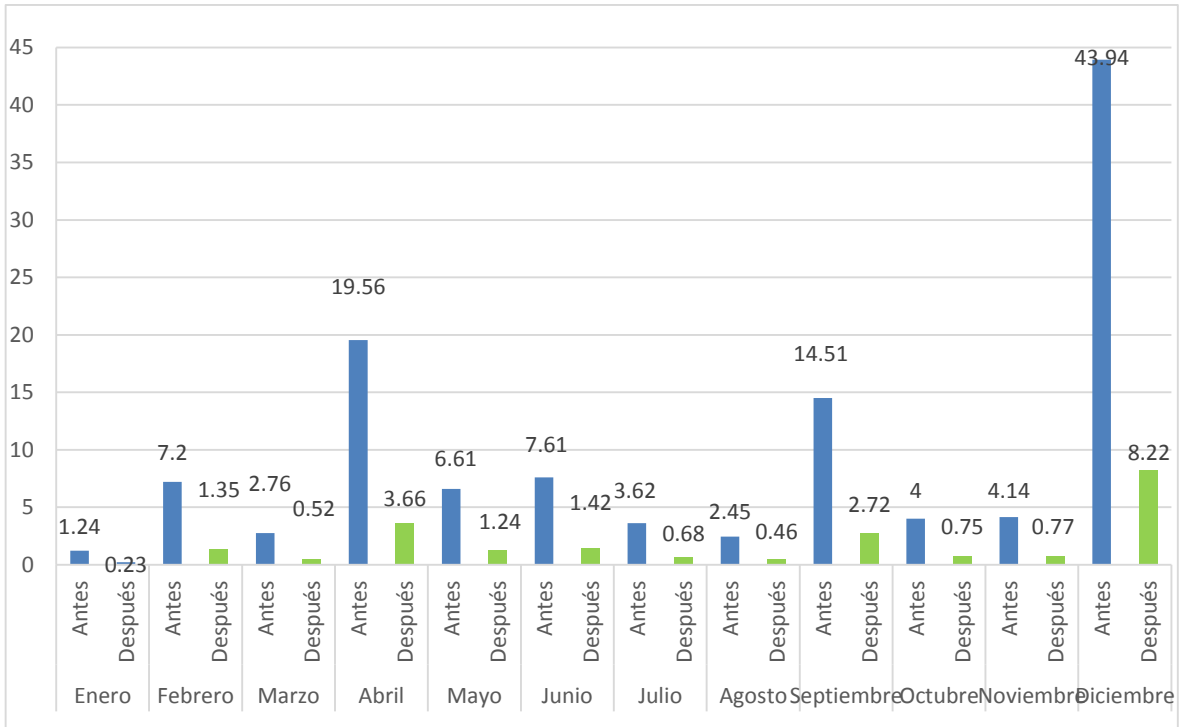


Figura 21. Unidades de Ligas N°62

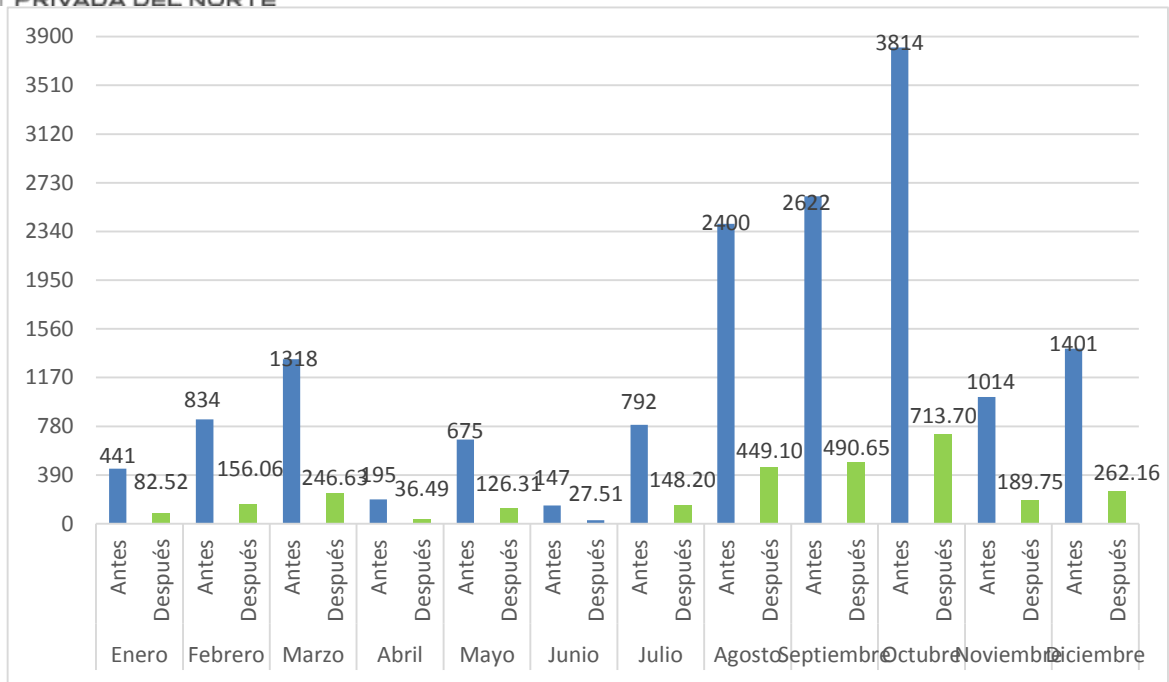


Figura 22. Unidades de paños

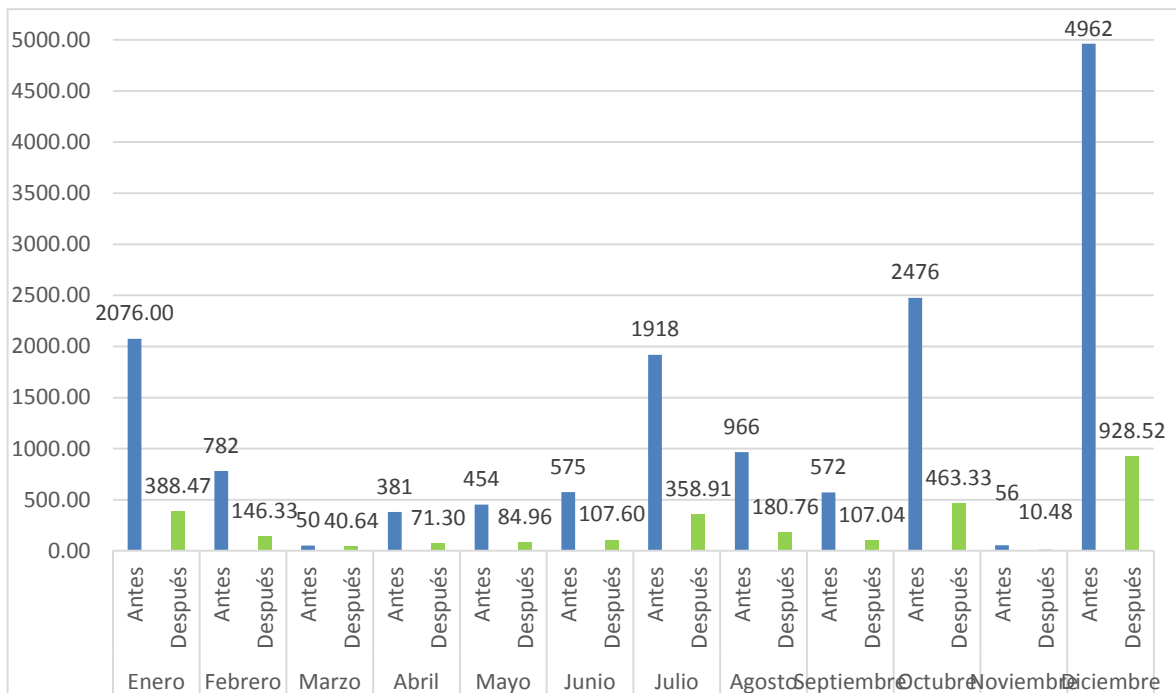


Figura 23. Unidades de grapas

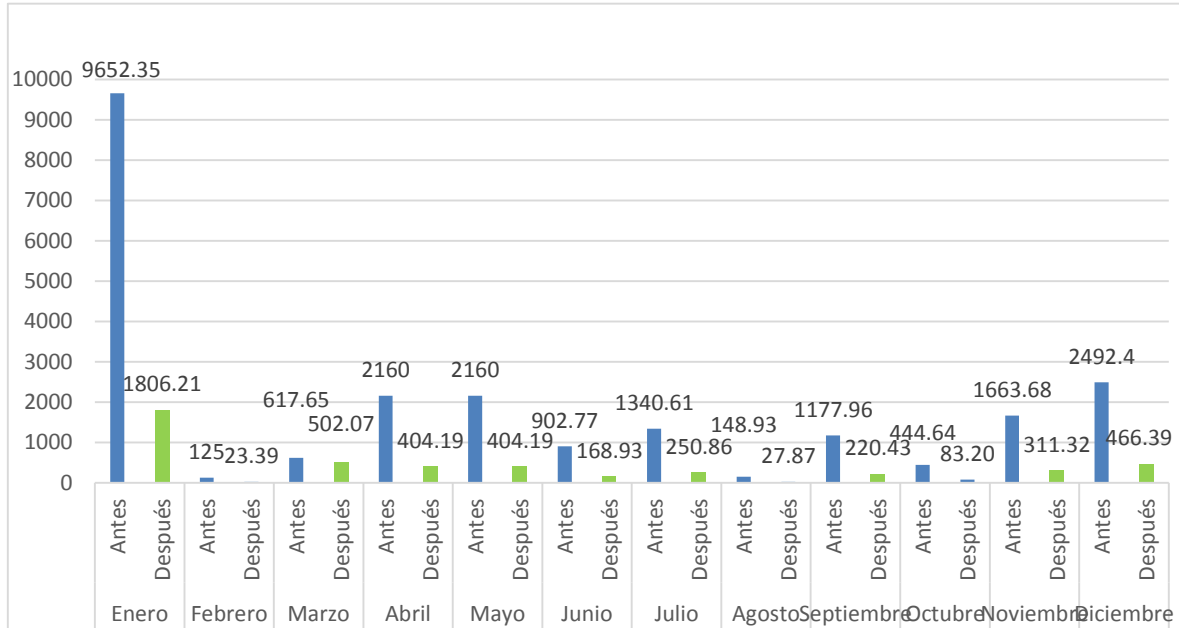


Figura 24. Unidades de zunchos

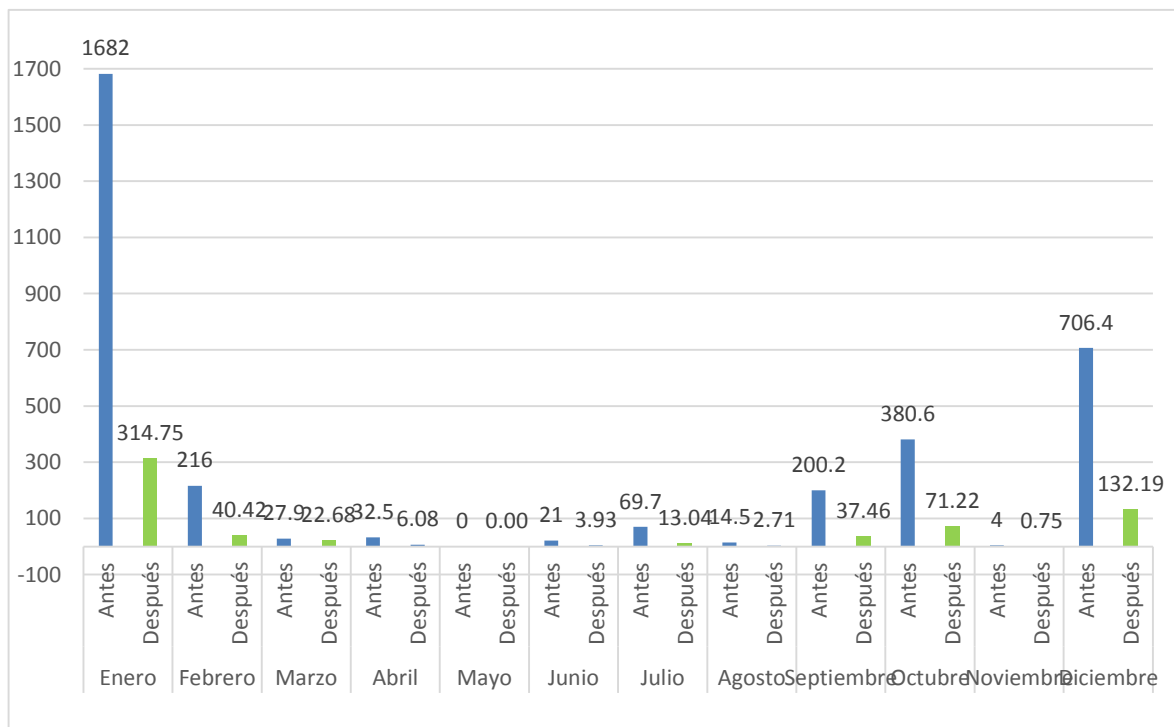


Figura 25. Unidades de esquiner

Tabla 50. Eficiencia de cantidad de materiales

Materiales	Actual	Mejorado	Eficiencia
------------	--------	----------	------------

LIGAS N°30	213.06	56.70	73.39%
LIGAS N°62	117.64	22.01	81.29%
LIGAS N°154	0.27	0.05	81.29%
PAÑOS	15653	2929.09	81.29%
GRAPAS	15268	2888.33	81.08%
ZUNCHOS	22885.99	4669.07	79.60%
ESQUINEROS	3354.8	645.23	80.77%

Fuente: Elaboración propia

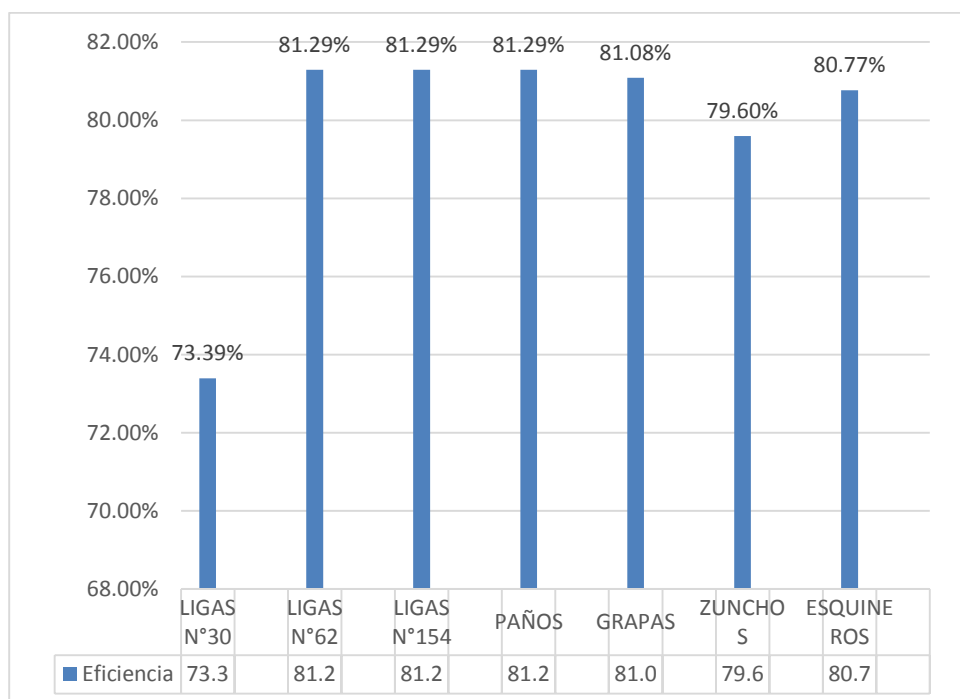


Figura 26. Nivel de eficiencia de materiales mejorado

Tabla 51. Comparación de costo inicial, reducido y beneficio

Perdida inicial	Perdida final	Beneficio
S/.288,400.85	104199	S/.184,202.00

Fuente: Elaboración propia.

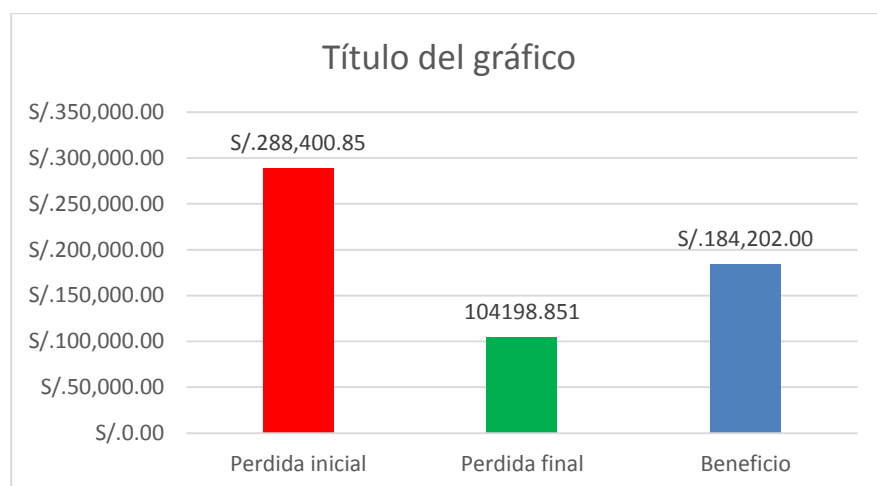


Figura 27. Comparación de costo inicial, reducido y beneficios

CAPÍTULO 4. DISCUSION Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Mediante el diagnóstico realizado se determinó las principales causas raíces (Tabla 11) que afectan a los procesos de operación en el área de almacén: Falta de control de calidad de proveedores, gestión inadecuada de los materiales y falta de control de sustancia química; en el área de producción son las siguientes: Falta de un control en la faja transportadora, ausencia de estandarización del proceso de cortado, falta de control del proceso de selección, cuya información fue recolectada mediante técnicas de observación y análisis documental. Por lo mencionado, el área de almacén y producción no ha podido realizar una adecuada gestión y operación, esto se ve reflejado en la baja productividad en la organización. Flores (2019) Confirma mediante la utilización de técnicas y recolección de datos obtuvieron las siguientes causa raíces: Falta de capacitación, liderazgo ineficiente, falta de método de trabajo para clasificación de materia prima, exposición a químicos, inadecuada medición de los parámetros y entre otros que afectan la productividad.

En la tabla 45 se pudo determinar la productividad laboral actual de 97271 Caja/H-H y una pérdida monetaria de S/. 288, 400.85 durante el año 2019, los costos reflejan que la organización no está realizando una correcta gestión en los de almacén y producción. Asimismo, Ángeles (2018) nos confirma lo anterior, puesto que su productividad laboral promedio es 4.70 m³/H-H anual y con una pérdida monetaria de S/ 20, 946.00 anual.

De acuerdo al diagnóstico realizado, se propuso la implementación de las siguientes herramientas lean manufacturing: Dispositivo Andon, 5 “S” y sistema Kankan, Poka Yoke, MAQ, KPI y plan de capacitación y estandarización con la finalidad de incrementar la productividad y reduciendo costos operativos. Igualmente, la investigación de Merlo y Ojeda (2017), propusieron aplicar el diseño de herramientas lean manufacturing tal como 5 “S”, Jidoka, Poka Yoke, control visual, capacitaciones, layout, diagrama de operación y balance de líneas. Este estudio afirma

nuestra investigación, puesto que obtuvieron reducción de desperdicios, orden laboral, con un espacio aseado, mejora la cultura organizacional y un aumentó en la productividad de la empresa.

Aplicando las herramientas lean manufacturing se logró incrementando la productividad laboral de 97271 caja/H-H a 100029 caja/H-H, teniendo una mejora de 2.84%. Asimismo, en la tesis Lezama y Chegne (2019), con la aplicación de las herramientas lean manufacturing en su investigación incremento la productividad de mano de 1.85 sacos/H-H a 1.92 sacos/ H-H, incrementado un 18%.

Mediante la implementación de las herramientas se obtuvo una mejora de 18.71% respecto a los desperdicios de los siguientes materiales: ligas n°62; paños; grapas; zunchos; esquineros. Asimismo, Aguirre (2014), refuerza lo anterior, puesto que mediante el análisis de la propuesta de la metodología Lean Manufacturing redujo el desperdicio en una porción de 19%.

Con respecto a la evaluación de los beneficios de la aplicación de la propuesta se obtiene el valor actual neto (VAN) de S/. 49,329.57, tasa interna de retorno (TIR) de 53.05% y el costo beneficio (B/C) de S/. 2.32. Asimismo, en la tesis de Siguenza (2019), lograron un VAN de S/. 1,422.96, TIR de 20% y un costo beneficio (B/C) de S/. 1.18.

La empresa no accedió en la autorización con la firma de conformidad para el trabajo de investigación, ya que esta información se obtuvo por medio de la modalidad de prácticas pre profesionales. Asimismo, el ingreso del personal en la planta se redujo por la coyuntura del COVID 19 y por ende la comunicación con el personal autorizado fue limitada.

Este trabajo de investigación tiene como alcance para futuros estudios brindar el sustento de las bases teóricas y el desarrollo de la propuesta de la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing aplicado en las áreas del almacén y producción incrementando la productividad en el sector agroindustrial.

Con la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing en el área de almacén y producción se logró identificar que la empresa agroindustrial tiene actualmente una productividad 97271.11 cajas /H-H y mediante la aplicación de las herramientas de mejora incremento a 100029 Caja/H-H, esto representa un incremento en la productividad del 2.84% de mejora anualmente.

Se concluyó que la empresa presenta en el área de producción y almacén presenta 6 causas raíces que ocasionan el 79.34% de los problemas y generado altos costos operativos en la empresa agroindustrial, lo cual hace referencia este trabajo de propuesta aplicativo.

Se concluye que las propuestas de mejora lean Manufacturing aplicando las herramientas mapa flujo de valor (VSM) ,5S, sistema andón, poka yoke, matriz de auto calidad e indicador clave de rendimiento (KPI) junto con un plan de capacitación, se obtiene un beneficio de S/. 184,202.

Se evaluó la propuesta de implementación a través del valor actual neto (VAN) de S/. 49,329.57, tasa interna de retorno (TIR) de 53.05% y el costo beneficio (B/C) de S/. 2.32, concluyendo que esta propuesta es factible y rentable para la empresa agroindustrial.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aguirre Y. (2014). Análisis de las herramientas Lean Manufacturing para la eliminación de desperdicios en las Pymes. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

Recuperado de:

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/54090/43975876.2015.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Ángeles, M. (2018). Lean manufacturing para incrementar la productividad en el proceso de Cross Dickens de un cliente Retail (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú.

Recuperado de:

http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1508/T030_47190776_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Arce, I. (2014). Propuesta para la implementación de la estrategia de Manufactura Kanban en el área de Calandria en Zeta de la Empresa Continental Tire Andina S.A. (Tesis de pregrado).

Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. Recuperado de:

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8900/1/UPS-CT005122.pdf>.

Arroyo P., Rojas M., y Kleeberg F. (2016). Diversificación productiva para mejorar la competitividad en los acuerdos comerciales del sector agroindustrial en el Perú. Revista de la

Facultad de Ingeniería Industrial, 2016 34 (137). Recuperado de:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337450992007>

Benito, J. (2017). Implementación de un sistema de planeamiento operativo basado en la Metodología Lean Manufacturing y la mejora del proceso de operaciones de una empresa de transportes de materiales peligrosos en Lima Metropolitana. (Tesis de pregrado). Universidad

Ricardo Palma, Lima, Perú. Recuperado de:

http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1583/T030_40467483_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Carrillo, M., Alvis, C., Mendoza, Y., Cohen, H. (2019). Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmeccánica en Cartagena, Colombia. Revista Signos, 2019 11 (1). Recuperado de: <https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/signos/article/view/4934/pdf>

Carro, R. y González, D. (2012). Productividad y competitividad. Universidad Nacional de Mar del Plata. Argentina. Recuperado de: http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02_productividad_competitividad.pdf

Carro, R. y González, D. (2012). Productividad y competitividad. Universidad Nacional de Mar del Plata. Argentina. Recuperado de: http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02_productividad_competitividad.pdf

Córdova, F. (2018). Evaluación De Indicadores Kpi En La Empresa Llamagas S.A, Y Propuesta Para Incrementar Las Ventas En La Ciudad De Piura - Año 2018.(Tesis pregrado).Universidad Cesar Vallejo, Piura, Perú. Recuperado de : http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27082/C%C3%B3rdova_GFF.pdf?sequence=1

Cuc, A. (2005). Aplicación de la técnica SMED en la fabricación de envases aerosoles. (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1361_IN.pdf.

desperdicios en la empresa Agroindustrias Yon Yang S.R.L, 2017 (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Trujillo, Perú. Recuperado de: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/22429/siguenza_vr.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Figueredo, F. (2015). Aplicación de la filosofía Lean Manufacturing en un proceso de producción de concreto. *Revista de Ingeniería Industrial*, 2015 4 (15). Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/2150/215047546002.pdf>

Flores, C. R. (2019). Aplicación de lean manufacturing para aumentar la productividad de pimiento piquillo en el área de producción de una empresa agroindustrial- 2018 (Trabajo de investigación). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23124/Flores%20Acu%c3%b1a%20Cesar%20Ricardo.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

González, F. (2007). Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing). Principales Herramientas. *Panorama Administrativo Journal*. 2 85-112. https://www.academia.edu/10170312/Revista_Panorama_Administrativo_A%C3%B1o_1_No_2_enero_junio_2007_MANUFACTURA_ESBELTA_LEAN_MANUFACTURING_PRINCIPALES_HERRAMIENTAS

Gutiérrez, E. (2011). Lean Manufacturing como estrategia de competitividad para las Pymes industriales del estado de Tlaxcala. Congreso Internacional de ciencias administrativas. Recuperado de: <http://congreso.investiga.fca.unam.mx/docs/xvi/docs/1Y.pdf>

Hernández, J. y Vizán, A. (2013). Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación. Madrid, España. Escuela de Organización Industrial. Recuperado de: <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>

Hernández, T., Gómez, K., Ibarra, G., Vargas, M. y Máñez, A. (2015). Implementación de poka-yoke en herramienta para disminución de ppms en estación de ensamble. *Cultura Científica y Tecnológica*, 200 65 (15). Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/325022424_Implementacion_de_Poka-Yoke_en_herramiental_para_disminucion_de_PPMS_en_estacion_de_ensamble

Hernández, T., Gómez, K., Ibarra, G., Vargas, M. y Máynez, A. (2018). Implementación de Poka-Yoke en herramental para disminución de PPMS en estación de ensamble. *Cultura Científica y Tecnológica*. 15(64), 57-59. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/325022424_Implementacion_de_Poka-Yoke_en_herramental_para_disminucion_de_PPMS_en_estacion_de_ensamble/link/5af1e461458515c28375c818/download

Jaimes, L. y Rojas, M. (2015). Una mirada a la productividad laboral para las pymes de confecciones. *La Revista ITECKNE*, 2015 12 (2). Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/itec/v12n2/v12n2a09.pdf>

Krajewski, I., Ritzman, L. y Malhotra, M. (2008). *Administración de operaciones: procesos y cadenas de valor*. Pearson Educación. Recuperado de: https://www.academia.edu/8583854/Administracion_De_Operaciones_LEE_J_KRAJEWSKI_1

Lezama, M. y Chegne, J. (2019). Aplicación de las herramientas lean manufacturing para incrementar la productividad del Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C, 2019 (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Chepén, Perú. Recuperado de: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/45676/Lezama_HMN-%20Chegne_DJM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Lima, W. (2019). Diseño e implementación de la Metodología 5S para mejorar la gestión de almacén de la Empresa CFG Investment SAC, Lima 2018. (Tesis de grado). Universidad Peruana de las Américas, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.ulasamericas.edu.pe/bitstream/handle/upa/688/TESIS-DISE%C3%91O%20E%20IMPLEMTACION%20DE%20LA%20METODOLOGIA%20ES%20PARA.....pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Luzardo, J. (2010). Sistema de Control de Procesos Empresariales por medio de Indicadores de Gestión aplicado al Departamento de Servicio al Cliente en el Proceso de Facturación y Atención

de Reclamos de la empresa PLÁSTICOS S.A. ubicada en la ciudad de Guayaquil. (Tesis de pregrado). Instituto de ciencias matemáticas, Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/21720>.

Madariaga F. (2013). Lean manufacturing exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos. Bubok Publishing S.L. Recuperado de: <https://www.studocu.com/bo/document/universidad-de-aquino-bolivia/disenio-de-ingenieria-industrial/lean-manufacturing-francisco-madariaga-r/13233386>

Manzano, M. y Gisbert, V. (2016). Lean Manufacturing: implantación 5S. 3C Tecnología: glosas de innovación aplicadas a la pyme, 5(4), 16-26. DOI: <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/80761/Mar%C3%ADa%20Manzano%3BGisbert%20-%20Lean%20Manufacturing.%20Implantaci%C3%B3n%205s.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Marcos, A. y Luna, F. (2020). Propuesta de aplicación de las herramientas Lean manufacturing para aumentar la productividad en la línea de fabricación de una empresa ladrillera en la ciudad de Trujillo. (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. Recuperado de: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23693/Marcos%20Pantoja%20Arturo%20Negel%20-%20Luna%20Condormango%20Felix.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Marín, F. y Delgado, J. (2000). Las técnicas justo a tiempo y su repercusión en los sistemas de producción. Industrial Economy, 2000 (3) 330. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/28052309_Las_tecnicas_justo_a_tiempo_y_su_repercusion_en_los_sistemas_de_produccion

Masapanta Serpa, M. R. (2014). Análisis de despilfarros mediante la técnica Value Stream Mapping (VSM) en la fábrica de calzado Lenical (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/20654/1/TESIS.pdf>

Merlo Campos, J., & Ojeda Velasquez, I. D. (2017). Propuesta de implementación de las herramientas Lean Manufacturing en la producción de pastas gourmet en la empresa Maquila Agro Industrial Import & Export S.A.C para mejorar su productividad. (Tesis de titulación). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. Recuperado de: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10676>

Prokopenko, J. (1989). La gestión de la productividad: Manual práctico. Primera edición. Organización Internacional del trabajo. Ginebra. Recuperado de: https://www.academia.edu/27514933/IA_GESTION_DE_LA_PRODUCTIVIDAD_Manual_pr%C3%A1ctico

Ramírez, C. (2017). Aplicación de la metodología SMED para reducir el tiempo ciclo de un cambio de modelo de inyección de un componente de un HVAC. (tesis de grado). Universidad autónoma del estado de México, Tlanguistenco México. Recuperado de: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/104419/Celso%20Ulises%20Ram%C3%ADrez%20N%C3%BAEZ%20ED.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Ramos, W. (2013). Incremento de la productividad a través de la mejora continua en calidad en la subunidad de procesamiento de datos en una empresa courier: el caso Perú Courier. Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial, 2013 16 (2). Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/816/81632390007.pdf>

Retuerto, J. R., Tuesta, L., & Mondragón, M. (2016). Propuesta aplicación de herramienta Toc-Smed en la línea de producción sólidos de una empresa farmacéutica (Tesis de maestría). Universidad del Pacífico, Lima, Perú. Recuperado de : https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/1699/Jeanette_Tesis_maestria_2016.pdf?sequence=1

Siguenza, R. (2018). Aplicación de la metodología Lean Manufacturing para reducir

Socconini, L. (2019). Lean Manufacturing paso a paso: Sistemas de gestión empresarial japonés que revoluciono la manufactura y los servicios. México. Marge Books. Recuperado de: <https://www.tagusbooks.com/leer?isbn=9788417903046&li=1&idsource=3001>

Titto, L. (2018). Propuesta de mejora de una empresa de producción de sanitarios y accesorios de baño en lima metropolitana. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú Facultad de Ciencias e Ingeniería, Lima, Perú. Recuperado de : http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/11752/TITTO_LUIS_MEJOR_A_PRODUCCION_SANITARIOS_BA%C3%91O_LIMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

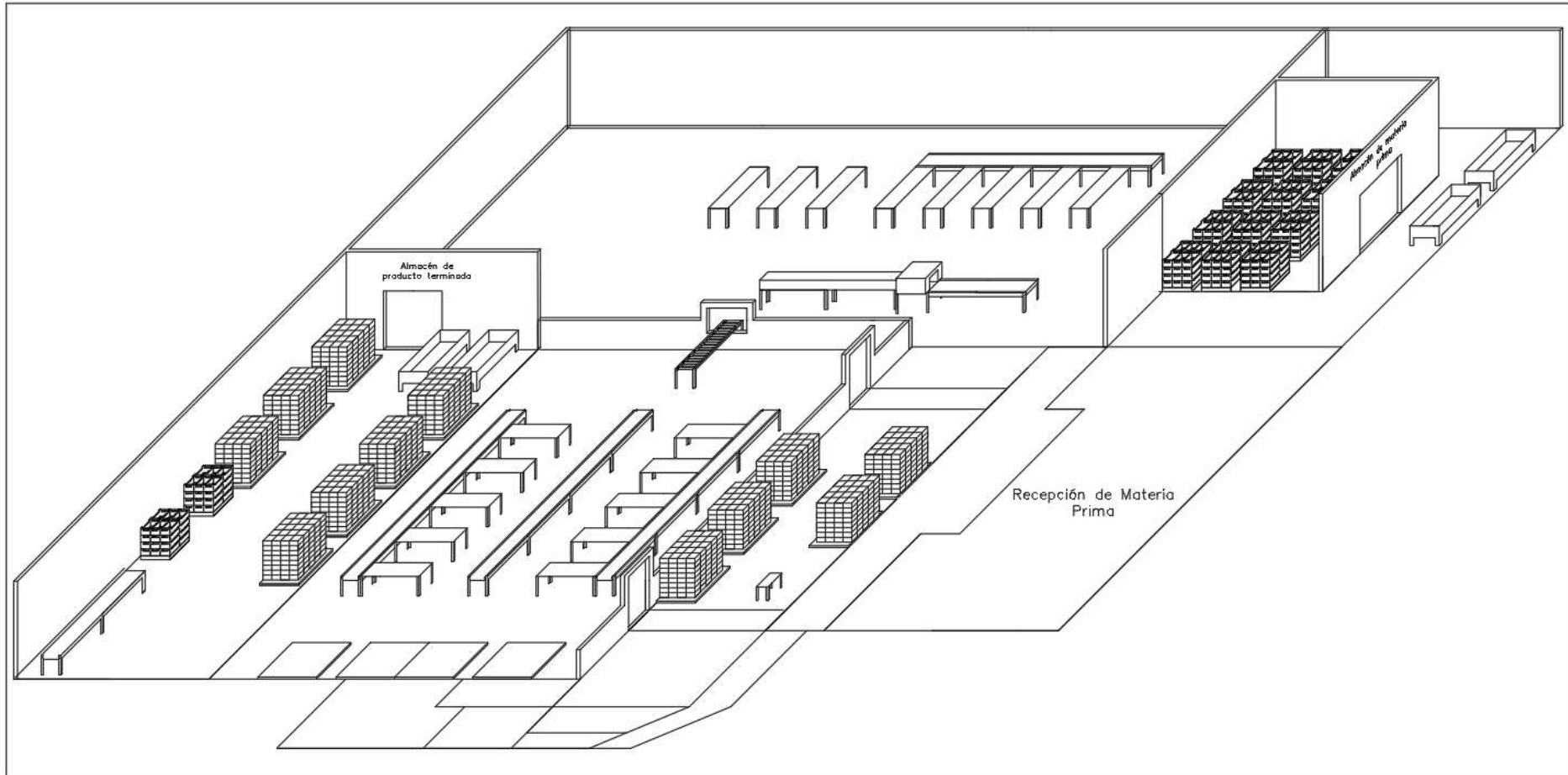
Vargas, J., Muratalla, G, y Jiménez, M. (2016). Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción?. Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias, V (17), 153-174. [fecha de Consulta 28 de junio de 2020]. ISSN: 1856-8327. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2150/215049679011>

Vargas-Hernández, José G., & Muratalla-Bautista, Gabriela, & Jiménez-Castillo, María (2016). Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción? Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias, V (17),153-174. [fecha de Consulta 5 de octubre de 2020]. ISSN: 1856-8327. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2150/215049679011>

Villaseñor, C. A., Galindo, E., & Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. (2009). *Manual de Lean manufacturing guía básica*. México D.F. (México: Editorial Limusa). Recuperado de : https://kupdf.net/download/manual-de-lean-manufacturing-guia-basica-alberto-villaseor-1ra-edicion_5997a89edc0d608d2f300d1d_pdf

ANEXOS

ANEXO N°01. Planta de producción de la empresa



Fuente: Elaboración propia

ANEXO N°02: Infografía para cumplimiento de la 1's



Fuente: Elaboración propia

ANEXO N°03: Infografía para cumplimiento de la 2's



Fuente: Elaboración propia

ANEXO N°04. Infografía para cumplimiento de la 3's



Fuente: Elaboración propia

Ficha de análisis documental

La empresa Agroindustrial dedicada a la producción y exportación de espárragos ubicada en la ciudad de Trujillo, la cual brindaron información del área de producción en donde se pudo registrar que en esta estación cuenta con 4 líneas, de las cuales 3 de ellas son manuales; es decir, operada por trabajadores y la otra es automatizada. A continuación, se detallará la cantidad de materia prima promedio que ingresa a cada línea manual de producción:

Tabla 1

Cantidad de materia prima que ingresa a la línea uno

		LINEA 1			
	JABAS	CANTIDAD (Kg)	H. INGRESO	H. SALIDA	
L1	42	653.4	08:20	09:04	
	42	657.2	09:04	09:50	
	21	315.7	09:50	10:10	
	28	319.9	10:10	10:43	
	39	576.6	10:43	11:36	
	42	574.2	11:36	12:15	
	5	68.85	12:15	12:22	
	42	657.3	14:00	14:48	
	42	654.8	14:48	15:41	
	30	466.7	15:41	16:16	
	28	320.7	16:16	17:12	
	TOTAL	361	5265.35		

Fuente: Base de datos de la empresa Agroindustrial

En la línea 1 ingresa 361 jabas como materia prima con una cantidad promedio de 5265.65 kg durante el día.

Tabla 2

Cantidad de materia prima que ingresa a la línea dos

		LINEA 2			
	JABAS	CANTIDAD (Kg)	H. INGRESO	H. SALIDA	
L2	42	654.8	08:23	09:05	
	42	657.2	09:05	09:56	
	21	315.9	09:56	10:14	
	28	319.9	10:14	10:42	
	39	576.9	10:42	11:38	
	42	576.8	11:38	12:16	
	5	68.85	12:16	12:23	
	42	653.3	14:02	14:50	
	42	655.7	14:50	15:43	
	30	468.9	15:43	16:18	
	28	321.8	16:18	17:14	
	TOTAL	361	5270.05		

Fuente: Base de datos de la empresa Agroindustrial

En la línea 2 ingresa 361 jabas como materia prima con una cantidad promedio de 5270.05 kg durante el día.

Tabla 3

Cantidad de materia prima que ingresa a la línea tres

LINEA 3					
	JABAS	CANTIDAD (Kg)	H. INGRESO	H. SALIDA	
L3	42	653.4	08:27	09:07	
	42	657.89	09:07	09:58	
	21	315.99	09:58	10:17	
	28	319.9	10:17	10:45	
	39	576.99	10:45	11:39	
	42	574.99	11:39	12:18	
	5	68.9	12:18	12:25	
	42	652.99	14:08	14:53	
	42	654.8	14:53	15:45	
	30	460.7	15:45	16:20	
	28	318.7	16:20	17:16	
	TOTAL	361	5255.25		

Fuente: Base de datos de la empresa Agroindustrial

En la línea 3 ingresa 361 jabas como materia prima con una cantidad promedio de 5255.25kg durante el día.

Mediante el procesamiento del espárrago, este se va mermando en tocón, florido y aquella materia prima que no cumplan con los estándares de calidad se les denomina el descartado (desperdicio).

TOCÓN:

En cada línea de producción consta de 5 mesas en donde los espárragos pasan por el proceso del cortado del tocón (parte inferior del espárrago).

Tabla 4

Cantidad de Tocón en las líneas de producción

TOCON				
N°	LINEA	JABAS	CANTIDAD (Kg)	PESO NETO
1	L1	41	961.31	858.81
2	L2	46	1021.8	906.8
3	L3	42	953.31	848.31
TOTAL		129	2936.42	2613.92

Fuente: Base de datos de la empresa Agroindustrial

El total de tocón obtenida de 42 jabas de la línea 3 es de 848.31 de peso neto.

Florido:

En el proceso de las líneas de producción de la materia prima, separan el espárrago del florido como producto aceptable para continuar el proceso.

Tabla 5

Cantidad de Florido en las líneas de producción

FLORIDO					
N°	LINEA	JABAS	CANTIDAD (Kg)	PESO NETO	
1	L1	140	1405.94	1055.94	
2	L2	120	1325.4	1025.4	
3	L3	125	1436.34	1123.84	
TOTAL		385	4167.68	3205.18	

Fuente: Base de datos de la empresa Agroindustrial

El total del florido obtenido de la línea uno, dos y tres es de 1055.94 kg, 1025.40 kg y 1123.84 kg respectivamente.

Descarte:

Es denominado como desmedro de materia prima, debida que una perdida en el proceso productivo y es irre recuperable.

Tabla 6

Cantidad de desperdicio

DESCARTADO					
N°	LINEA	JABAS	CANTIDAD (Kg)	PESO NETO	
1	L1	13	148	115.5	
2	L2	13	135	102.5	
3	L3	12	143	113	
TOTAL		38	426	331	

Fuente: Base de datos de la empresa Agroindustrial

El total de descartado de la línea uno, dos y tres es de 115.5 kg, 102.5 kg y 113 kg respectivamente.

Producto terminado:

Después que la materia prima paso en los diferentes procesos productivos, se obtuvo las siguientes cantidades como producto terminado:

Tabla 7

Cantidad en kilogramos de producto terminado al día

N°	LINEAS	CANTIDAD (Kg)
1	L1	3235.1
2	L2	3235.35
3	L3	3170.1
TOTAL		9640.55

Fuente: Base de datos de la empresa Agroindustrial

Se obtuvo como producto terminado 9640.55 kg diarios en las tres líneas de producción.

ANEXO N°03: Método Alpha de Cronbach

METODO DE ALPHA DE CRONBACH												
N°	Causa Raíz	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	TOTAL
Trabajador	Falta de un control en la faja transportadora	Gestión inadecuada de los materiales	Ausencia de estandarización en el proceso de corte	Falta de control del proceso de selección	Falta de control de calidad en los proveedores	Falta de control de sustancia química (cloro)	Falta de EPPS	Desestabilización de las jabas en el hidrógeno enfriado	Falta de un medio de transporte	Falta de especificaciones del uso del		
1 Operario 01 de selección en LP1	2	1	2	1	1	0	2	2	2	0		13
2 Operario 02 de selección en LP1	1	2	1	2	1	1	0	0	0	0		8
3 Operario 03 de selección en LP1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0		6
4 Operario 04 de selección en LP1	1	1	2	1	1	2	3	3	2	0		16
5 Operario 05 de selección en LP1	1	1	2	2	1	0	0	0	0	0		7
6 Operario 06 de selección en LP1	2	1	1	2	1	0	2	2	0	0		11
7 Operario 07 de selección en LP1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0		6
8 Operario 08 de selección en LP1	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0		6
9 Operario 09 de selección en LP1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0		9
10 Operario 10 de selección en LP1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0		5
11 Operario 01 de M1	3	2	3	0	0	2	0	0	0	0		10
12 Operario 02 de M1	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0		8
13 Operario 03 de M1	4	1	1	0	0	2	0	0	1	0		9
14 Operario 03 de M1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0		6
15 Operario 04 de M1	3	2	2	0	1	0	0	0	0	0		8
16 Operario 05 de M1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0		5
Total	32	21	23	14	12	9	8	8	6	0		133

METODO DE ALPHA DE CRONBACH												
N°	Causa Raíz	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	TOTAL
Trabajador	Falta de un control en la faja transportadora	Gestión inadecuada de los materiales	Ausencia de estandarización en el proceso de corte	Falta de control del proceso de selección	Falta de control de calidad en los proveedores	Falta de control de sustancia química (cloro)	Falta de EPPS	Desestabilización de las jabas en el hidrógeno enfriado	Falta de un medio de transporte	Falta de especificaciones del uso del		
2 Operario 02 de selección en LP2	1	1	1	2	2	1	0	0	2	0		11
3 Operario 03 de selección en LP2	2	1	1	1	1	2	0	0	0	0		8
4 Operario 04 de selección en LP2	1	1	1	1	2	0	1	1	0	0		8
5 Operario 05 de selección en LP2	1	2	1	1	1	2	0	0	0	0		8
6 Operario 06 de selección en LP2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	0		14
7 Operario 07 de selección en LP2	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0		6
8 Operario 08 de selección en LP2	1	2	1	2	2	0	3	3	0	0		14
9 Operario 09 de selección en LP2	1	1	1	1	2	2	1	1	0	0		10
10 Operario 10 de selección en LP2	1	1	2	1	1	0	0	0	1	0		7
11 Operario 01 de M2	4	3	3	0	0	0	0	0	0	0		10
12 Operario 02 de M2	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0		6
13 Operario 03 de M2	4	4	2	0	0	1	0	0	0	0		11
14 Operario 03 de M2	3	2	2	0	0	0	0	0	1	0		8
15 Operario 04 de M2	3	1	1	0	0	0	1	1	0	0		7
16 Operario 05 de M2	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0		6
Total	30	27	21	12	14	9	8	7	6	0		134

METODO DE ALPHA DE CRONBACH												
N°	Causa Raíz	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	TOTAL
Trabajador	Falta de un control en la faja transportadora	Gestión inadecuada de los materiales	Ausencia de estandarización en el proceso de corte	Falta de control del proceso de selección	Falta de control de calidad en los proveedores	Falta de control de sustancia química (cloro)	Falta de EPPS	Desestabilización de las jabas en el hidrógeno enfriado	Falta de un medio de transporte	Falta de especificaciones del uso del		
2 Operario 02 de selección en LP3	1	2	1	1	2	0	2	1	2	0		11
3 Operario 03 de selección en LP3	2	1	2	2	1	2	0	0	0	0		10
4 Operario 04 de selección en LP3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0		5
5 Operario 05 de selección en LP3	1	1	1	2	1	2	1	1	0	0		10
6 Operario 06 de selección en LP3	1	2	1	1	1	2	2	1	0	0		11
7 Operario 07 de selección en LP3	1	2	1	1	1	0	0	0	2	0		8
8 Operario 08 de selección en LP3	2	1	1	2	1	2	0	0	0	0		9
9 Operario 09 de selección en LP3	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0		7
10 Operario 10 de selección en LP3	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0		6
11 Operario 01 de M3	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0		6
12 Operario 02 de M3	3	2	1	0	0	0	1	1	0	0		8
13 Operario 03 de M3	5	3	2	0	0	0	0	0	0	0		10
14 Operario 03 de M3	2	1	1	0	0	2	0	0	1	0		7
15 Operario 04 de M3	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0		6
16 Operario 05 de M3	2	2	1	0	0	0	1	1	0	0		7
Total	28	23	19	12	10	9	8	6	6	0		121

METODO DE ALPHA DE CRONBACH												
N°	Causa Raíz	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	TOTAL
Trabajador	Falta de un control en la faja transportadora	Gestión inadecuada de los materiales	Ausencia de estandarización en el proceso de corte	Falta de control del proceso de selección	Falta de control de calidad en los proveedores	Falta de control de sustancia química (cloro)	Falta de EPPS	Desestabilización de las jabas en el hidrógeno enfriado	Falta de un medio de transporte	Falta de especificaciones del uso del		
Operario 02 de selección en LP4	1	1	1	1	2	0	1	1	1	0		9
Operario 03 de selección en LP4	1	2	1	1	1	1	0	0	0	0		7
Operario 04 de selección en LP4	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0		6
Operario 05 de selección en LP4	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0		7
Operario 06 de selección en LP4	1	1	2	2	1	0	1	1	1	0		10
Operario 07 de selección en LP4	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0		6
Operario 08 de selección en LP4	1	1	1	2	1	2	0	0	0	0		8
Operario 09 de selección en LP4	1	2	1	1	1	1	2	2	2	0		13
Operario 10 de selección en LP4	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0		6
Operario 01 de M4	2	1	1	1	0	0	0	2	0	0		7
Operario 02 de M4	2	2	3	0	0	3	2	2	0	0		14
Operario 03 de M4	3	1	1	0	0	0	2	0	0	0		7
Operario 03 de M4	5	2	2	0	0	0	0	0	0	0		9
Operario 04 de M4	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0		7
Operario 05 de M4	2	2	3	0	0	0	0	0	0	0		7
Total	26	21	23	13	11	9	8	8	4	0		123

METODO DE ALPHA DE CRONBACH												
N°	Causa Raíz	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	TOTAL
Trabajador	Falta de un control en la faja transportadora	Gestión inadecuada de los materiales	Ausencia de estandarización en el proceso de corte	Falta de control del proceso de selección	Falta de control de calidad en los proveedores	Falta de control de sustancia química (cloro)	Falta de EPPS	Desestabilización de las jabas en el hidrógeno enfriado	Falta de un medio de transporte	Falta de especificaciones del uso del		
1 Camareros 01	2	4	1	4	2	2	3	2	3	1		24
2 Camareros 02	3	3	2	4	1	2	3	3	3	1		25
3 Camareros 03	2	3	1	3	2	2	3	3	2	1		22
4 Camareros 04	2	4	3	4	1	2	3	2	3	2		26
5 Reponedor 01	3	2	1	1	0	3	2	2	2	0		16
6 Reponedor 02	4	3	1	1	0	1	2	1	2	0		15
Total	16	19	9	17	6	12	16	13	15	5		128

METODO DE ALPHA DE CRONBACH												
N°	Causa Raíz	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	TOTAL
Trabajador	Falta de un control en la faja transportadora	Gestión inadecuada de los materiales	Ausencia de estandarización en el proceso de corte	Falta de control del proceso de selección	Falta de control de calidad en los proveedores	Falta de control de sustancia química (cloro)	Falta de EPPS	Desestabilización de las jabas en el hidrógeno enfriado	Falta de un medio de transporte	Falta de especificaciones del uso del		
1 Personal LP1	32	21	23	14	12	9	8	8	6	0		133
2 Personal LP2	30	27	21	12	14	9	8	7	6	0		134
3 Personal LP3	28	23	19	12	10	9	8	6	6	0		121
4 Personal LP4	26	21	23	13	11	9	8	8	4	0		123
5 Personal de Almacén	16	19	9	17	6	12	16	13	15	5		128
Total	132	111	95	68	53	48	48	42	37	5		639

ESTADISTICO

	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	TOTAL
	Falta de un control en la faja transportadora	Gestión inadecuada de los materiales	Ausencia de estandarización en el proceso de corte	Falta de control del proceso de selección	Falta de control de calidad en los proveedores	Falta de control de sustancia química (cloro)	Falta de EPPS	Desestabilización de las jabas en el hidro enfriado	Falta de un medio de transporte	Falta de especificaciones del uso del material	
Desviacion Estandar	1.114235018	0.826680819	0.631238651	1.007435047	0.707905862	0.934295556	1.026998719	0.918427855	0.909271805	0.316870724	4.62316

$\alpha =$ **84.33%** **ALTA**