



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“Aplicación de herramientas de ingeniería para reducir los costos operacionales del área de empaque de espárrago fresco en la empresa Danper Trujillo S.A.C.”

Tesis para optar el título profesional de:
Ingeniero Industrial

Autor:
Ellis Franco Loayza Flores

Asesor:
Ing. Danny Zelada Mosquera

Trujillo - Perú

2020

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud y la perseverancia para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor que me brindo las fuerzas necesarias para llegar a estas instancias.

A mi madre.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre.

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

AGRADECIMIENTO

En el presente trabajo de tesis me gustaría agradecer a Dios por bendecirme para llegar hasta este punto de mi vida, ya que hizo realidad este sueño anhelado. A la UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional. A mi asesor de tesis, Ing. Danny Zelada Mosquera por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito. También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	60
CAPÍTULO III: RESULTADOS	88
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	100
REFERENCIAS	104
ANEXOS	107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de priorización de causas raíces

Tabla 2. Flujo de abastecimiento de materia prima

Tabla 3. Flujo de abastecimiento de materia prima, aplicando SMED

Tabla 4. Flujo de abastecimiento de rollos de ligas

Tabla 5. Flujo de abastecimiento de royos de liga, aplicando SMED

Tabla 6. Flujo de abastecimiento de rollos de cajas.

Tabla 7. Flujo de abastecimiento de cajas, aplicando SMED.

Tabla 8. Resumen cuestionario 5S.

Tabla 9. Resumen de resultados de cuestionario 5 S.

Tabla 10. Identificación de causas raíz.

Tabla 11. Causas raíz y herramientas de ingenierías.

Tabla 12. Causas raíz, inversión y ahorro.

Tabla 13. Pérdida de productividad y económica por cambios de embalajes y materia prima.

Tabla 14. Beneficio económico y aumento de productividad por aplicación de SMED.

Tabla 15. Pérdida de productividad y económica por desabastecimiento de embalajes y materia prima.

Tabla 16. Pérdida económica por merma de embalajes y materia prima.

Tabla 17. Beneficio económico y aumento de productividad por aplicación de 5S.

Tabla 18. Beneficio económico y reducción de mermas por aplicación de 5S.

Tabla 19. Pérdida económica por producto que no califica para exportación.

Tabla 20. Pérdida económica por reproceso de producto que no califica para exportación.

Tabla 21. Beneficio económico por capacitación al personal.

Tabla 22. Beneficio económico por capacitación al personal y reducción de reprocesos.

Tabla 23. Costo de pérdida y beneficio.

Tabla 24. Causa raíz, pérdida y beneficio.

Tabla 25. Causa raíz, herramienta de ingeniería y beneficio.

Tabla 26. Estado de resultados, ingresos, costos y utilidad.

Tabla 27. Flujo de Caja, VAN y TIR.

Tabla 28. VAN y Costo beneficio

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Producción de espárrago por región (%). Diario Gestión. 2015.
- Figura 2.** Ishikawa de los factores que influyen en la problemática de estudio.
- Figura 3.** Volumen de exportación de espárrago fresco por región, Perú 2020. Agro data Perú.
- Figura 4.** Volumen de exportación de espárrago fresco por país de destino, 2020.
- Figura 5.** Volumen de exportación de espárrago fresco por empresas, 2020.
- Figura 6.** Exportación de espárrago fresco FOB, 2019.
- Figura 7.** Exportación de espárragos frescos FOB (US\$ Miles) por empresas.
- Figura 8.** Importación de espárragos frescos FOB (US\$ Miles) por país.
- Figura 9.** Diagrama de flujo para la clasificación.
- Figura 10.** Situación para la implementación.
- Figura 11.** Elementos de un sistema productivo.
- Figura 12.** Cadena de valor y su optimización.
- Figura 13.** Técnicas de obtención de Datos.
- Figura 14.** Plano de Ubicación de la Empresa.
- Figura 15.** Principales destinos de exportación de la Empresa.
- Figura 16.** Layout de planta empacadora Danper.
- Figura 17.** Diagrama de flujo del proceso de producción de espárrago fresco.
- Figura 18.** Gráfico de calificación de orden y limpieza del proceso.
- Figura 19.** Diagrama de Gantt, aplicación de 5S al proceso de empaque.
- Figura 20.** Antes vs. Después de la selección de elementos innecesarios, armado de cajas.

Figura 21. Antes vs. Después de la selección de elementos innecesarios, control de muestras.

Figura 22. Antes vs. Después de la delimitación de zonas.

Figura 23. Antes vs. Después del seguimiento en la limpieza.

Figura 24. Antes vs. Después de la rotulación y estandarización.

Figura 25. Evidencia de la capacitación in situ.

Figura 26. Plan de capacitaciones, diagnóstico del personal.

Figura 27. Diagrama de Gantt, capacitaciones de retroalimentación y reforzamiento de las herramientas de ingeniería.

Figura 28. Pareto de las causas raíces y su frecuencia.

Figura 29. Costo de pérdida.

Figura 30. Causa Raíz y Perdidas.

Figura 31. Causa Raíz y valores.

Figura 32. Herramientas y beneficios.

RESUMEN

La presente investigación está enfocada a la reducción de costos del área empaque de la Empresa Danper Trujillo S.A.C a través de la aplicación del SMED, 5S y capacitación al personal.

La producción se lleva a cabo por medio de la ejecución de un conjunto de operaciones integradas en procesos. Por este motivo a la dirección de la producción se la denomina en muchas ocasiones, dirección de operaciones; es común referirse a las operaciones como a la actividad propia de la producción; dado que en la producción pueden obtenerse bienes o servicios, la actividad de la empresa no se trata exclusivamente de una “producción técnica” en la que se “fabrica” un bien físico, sino que la producción es, básicamente, una actividad económica.

Por tanto, se concluyó que se debe mejorar la distribución de la línea, reducir los tiempos muertos del personal, así como los tránsitos en exceso; tanto de materia prima como embalajes; de tal forma que se pueda tener un flujo continuo, maximizar la eficiencia operativa del equipo y por ende la reducción de costos de producción.

Así mismo la evaluación económica pudo ratificar que la aplicación de herramientas de ingeniería en el proceso productivo minimiza los costos de la operación en \$790,288.05 anuales, así tenemos que el VAN es de \$ 1,149,181.45, después de la mejora, el TIR es 71.27%, por encima de la tasa estimada (COK), y finalmente la relación costo – beneficio fue del 1.74, lo cual termina por apuntalar que la ejecución del proyecto fue rentable.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

1.1.1. Situación actual

ComexPerú (2018) expone que, al cierre del año 2017, las importaciones mundiales de espárragos frescos y en conservas sumaron un total de USD 1,817 millones, lo que significó un leve incremento del 1.2% respecto al 2016. Las importaciones de espárrago se realizan en 85% fresco refrigerado (USD 1,539 mill.), mientras, el 15% restante en conserva (USD 278 mill.).

Son alrededor de 181 los países importadores de espárrago en sus diversas presentaciones, donde el 43% de las importaciones tiene como destino Estados Unidos, con USD 795 millones; le siguen, con montos menores, España (USD 146 mill.), Alemania (USD 142 mill.) y Francia (USD 107 mill.). Los cuatro mercados concentran el 65.5% de las importaciones mundiales de espárragos frescos y en conservas.

En los últimos años el Perú ha venido teniendo crecimientos fuertes en su economía, y entre los protagonistas está el sector agrícola, teniendo en el 2016 un crecimiento del 7.63% favorecido principalmente por la actividad agroexportadora, dentro de las cuales se encuentra la de producción de espárragos. Los estudios realizados por el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) manifiesta que el primer trimestre del 2017 las exportaciones de espárrago fresco en el Perú alcanzaron los US\$ 47.7 millones a un precio promedio de US\$ 3.91 el kilo. Esto ha permitido que el crecimiento de la

producción de las empresas aumente aceleradamente y traiga consigo un mayor dinamismo en la economía peruana.

En cuanto a los destinos de nuestros envíos de la principal categoría exportada de espárragos, los frescos o refrigerados, EE.UU. lidera el ranking, con un valor de US\$ 260 millones en 2017, lo que evidencia una caída del 3.1% con respecto a 2016. Le siguen Reino Unido (US\$ 43 millones; -7.9%), Países Bajos (US\$ 41 millones; -0.9%) y España (US\$ 30 millones; +3.5%).

Asimismo, la participación de producción por regiones en el 2015 según Estudios económicos – Scotiabank es como se muestra en la siguiente figura:

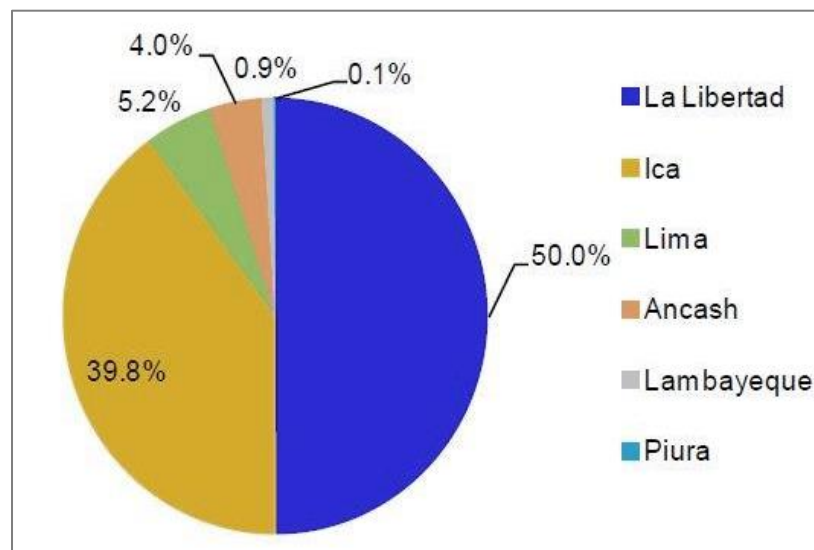


Figura 1. Producción de espárrago por región (%). Diario Gestión. 2015.

Por otro lado, las principales empresas exportadoras de espárragos frescos o refrigerados fueron Complejo Agroindustrial Beta, con un valor de US\$ 52 millones y una disminución del 21.6% con respecto a 2016; Danper Trujillo (US\$ 43 millones; +23.3%), y Sociedad Agrícola Drokasa (US\$ 22 millones; +0.4%).

Observando esta realidad, se creyó conveniente analizar el proceso productivo en la empresa y optimizar las operaciones de tal forma que se pueda maximizar la rentabilidad del proceso de fresco.

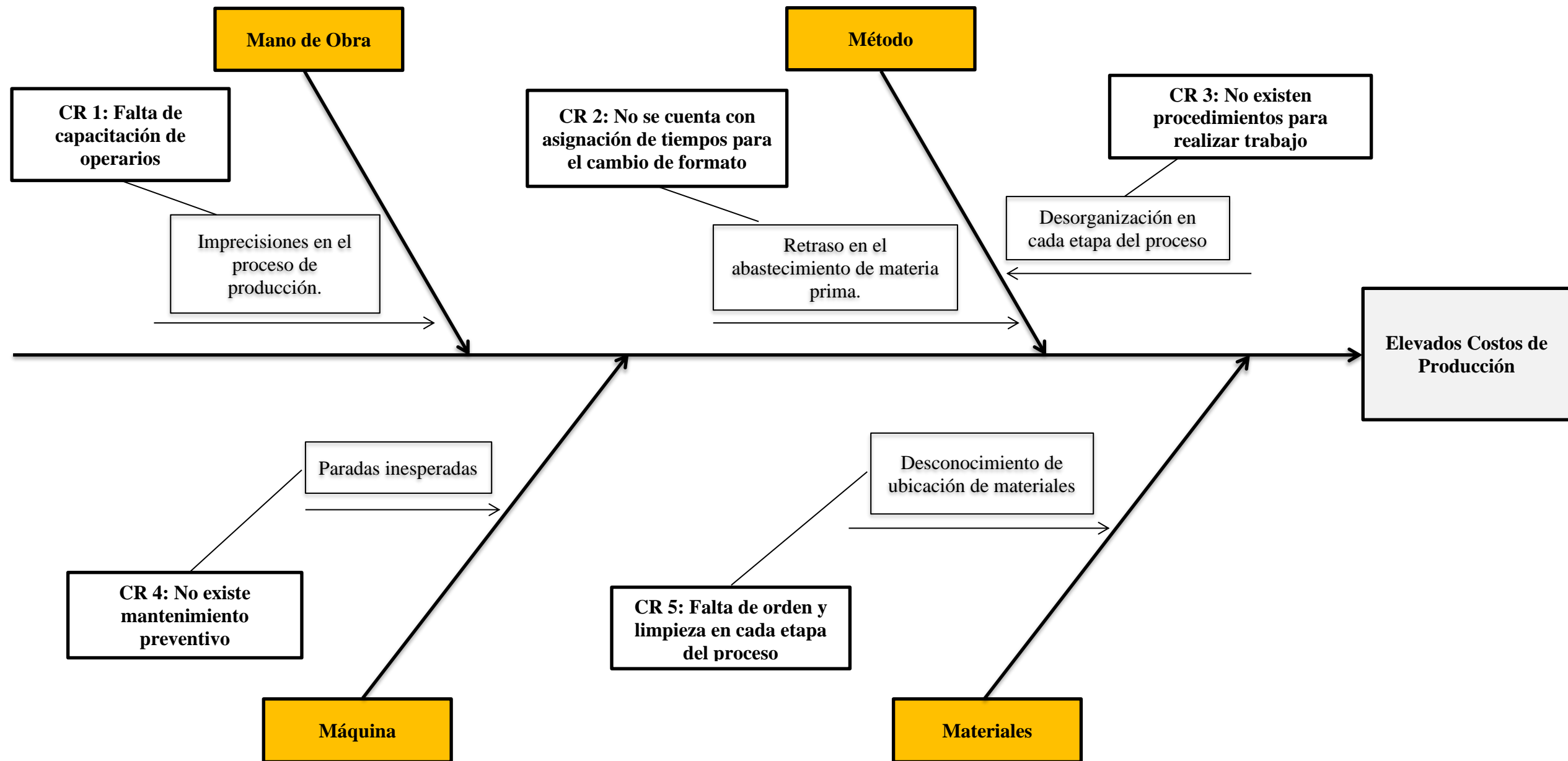


Figura 2. Ishikawa de los factores que influyen en la problemática de estudio

Fuente: Elaboración propia

1.1.2. Antecedentes

A. Internacionales

- ❖ Evidencia para el caso mexicano se encuentra Jaime (2015). En su tesis denominada “La competitividad en la exportación de espárragos sonorenses hacia Estados Unidos en el marco del TLCAN”. Tesis realizada para la obtención del Título Profesional de economista. Esta investigación aborda el tema del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), las normas y procedimientos de comercialización de los productos de los tres países, Estados Unidos, Canadá y México, por lo tanto Estados Unidos importa la mayoría del espárrago producida por México no solo porque no podría abastecer al mercado mundial solo con su producción, sino que también el espárrago mexicano es de mayor calidad que la de Estados Unidos. Debido a que México cuenta con plantaciones y con mano de obra que pone mayor atención en los cuidados del cultivo, principalmente en la poda, a diferencia de Estados Unidos que cuenta con más edad y con una producción muy mecanizada.
- ❖ Para el caso de España se encuentra Garde (2010). En su tesis titulada: “Estudio de los hábitos de consumo de espárragos de los consumidores de la zona productora y de Pamplona”. Dicho autor concluyó lo siguiente: La producción y superficie cultivada del “Espárrago de Navarra” ha descendido en los últimos años porque no pueden competir con los bajos precios de los espárragos procedentes de China y Perú por lo tanto el 78,5% de los encuestados sólo consumen “Espárragos de Navarra” con Denominación Específica porque consideran que su calidad es magnífica y mejora la

rentabilidad para pamlona , sin embargo el 11,5% de los consumidores que se descartan por los espárragos procedentes de China o Perú lo hacen únicamente por su precio.

- ❖ En el caso Holanda se encuentran Rivera & Rodríguez (2013). El objetivo de este informe es incrementar la rentabilidad del productor, como una alternativa de producción en él que se inicia en una actividad agrícola y generar información para otros estudios o futuros inversores en el sector agropecuario. Los mercados europeos son atractivos para los exportadores y el arancel es del 6%. Para el Caso Nacional.

B. Nacionales

- ❖ En el caso nacional, Albuquerque (2014). En su tesis denominada “Factores que determinan la demanda internacional del espárrago fresco del Perú, Periodo 1992 - 2013”, tesis realizada para la obtención del Título Profesional de Economista. El objetivo de este informe final de tesis es demostrar que los factores que determinan la demanda internacional del espárrago fresco del Perú durante el periodo 1992-2013, fueron el precio del espárrago peruano, precio del espárrago de otros orígenes y los ingresos de los consumidores del exterior. Se evidenció que el principal producto sustituto del espárrago fresco peruano es el espárrago fresco mexicano, la variación del precio de México se relaciona de forma directa con la demanda del producto peruano; un incremento en el precio de México hace que la dirección de la demanda gire en mayor grado hacia Perú y se amplíe la oportunidad de incrementar el volumen de nuestras exportaciones por lo tanto los países competidores son

México, EEUU, España; el producto de estos orígenes es el principal sustituto del producto peruano.

- ❖ Según Larco Burchelli Yoana (2015). En su tesis denominada “Determinantes de la oferta exportable de espárrago fresco de la economía peruana: periodo 2005 – 2013”, el presente informe de tesis consistió en identificar los determinantes de la oferta exportable de espárrago fresco peruano, se recolectaron los datos en diferentes momentos de tiempo para realizar inferencias de acuerdo a su evolución, causas y efectos. Finalmente se concluyó que las exportaciones tanto en toneladas como en USD presentan estacionalidad, incrementándose en el último trimestre de cada año, periodo que coincide con la temporada de invierno periodo durante el cual la producción de EEUU se ve contraída significativamente, es entonces cuando ingresa espárragos peruanos para satisfacer la demanda insatisfecha. Las exportaciones han presentado tendencia creciente, sin embargo, el crecimiento en toneladas exportadas ha sido menor en los últimos años analizados, afectado por el incremento de exportaciones de México la cual compite en el mercado internacional con el espárrago peruano.
- ❖ Según López Goicochea (2016). En su tesis denominada “El Mercado de Estados Unidos constituye una oportunidad de negocio para incrementar la exportación de espárragos frescos desde Paiján: 2017 - 2021”, el presente informe de tesis consistió en realizar un análisis en las exportaciones nacional, en La libertad y en la zona de Paiján para dar una ilustración del comportamiento histórico y actual del comportamiento del espárrago peruano en el mercado internacional, también se realizó una proyección para tener una

imagen de cómo será el comportamiento futuro del espárrago para poder tener una idea para incursionar en el negocio del espárrago; finalmente se realizó un estudio económico y financiero de la Red de organizaciones Productivas Agrícolas de Paiján, demostrando una viabilidad favorable al inversor que desee poner su dinero en el sector del esparraguero. A lo largo del informe se encontró al espárrago peruano como el principal proveedor de Estados Unidos, siendo éste mercado como el principal destino para incrementar las exportaciones del producto, por su sabor y propiedades que tiene el espárrago. Finalmente se concluyó que el espárrago es un sector viable para la inversión con fin de incrementar la producción, la exportación y en consecuencia los ingresos de todos los allegados a esta área, y de manera directa a la Red de Organizaciones Productivas Agrícolas de Paiján.

- ❖ Según Namuche Huamanchuno Victor (2016) En su tesis denominada “Aplicación de Lean Manufacturing para aumentar la productividad de la materia prima en el área de producción en una empresa esparraguera para el año 2016”. El presente estudio tiene la finalidad implementar técnicas del Lean Manufacturing para incrementar la productividad en una empresa esparraguera para el año 2016.

Este estudio surge tras observar los constantes problemas en el área de producción y la necesidad de la empresa de incrementar su participación en el mercado, mejorar sus procesos y convertirse en la mayor exportadora de espárragos en el Perú para lo cual tiene como tamaño de población la empresa Agroindustrial DanPer Trujillo SAC–Planta Fresco y como muestra es el área producción de la planta en mención.

El estudio a mención estuvo enmarcado en el tipo de estudio aplicada, fundamentada en un diseño pre – experimental en la cual se emplearon una serie de técnicas e instrumentos de recolección de datos, específicamente en el análisis de información tomada a través de la observación directa de los procesos productivos de la empresa.

Se inicia este estudio, realizando un diagnóstico a los sub-procesos del área de producción para identificar los problemas que afectan directamente a la productividad a fin de determinar las herramientas de Lean Manufacturing a aplicar; teniendo como resultados, paradas de máquinas, tiempos muertos en líneas de producción manual, sobre stock de producto terminado, entre las más resaltantes. Para minimizar estos problemas se aplicó herramientas de Lean Manufacturing tomando como base una de ellas, la metodología de 5s’.

Además de esta se aplicó también herramientas como TAKT TIME, OEE Y SMED. Esto se ve reflejado en un incremento de la productividad de un 5%, así como una disminución de paradas correctivas y preventivas, tiempo de ciclo, días de inventario, cajas defectuosas y tiempo improductivo.

- ❖ Según Saldaña Cabellos Diego (2019) En su tesis denominada “Propuesta de mejora en el área de producción para reducir los costos operativos de la línea de producción de espárrago blanco fresco en la Empresa Agroindustrial TAL S.A.”, La presente investigación es realizada en el área de producción de la empresa agroindustrial TAL S.A. La que se encarga de producir y comercializar diversos tipos de hortalizas y frutos de campo. Esta investigación tiene como objetivo evaluar y determinar el impacto de las herramientas de la manufactura esbelta para poder reducir los costos

operativos en la línea de producción de espárrago blanco fresco de la empresa agroindustrial TAL S.A. Para lo cual se realizó el diagnóstico de la unidad de estudio con la finalidad de encontrar las causas de los altos costos operativos durante el proceso productivo, obteniendo una pérdida total por campaña de S/ 587,488.66.

Posterior al estudio inicial, se determina y desarrolla las herramientas que se utilizaran como propuesta de mejora, las cuales fueron: VSM, MRP Y Balance de Línea. Luego de la implementación de estas herramientas se realizó una nueva medición de los costos operativos, obteniendo los siguientes resultados. El Value Stream Mapping (VSM), se utilizó para el diagnóstico y así poder identificar el cuello de botella dentro del proceso. Al aplicar la metodología del MRP y balance de línea, se incrementó la productividad del proceso en un 16.76% logrando de esta manera reducir los costos a través de la estrategia de seguimiento en S/145,484.97.

Esta reducción, se logró en gran parte debido a las herramientas como la administración de recursos humanos que redujo en 20.69% los reproceso por falta de capacitación del personal de capacitación que significa un beneficio de S/2,422.97 en relación a la perdida antes de la mejora. Además, de la implementación del análisis de los puntos críticos de control, que permitieron reducir el porcentaje de merma de materia prima en un 33%, de 10% a 6.7 %, lo que da un beneficio de S/42,009.37 en la campaña actual.

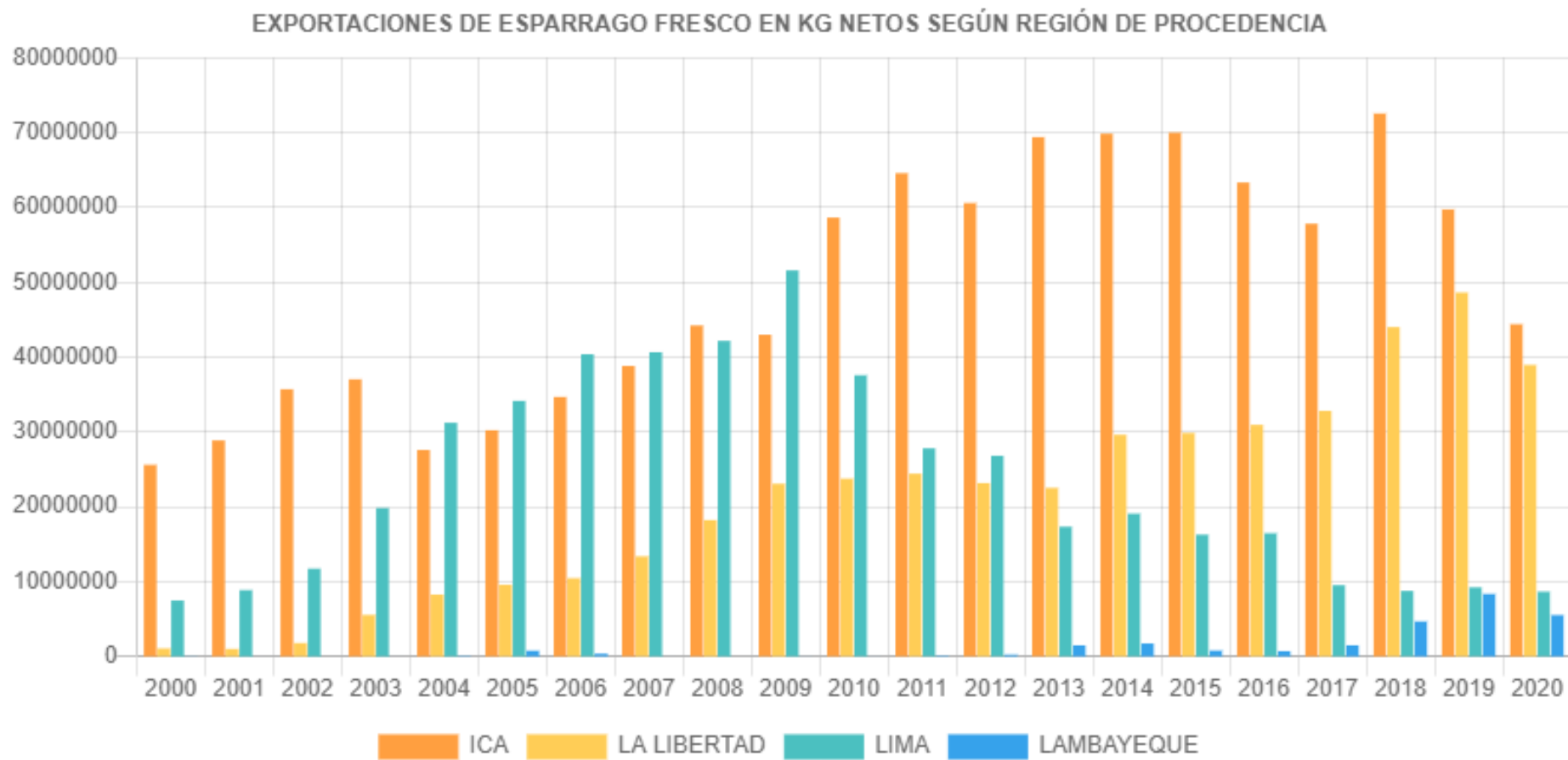


Figura 3. Volumen de exportación de espárrago fresco por región, Perú 2020. Agro data Perú.

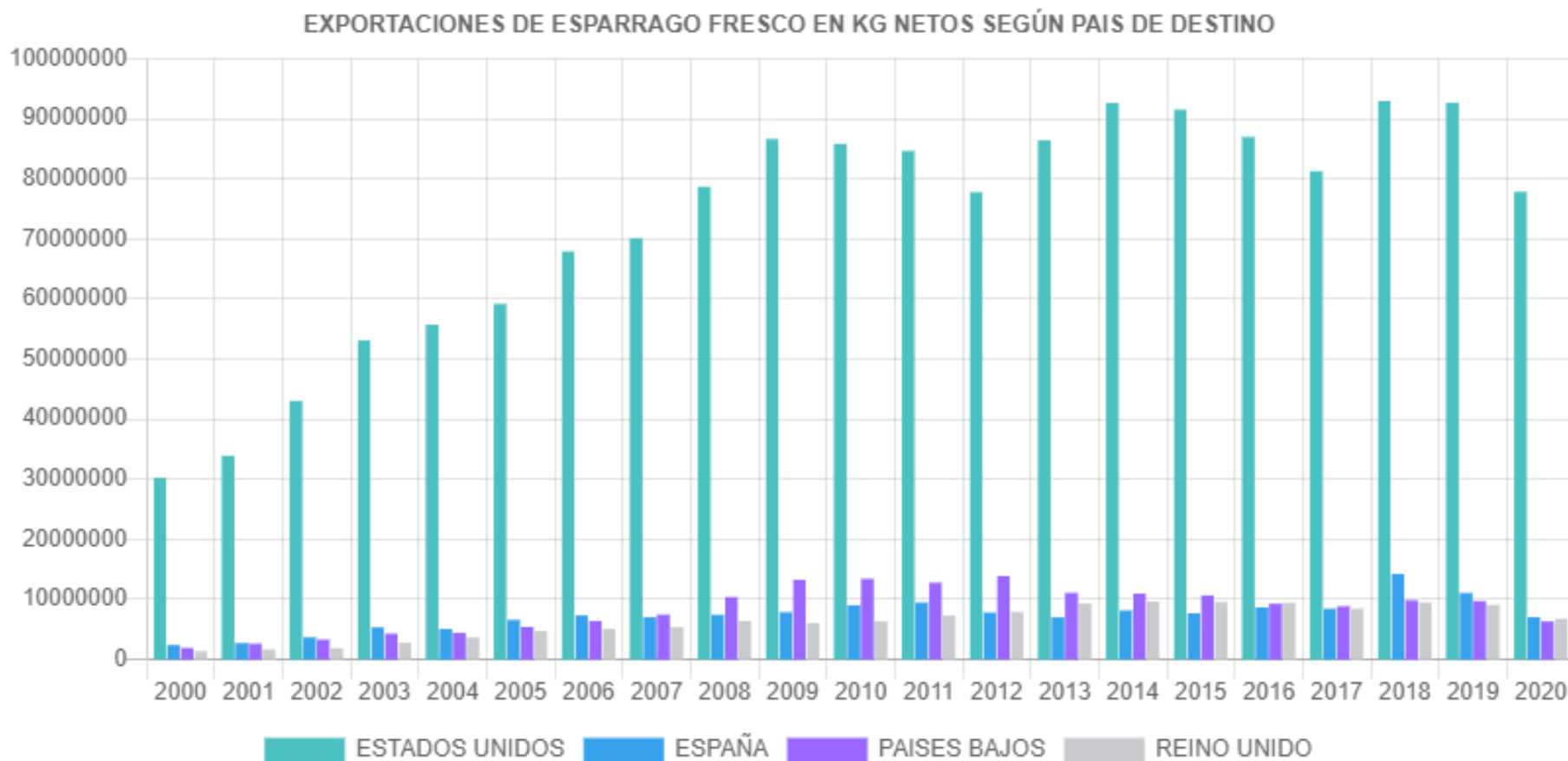


Figura 4: Volumen de exportación de espárrago fresco por país de destino, 2020. Agro data Perú.

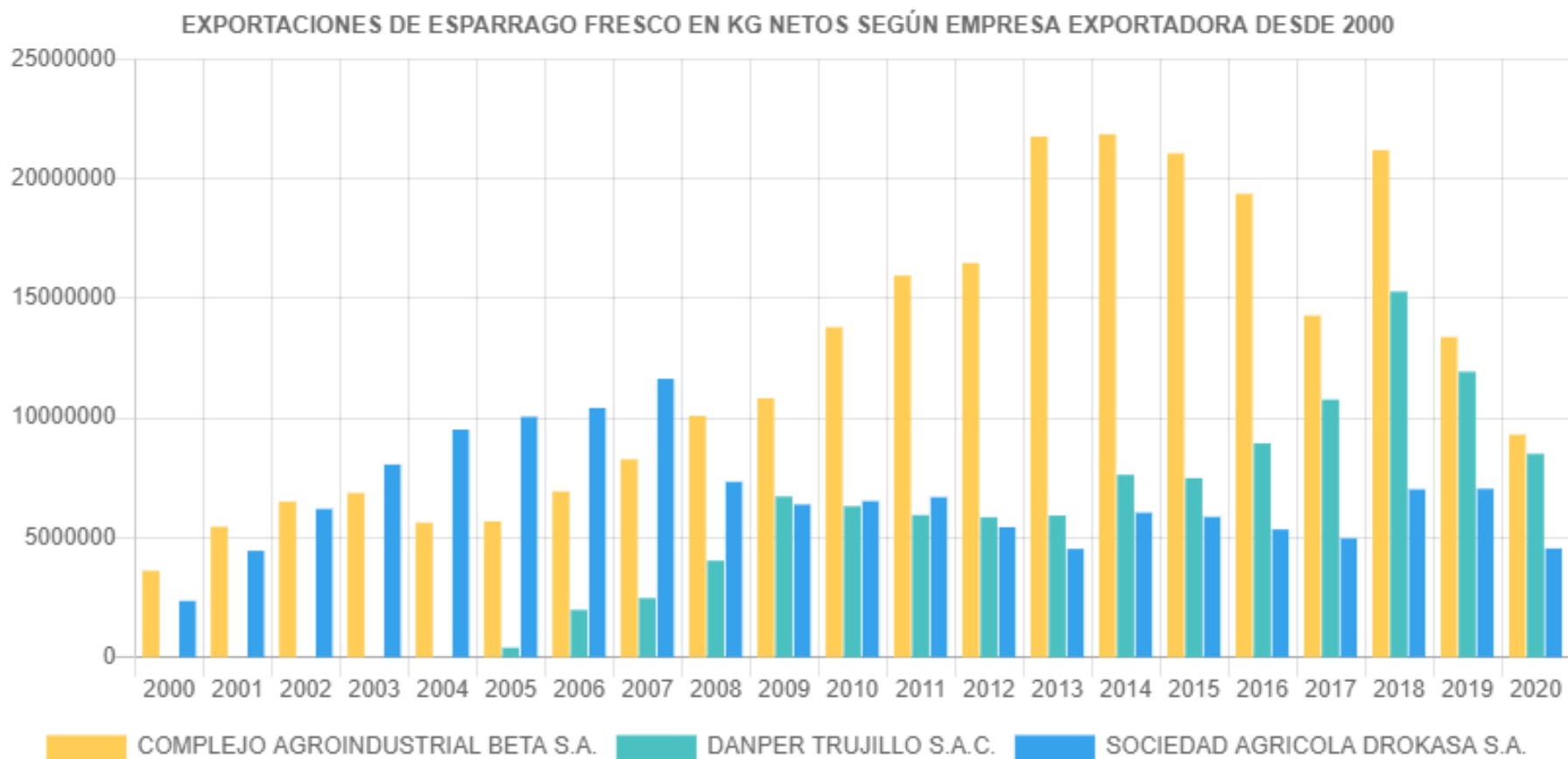


Figura 5. Volumen de exportación de espárrago fresco por empresas, 2020. Agro data Perú.

Para el año 2019, el segundo semestre de cada año ha representado el pico de las exportaciones. Teniendo un crecimiento del 4% en las ventas, con respecto al año anterior.

MES	2,019			2,018		
	FOB	KILOS	PREC. PROM	FOB	KILOS	PREC. PROM
ENERO	34,945,300	11,139,202	3.14	38,328,783	10,736,573	3.57
FEBRERO	10,482,437	3,011,801	3.48	9,980,489	2,431,257	4.11
MARZO	9,219,101	2,952,954	3.12	14,576,352	4,395,871	3.32
ABRIL	18,887,884	7,174,556	2.63	16,868,836	6,179,604	2.73
MAYO	25,915,369	9,673,729	2.68	21,458,474	8,992,112	2.39
JUNIO	25,244,890	9,208,826	2.74	23,439,778	8,581,740	2.73
JULIO	42,672,789	13,393,725	3.19	36,501,985	12,071,228	3.02
AGOSTO	42,160,253	11,177,927	3.77	37,242,660	12,708,589	2.93
SEPTIEMBRE	47,047,754	15,298,365	3.08	43,762,614	15,380,572	2.85
OCTUBRE	41,493,399	16,458,643	2.52	41,182,156	15,593,930	2.64
NOVIEMBRE	42,851,312	15,101,160	2.84	48,168,866	16,884,738	2.85
DICIEMBRE	50,618,310	16,696,310	3.03	44,545,932	15,523,527	2.87
TOTAL	391,538,798	131,287,198	2.98	376,056,925	129,479,741	2.90
PROMEDIO MES	32,628,233	10,940,600		31,338,077	10,789,978	
% CREC. PROMEDIO	4%	1%	3%	-3%	18%	-18%

Figura 6. Exportación de espárrago fresco FOB, 2019. Agro data Perú.

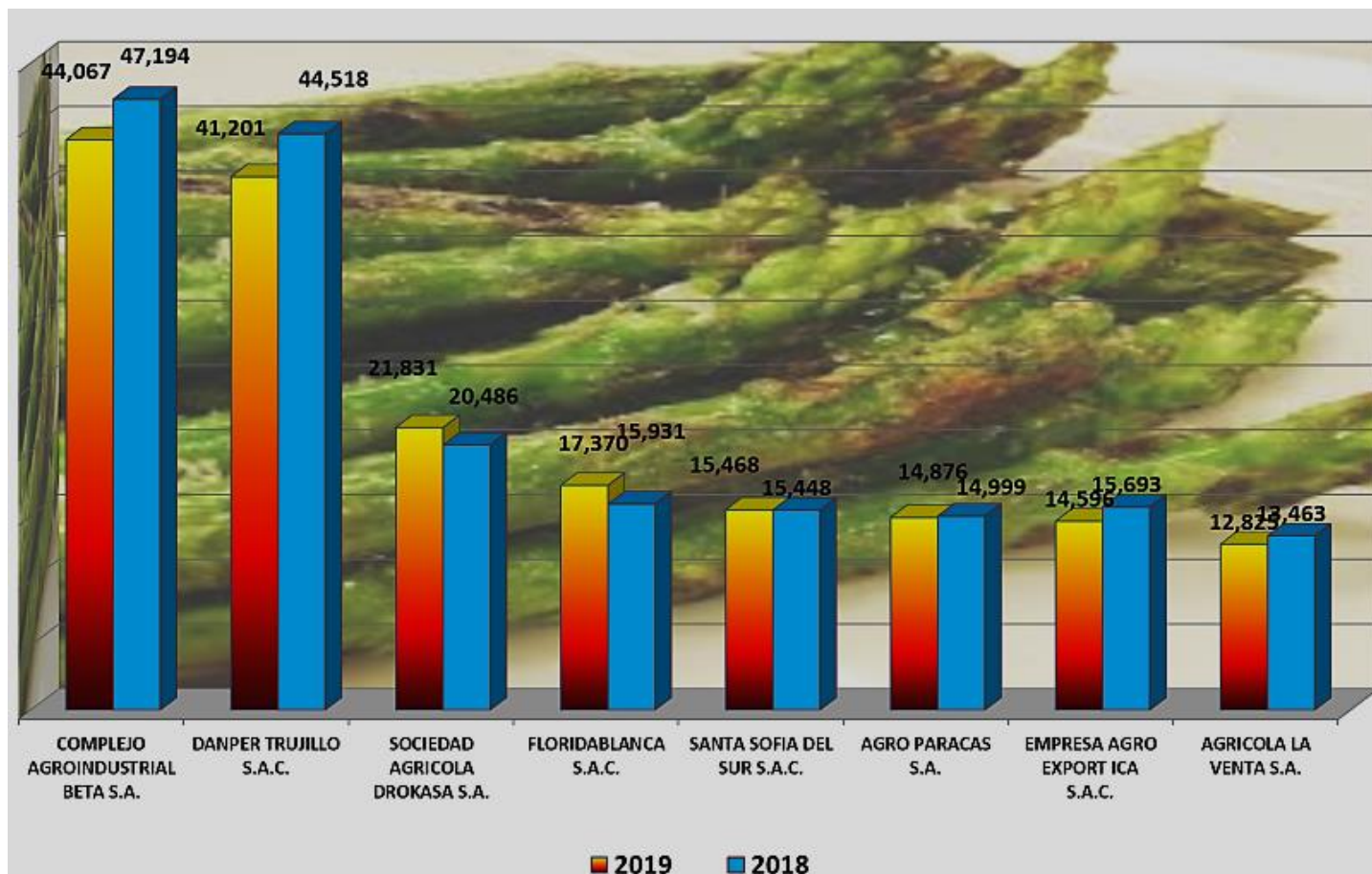


Figura 7. Exportación de espárragos frescos FOB (US\$ Miles) por empresas. Agro data Perú.



Figura 8. Importación de espárragos frescos FOB (US\$ Miles) por país. Agro data Perú

Por tanto, siguiendo la tendencia de crecimiento y con la perspectiva de sostenibilidad, se espera que el rubro perteneciente al sector Agrario aumente en la misma proporción de los últimos años, exigiendo con ello la expansión de la capacidad de procesamiento de las empresas nacionales; tal es el caso de la empresa Danper Trujillo S.A.C. con más de 25 años de experiencia exitosa en la agroindustria y 7,000 hectáreas cultivadas tanto en la costa norte y sur, como en la sierra central y sur del Perú.

DANPER, cuenta en la actualidad con 01 planta propia de procesamiento de espárrago fresco, la cual está dividida en dos áreas dependientes: Selección y Empaque; siendo la nave de empaque el lugar donde se enfocará el presente estudio, la cual cuenta con 2 líneas de procesamiento automático (2 máquinas empacadoras Strauss) y 2 líneas de procesamiento manual.

En la actualidad una de las deficiencias que presenta la planta, son los excesivos tiempos muertos, generados por los cambios propios del proceso, y por el deficiente orden en la línea de proceso. Así también tenemos reprocesos, los cuales son ocasionados por la deficiente capacitación del personal operario con respecto al proceso del empaque fresco.

Lo cual repercute directamente en los costos del proceso, y en el costo unitario por kilo de producto terminado.

1.1.3. Definiciones conceptuales

❖ Balance

El balance o balanceo de línea es una de las herramientas más importantes para la gestión de la producción, dado que de una línea de fabricación equilibrada depende la optimización de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso, variables tales como lo son los inventarios de producto en proceso, los tiempos de fabricación y las entregas parciales de producción.

El objetivo fundamental de un balanceo de línea corresponde a igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso. Establecer una línea de producción balanceada requiere de una juiciosa consecución de datos, aplicación teórica, movimiento de recursos e incluso inversiones económicas. Por ende, vale la pena considerar una serie de condiciones que limitan el alcance de un balanceo de línea, dado que no todo proceso justifica la aplicación de un estudio del equilibrio de los tiempos entre estaciones. Tales condiciones son:

- ✓ Cantidad: El volumen o cantidad de la producción debe ser suficiente para cubrir la preparación de una línea. Es decir, que debe considerarse el costo de preparación de la línea y el ahorro que ella tendría aplicado al volumen proyectado de la producción (teniendo en cuenta la duración que tendrá el proceso).
- ✓ Continuidad: Deben tomarse medidas de gestión que permitan asegurar un aprovisionamiento continuo de materiales, insumos, piezas y sub ensambles. Así como coordinar la estrategia de mantenimiento que minimice las fallas en los equipos involucrados en el proceso.

❖ **Distribución**

La distribución de los espárragos debe hacerse a temperaturas inferiores a 10°C. Es importante mantener la turgencia de los turiones, lo que se consigue manteniendo un nivel de humedad adecuado. El transporte debe hacerse a temperaturas bajas con una humedad relativa alta.

Durante la distribución de los espárragos la temperatura debe mantenerse por debajo de 10°C y la humedad relativa alta, sobre todo si los turiones no están protegidos por plástico. Si se exponen sobre un soporte húmedo se mantiene la turgencia más tiempo. El producto que está en reserva debe protegerse de la luz, y resulta indicado sumergir la base en agua.

El transporte de los espárragos debe hacerse a temperaturas entre 0 y 5°C, según la duración del viaje. En el caso de transportes marítimos, la temperatura óptima es de 2,2°C, con una humedad del 90 al 95% y un nivel de dióxido de carbono entre el 5 y el 10%.

❖ **Envasado**

Los espárragos pueden ir pre envasados formando manojos, en bandejas o a granel. En el primer caso se envasan en cajas de cartón o plástico de diferentes capacidades que van desde los 4 kg a los 16 kg usados en los Estados Unidos. Cuando se comercializan sueltos se usan cajas de madera, cartón o plástico de entre 5 kg y 6 kg de peso neto.

Como se indica en la norma de calidad, los espárragos pueden ir pre envasados formando manojos o sueltos. En el primer caso los turiones se disponen horizontalmente en los platós, de madera o cartón, separándose las filas de manojos con gomaespuma u otro material acolchante. Los ápices se orientan hacia el interior, para evitar el contacto con los lados del recipiente. Los envases usados varían de capacidad entre los 4 y los 6kg. En Estados Unidos se usan cajas de madera, con un contenido neto de 13,5 a 16,2kg; cajas de cartón, con 6,8 a 7,7kg y cajas de cartón con pesos que van de los 10,8 a los 11,3kg netos. Algunos países como Francia prefieren cajas de 4 kg a 5 kg de espárragos pre envasados en manojos de 500g. Suiza prefiere cajas de 5 kg a 6 kg, y Bélgica de 4 kg. Cuando se hacen envíos a granel, por ejemplo, en viajes transoceánicos, los espárragos se disponen verticalmente para evitar que el ápice se curve: En Chile y Uruguay se usan los siguientes envases:

- Cajas de cartón de 6kg de peso neto
- Cajas de plástico de 5,2kg de peso neto
- Cajas de madera con un contenido de 5,4kg netos
- Cajas de plástico corrugado de 5kg de peso neto

Cada vez más se encuentra en los supermercados los manojos con la base envuelta en papel impermeable, bandejas de polietileno expandido cubiertas con plástico estirable, etc.

❖ **Espárrago**

El espárrago es el brote de la planta esparraguera, que se cosecha inmaduro, antes de ramificarse y endurecerse. Según el manejo durante el cultivo se obtienen dos

tipos: blancos y verdes. Se adapta a numerosos platos y preparaciones, y se conserva muy bien enlatado o en tarros de cristal. Es un alimento que apenas aporta nutrientes al organismo.

○ **Variedades**

Las variedades de espárrago se clasifican fundamentalmente en función de su color. Existen variedades que se utilizan para obtener espárragos blancos, que se cultivan sin recibir luz directa, espárragos verdes y espárragos violetas. Las variedades tradicionales han sido sustituidas por otras más productivas o con mayores calibres.

Las variedades de espárrago se clasifican en función de diversos criterios. El más importante es la coloración de los brotes. Existen variedades que se cultivan para obtener espárragos blancos, que se obtienen formando caballones altos sobre la planta, para que los espárragos no reciban luz y no formen clorofila. También hay espárragos verdes y espárragos violetas.

Las variedades adaptadas para el cultivo del espárrago blanco proceden en general de selecciones de espárragos holandeses. La calidad de estas variedades se determina por diversas características, como la producción, calibre, fibrosidad y precocidad. Dentro de estas variedades se pueden distinguir las variedades tradicionales y las modernas cultivadas actualmente.

Las variedades tradicionales son las que se han cultivado durante muchos años en cada región, y están perfectamente adaptadas a cada clima. En España destacan el ‘Blanco de Navarra’, ‘Argenteuil’, y ‘Darbonne-4’. Entre las nuevas variedades introducidas en los últimos años están ‘Desto’, ‘Cito’ y ‘Larac’. Las variedades

utilizadas para cultivo de espárrago verde son diferentes de las anteriores. La cualidad principal de estas variedades es que las yemas del turión tarden mucho tiempo en desarrollarse, para evitar el espigado. Algunas de las variedades más conocidas son ‘Mary Washington’, ‘UC-157’ y ‘Plaverd’.

❖ **Fábrica**

Una fábrica es un lugar físico o virtual donde se produce sistemáticamente algún tipo de bien o servicio. El fin principal de una fábrica es producir o generar, según se mire.

En otras palabras, podemos decir que se puede tratar desde una planta industrial con una cadena de producción establecida. O, por otro lado, puede ser también una sala digital que alberga ideas o proyectos que desembocan en un producto final.

○ **Tipos de fábricas**

Según la actividad a la que se dedique una fábrica, pertenecerá uno o más de estos tipos:

✓ *Fábricas en función del sistema:* Las fábricas poseen por fuerza una forma de organización sistemática, las cuales pueden ser, a su vez, de los siguientes tipos:

- Carácter continuo. Es decir, de producción ininterrumpida durante las 24 horas del día.
- Carácter discontinuo. Si la producción está interrumpida por intervalos de descanso.

- Por pedido. Cuando depende de la demanda del bien por el cliente, se realiza un número de encargos.
 - ✓ *Fábricas pesadas*: Trata de convertir las materias brutas o primas en productos semiterminados o semiprosesados.
 - ✓ *Fábricas ligeras*: En este caso los productos semiterminados de las fábricas pesadas pasan a convertirse en productos finales o terminados.
- Como podemos ver una fábrica puede tener un sistema de carácter continuo, discontinuo o por pedido y a su vez ser de tipo ligera o pesada.

❖ Herramienta 5 S

Es una herramienta de gestión visual fundamental dentro de Lean Manufacturing, y utilizada habitualmente como punto de partida para introducir la mejora continua en la empresa. Su misión es optimizar el estado del entorno de trabajo, facilitar la labor de los empleados y potenciar su capacidad para la detección de problemas. Con su implementación conseguimos mejorar la productividad del proceso y aumentar la calidad.

Disponer de un puesto de trabajo ordenado, limpio y bien organizado, es clave para atajar las pérdidas de tiempo-desplazamientos innecesarios, reducir los defectos en piezas, ahorrar en mantenimiento y aumentar la seguridad. Ayuda a que el personal de planta esté motivado y trabaje en las mejores condiciones.

La metodología “cinco eses” fue desarrollada en Japón y cada una de las “S” hace referencia a una acción a realizar para implantar este método: Clasificación, Organización, Limpieza, Estandarizar y Seguir Mejorando.

Hay que tener en cuenta que esta es una actividad que depende de la participación de todo el personal de la empresa. Se debe concienciar a los diferentes empleados de que van a ser capaces de mejorar su ambiente de trabajo.

El primer paso es realizar un “taller 5S piloto”, en una parte de la planta donde se hallan detectado problemas organizativos y de orden. Esta iniciativa estará compuesta por un grupo reducido de personas (de 3 a 5), formado por el/los operarios implicados en el proceso, el responsable de mejora continua y otros mandos intermedios que pudieran contribuir.

Una vez designado este grupo, la implantación comienza por la primera “S” y avanza hasta completar la quinta mediante el siguiente proceso:

1° S – Clasificación (SEIRI)

Consiste en identificar y clasificar los materiales indispensables para la ejecución del proceso. El resto, se considerará material innecesario y por lo tanto se eliminará o separará. A partir de ese momento, se realizará un inventario estándar de cada puesto de trabajo.

De esta forma, el trabajador dispone de las herramientas que realmente necesita y ya no existirán otros elementos que puedan dificultar su trabajo.

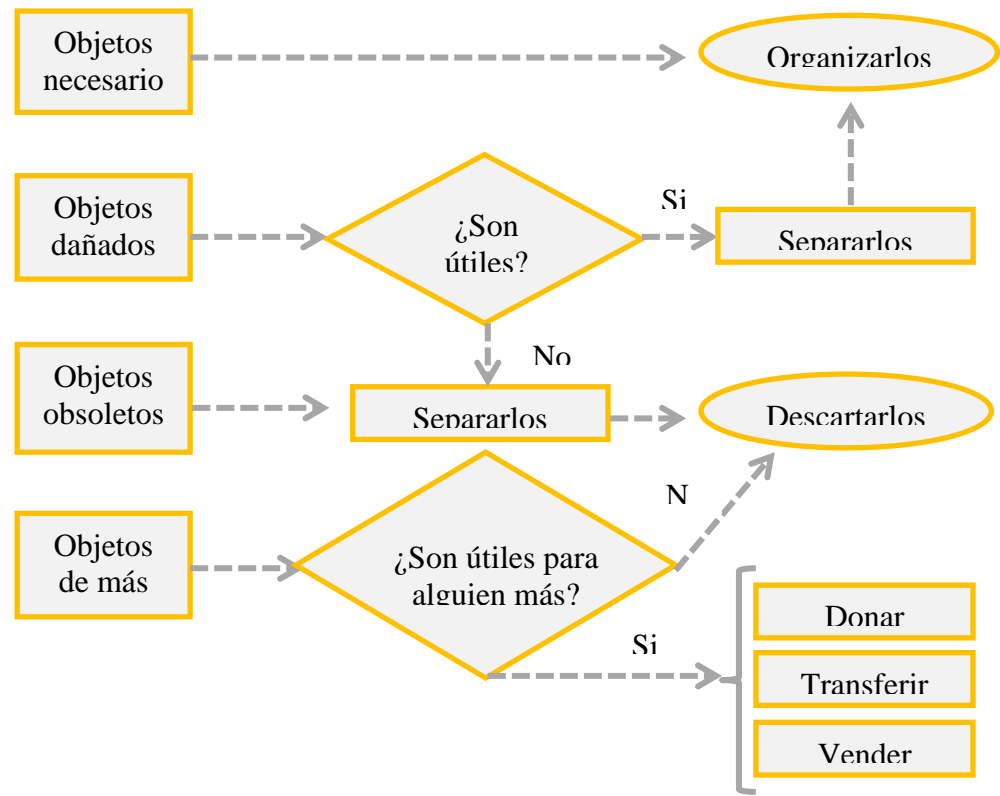


Figura 9. Diagrama de flujo para la clasificación. Luis Cuatrecasas A. (2011) Organización de la producción y dirección de operaciones.

2° S – Organización (SEITON)

En segundo lugar, se procede a ordenar los materiales indispensables, facilitando las tareas de encontrar, usar y reponer estos útiles.

Con ello se consigue eliminar tiempos no productivos asociados a la búsqueda de materiales y desplazamientos innecesarios. Se debe marcar la ubicación de cada material, componente o herramienta, para ello nos servimos de etiquetas, moldes, dibujos, señales, etc.

3° S – Limpieza (SEISO)

Es indispensable localizar y eliminar la suciedad del puesto de trabajo, así como su correcto mantenimiento. Disponer de un estándar adecuado de limpieza y organización repercute directamente en la motivación del personal, además de reducir en gran medida los accidentes y lesiones.

4° S – Estandarizar (SEIKETSU)

El proceso de estandarizar trata de distinguir fácilmente una situación “normal” de una “anormal”, es decir, el personal debe ser capaz de discernir cuando las tres eses anteriores se están aplicando correctamente y cuando no. Es imprescindible que todo el personal de planta disponga de la formación adecuada para identificar este tipo de situaciones. De esta forma, el personal se siente más valorado y aumenta su motivación. A su vez, los operarios son más polivalentes y son capaces de detectar pequeños fallos en su puesto, que a posteriori pudieran desencadenar problemas más graves.

5° S – Seguir mejorando (SHITSUKE)

Las 5S no tienen un fin definido. Es un ciclo que se repite continuamente y en el que se debe de disponer de una disciplina para mantener un puesto de trabajo ordenado y limpio. El éxito en la implantación de las 5S, genera un espacio de trabajo mucho más agradable, se reducen stocks, accidentes y se aumenta la productividad y satisfacción del personal de la empresa. Por ello la prioridad es mantener esta disciplina de una forma rigurosa y constante.



Figura 10. Situación para la implementación. Luis Cuatrecasas A. (2011) Organización de la producción y dirección de operaciones.

❖ Herramienta SMED

Herramienta de la Mejora continua que de forma metodológica busca reducir el tiempo de cambio de referencia en máquinas de entornos productivos.

SMED es el acrónimo en lengua inglesa de Single Minute Exchange of Die, que en español significa “cambio de matriz en menos de 10 minutos”.

El SMED nació de la necesidad de reducir el tamaño de los lotes que pasaban por las prensas de estampación, optimizando para ello el tiempo de cambio empleado en pasar de una matriz a otra.

Hoy en día el SMED se aplica a las preparaciones de toda clase de máquinas.

Para hablar sobre el SMED conviene tener claros una serie de conceptos:

- ✓ *Tiempo de cambio:* es el tiempo desde que se fabrica la última pieza del producto saliente hasta la primera pieza OK del producto entrante. Por tanto, durante el tiempo de cambio la máquina está parada.
- ✓ *Preparación:* operaciones necesarias para el cambio de referencia. Toda preparación es desperdicio (MUDA), ya que no aporta valor para el cliente.
- ✓ *Preparación interna:* operaciones de la preparación que sólo pueden realizarse con máquina parada.
- ✓ *Preparación externa:* operaciones de la preparación que pueden realizarse con la máquina en marcha.

¿Para qué sirve el SMED?

El SMED sirve para reducir el tiempo de cambio y para aumentar la fiabilidad del proceso de cambio, lo que reduce el riesgo de defectos y averías.

La reducción del tiempo de cambio de referencia puede aprovecharse de dos maneras:

- ✓ *Para incrementar el OEE y la Productividad.* Manteniendo tanto la frecuencia de cambio de las referencias como el tamaño de los lotes.
- ✓ *Para reducir el stock en proceso.* Incrementando la frecuencia de cambio de las referencias y reduciéndose el tamaño de los lotes.

Desde el punto de vista del Lean Manufacturing siempre interesará reducir los niveles de stock. El incremento del OEE y Productividad quedará vinculado a lo justa que vaya nuestra capacidad para satisfacer la demanda del cliente.

¿Cómo funciona el SMED?

En 1969 el padre del SMED, el Dr. Shigeo Shingo, definió sus fundamentos al conseguir reducir el tiempo de cambio de una prensa de 1000 toneladas de 4 horas a 3 minutos, de ahí surgió lo de “menos de 10 minutos”.

Aunque en la definición de SMED se hable de reducir los tiempos de preparación en menos de 10 minutos, esto no siempre será posible.

- **La realización del SMED sigue 7 pasos:**

- 1. Preparación Previa:**

- Esta etapa consta de dos partes:

- 1.1. Investigar:

- Conocer el producto, la operación, la máquina, la distribución en planta (layout), las instrucciones de la preparación existentes...

- Obtener datos históricos de los tiempos de preparación (estos datos serán sólo útiles si la situación en la que se tomaron es comparable a la de partida). Observar la preparación insitu.

1.2. Crear un equipo:

Se trata de constituir un equipo, darle la formación necesaria sobre los fundamentos del SMED y darle a su vez los medios necesarios para poder realizarlo.

Sobre el equipo deberá estar constituido por:

- ✓ Persona/s con experiencia en la preparación.
- ✓ Persona/s con capacidad para hacer modificaciones técnicas.
- ✓ Persona/s con capacidad para hacer modificaciones organizativas.

Sobre los medios:

- ✓ Videocámara con baterías y tarjetas de memoria suficientes.
- ✓ Plano de la distribución en planta con un tamaño que permita ser manejado.
- ✓ Papel y lápiz.
- ✓ Calculadora.
- ✓ Un lugar de reunión para analizar en equipo todos los datos y que permita poder visualizar las grabaciones.

2. Analizar la actividad sobre la que va a centrar el taller SMED

Se trata de filmar en detalle todas y cada una de las actividades que se realizan durante el proceso de cambio de referencia. En el caso de que intervengan en él varias personas todas deberán ser grabadas. El inicio de la grabación se dará tras el fin de fabricación de la última pieza de la referencia saliente y el final de grabación se dará con el inicio de fabricación de la primera pieza OK de la referencia entrante.

Si la máquina no extrae una pieza OK se considera que seguimos dentro de la preparación y en estos casos, la comprobación de la calidad de la primera pieza fabricada puede ser considerada como la última operación de la preparación.

Una vez realizadas las grabaciones y ya en una sala, el equipo del taller SMED usará las grabaciones para detallar todas las actividades de las que consta el proceso de cambio de referencia, indicando a su vez su duración. De esta forma se obtiene el tiempo de ciclo estándar del proceso.

3. Separar lo interno de lo externo

En esta fase todos los miembros del equipo van repasando todas y cada una de las anteriores actividades para identificar aquellas que pueden ser externas. En este punto conviene recordar lo indicado al inicio de este post. Una actividad externa es aquella que se puede realizar con la máquina en marcha y por tanto su tiempo de ejecución no afecta al tiempo de ciclo total del proceso.

De ahí la importancia de convertir cuantas más actividades se puedan del proceso de cambio de referencia en externas.

4. Organizar las actividades externas

Como las actividades externas se pueden hacer con la máquina en marcha, en esta etapa el equipo debe de hacer un ejercicio de planificación con el objeto de que todas las actividades externas estén preparadas en el momento vaya a comenzar el proceso de cambio de referencia.

El resultado de esta etapa suele ser una CHECK-LIST a realizar en la zona donde se está haciendo el taller SMED. Algunas de las consideraciones que suele recoger esta lista:

¿Qué preparaciones necesitan ser hechas de antemano?; ¿qué herramientas y piezas necesitan estar a mano de los operarios que hacen el cambio?; ¿dónde deben colocarse las herramientas y piezas?; ¿están las herramientas y piezas en buenas condiciones?; ¿dónde deben colocarse el elemento (útil, matriz, etc) después de desmontarse?; ¿Cómo serán transportadas las herramientas y piezas?, etc.

5. Convertir lo interno en externo

Para cada una de las actividades que se han decidido convertir en externas el equipo debe definir el PLAN DE ACCIÓN a seguir para lograr esa conversión. De esta forma para cada actividad se debe indicar que se va hacer, quien lo va hacer y cuando debe tenerlo terminado.

6. Reducir los tiempos de las actividades internas

En esta fase el equipo debe de plantear ideas de mejora para reducir los tiempos de ejecución de las actividades internas. Una vez que se ha definido una idea de mejora y esta ha sido aceptada por todos, el equipo debe definir el PLAN DE ACCIÓN a seguir para implementar esa idea de mejora.

De nuevo: que se va hacer, quien lo va hacer y cuando debe tenerlo terminado.

7. Realizar el Seguimiento

Una vez terminado el taller SMED por primera vez es vital realizar el seguimiento para ver si el nuevo estándar definido sufre desviaciones y en caso de que así sea, poder tomar acciones correctoras. De esta forma el seguimiento que se suele hacer se apoya en 2 soportes:

Registrar todas las incidencias que se han dado durante la semana. Sobre la Check-list se puede hacer.

Registrar todos los tiempos de cambio que se dan durante la semana para luego, en una gráfica, representar los valores máximo, mínimo y medio de cada semana. La evolución de los datos desvela las desviaciones.

❖ **Lean Manufacturing**

El Lean Manufacturing, o también llamado Lean Production, es un método de organización del trabajo que se centra en la continua mejora y optimización del sistema de producción mediante la eliminación de desperdicios y actividades que no suman ningún tipo de valor al proceso.

Su objetivo fundamental es el de minimizar las pérdidas que se producen en cualquier proceso de fabricación, y en utilizar solo aquellos recursos que sean imprescindibles. Así, eliminando el despilfarro se mejora la calidad y se reducen el tiempo de fabricación y los costes.

○ **Origen del Lean Manufacturing**

Gran parte de los pilares fundamentales del Lean Manufacturing encuentran su origen a principios del siglo XX en Estados Unidos, donde F.W. Taylor y Henry Ford, padres del automóvil moderno y de las primeras líneas de fabricación industrial, introdujeron algunas técnicas para optimizar sus propios procesos de producción en serie.

No obstante, estos primeros esfuerzos de Taylor y Ford, fueron llevados a un grado de excelencia y sofisticación paradigmáticos por los japoneses a lo largo de todo el siglo XX.

Una de las figuras más relevantes de esta cultura de fabricación, la encontramos en Sakichi Toyoda, que junto a su hijo Kiichiro fundarían en 1937 la Toyota Motor Company.

El germen de lo que ha terminado siendo el Lean Manufacturing y el Toyota Production System lo encontramos en los exitosos telares inventados por Sakichi Toyoda, quien incorporó a sus máquinas un dispositivo, al que llamó Jidoka, capaz de detectar incidencias y problemas de calidad en la confección, a través del cual se avisaba con una alerta en tiempo real a los operarios cuando se rompía un hilo.

Así, este sistema de detección de errores paraba la máquina cuando algo no marchaba según lo previsto y evitaba producciones defectuosas, evitando pérdidas de tiempo y dinero. Los telares de Toyoda Automatic Loom se vendieron por miles, y el dinero obtenido por sus ventas fue el que generó el capital necesario para que Sakichii y Kiichiro crearan la empresa de automoción que hoy conocemos como Toyota. (Aunque no es muy conocido, Toyota sigue hoy presente en el negocio textil, en la fabricación de telares automáticos y máquinas de coser eléctricas).

El afán de los fundadores de Toyota por realizar producciones que evitaran en lo posible cualquier desperdicio encuentra, por tanto, su origen en las máquinas ideadas por Sakichii, pero indudablemente se vio también espoleado por la coyuntura social y política derivada de la segunda guerra mundial, en la que Japón, en plena recesión, tuvo que aprender a hacer más con menos y ser eficientes y productivos al extremo.

Al afán de su padre por evitar producciones defectuosas, Kiichiro Toyoda sumó sus estudios de ingeniería y sus visitas a los principales centros de fabricación de automóviles de Estados Unidos y Europa, para dar lugar a la peculiar y eficiente

manera de producir de Toyota cuyos principios conforman lo que hoy conocemos como Lean Manufacturing.

○ **Evolución del Lean Manufacturing**

Los Toyoda querían lograr, y lo consiguieron, una situación de producción en la que máquinas, instalaciones y personas trabajaran en plena armonía y sincronización con el objetivo de cumplir con la fabricación sin generar desperdicios, eliminando cualquier despilfarro entre las diferentes operaciones del proceso.

Desde su fundación en 1933 hasta hoy, Toyota ha pasado por diferentes fases, pero siempre con el espíritu fundacional de realizar producciones sin despilfarros.

En 1948 Kiichiro cedió el testigo en la dirección de Toyota a su sobrino Eiji Toyoda, que logró situar a la compañía al frente del sector de la automoción en todo el mundo, incorporando nuevos conceptos revolucionarios para su época como la producción Just-in-Time (JIT), de la mano de ingenieros como Taiichi Ohno, o el Total Production Maintenance (TPM) y su Overall Equipment Effectiveness (OEE), de la mano de otro ingeniero histórico como fue Seiichi Nakajima.

La suma de todas estas innovaciones al proceso de fabricación, hizo que, en el entorno de 1973, la diferencia entre su manera de trabajar y la del resto mostrara una evidencia imposible de obviar: prácticamente la totalidad de las empresas industriales japonesas entraban en pérdidas y ellos, por el contrario, lograban mantenerse y crecer. Este hecho llevó al Gobierno japonés a fomentar el modelo de Toyota, y a promover que se implantase en otras empresas, dando lugar a la ventaja competitiva de la industria japonesa del último cuarto de siglo XX.

El éxito de este modelo japonés no llegaría a Occidente hasta los años 90 de la mano del libro de Wornak, Jones y Roos titulado, ‘The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production, Toyota’s Secret Weapon in the Global Car Wars that is now Revolutionizing World Industry’. En él los autores explican las características de un nuevo sistema de producción que combina con maestría eficiencia, flexibilidad y calidad, y hablan por primera vez del concepto de Lean Manufacturing.

❖ **Post cosecha**

En el caso del espárrago es imprescindible pre enfriarlo previamente a su conservación. La temperatura se debe llevar lo más próxima a 0 °C. El periodo de conservación de los turiones es bajo, como mucho de 15 - 20 días, a una temperatura entre 0 y 2°C con una humedad cercana al 100%. Si se usan atmósferas modificadas, con un nivel de dióxido de carbono entre el 5y el 14% se pueden conservar hasta un mes. Las atmósferas controladas se usan para transporte marítimo.

El espárrago es un producto con una alta tasa de respiración, por lo que es imprescindible pre enfriarlo lo antes posible. Esta operación puede realizarse antes o después del envasado. La temperatura debe llevarse a menos de 4°C, y lo más cercana posible a 0°C. Los métodos que se pueden usar son la refrigeración por agua fría, el enfriamiento por vacío y el enfriamiento por aire húmedo, aunque el mejor es el primero, ya que permite bajar la temperatura en 10-15 minutos.

Cuando los turiones están destinados a mercados lejanos, es conveniente sumergir la superficie cortada de los espárragos en una solución de hipoclorito de calcio, lo que permite controlar las infecciones bacterianas.

Los espárragos se pueden conservar cortos periodos de tiempo, e incluso en el mejor de los casos el consumo ha de realizarse preferentemente dentro de la semana siguiente a la recolección. Si se conservan a temperaturas entre 0 y 2°C con una humedad cercana al 100% los turiones se pueden conservar hasta 15-20 días. Para almacenamientos mayores de 20 días es conveniente subir la temperatura a 2-3°C, ya que las temperaturas cercanas a 0°C pueden causar daños al producto si se mantienen demasiado tiempo. No se deben conservar los turiones junto con especies productoras de etileno, ya que este gas acelera el endurecimiento de los espárragos.

Si se usan atmósferas modificadas, los espárragos pueden conservarse hasta un mes o, en almacenamientos cortos, mejorar la calidad. Las condiciones recomendadas son mantener el dióxido de carbono al 10-14% para temperaturas entre 0 y 3°C, o al 5-9% para temperaturas entre 3 y 6°C. El oxígeno no debe modificarse. Mediante el uso de estas modificaciones se puede reducir la incidencia de podredumbres causadas por hongos y bacterias.

Si se usan recubrimientos de plástico no perforado, hay que seleccionar adecuadamente el tiempo de exposición, el tipo de plástico y el manejo del ambiente, ya que en caso contrario se crean atmósferas no adecuadas para la conservación de los turiones.

○ **Problemas de post recolección.**

Los espárragos pueden sufrir modificaciones que reducen su calidad durante la conservación, como el aumento de la fibrosidad, marchitamiento, curvaturas, pérdida del sabor y el aroma y cambios en su composición. También pueden verse afectados por diversos microorganismos, como la bacteria *Erwinia carotovora* o los hongos *Fusarium moniliforme*, *Penicillium hirsutum* y *Botrytis cinerea*. El espárrago es una especie con una elevada tasa respiratoria, lo que implica que sólo se puede conservar por cortos periodos de tiempo, ya que se producen modificaciones rápidas que reducen marcadamente su calidad. También pueden padecer enfermedades parasitarias.

❖ **Producción, procesos y operaciones.**

La producción se lleva a cabo por medio de la ejecución de un conjunto de operaciones integradas en procesos. Por este motivo a la dirección de la producción se la denomina en muchas ocasiones, dirección de operaciones; es corriente referirse a las operaciones como a la actividad propia de la producción.

Dado que en la producción pueden obtenerse bienes o servicios, la actividad de la empresa no se trata exclusivamente de una <<producción técnica>> en la que se <<fabrica>> un bien físico, sino que la producción es, básicamente, una actividad económica. Ello constituiría, evidentemente un caso genuino de producción, pero en absoluto el único tipo de producción posible. Cualquier actividad que proporcione un valor, susceptible de cubrir necesidades manifestadas por los posibles consumidores, se considera actividad de producir y, por tanto, justifica la existencia misma de la empresa.

La producción se lleva a cabo en un sistema productivo. Los elementos que componen un sistema productivo, como puede apreciarse en la figura N°01, son:

- ✓ Los materiales y productos adquiridos para llevar a cabo la producción.
- ✓ Un conjunto de medios humanos y materiales con los que se podrá disponer de
- ✓ Los factores o inputs de la producción, elementos con cuya aportación, puede llevarse a cabo la actividad productiva.
- ✓ El proceso de producción, elemento central del proceso productivo, constituido por un conjunto de actividades coordinadas que suponen la ejecución <<física>> de la producción.

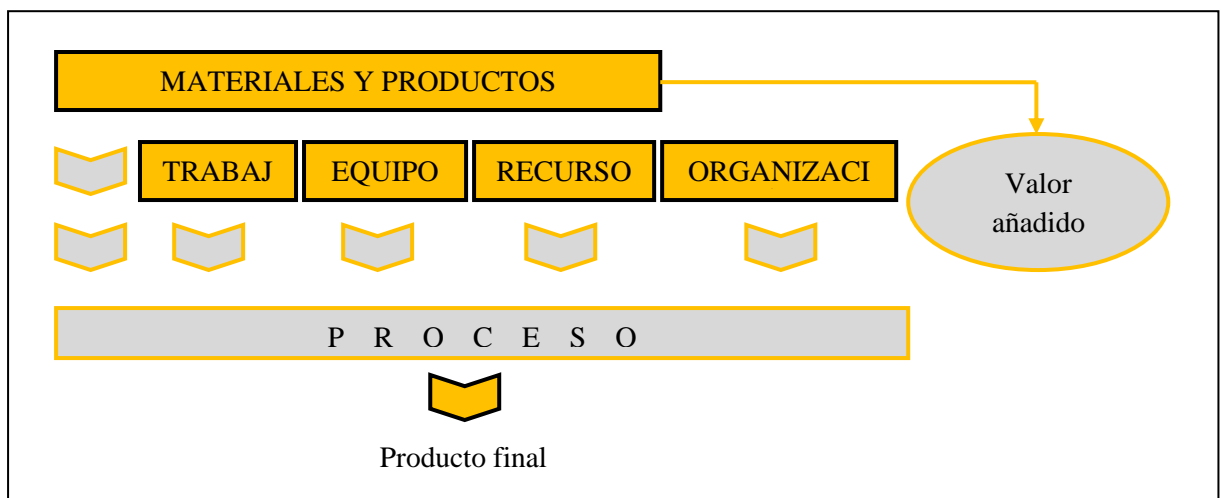


Figura 11. Elementos de un sistema productivo. Luis Cuatrecasas A. (2011) Organización de la producción y dirección de operaciones.

De dicho proceso se obtendrá el producto objeto de la producción, sea bien o servicio, el cual deberá satisfacer al máximo las necesidades de los consumidores.

Si el proceso es el elemento central de la producción y el producto el resultado de la misma, el objetivo final de la citada producción es su valor añadido, como resultado

de la diferencia entre el valor final del producto obtenido y el valor inicial del conjunto de materiales y productos introducidos ya elaborados en el proceso. El valor final lo determina el consumidor a través del precio de venta que paga por el producto; por el contrario, el valor inicial de los recursos consumidos en la producción, está en manos de los responsables del sistema productivo, que en realidad actúan como consumidores (compran materiales, contratan personas, adquieren equipamientos, etc.). La mejora de valor añadido, objetivo principal de la producción, se obtendrá pues, por aumento del valor final o reducción de la inicial. La producción de cualquier bien o servicio se halla normalmente encadenado a través de la producción de otros, a través de la llamada cadena de valor (Figura N°002). En ella, cada producto es el resultado de unos medios, unos factores y un proceso, tal y como hemos expuesto, pero el producto resultante de un proceso es un input o factor del proceso de otro.

El objetivo de la empresa, es decir su <<producto>>, puede ser abordar determinado(s) eslabón(es) de la citada cadena de valor, o incluso todos ellos.

La estrategia prioritaria de toda empresa será lograr que el excedente obtenido a través del valor añadido sea óptimo. Para conseguirlo, por una parte, se deberá minimizar el consumo de recursos en medio, factores y en el propio proceso, y por tanto deberá minimizarse el coste de dicho proceso productivo, lo que llevara a la maximización de la productividad del sistema productivo; por otra parte, se tratara de hacer máximo el valor del producto obtenido, haciendo que el grado de satisfacción del consumidor sea lo más elevado posible y por tanto, pague un precio lo más elevado posible por el producto. Cuatrecasas (2011).

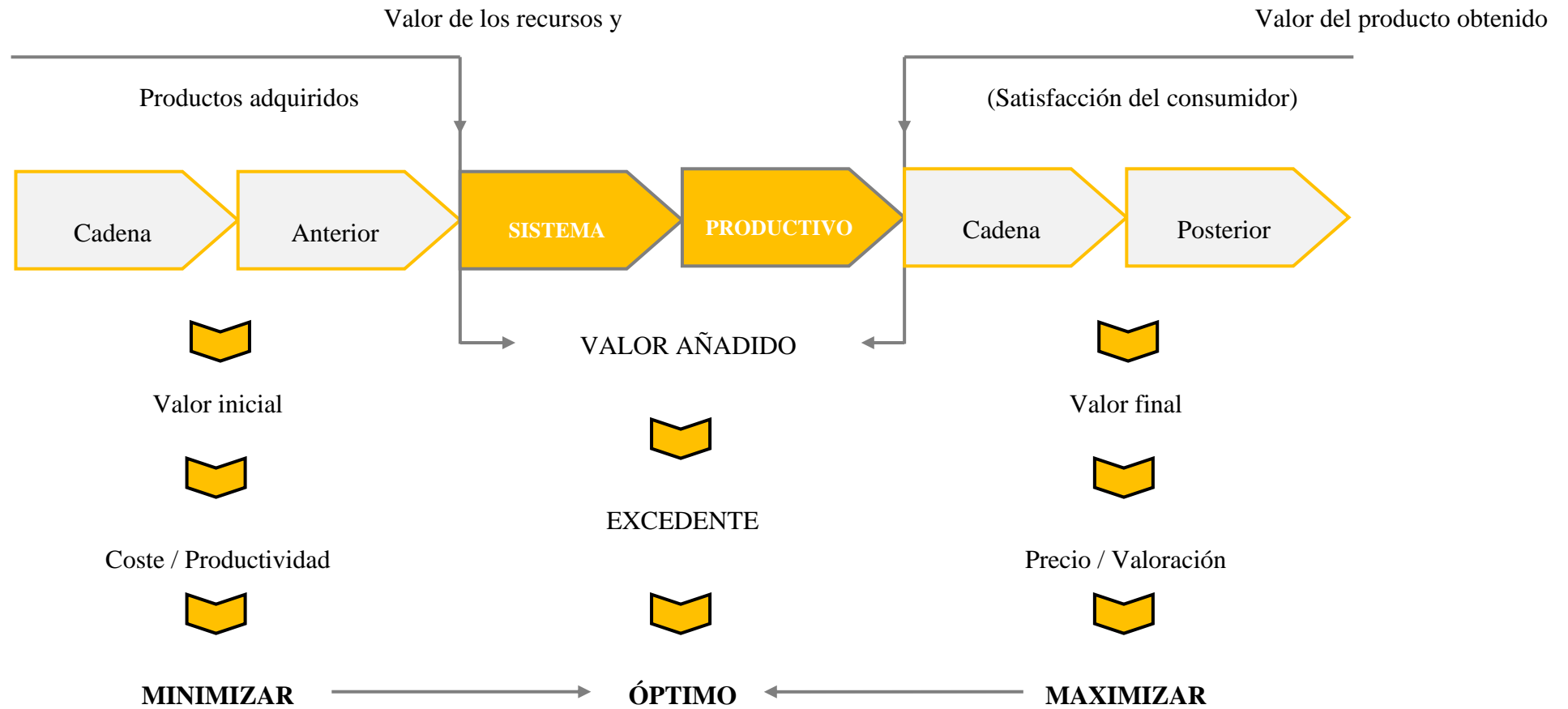


Figura 12. Cadena de valor y su optimización. Luis Cuatrecasas A. (2011) Organización de la producción y dirección de operaciones.

❖ **Productividad**

Se define como la relación entre la actividad productiva y los medios que son necesarios para conseguirlo. Siendo estos medios del tipo tecnológicos, humanos o de infraestructuras. También puede ser entendida como la producción obtenida por un sistema productivo usando determinados recursos para este fin.

La productividad debería ser percibida sobre todo como un indicador de eficiencia que sirve para relacionar la cantidad de recursos empleados con la cantidad de producción obtenida.

También hay que tomar en cuenta que la productividad posee una relación directa con la mejora continua de los sistemas de gestión de la calidad. Es gracias a estos sistemas que es posible prevenir los defectos de calidad de un producto y además mejorar los estándares de calidad de una empresa en general. Todo ello sin la necesidad de llegar al usuario al final.

Hay mucho que explorar sobre este concepto en realidad, puesto que existen diversos tipos y factores que influyen sobre esta. Por eso, a continuación, conocerás más a fondo el significado de este concepto.

○ **Factores de impacto en la productividad**

Existen una serie de factores de influencia o impacto que deben ser conocidos para entender el concepto completo. Estos son:

- ✓ *Factores externos*: hace referencia a todos aquellos aspectos que no dependen de la empresa, es decir, que están fuera de su control. Entre estos factores

destacan las legislaciones gubernamentales o las diferentes normativas, la competencia o la demanda potencial.

- ✓ *Factores internos:* son todos aquellos factores que sí dependen de la empresa. Comprende aspectos en los que la compañía tiene influencia como los procesos de fabricación, la calidad del producto o servicio, los circuitos de producción y su organización, cuestiones administrativas, gestión de recursos humanos, entre otros.
- ✓ *La gestión del talento:* además de los factores externos e internos, la misma se ve afectada o beneficiada directamente por los trabajadores. El activo más importante de compañía es su capital humano, ya que si este no está satisfecho ni motivado se evidencia un impacto directo en la productividad de la organización.

○ **Tipos de productividad**

Cuando se habla de la gestión de la productividad se suele pensar solo en procesos. Pero este es un error, dado que este concepto va más allá de este aspecto. En realidad, la productividad de procesos es solo uno de los tantos tipos que existen. Estos son algunos de los más importantes.

A nivel económico, podemos destacar:

- ✓ *Productividad laboral:* Se refiere al aumento o disminución del rendimiento de una producción basado en el tiempo invertido por trabajador para obtener un producto final.
- ✓ *Productividad parcial:* Cociente entre el nivel de producción alcanzado y los factores consumidos para conseguirlo en un periodo de tiempo.

- ✓ *Productividad marginal*: También se le conoce como Producto Marginal en la Teoría Microeconómica. Se trata de la cantidad adicional producida al añadir al añadir una unidad adicional de un factor productivo, dejando constante el resto de los factores.
- ✓ *Productividad total de los factores (PTF)*: Es una medida de cálculo a nivel macroeconómico que mide el efecto de las economías de escala en la economía a nivel agregado. Dicho de otra forma, cómo crece la producción total al aumentar cada factor productivo en una unidad. Se mide calculando la diferencia entre la tasa de crecimiento de la producción de una economía y el incremento ponderado del trabajo, capital y el resto de los factores productivos. Puedes encontrar información más detallada en Wikipedia.

A nivel empresarial, podemos destacar:

- ✓ *Productividad de procesos*: implica dar el uso correcto a los diferentes recursos que se tienen en la organización como los tecnológicos, físicos, las herramientas de gestión y el talento humano. Al gestionar de forma conjunta estos aspectos la empresa puede alcanzar altos niveles de calidad en su producción, conseguir un excelente servicio al cliente y agregar valor a la organización.
- ✓ *Productividad del marketing*: este es uno de los sectores más importantes para la empresa moderna. Vivimos en una economía globalizada en la que es esencial generar buenas estrategias comerciales que permitan a las empresas llegar a nuevos mercados. De esta manera pueden aumentar su base de clientes para luego fidelizarlos. Recuerda que los clientes son la base de todo negocio.

- ✓ *Productividad en la innovación:* con la amplia competencia que existe hoy día, es necesario apostar por la innovación. Esta debe ser percibida en las empresas como algo nuevo y rentable y debe basarse en acciones como monitorización del entorno, el benchmarking (comparación entre empresas), conocimiento de la evolución de las tendencias y estar al tanto de las nuevas tecnologías.
- ✓ *Productividad del conocimiento:* para seguir siendo competitiva, el talento humano de una empresa debe contar con conocimientos precisos y sobre todo actualizados del área donde se desenvuelva. Esto implica conocimiento sobre temas relacionados con herramientas, tecnologías, procesos de organización, entre otros.

○ **Importancia de la productividad**

La productividad es la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. Tomando en cuenta esto ¿dónde reside su importancia realmente?

El objetivo de mejorar los estándares de eficiencia es el de ahorrar recursos durante el proceso productivo, para que puedan ser reasignados a otras tareas o, simplemente se conviertan en un beneficio para la empresa. El único camino que un negocio puede seguir para crecer y expandirse de forma sostenible, incrementar su rentabilidad y competitividad, es aumentando su productividad.

Es por ello, que la clave para alcanzar esta meta estará siempre enfocada en los instrumentos necesarios para lograr esto, los cuales son la mejora de los métodos, la eliminación de actividades superfluas, un sistema adecuado de retribuciones, mejora en la comunicación entre departamentos.

○ **¿Qué es la productividad en la empresa?**

Mejorar la productividad empresarial es una labor de una importancia destacada y que debe ser llevada a cabo a diario. Pero ¿qué es la productividad empresarial? Si se tiene que la productividad es la relación entre una actividad productiva y aquellos medios necesarios para esta producción, este término aplicado a la empresa corresponde al resultado de las acciones que son realizadas para alcanzar objetivos en una empresa.

Pero estos objetivos deben ser alcanzados en un buen ambiente laboral, así como teniendo en cuenta la relación entre los recursos que invierten para el alcance de los objetivos y el resultado de estos. No hay que olvidar que el aumento de la productividad es la solución empresarial con más relevancia para la obtención del crecimiento y las ganancias.

La clave para mejorarla, está en la aplicación de una buena gestión empresarial; aquella que es capaz de englobar un conjunto de técnicas aplicables al conjunto de una empresa enfocadas a trabajar de una forma más eficiente. Su gran objetivo debe mejorar sus índices de productividad, la sostenibilidad y la competitividad, para garantizar la viabilidad de dicha empresa.

Así mismo, es importante saber que la productividad es un indicador crucial que se pasa por alto en muchas ocasiones y que necesita ser medida de una manera objetiva y rigurosa. Algo que representa un grave error de por sí.

Por tanto, no se exagera al afirmar que todas las empresas están en la responsabilidad de conocer con exactitud cómo es su productividad, en qué está

basada esta y en qué se está fallando. Porque con la productividad se está enfrentando a un indicador, igual o más importante que el rendimiento económico de la compañía.

○ ¿Qué es la productividad en la economía?

La productividad en la economía es la cantidad de producción de una unidad de producto o servicio de insumo por cada factor que sea empleado por unidad de tiempo. Una de las formas más visibles de incrementar la productividad de una empresa, es que el empresario invierta en una unidad de capital para hacer que el trabajo sea más eficiente.

Con esto se mantendrá el mismo nivel de empleo o incluso se podría reducir. Pero esta forma de productividad es ampliamente criticada por los trabajadores, quienes creen que sus puestos de trabajo son puestos en peligro. Es cierto que existen empresarios que buscan esto, es decir, más producción y menos trabajadores, pero también hay que destacar que la productividad va mucho más allá que tener una máquina más en tu lugar de trabajo. Existen factores que determinan esto:

- ✓ La calidad y los recursos naturales en la producción de productos que necesitan estos recursos.
- ✓ La estructura que tenga la industria y los cambios de los sectores.
- ✓ El nivel de capital.
- ✓ La calidad de sus recursos.
- ✓ Su entorno macroeconómico y su entorno microeconómico.

○ **Diferencia entre producción y productividad**

Las diferencias básicas entre la producción y la productividad son:

La productividad es un indicador de la eficiencia del sistema productivo que tiene en cuenta el tiempo como factor fundamental para su cálculo.

La producción consiste en un proceso en donde los factores de producción son empleados para la fabricación de bienes y servicios.

○ **¿Es lo mismo la productividad que la eficiencia?**

La verdad es que los términos eficiencia, eficacia y productividad son muy empleados en la actividad diaria. Y aunque se relacionan unos con otros, sus definiciones son diferentes.

Se tiene por una parte que la productividad es la relación producto-insumo en un periodo de tiempo y con el correcto control de calidad. Mientras que se tiene por otra parte que la eficiencia es el logro de las metas con la menor cantidad de recursos posibles.

○ **Relación entre productividad y crecimiento**

Ambos términos tienen una importante relación, y es que el crecimiento económico tiene lugar cuando las personas son capaces de tomar los recursos existentes y reasignarlos para que generen más valor.

Y cuando se desea aumentar la productividad, el objetivo es hacer más eficiente la forma en la que los recursos son organizados. Todo ello con la intención de producir más y mejor, en pocas palabras, impulsar el crecimiento.

Si bien es posible mejorarla con el empleo adecuado de las herramientas que ya se tienen a disposición, son las nuevas ideas las responsables del crecimiento de forma sostenida de una empresa.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la aplicación de herramientas de ingeniería en los costos operacionales del área de empaque de espárrago fresco en la empresa Danper Trujillo S.A.C.?

1.3. Objetivos

1.3.3. Objetivo general

Determinar el impacto en los costos operacionales del área de empaque de espárrago fresco de la empresa Danper Trujillo S.A.C. mediante la propuesta de aplicación de herramientas de ingeniería.

1.3.4. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual del área de empaque.
- Identificar los problemas existentes en el área de empaque.
- Determinar los métodos de ingeniería a emplear.
- Proponer los métodos de ingeniería a emplear.
- Realizar una evaluación económica del impacto.

1.4. Hipótesis

1.4.3. Hipótesis general

La aplicación de herramientas de ingeniería reduce los costos operacionales del área de empaque de espárrago fresco de la empresa Danper Trujillo S.A.C.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

- Según el propósito: Aplicada

En este tipo de investigación el objetivo es encontrar estrategias que puedan ser empleadas en el abordaje de un problema específico. La investigación aplicada se nutre de la teoría para generar conocimiento práctico, y su uso es muy común en ramas del conocimiento como la ingeniería o la medicina.

En nuestro caso aplicaremos métodos de ingeniería, de tal forma que podamos medir el impacto (costos) positivo o negativo en la operación de empaque de espárrago fresco.

- Según el grado de manipulación de variables: Cuasi Experimental

Controla solo algunas variables del fenómeno a estudiar, por ello no llega a ser totalmente experimental. En este caso, los grupos de estudio y control no pueden ser elegidos al azar, sino que se eligen de grupos o poblaciones ya existentes.

En nuestro caso mediremos la variable costo con lo cual determinaremos si efectivamente la aplicación de la herramienta SMED y 5'S genera un impacto positivo en el proceso de empaque de espárrago fresco.

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

2.2.1. Sujetos

- *Población*

Todas las personas que conforman el área de producción (empaque) de espárrago fresco de la empresa Danper Trujillo S.A.C.

- *Muestra*

Personal del área de empaque automatizado (Máquinas Strauss) de espárrago fresco de la empresa Danper Trujillo S.A.C.

2.2.2. Métodos

La presente tesis, trata de una propuesta de mejora teniendo como base el uso de herramientas de Ingeniería Industrial. A continuación, se presentarán de manera precisa los entregables de la investigación.

Diagnóstico

En esta parte se determinan y analizan las causas raíces que ocasiona un incremento de los costos y una reducción del rendimiento. Para el desarrollo de la presente tesis, se aplicaron las siguientes herramientas diagnósticas:

- Diagrama de Ishikawa.
- Encuestas.
- Matriz de indicadores.

Desarrollo de la propuesta

En esta etapa se desarrollaron las metodologías, herramientas y técnicas de mejora de Ingeniería Industrial propuestas para determinar un beneficio económico e incrementar el rendimiento del proceso de empaque automatizado de espárrago fresco.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Técnicas de Obtención de datos

Se aplicarán las técnicas de obtención de datos mencionadas en el siguiente diagrama:

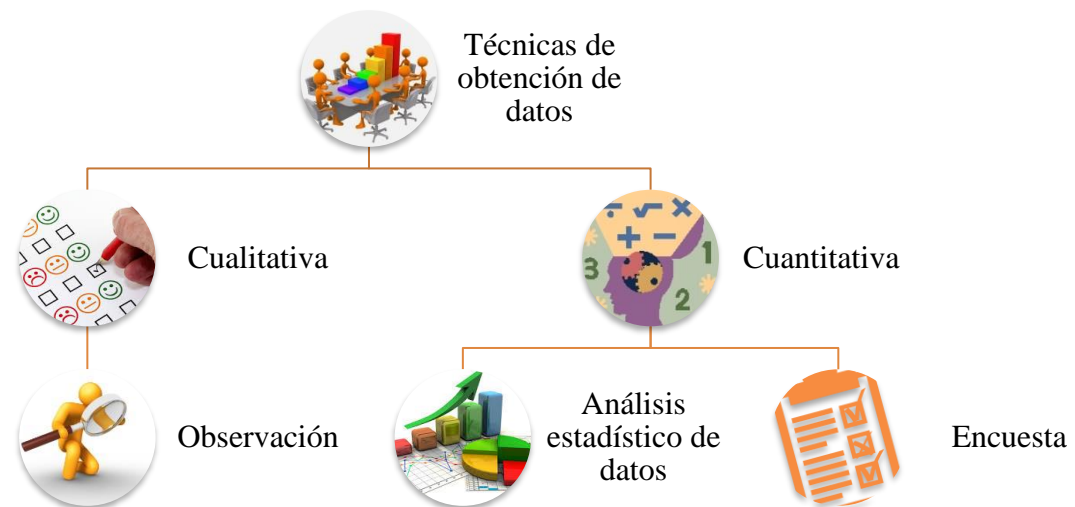


Figura 13. Técnicas de obtención de Datos.

Fuente: Elaboración propia

- **Observación:** Se observó el proceso de empaque en máquinas Strauss (automatizado) de espárrago fresco.
- **Encuesta:** Se encuestó al personal que conforma la línea de empaque automatizado de espárrago fresco.
- **Análisis estadístico:** Se recopilará datos históricos de los volúmenes de producción durante el año 2018 y los costos de producción en el mismo intervalo de tiempo.

2.3.2. Técnicas de Análisis e interpretación de los datos

- **Cuadros estadísticos:** Se procesó la información recopilada de forma cuantitativa.

2.3.3. Instrumentos

- **Cronómetro**

Reloj de gran precisión que permite medir intervalos de tiempo muy pequeños, hasta fracciones de segundo. En nuestra investigación nos permitió poder medir los tiempos en cada operación de tal forma que podamos plantear mejoras y minimizar los tiempos muertos (SMED)

- **Encuestas**

Es una herramienta que se aplica ante la necesidad de probar una hipótesis o descubrir una solución a un problema, e identificar e interpretar, de la manera más metódica posible, un conjunto de testimonios que puedan cumplir con el propósito establecido. En nuestra investigación nos permitió poder identificar las causas raíz las cual impactan negativamente en la optimización del proceso.

- **Check List**

Es una herramienta de ayuda en el trabajo que se diseña para reducir los errores provocados por los potenciales límites de la memoria y la atención en el ser humano. Ayuda a asegurar la consistencia y exhaustividad en la realización de una tarea. En nuestra investigación nos permite verificar el cumplimiento de las 5S durante el proceso productivo.

2.4. Procedimiento

2.4.1. Revisión Bibliográfica

Para el planteamiento de las metodologías a utilizarse en la presente tesis, se procedió a consultar libros y otras fuentes escritas y electrónicas, para tener una base de lo implementado.

2.4.2. Diagnóstico de situación actual

Se realizó un estudio y análisis que consistió en la recopilación de información, su ordenamiento e interpretación. Para llevar a cabo la etapa diagnóstica se desarrolló las siguientes herramientas:

- ✓ Diagrama de Ishikawa: Mediante el cual se presenta las fallas y las causas raíces que afectan directamente al problema.
- ✓ Encuesta: Se encuestó a los trabajadores, con el objetivo de profundizar, conocer y cuantificar las causas raíces que afectan y ocasionan la problemática planteada en el presente informe.
- ✓ Matriz de indicadores: Para cada una de las causas raíces involucradas, se desarrollaron indicadores que permitieron monetizar las pérdidas de la empresa.

2.4.2.1. La empresa

DANPER inició sus operaciones en febrero del año 1994 en Trujillo, creada por medio de joint venture de capitales daneses y peruanos. Las plantas de procesamiento están situadas en Trujillo, Chepen y

Arequipa. DANPER se dedica con mucho éxito a la actividad agroindustrial de producción y exportación de conservas de espárrago, alcachofa, pimiento del piquillo, hortalizas en general y frutas, así como espárragos frescos y congelados.

- ❖ **Razón Social:** DANPER TRUJILLO S.A.C.
- ❖ **Inscripción en Registros Públicos:** La empresa está inscrita en Registros Públicos como una Sociedad Anónima Cerrada.
- ❖ **RUC:** 20170040938
- ❖ **Dirección Legal:** Car. Industrial a Laredo Nro. Sn Fnd. Barrio Nuevo (A150 Mts Ovalo la Marina Camino a Laredo).

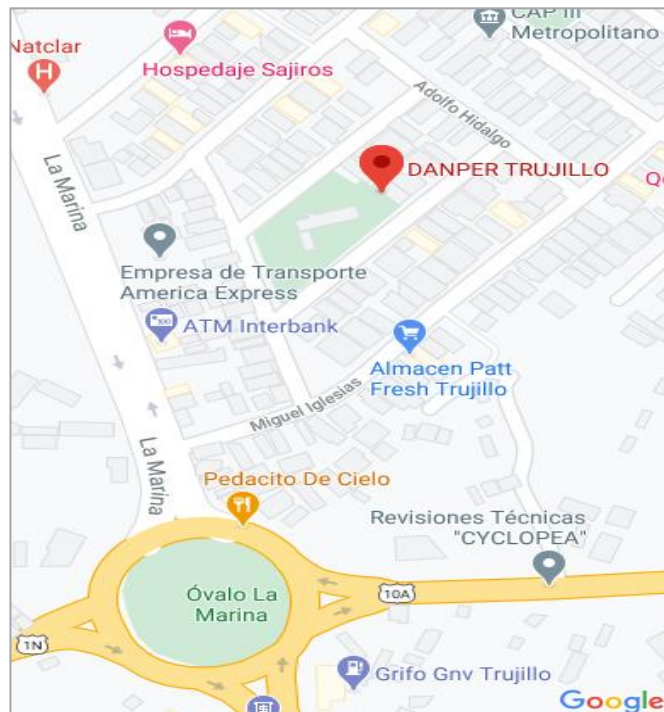


Figura 14. Plano de Ubicación de la Empresa. Google Maps

2.4.2.2. Misión y visión

❖ Misión de la empresa

Proveer a la humanidad alimentos nutritivos, saludables e innovadores, producidos con altos estándares de calidad, eficiencia y sostenibilidad, generando valor compartido.

❖ Visión de la empresa

Nutrir al mundo con soluciones alimenticias saludables y sostenibles.

2.4.2.3. Entorno

A. Principales competidores

Entre los principales competidores de la Agroindustrial Danper Trujillo S.A.C. tenemos:

- Green Perú.
- Camposol.
- Hortifrut
- Tal S.A
- Sociedad Agrícola Virus.
- Agroinversiones Chavín.
- Agro Industrias AIB.
- Agromar Industrial.
- Gandules INC.
- Entre otras.

B. Principales proveedores

En el caso de las materias primas, se producen en campos de cultivo propios y también se compran de productores externos que varían según temporada.

En el caso de embalajes:

- ✓ Wenco S.A.
- ✓ Cartones Villa Marina S.A.
- ✓ Trupal
- ✓ Ecopacking S.A.
- ✓ Cartones del Pacifico S.A.C.
- ✓ Xtend
- ✓ San Jorge S.A.C.
- ✓ Entre otros.

C. Mercado

DISTRIBUCIÓN DEL PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN DEL 2019/
DISTRIBUTION OF THE SHARE MARKET IN PERCENTAGE 2019

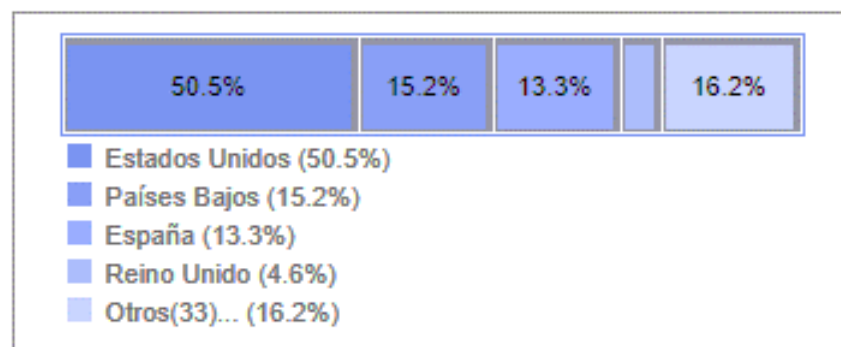


Figura 15. Principales destinos de exportación de la Empresa. Portal Siicex

D. Clientes

Entre los principales clientes se encuentran:

- ✓ David Oppenheimer.
- ✓ Fruveg.
- ✓ San Lucar.
- ✓ Special Fruit.
- ✓ Garcia & Mateo.
- ✓ Vidimport S.A.
- ✓ Enre otros.

2.4.2.4. Planta o fábrica de producción

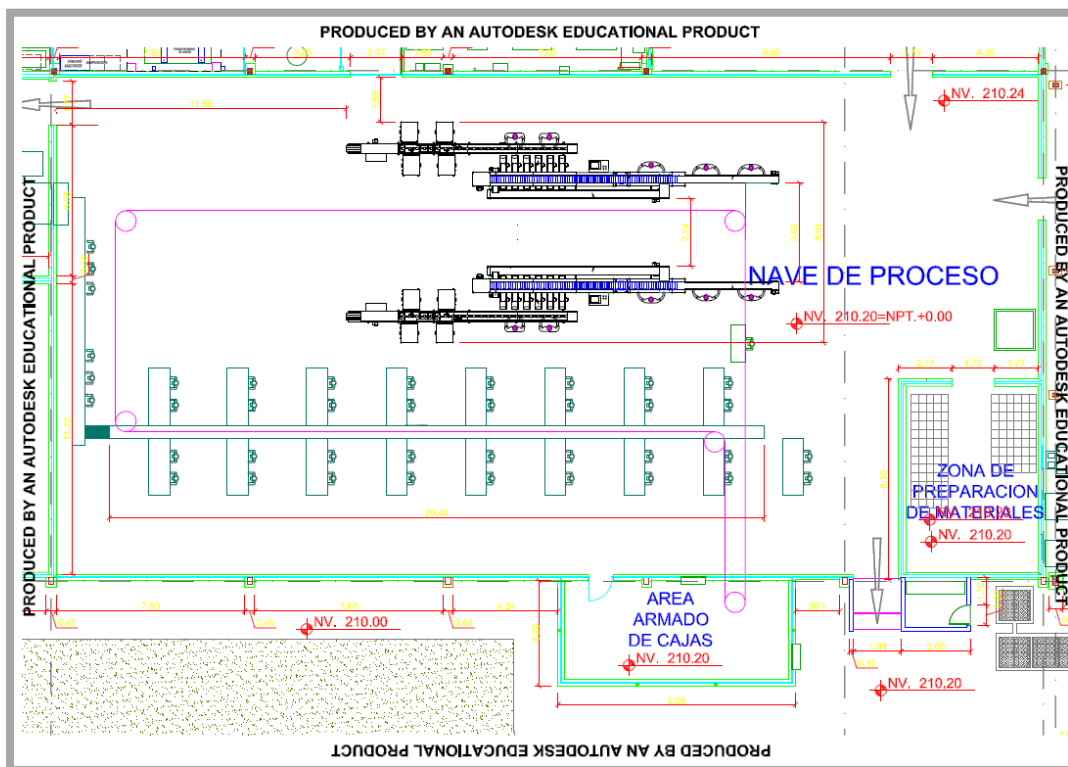


Figura 16. Layout de planta empacadora Danper

Fuente: Elaboración propia.

2.4.2.5. Diagrama de flujo del proceso.

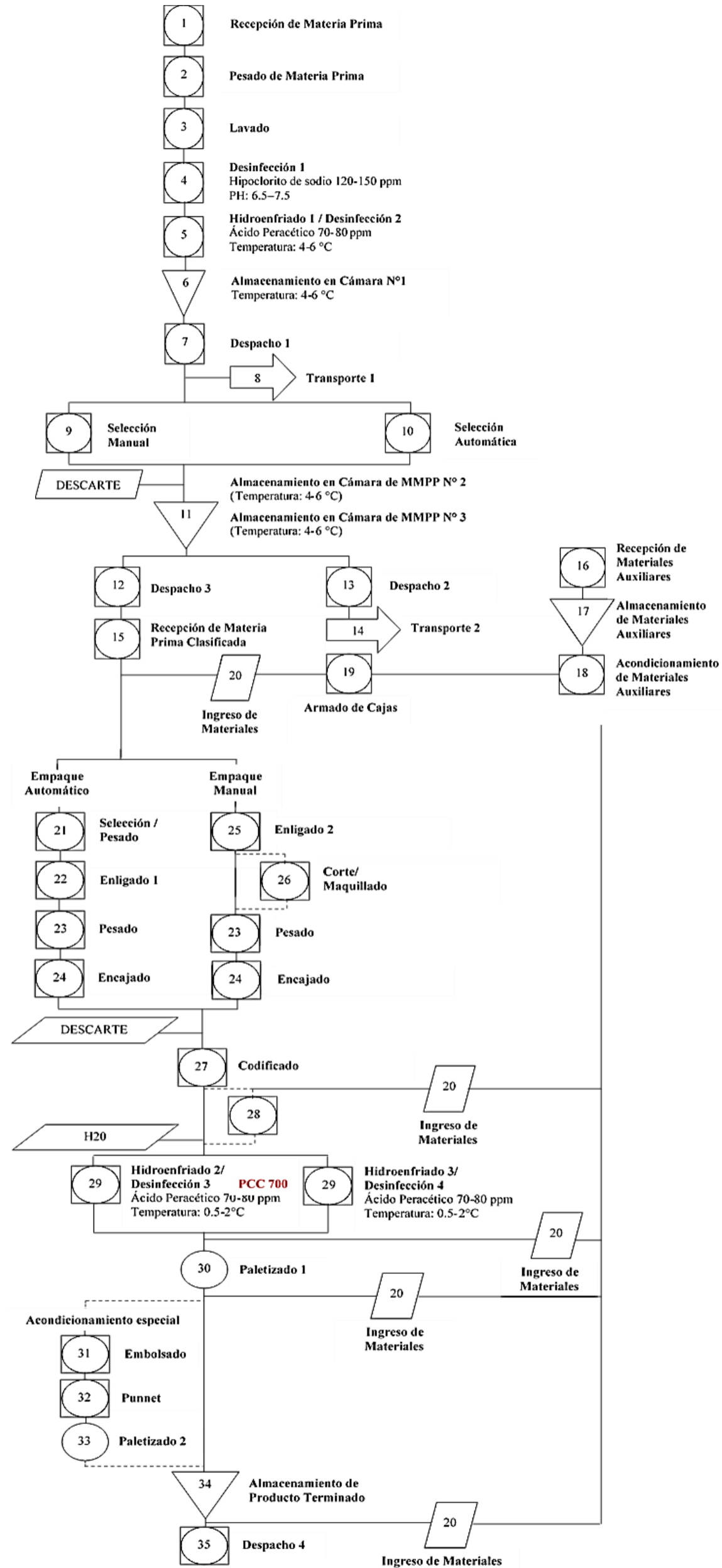


Figura 17. Diagrama de flujo del proceso de producción de espárrago fresco.

Fuente: Elaboración propia

2.4.3. Procesamiento de datos

Al obtener los datos a partir del diagnóstico elaborado, se procedió a analizar los datos obtenidos por medio de técnicas cuantitativas.

Tabla 1

Matriz de priorización de causas raíces.

Area	Causas	Entrevistados	CR1: Falta de capacitación de operarios.	CR2: No se cuenta con asignación de tiempos para el cambio de formato.	CR3: No existen procedimientos para realizar trabajo.	CR4: No existe mantenimiento preventivo.	CR5: Falta de orden y limpieza en cada etapa del proceso.
Empaque	Operario 1		2	3	1	1	3
	Operario 2		2	2	1	1	2
	Operario 3		3	3	2	2	3
	Operario 4		2	2	2	1	1
	Operario 5		3	3	2	1	2
	Operario 6		2	3	2	1	3
	Operario 7		3	2	1	1	2
	Operario 8		3	2	2	1	2
	Operario 9		2	3	2	1	3
	Operario 10		2	2	1	2	2
	Operador de Máquina		3	2	1	2	3
	Auxiliar		2	2	1	2	3
	Supervisor		2	3	1	1	3
Calificación Total			31	32	19	17	32

En la tabla se puede apreciar de forma cuantitativa la prioridad de las causas raíces.

Fuente: Elaboración propia

2.4.4. Solución propuesta

Se desarrollaron herramientas de Ingeniería Industrial para reducir los costos de empaque operacionales en el área de empaque de espárrago fresco.

- SMED

Se procedió a realizar el estudio de tiempos en las distintas etapas del proceso (actividades) de empaque de espárrago fresco, de tal forma que podamos identificar las actividades internas y externas para su posterior optimización.

Tabla 2

Flujo de abastecimiento de materia prima

N°	Operario 1	Int	Ext	Min
1	Buscar la nueva materia prima en la cámara de almacenamiento	x	-	5
2	Tomar la carretilla hidráulica y levantar el pallet con la nueva materia prima	x	-	1
3	Retirar el pallet con la nueva materia prima de la cámara de almacenamiento	x	-	0.5
4	Registrar la salida del pallet de la cámara de materia prima	x	-	1
5	Retirar el pallet vacío de la línea de proceso	x	-	0.25
6	Trasladar el pallet con la nueva materia prima a la línea de proceso	x	-	0.3
7	Colocar el pallet con la nueva materia prima en la línea de proceso	x	-	0.5
8	Abastecer con jabs de materia prima la línea de proceso	x	-	0.2
Tiempo Total				8.75

En la tabla se puede apreciar los tiempos de cada paso para el abastecimiento de materia prima a las máquinas empacadoras.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3

Flujo de abastecimiento de materia prima, aplicando SMED

N°	Operario 1	Int	Ext	Min	N°	Operario 2	Int	Ext	Min
1	Buscar la nueva materia prima en la cámara de almacenamiento		x	0	1	Retirar el pallet vacío de la línea de proceso	x		0.5
2	Tomar la carretilla hidráulica y levantar el pallet con la nueva materia prima		x	0	2	Abastecer con jabs de materia prima la línea de proceso	x		0.2
3	Retirar el pallet con la nueva materia prima de la cámara de almacenamiento		x	0					0
4	Registrar la salida del pallet de la cámara de materia prima		x	0					
5	Trasladar el pallet con la nueva materia prima a la línea de proceso		x	0					
6	Colocar el pallet con la nueva materia prima en la línea de proceso	x		0.2					0
	Tiempo Total			0.2		Tiempo Total			0.7

En la tabla se puede apreciar los tiempos de cada paso para el abastecimiento de materia prima a las máquinas enligadoras posterior a la aplicación de SMED

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4

Flujo de abastecimiento de rollos de ligas

N°	Operador 1	Int	Ext	Min
1	Buscar los rollos de liga en la zona de almacenamiento de materiales	x		3
2	Tomar la carretilla hidráulica y levantar la caja con los rollos de ligas	x		0.5
3	Trasladar la caja con los rollos de ligas a la maquina enligadora	x		2
4	Cortar el suministro de aire y energía al brazo enligador	x		0.2
5	Abrir la cuchilla y retirar el remanente el rollo anterior	x		0.5
6	Colocar el nuevo rollo de liga y cerrar la cuchilla	x		0.5
7	Restablecer el suministro de aire y energía	x		0.2
8	Probar el corte de la cuchilla y la colocación de la liga en el brazo enligador	x		0.5
9	Retomar el proceso de enligado	x		0.2
Tiempo Total				7.6

En la tabla se puede apreciar los tiempos de cada paso para el abastecimiento de ligas a las máquinas empacadoras.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5

Flujo de abastecimiento de roys de liga, aplicando SMED

N°	Operador 1	Int	Ext	Min
1	Buscar los rollos de liga en la zona de almacenamiento de materiales		x	0
2	Tomar la carretilla hidráulica y levantar la caja con los rollos de ligas		x	0
3	Trasladar la caja con los rollos de ligas a la maquina enligadora		x	0
4	Cortar el suministro de aire y energía al brazo enligador	x		0.15
5	Abrir la cuchilla y retirar el remanente el rollo anterior	x		0.25
6	Colocar el nuevo rollo de liga y cerrar la cuchilla	x		0.2
7	Restablecer el suministro de aire y energía	x		0.15
8	Probar el corte de la cuchilla y la colocación de la liga en el brazo enligador	x		0.25
9	Retomar el proceso de enligado	x		0.15
Tiempo Total				1.15

En la tabla se puede apreciar los tiempos de cada paso para el abastecimiento de ligas a las máquinas enligadoras posterior a la aplicación de SMED

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6

Flujo de abastecimiento de rollos de cajas

N°	Operario 1	Int	Ext	Min
1	Solicitar el nuevo tipo de caja en la zona de almacenamiento de materiales	x		3
2	Recepcionar las cajas, y colocarlas en un pallet para ser trasladado	x		2.5
3	Tomar la carretilla hidráulica y levantar el pallet con el nuevo tipo de caja.	x		0.5
4	Trasladar el pallet con cajas, a la zona de encajado de la maquina enligadora	x		1
5	Retirar el pallet vacío de la línea de proceso	x		0.25
6	Colocar el pallet con cajas, en la zona de encajado de la maquina enligadora	x		0.5
7	Abastecer con cajas la línea de proceso	x		0.2
Tiempo Total				7.95

En la tabla se puede apreciar los tiempos de cada paso para el abastecimiento de cajas a las máquinas empacadoras.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7

Flujo de abastecimiento de cajas, aplicando SMED

N°	Operario 1	Int	Ext	Min
1	Solicitar el nuevo tipo de caja en la zona de almacenamiento de materiales		x	0
2	Recepcionar las cajas, y colocarlas en un pallet para ser trasladado		x	0
3	Tomar la carretilla hidráulica y levantar el pallet con el nuevo tipo de caja.		x	0
4	Trasladar el pallet con cajas, a la zona de encajado de la maquina enligadora		x	0
5	Retirar el pallet vacío de la línea de proceso	x		0.25
6	Colocar el pallet con cajas, en la zona de encajado de la maquina enligadora	x		0.5
7	Abastecer con cajas la línea de proceso	x		0.2
Tiempo Total				0.95

En la tabla se puede apreciar los tiempos de cada paso para el abastecimiento de cajas a las máquinas enligadoras posterior a la aplicación de SMED

Fuente: Elaboración propia

o 5 S

Para esta herramienta, como punto de partida se procedió a encuestar al personal de línea, de tal forma que se pueda tener el diagnóstico del proceso, con respecto al orden y limpieza durante las operaciones.

Tabla 8

Resumen cuestionario 5S

CATEGORIA	PREGUNTAS	1	2	3	4	5
SELECCIÓN	1 ¿Existen elementos innecesarios en la línea de proceso?			X		
	2 ¿Están los embalajes debidamente adecuados?			X		
	3 ¿Los corredores y áreas de trabajo son los suficientemente limpias y señaladas?				X	
	4 ¿Existe un instructivo para disponer de los embalajes y materia prima?			X		
ORDENAMIENTO	1 ¿Existe un lugar específico para los embalajes?			X		
	2 ¿Son los lugares para el producto observado fáciles de reconocer?			X		
	3 ¿Es fácil reconocer el lugar para cada cosa?			X		
	4 ¿Se vuelven a colocar las cosas en su lugar después de usarlas?			X		
LIMPIEZA	1 ¿Son las áreas de trabajo limpias, y se usan elementos apropiados para su limpieza?			X		
	2 ¿El equipo se mantiene en buenas condiciones y limpio?		X			
	3 ¿Es fácil de localizar los materiales de limpieza?			X		
	4 ¿Las medidas de limpieza son visibles fácilmente?		X			
ESTANDARIZACIÓN	1 ¿Los trabajadores disponen de toda la información necesaria como normas, procedimientos para la elaboración del producto en cada puesto de trabajo?			X		
	2 ¿Se respeta consistentemente todas las normas y procedimientos?			X		
	3 ¿Están asignadas las responsabilidades de limpieza?		X			
	4 ¿Están los basureros y compartimientos de desperdicio vacíos y limpios?			X		
AUTODISCIPLINA	5 ¿Están los contenedores de productos en contacto directo con el piso?			X		
	1 ¿Los trabajadores respetan los procedimientos de manufactura?			X		
	2 ¿Está siendo la organización, el orden y la limpieza regularmente observada?				X	
	3 ¿Son observadas las reglas de seguridad y limpieza?			X		
	4 ¿La basura y desperdicio están bien localizados y ordenados?			X		

1 = Muy malo	2 = Malo	3 = Promedio	4 = Bueno	5 = Muy bueno
--------------	----------	--------------	-----------	---------------

En la tabla se puede apreciar el resumen de los resultados del cuestionario aplicado al personal de línea de proceso, referente al orden y limpieza

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9

Resumen de resultados de cuestionario 5 S.

Categoría	Puntaje
1 = Muy malo	0
2 = Malo	3
3 = Promedio	16
4 = Bueno	2
5 = Muy bueno	0

En la tabla se puede apreciar el resumen de los resultados del cuestionario aplicado al personal, donde la mayoría concluye que el orden y limpieza en el proceso tiene un calificativo promedio.

Fuente: Elaboración propia

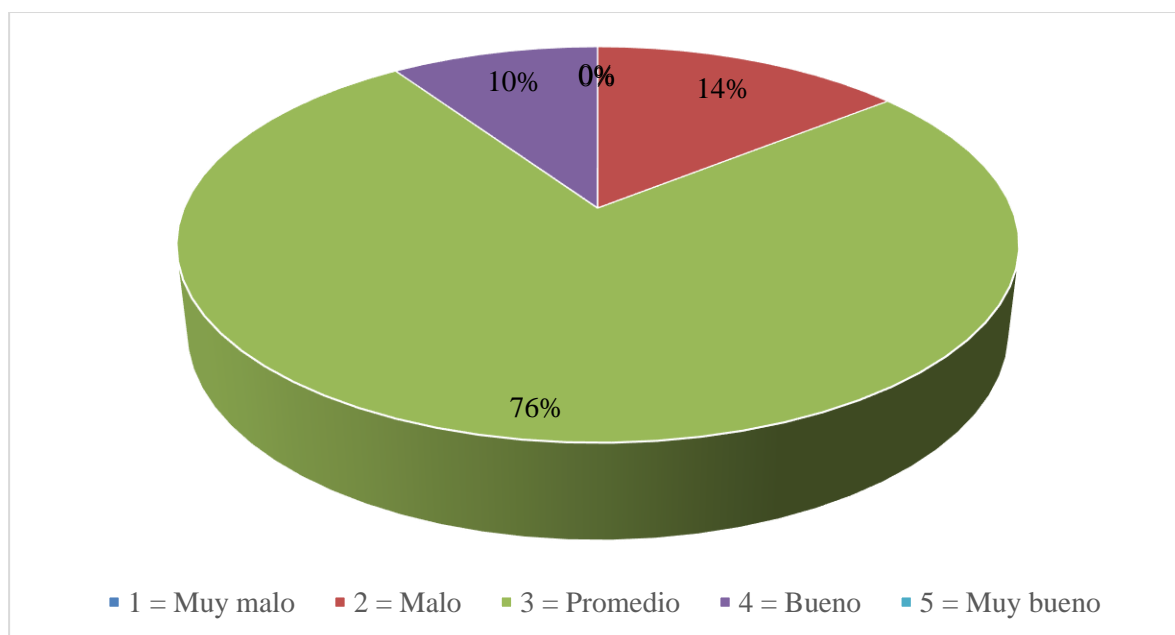


Figura 18. Gráfico de calificación de orden y limpieza del proceso.

Fuente: Elaboración propia

Se procedió a realizar un plan de trabajo en función a los lineamientos de las 5S, aplicado a nuestra realidad problemática.

Programa 5'S			Mes: Noviembre																													
5' S	Actividades	Responsable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SEIRI CLASIFICACIÓN	Seleccionar elementos innecesarios y necesarios	Jefe de turno Supervisor Operarios																														
	Delimitación de zonas de trabajo	Jefe de turno Supervisor																														
SEITON ORDEN	Delimitación de zona de utensilios de limpieza	Jefe de turno Supervisor																														
	Control de Limpieza	Jefe de turno Supervisor Operarios																														
SEISO LIMPIEZA	Codificación	Jefe de turno Supervisor Operarios																														
SEIKETSU ESTANDARIZACIÓN	Rotulación	Jefe de turno Supervisor Operarios																														
	Reunión de control de estandarización de 5s	Jefe de turno Supervisor						L							L						L								L			
	Capacitación al personal	Supervisor							M		J		S			M		J		S			M		J		S			M		J
SHITSUKE DISCIPLINA	Inspección	Supervisor								X		V		D		X		V		D		X		V		D		X				
	Auditoria	Jefe de turno			V							V						V						V								



Figura 19. Diagrama de Gantt, aplicación de 5S al proceso de empaque.

Fuente: Elaboración propia

1) Seleccionar elementos innecesarios y necesarios

ANTES / DESPUÉS



Figura 20. Antes vs. Después de la selección de elementos innecesarios (Área de armado de cajas). Contribuye a la liberación de espacios.

Fuente: Elaboración propia

ANTES / DESPUÉS



Figura 21. Antes Vs. Después de la selección de elementos innecesarios (Área de control de muestras). Contribuye al control de trazabilidades de las cargas.

Fuente: Elaboración propia

2) Delimitación de zonas de trabajo y delimitación de zona de utensilios.

ANTES



DESPUÉS



Figura 22. Antes Vs. Después de la delimitación de zonas. Se puede apreciar que en la primera imagen existe desorden; mientras que en la segunda imagen se estableció un lugar para cada cosa, lo que permite la rápida ubicación y aprovechamiento de espacios.

Fuente: Elaboración propia

3) Control de Limpieza

ANTES / DESPUÉS



Figura 23. Antes Vs. Después del seguimiento en la limpieza. “no es más limpio, el que más limpia, sino el que menos ensucia”.

Fuente: Elaboración propia

4) Codificación, rotulación y estandarización

ANTES / DESPUÉS



ANTES / DESPUÉS



Figura 24. Antes Vs. Después de la rotulación y estandarización. Como ejemplo: Materia prima y zona de almacén de jabas.

Fuente: Elaboración propia

5) Capacitación, inspección.



Figura 25. Evidencia de la capacitación in situ. El personal recibe retroalimentación y exponen sus dudas.

Fuente: Elaboración propia

○ Capacitación

Se procedió a realizar un plan de trabajo en función a las capacitaciones necesarias para la optimización del proceso, en función a las herramientas de ingeniería (SMED, 5S, balance de línea) y temas transversales indispensables para el correcto flujo de las operaciones. Se inició con capacitaciones diagnosticas de los temas mencionados con el fin de identificar las fortalezas y debilidades de capital humano.

N ^a	Tema	Objetivo	N ^o Participantes	Puesto	Institución	Semana Propuesta	Costo Individual (\$)	Monto Viáticos (\$)	Monto Total (\$)
1	Herramienta SMED, aplicación en el proceso productivo	Capacitar al personal responsable del proceso, en la aplicación de esta herramienta, para la mejora de la productividad de la línea de proceso	6	Operador de máquina y supervisor	TECSUP	Semana 48	\$150.00	\$0.00	\$900.00
2	5 S, aplicación en el proceso productivo	Capacitar al personal responsable del proceso, en la aplicación de esta herramienta, para la mejora de la productividad de la línea de proceso	6	Operador de máquina y supervisor	TECSUP	Semana 48	\$150.00	\$0.00	\$900.00
3	Empaque de espárrago fresco automatizado	Capacitar al personal responsable del proceso, en el procedimiento de empaque de espárrago fresco.	6	Operarios, Operador de máquina y supervisor	Danper	Semana 49	\$0.00	\$0.00	\$0.00
4	Buenas practicas de manufactura	Capacitar al personal responsable del proceso, en el procedimiento de manufactura.	6	Operarios, Operador de máquina y supervisor	Danper	Semana 49	\$0.00	\$0.00	\$0.00
5	Productividad y balance de línea	Capacitar al personal responsable del proceso, en el balance de línea y optimización de los recursos.	6	Operador de máquina y supervisor	TECSUP	Semana 50	\$140.00	\$0.00	\$840.00
6	Costo de mano de obra	Capacitar al personal responsable del proceso, con respecto a los costos incurridos en el proceso productivo.	6	Operador de máquina y supervisor	TECSUP	Semana 50	\$130.00	\$0.00	\$780.00

Figura 26. Plan de capacitaciones, diagnóstico del personal

Fuente: Elaboración propia

Posterior al diagnóstico, se procedió a planificar las actividades de retroalimentación al personal, referente a las herramientas de ingeniería aplicadas.

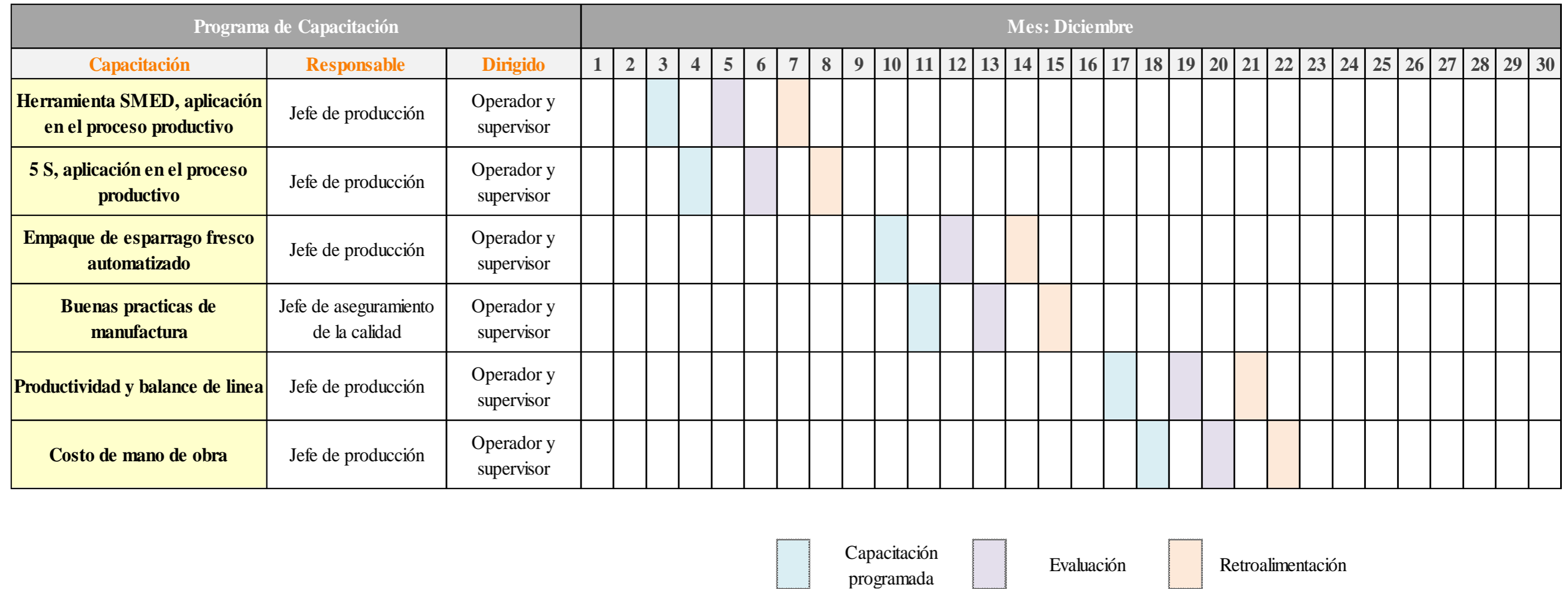


Figura 27. Diagrama de Gantt de capacitaciones de retroalimentación y reforzamiento de las herramientas de ingeniería.

Fuente: Elaboración propia

2.4.5. Evaluación económica

Se llevó a cabo la evaluación económica y financiera para la demostración del impacto de las herramientas de mejora. Esto se verá reflejado en el flujo de caja para la propuesta en el cual se proyectaron los movimientos económicos de la empresa influenciados por las herramientas de mejora en el transcurso de periodos. También, se desarrollaron herramientas para la evaluación financiera como son el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y la relación Costo - Beneficio.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Causas raíces

Tabla 10

Identificación de causas raíz.

CR	Descripción de la causa raíz	Frecuencia	% Acumulado	Frecuencia A
CR5	Falta de orden y limpieza en cada etapa del proceso.	31	22%	31
CR2	No se cuenta con asignación de tiempos para el cambio de formato.	30	44%	61
CR1	Falta de capacitación de operarios.	30	66%	91
CR3	No existen procedimientos para realizar trabajo.	28	86%	119
CR4	No existe mantenimiento preventivo.	19	100%	138

En esta tabla se puede apreciar la frecuencia de las causas raíces identificadas

Fuente: Elaboración propia

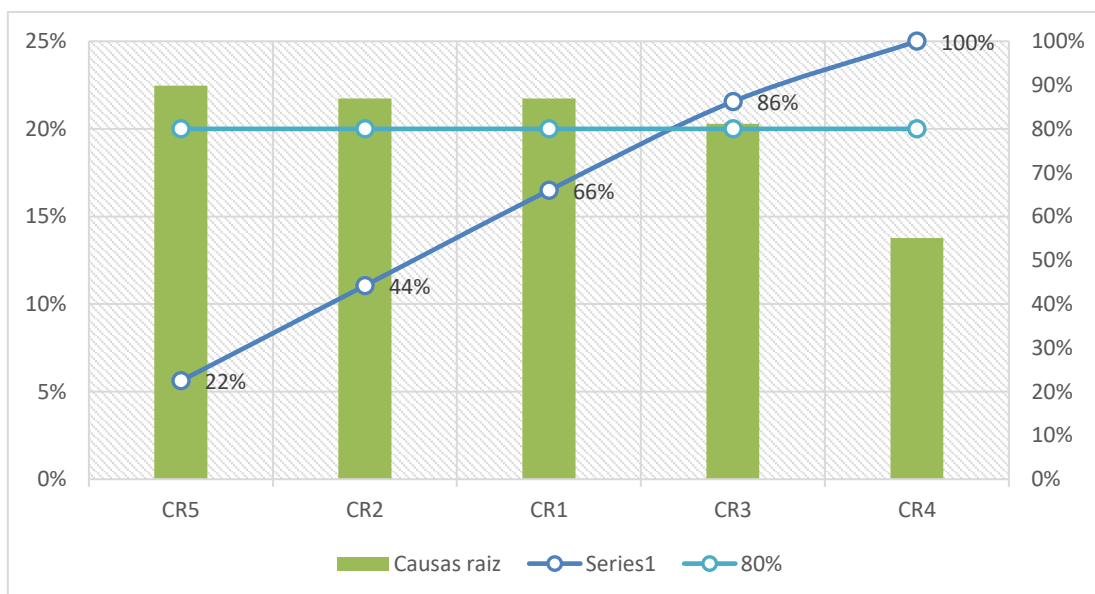


Figura 28. Pareto de las causas raíces y su frecuencia.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11

Causas raíz y herramientas de ingenierías

CR	Causa Raíz	Indicador	Fórmula	Descripción	Valor Actual	Meta	Herramienta
CR5	Falta de orden y limpieza en cada etapa del proceso.	Etapas del proceso limpias y ordenadas (%)	$\frac{\text{Etapas del proceso ordenadas}}{\text{Total de etapas del proceso}} \times 100\%$	Etapas del proceso de empaque de espárrago fresco ordenadas	0%	80%	5's
CR2	No se cuenta con asignación de tiempos para el cambio de formato.	Tiempo muerto (%)	$\frac{\text{Tiempo operativo} - \text{Tiempo total de proceso}}{\text{Tiempo total de proceso}} \times 100\%$	Tiempo muerto por cambios de formato en el proceso de empaque de espárrago fresco	20%	5%	SMED
CR1	Falta de capacitación de operarios.	Operarios capacitados (%)	$\frac{\text{Operarios capacitados}}{\text{Total de operarios}} \times 100\%$	Operarios capacitados en el empaque de espárrago fresco	50%	100%	Programa de capacitación

En esta tabla se puede apreciar las causas raíces, los valores actuales y las herramientas de ingeniería a emplear.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12

Causas raíz, inversión y ahorro

CR	Valor Actual	Pérdida	Meta	Nueva Pérdida	Ahorro	Herramienta	Inversión
CR5	0%	\$27,900	80%	\$1,439	\$26,461	5's	\$1,045
CR2	20%	\$27,510	5%	\$117	\$27,392	SMED	\$500,015
CR1	50%	\$15,005	100%	\$3,001	\$12,004	Programa de capacitación	\$2,970

En esta tabla se puede apreciar las causas raíces, las pérdidas, la inversión y el ahorro por la aplicación de las herramientas de ingeniería.

Fuente: Elaboración propia

3.2. Herramientas de ingeniería

- SMED

Tabla 13

Pérdida de productividad y económica por cambios de embalajes y materia prima

	Ciclo Actual	Ciclo Mejorado	Tiempo Muerto	Tiempo Muerto	Productividad	Producción Perdida	Margen de Ganancia	Pérdida por día	Pérdida por mes
	(min)	(min)	(min)	(días)	(cajas/día)	(cajas/día)	(\$)	(\$)	(\$)
Cambio de MP	3.75	0.2	3.55	0.00247	3078	98.65	\$3.00	\$295.94	\$8,878.11
	0.00	0.7	0.7	0.00049	3078	19.45	\$3.00	\$58.35	
Cambio de Ligas	4.60	1.15	3.45	0.00240	3078	95.87	\$3.00	\$287.60	\$8,628.02
Cambio de Cajas	4.95	0.95	4	0.00278	3078	111.15	\$3.00	\$333.45	\$10,003.50
				Total					\$27,509.63

En esta tabla se puede apreciar la pérdida económica por mes, generado por los tiempos muertos ante el cambio de embalajes y materia prima

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14

Beneficio económico y aumento de productividad por aplicación de SMED

	Ciclo Actual	Ciclo Mejorado	Tiempo Muerto	Tiempo Muerto	Productividad	Producción Perdida	Margen de Ganancia	Nueva Pérdida por día	Nueva Pérdida por mes	Beneficio
	(min)	(min)	(min)	(días)	(cajas/día)	(cajas/día)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)
Cambio de MP	3.75	0.21	0.01	0.00001	3078	0.28	\$3.00	\$0.83	\$87.53	\$8,790.58
	0.00	0.735	0.035	0.00002	3078	0.97	\$3.00	\$2.92	\$17.67	\$8,610.34
Cambio de Ligas	4.60	1.2075	0.0575	0.00004	3078	1.60	\$3.00	\$0.59	\$12.06	\$9,991.44
Cambio de Cajas	4.95	0.9975	0.0475	0.00003	3078	1.32	\$3.00	\$0.40	\$117.27	\$27,392.36
				Total						

En esta tabla se puede apreciar el beneficio económico por mes, generado por la reducción de tiempos muertos en el cambio de embalajes y materia prima

Fuente: Elaboración propia

- 5 S

Tabla 15

Pérdida de productividad y económica por desabastecimiento de embalajes y materia prima

Etapa	Tiempo Muerto (min)	Tiempo Muerto (días)	Productividad (cajas/día)	Producción Perdida (cajas/día)	Margen de Ganancia (\$)	Pérdida por día (\$)	Pérdida por mes (\$)
Materia Prima	5	0.00347	3078	138.94	\$3.00	\$416.81	\$12,504.38
Rollo de Liga	3	0.00208	3078	83.36	\$3.00	\$250.09	\$7,502.63
Cajas	3	0.00208	3078	83.36	\$3.00	\$250.09	\$7,502.63
Total							\$27,509.63

En esta tabla se puede apreciar la pérdida económica por mes, generado por los tiempos muertos ante el desabastecimiento de embalajes y materia prima

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16

Pérdida económica por merma de embalajes y materia prima

Item	Cantidad	Costo	Pérdida por mes
Materia Prima	5	\$1.50	\$225.00
Ligas	0.5	\$1.00	\$15.00
Espumas	50	\$0.10	\$150.00
Total			\$390.00

En esta tabla se puede apreciar la pérdida económica por mes, generado por la merma de embalajes y materia prima a causa del deficiente orden y limpieza

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17

Beneficio económico y aumento de productividad por aplicación de 5S

Etapa	Tiempo Muerto (min)	Tiempo Muerto (días)	Productividad (cajas/día)	Producción Perdida (cajas/día)	Margen de Ganancia (\$)	Pérdida por día (\$)	Pérdida por mes (\$)	Beneficio (\$)
Materia Prima	0.25	0.00017	3078	6.95	\$3.00	\$20.84	\$625.22	\$11,879.16
Rollo de Liga	0.15	0.00010	3079	4.17	\$3.00	\$12.51	\$375.25	\$7,127.37
Cajas	0.15	0.00010	3080	4.17	\$3.00	\$12.51	\$375.38	\$7,127.25
Total								\$26,133.78

En esta tabla se puede apreciar el beneficio económico por mes, generado por la reducción de tiempos muertos en el abastecimiento de embalajes y materia prima

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18

Beneficio económico y reducción de mermas por aplicación de 5S

Item	Cantidad	Costo	Pérdida por mes
Materia Prima	1	\$1.50	\$45.00
Ligas	0.1	\$1.00	\$3.00
Espumas	5	\$0.10	\$15.00
Total			\$63.00

En esta tabla se puede apreciar el beneficio económico por mes, generado por la reducción de mermas de embalajes y materia prima

Fuente: Elaboración propia

- **Capacitación**

Tabla 19

Pérdida económica por producto que no califica para exportación

Productividad	Defectos	Cajas Observadas	Margen de Ganancia	Pérdida por día	Pérdida por mes
(cajas/día)	%	Und	(\$)	(\$)	(\$)
3078	5%	153.9	\$3.00	\$461.70	\$13,851.00

En esta tabla se puede apreciar la pérdida económica por mes, generado por el empaque de producto no apto para exportación

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20

Pérdida económica por reproceso de producto que no califica para exportación

Productividad	Defectos	Cajas Observadas	Costo por Caja	Pérdida por día	Pérdida por mes
(cajas/día)	%	Und	(\$)	(\$)	(\$)
3078	5%	153.9	\$0.25	\$38.48	\$1,154.25

En esta tabla se puede apreciar la pérdida económica por mes, generado por el reproceso de empaque de producto no apto para exportación

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21

Beneficio económico por capacitación al personal.

Productividad	Defectos	Cajas Observadas	Margen de Ganancia	Pérdida por día	Pérdida por mes	Beneficio
(cajas/día)	%	Und	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)
3078	1%	30.78	\$3.00	\$92.34	\$2,770.20	\$11,080.80

En esta tabla se puede apreciar el beneficio económico por mes, generado por la reducción de producto rechazado como consecuencia de la capacitación del personal

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22

Beneficio económico por capacitación al personal y reducción de reprocesos

Productividad	Defectos	Cajas Observadas	Costo por Caja	Pérdida por día	Pérdida por mes	Beneficio
(cajas/día)	%	Und	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)
3078	1%	30.78	\$0.25	\$7.70	\$230.85	\$923.40

En esta tabla se puede apreciar el beneficio económico por mes, generado por la reducción de producto reprocesado como consecuencia de la capacitación del personal

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23

Costo de pérdida y beneficio

Área	Costo Perdido Actual	Costo Perdido Meta	Beneficio
Producción	\$70,415.00	\$4,557.16	\$65,857.34

En esta tabla se puede apreciar el costo pérdida actual y el costo pérdida proyectado por mes, con la aplicación de las herramientas de ingeniería.

Fuente: Elaboración propia

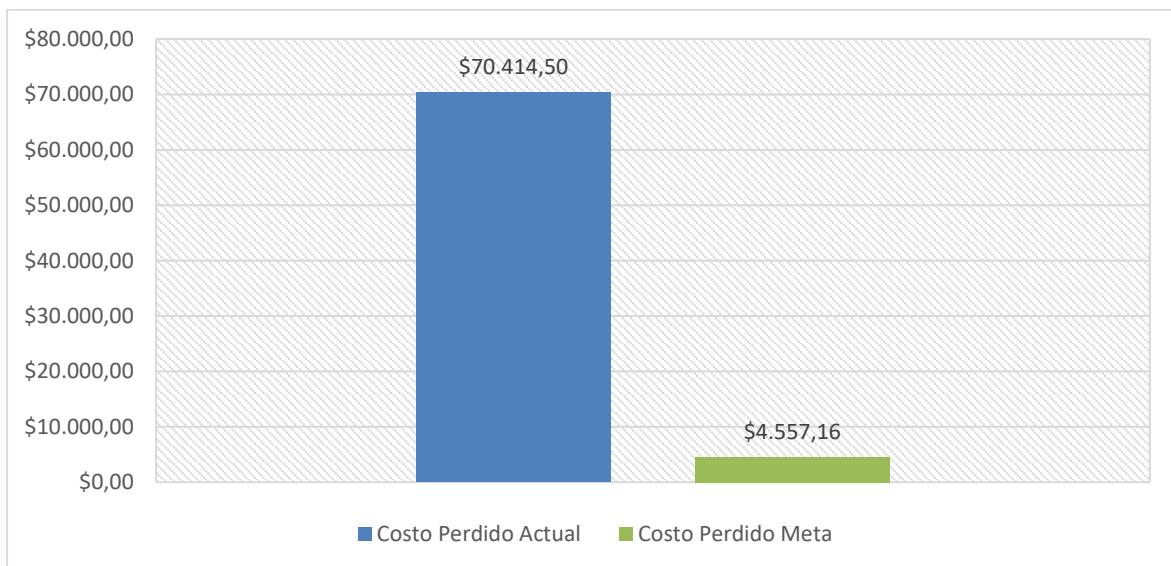


Figura 29. Costo de pérdida. En este gráfico se puede apreciar el costo pérdida actual y el costo pérdida proyectado por mes, con la aplicación de las herramientas de ingeniería.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24

Causa raíz, pérdida y beneficio

CR	Causa Raíz	Perdida Actual	Perdida Mejorada	Beneficio
CR5	Falta de orden y limpieza en cada etapa del proceso.	\$27,900	\$1,439	\$26,461
CR2	No se cuenta con asignación de tiempos para el cambio de formato.	\$27,510	\$117	\$27,392
CR1	Falta de capacitación de operarios.	\$15,005	\$3,001	\$12,004

En esta tabla se puede apreciar el costo pérdida actual y el beneficio proyectado por mes, en función de cada causa raíz.

Fuente: Elaboración propia

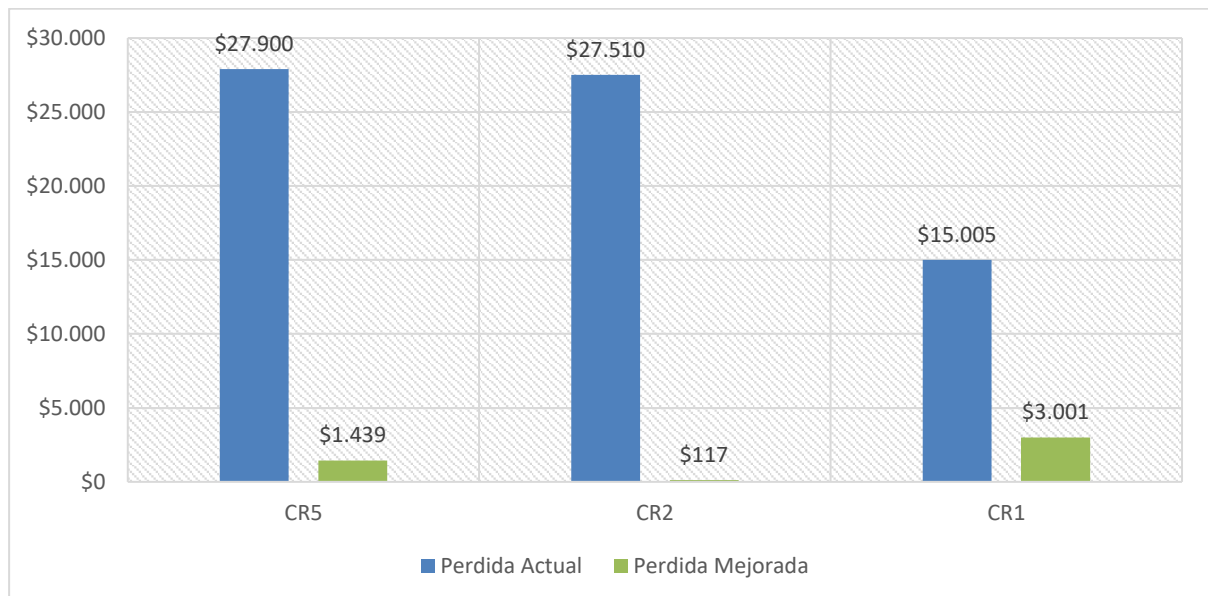


Figura 30. Causa Raíz y Perdidas. En este gráfico se puede apreciar el costo pérdida actual y el beneficio proyectado por mes, en función de cada causa raíz.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25

Causa raíz, herramienta de ingeniería y beneficio

CR	Herramienta	Valor Actual	Perdida Actual	Valor Mejorado	Beneficio
CR5	5's	0%	\$27,900	80%	\$26,461
CR2	SMED	20%	\$27,510	5%	\$27,392
CR1	Capacitación	50%	\$15,005	95%	\$12,004

En esta tabla se puede apreciar la herramienta de ingeniería y el beneficio generado por la aplicación.

Fuente: Elaboración propia

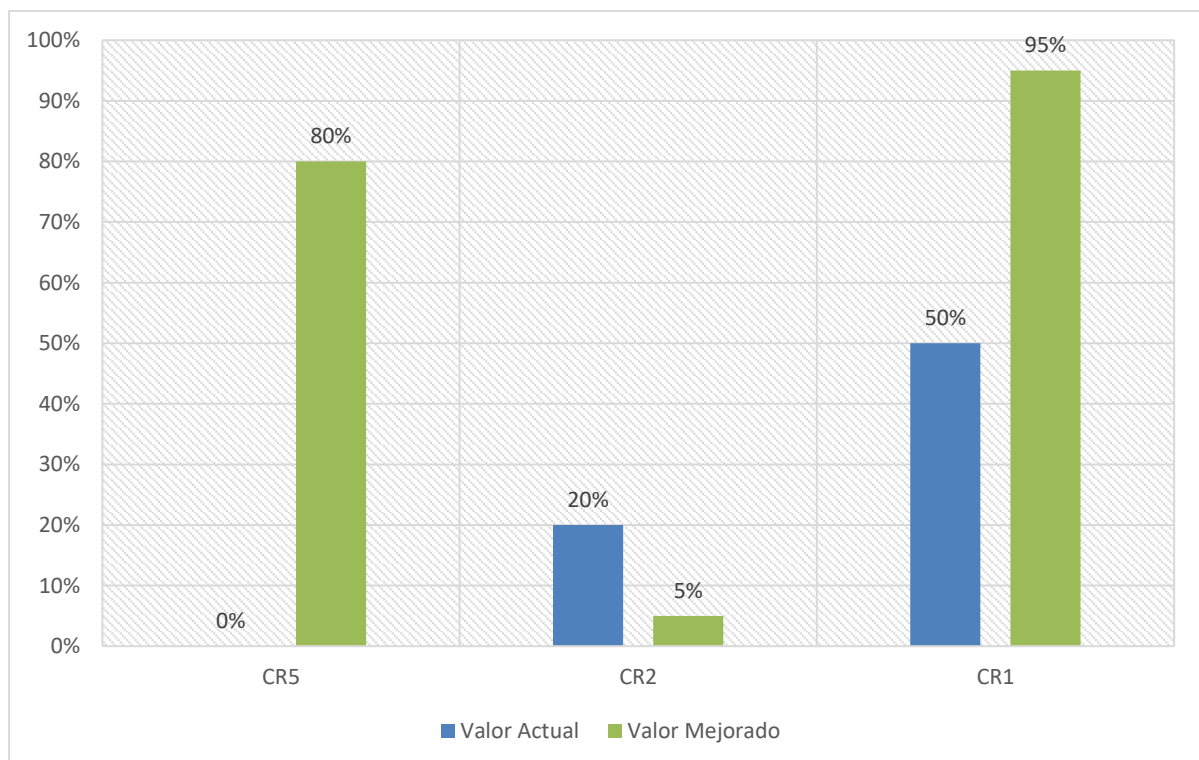


Figura 31. Causa Raíz y valores. En este gráfico se puede apreciar las causas raíz, los valores actuales y los valores mejorados.

Fuente: Elaboración propia

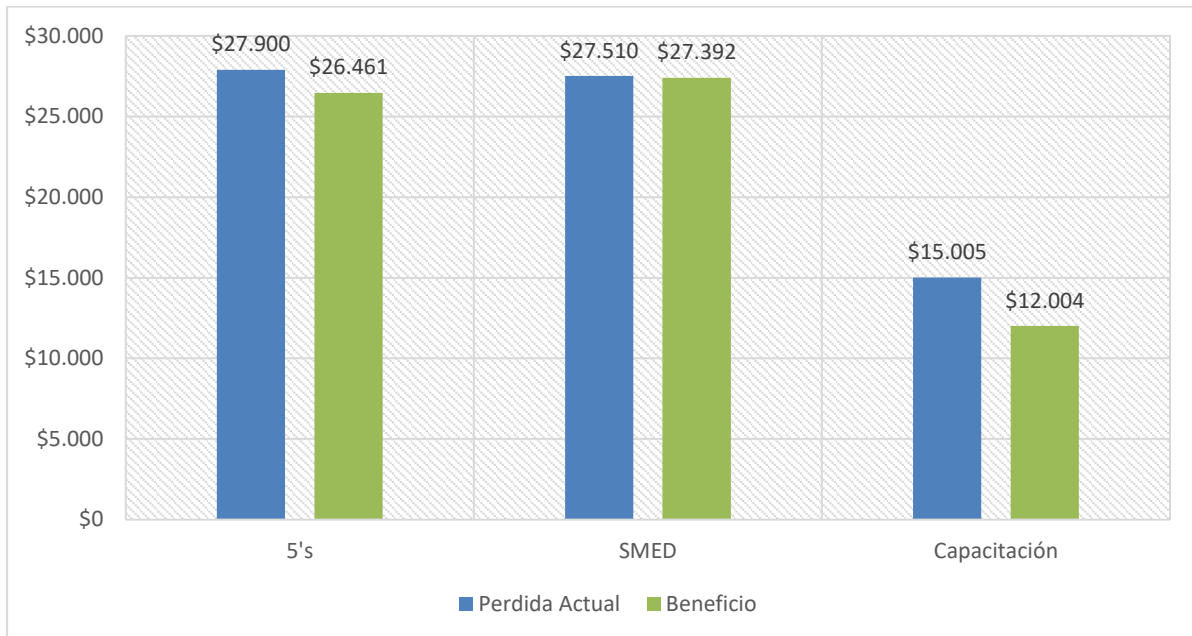


Figura 32. Herramientas y beneficios. En esta figura se puede apreciar las herramientas de ingeniería, la pérdida actual y el beneficio.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26

Estado de resultados, ingresos, costos y utilidad

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		\$ 790,288.05	\$ 829,802.45	\$ 871,292.57	\$ 914,857.20	\$ 960,600.06	\$ 1,008,630.07	\$ 1,059,061.57	\$ 1,112,014.65	\$ 1,167,615.38	\$ 1,225,996.15
Costos operativos		\$ 281,040.00	\$ 295,092.00	\$ 309,846.60	\$ 325,338.93	\$ 341,605.88	\$ 358,686.17	\$ 376,620.48	\$ 395,451.50	\$ 415,224.08	\$ 435,985.28
Depreciación		\$ 477.50	\$ 477.50	\$ 477.50	\$ 477.50	\$ 477.50	\$ 477.50	\$ 477.50	\$ 477.50	\$ 477.50	\$ 477.50
GAV		\$ 28,104.00	\$ 29,509.20	\$ 30,984.66	\$ 32,533.89	\$ 34,160.59	\$ 35,868.62	\$ 37,662.05	\$ 39,545.15	\$ 41,522.41	\$ 43,598.53
Utilidad antes de impuestos		\$ 480,666.55	\$ 504,723.75	\$ 529,983.81	\$ 556,506.88	\$ 584,356.10	\$ 613,597.78	\$ 644,301.54	\$ 676,540.50	\$ 710,391.40	\$ 745,934.84
Impuestos (30%)		\$ 144,199.96	\$ 151,417.13	\$ 158,995.14	\$ 166,952.06	\$ 175,306.83	\$ 184,079.33	\$ 193,290.46	\$ 202,962.15	\$ 213,117.42	\$ 223,780.45
Utilidad después de impuestos		\$ 336,466.58	\$ 353,306.63	\$ 370,988.67	\$ 389,554.82	\$ 409,049.27	\$ 429,518.45	\$ 451,011.08	\$ 473,578.35	\$ 497,273.98	\$ 522,154.39

En esta tabla se puede apreciar los ingresos, costos, gastos y la utilidad después de la aplicación de impuestos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27

Flujo de Caja, VAN y TIR

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Utilidad después de impuestos		\$ 336,466.58	\$ 353,306.63	\$ 370,988.67	\$ 389,554.82	\$ 409,049.27	\$ 429,518.45	\$ 451,011.08	\$ 473,578.35	\$ 497,273.98	\$ 522,154.39
Depreciación		\$ 477.50	\$ 477.50	\$ 477.50	\$ 477.50	\$ 477.50	\$ 477.50	\$ 477.50	\$ 477.50	\$ 477.50	\$ 477.50
Inversión	\$ 504,030.00	\$ -200.00	\$ -595.00	\$ -600.00	\$ -595.00	\$ -200.00	\$ 995.00	\$ 200.00	\$ 595.00	\$ 600.00	\$ 595.00
	\$ 504,030.00	\$ 336,744.08	\$ 353,189.13	\$ 370,866.17	\$ 389,437.32	\$ 409,326.77	\$ 429,000.95	\$ 451,288.58	\$ 473,460.85	\$ 497,151.48	\$ 522,036.89

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo Neto de Efectivo	-\$504,030.00	\$336,744.08	\$353,189.13	\$370,866.17	\$389,437.32	\$409,326.77	\$429,000.95	\$451,288.58	\$473,460.85	\$497,151.48	\$522,036.89

VAN	\$1,149,181.45
TIR	71.27%

En esta tabla se puede apreciar el flujo neto de efectivo anual, el VAN y el TIR el cual es mayor al COK planteado (20%)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28

VAN y Costo beneficio

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		\$790,288.05	\$829,802.45	\$871,292.57	\$914,857.20	\$960,600.06	\$1,008,630.07	\$1,059,061.57	\$1,112,014.65	\$1,167,615.38	\$1,225,996.15
Egresos		\$453,343.96	\$476,018.33	\$499,826.40	\$524,824.89	\$551,073.29	\$ 578,634.12	\$ 607,572.99	\$ 637,958.80	\$ 669,863.90	\$ 703,364.26

VAN Ingresos	\$3,882,550.44
VAN Egresos	\$2,227,304.79
B/C	1.74

En esta tabla se puede apreciar los ingresos y egresos por año (VAN) y la relación costo – beneficio, la cual tiene una rentabilidad del 74%.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

- Luego de realizar el análisis a la situación actual del proceso de empaque de espárrago fresco, podemos observar que se tienen tiempos improductivos, los cuales impactan en el costo de la operación. La figura 22, señala, antes de la mejora una pérdida de \$ 70,414.50 por mes debido a que no se aplicaba ninguna herramienta de ingeniería. Ahora se puede observar que este valor, después de la propuesta, disminuye notablemente a \$ 4,557.16, lo cual re afirma lo concluido en la investigación realizada por Saldaña Cabellos en la cual nos indica que la aplicación de métodos de ingeniería (Lean Manufacturing) redujo los costos operacionales del proceso de esparrago fresco en S/ 145,484.97, debido al aumento de productividad en un 16.76%.
- Posterior al análisis se pudo identificar 3 causas raíz las cuales ocasionan tiempos improductivos durante el proceso de empaque. La figura 23, señala, antes de la mejora una pérdida de \$ 27,900.00 por el CR5, \$ 27,510.00 por el CR2 y \$ 15,005.00 por el CR1. Luego tenemos una reducción considerable de la perdida a \$1,439.00, \$117.00 y \$3,001.00 respectivamente. lo cual replica lo concluido en la investigación realizada por Namuche Huamanchuno en la cual nos indica que la aplicación de Lean Manufacturing aumenta la productividad del proceso en un 5%, a partir del empleo de la metodología 5S lo cual finalmente reduce los tiempos “ociosos” y por ende ayuda a mitigar el impacto negativo en los costos operativos.
- La herramienta SMED como concepto tenemos que es una aproximación científica a la reducción del tiempo de preparación, estableciendo estándares de trabajo e indicando que el operario obtenga un trabajo más eficaz y sin errores. La figura 25,

señala, antes de la mejora una pérdida del \$ 27,510.00 por CR2 debido a que no contaba con la herramienta de mejora. Ahora se puede observar que este valor, después de la propuesta, disminuye notablemente, obteniendo un beneficio posterior del \$ 27,392.00. De igual forma en la investigación de Namuche Huamanchuno, nos re afirma que el empleo de la herramienta SMED, genero un impacto positivo en la productividad, la cual aumento en un 5% a partir de la puesta en marcha de la herramienta.

- La herramienta 5'S es una herramienta que apunta a mejorar las condiciones de trabajo del personal, reduciendo los gastos de tiempo y energía. La figura 25, nos muestra una pérdida de \$ 27,900.00 por CR5, esto a causa de no aplicar la herramienta 5'S, la cual mantiene las condiciones de organización en el lugar de trabajo, y no solo eso, al tener el área en completo orden y limpieza, se evita la pérdida de materia prima y embalajes, logrando reducir tiempos muertos, que son traducidos en costos.
- Los tiempos por alcance de materia prima y embalajes se logran disminuir, pero no totalmente, esto se debe a la capacidad de aprendizaje obtenido de la capacitación acerca de la herramienta (SMED). Arrojando un beneficio de \$26,461.00. Este resultado va de la mano con lo expuesto por Saldaña Cabellos en su investigación, la cual nos indica que a partir de la óptima administración del recurso humano se redujo un 20.69% los reprocesos por de capacitación al personal, lo cual trajo como consecuencia un ahorro de S/. 2,422.97.
- La capacitación es una herramienta importante que permite mejorar el conocimiento, habilidades o conductas y actitudes personales, lo cual en este caso en particular fue en algunos aspectos complicados ya que no todo el personal es

aperturado al cambio. La figura 25, nos muestra una pérdida de \$ 15,005.00 por CR1, esto a causa de no aplicar la herramienta, la cual nos permite reducir los reprocesos por los errores durante el proceso debido al desconocimiento de los procedimientos de trabajo, estos a su vez redujeron notablemente obteniendo un beneficio de \$ 12,004.00

- Respecto al TIR, se puede observar en la tabla, que es relativamente elevado (con respecto al COK), esto se debe a que la evaluación se está realizando solamente a la propuesta, arrojando un 71.27 %, con esto se demuestra que es económica y financieramente rentable.

VAN	\$ 1,149,181.45
TIR	71.27%

- Finalmente, se puede observar en la tabla la relación costo - beneficio, con una tasa de interés de 20% anual (COK), donde muestra como resultado un 1.74, esto quiere decir que por cada \$ 1.00 invertido, habrá una ganancia de \$ 0.70.

VAN Ingresos	\$ 3,882,550.44
VAN Egresos	\$ 2,227,304.79
B/C	1.74

4.2 Conclusiones

- El impacto en los costos operacionales del área de empaque de espárrago fresco de la empresa Danper Trujillo S.A.C. fue positiva, ya que, con la aplicación de las herramientas, se logró reducir en un 93.53 %, siendo este monto de \$ 790,288.05 en el primer año.
- Se realizó un diagnóstico de la situación actual en el área de empaque de espárrago fresco, mediante el Diagrama Ishikawa (causa – efecto), en la cual pudimos

identificar 3 causas raíz las cuales afectaban directamente la productividad de la línea y por consecuencia los costos de la operación. La situación del proceso de empaque de espárrago fresco (antes de la mejora), tenía una pérdida de \$ 70,415.00 mensuales, debido a diferentes problemas operacionales.

- Los principales problemas se debían a distintas actividades improductivas, como tiempos muertos por desabastecimiento de materia prima y embalajes, paradas inesperadas, imprecisiones en el proceso; posterior a la aplicación de las herramientas de ingeniería, la pérdida se redujo en un 93.53%, haciendo un ahorro de \$ 65,857.34 por mes.
- Se determinó que las herramientas de ingeniería que atacan a cada causa raíz de cada problema son; SMED, 5'S y la capacitación. Generando un impacto positivo en la optimización del proceso y la reducción de costos.
- Se propuso e implemento la herramienta SMED para atacar la causa raíz que genera un costo total de \$ 27,509.63 por mes debido a los tiempos muertos por desabastecimiento de materia prima y embalajes, para la siguiente causa se propuso 5'S para reducir los costos generados por la pérdida de materia prima y embalajes, así como los tiempos muertos, esto asciende a \$ 27,889.63 por mes y finalmente el programa de capacitación, que disminuye los reprocesos que generan un costo de \$ 15,005.25 por mes.
- Se evaluó la implementación de la propuesta, con una inversión total anual de \$ 504,030.00, a través de VAN, TIR, B/C, obteniéndose valores de \$ 1'149,181.45, 71.27 % y 1.74 respectivamente para cada indicador. Lo cual concluye que la propuesta es rentable para la empresa.

REFERENCIAS

Textos

- Esteban, A. Molina, A. (2014) *Investigación de Mercados*. 1era edición. ESIC editorial. España.
- Rey, F. (2005) *Las 5S Orden y limpieza en el puesto de trabajo*. FC Editorial. España.
- Cruelles. J. (2014) *Productividad en las tareas administrativas: ¿Por qué nunca nos da tiempo?* España.
- Vargas H. (2010) *Manual de implementación Programa 5S*. FC Editorial. Oficina de Control Interno. Chile.
- Chiavenato, I. (2011) *Administración De Recursos Humanos*. Novena edición. McGrawHill Educación. México, D.F.

Direcciones electrónicas

- Meuly J. (2015). *La competitividad en la exportación de espárragos sonorenses hacia Estados Unidos en el marco del TLCAN*. Revista Mexicana de Agronegocios. México
- Garde A. (2010). *Estudio de los hábitos de consumo de espárragos de los consumidores de la zona productora y de pamplona*. Universidad Pública de Navarra. España
- Albuquerque M. (2014). *Factores que determinan la demanda internacional del espárrago fresco del Perú, Periodo 1992 - 2013*. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo - Perú.

- Larco Y. (2015). *Determinantes de la oferta exportable de espárrago fresco de la economía peruana: periodo 2005 – 2013*. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo - Perú.
- López M. (2016). *El Mercado de Estados Unidos constituye una oportunidad de negocio para incrementar la exportación de espárragos frescos desde Paiján: 2017 - 2021*. Universidad Privada del Norte. Trujillo - Perú.
- Namuche V. (2016). *Aplicación de Lean Manufacturing para aumentar la productividad de la materia prima en el área de producción en una empresa esparraguera para el año 2016*. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo - Perú.
- Saldaña D. (2019). *Propuesta de mejora en el área de producción para reducir los costos operativos de la línea de producción de espárrago blanco fresco en la Empresa Agroindustrial TAL S.A.* Universidad Privada del Norte. Trujillo - Perú.
- Minagri (2018). *Ficha Técnica del Espárrago*. Recuperado de <http://minagri.gob.pe/portal/28-sector-agrario/esparragos/234-esparragos?limitstart=0>
- Gestión (2016). *Comercio aéreo del Perú*. Recuperado de <https://gestion.pe/economia/comercio-aereo-peru-reina-esparrago-arandano-arremete-fuerza-123472-noticia/>
- Agrodataperu (2019). *Espárragos frescos exportación*. Recuperado de <https://www.agrodataperu.com/category/exportaciones/esparragos-frescos-exportacion>
- Comex Perú (2018). *Exportaciones peruanas de espárragos*. Recuperado de <https://www.comexperu.org.pe/articulo/exportaciones-peruanas-de-esparragos>

- Senasa (2019). *Exportaciones de espárragos peruanos a todo destino*. Recuperado de <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/senasa-exportacion-de-esparragos-frescos-peruanos-a-todo-destino/>
- El Exportador (2018). *Importaciones mundiales*. Recuperado de <https://www.diariodelexportador.com/2018/11/las-importaciones-mundiales-de.html>
- Agraria (2020). *Estadísticas*. Recuperado de <https://agraria.pe/estadisticas-new>
- Frutas y Hortalizas (2010). *Espárrago*. Recuperado de <https://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Presentacion-Esparrago.html>
- Sistemas OEE (2016). *5S para ser más productivos*. Recuperado de <https://www.sistemasoe.com/implantar-5s/>
- Progressa Lean (2014). *¿Qué es SMED?* Recuperado de <https://www.progressalean.com/que-es-smed/>
- Economía TIC (2014). *¿Qué es la productividad?* Recuperado de <https://economiatic.com/que-es-la-productividad/>
- Ingenieriaindustrialonline (2019). *Balanceo de Línea*. Recuperado de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/produccion/balanceo-de-linea/>
- Economipedia (2018). *Fábrica*. Recuperado de <https://economipedia.com/definiciones/fabrica.html>
- Significados (2018). *Tipos de Investigación*. Recuperado de <https://www.significados.com/tipos-de-investigacion/>

ANEXOS

Anexo N° 1: Encuesta de matriz de priorización

ENCUESTA DE MATRIZ DE PRIORIZACIÓN - DANPER TRUJILLO SAC

Empresa : Danper Trujillo SAC
 Área : Empaque
 Problema : Elevados costos de producción

Colaborador: _____

Marque con una "X" según la significancia de la causa, para el problema en mención

Valorización	Puntaje
Alto	3
Regular	2
Bajo	1

De las siguientes causas, considere el nivel de prioridad que afectan directamente con la productividad de su línea de trabajo.

Causa	Preguntas con Respecto a las Principales Causas	Calificación		
		Alto	Regular	Bajo
CR1	Falta de capacitación de operarios.			
CR2	No se cuenta con asignación de tiempos para el cambio de formato.			
CR3	No existen procedimientos para realizar trabajo.			
CR4	No existe mantenimiento preventivo.			
CR5	Falta de orden y limpieza en cada etapa del proceso.			

Anexo N° 2: Matriz de priorización

MATRIZ DE PRIORIZACIÓN - DANPER TRUJILLO SAC

Empresa : Danper Trujillo SAC
Área : Empaque
Problema : Elevados costos de producción

Valorización	Puntaje
Alto	3
Regular	2
Bajo	1

Area	Causas	CR1: Falta de capacitación de operarios.	CR2: No se cuenta con asignación de tiempos para el cambio de formato.	CR3: No existen procedimientos para realizar trabajo.	CR4: No existe mantenimiento preventivo.	CR5: Falta de orden y limpieza en cada etapa del proceso.
	Entrevistados					
Empaque	Operario 1	2	3	1	1	3
	Operario 2	2	2	1	1	2
	Operario 3	3	3	2	2	3
	Operario 4	2	2	2	1	1
	Operario 5	3	3	2	1	2
	Operario 6	2	3	2	1	3
	Operario 7	3	2	1	1	2
	Operario 8	3	2	2	1	2
	Operario 9	2	3	2	1	3
	Operario 10	2	2	1	2	2
	Operador de Maquina	3	2	1	2	3
	Auxiliar	2	2	1	2	3
	Supervisor	2	3	1	1	3
Calificación Total		31	32	19	17	32

Anexo N° 3: Resumen matriz de priorización

RESUMEN DE MATRIZ DE PRIORIZACION - DANPER TRUJILLO S.A.C

Empresa : Danper Trujillo SAC

Área : Empaque

Problema : Elevados costos de producción

Item	Causa	Σ (Impacto según encuesta)	% Impacto	Acumulado
CR5	Falta de orden y limpieza en cada etapa del proceso.	32	24%	24%
CR2	No se cuenta con asignación de tiempos para el cambio de formato.	32	24%	49%
CR1	Falta de capacitación de operarios.	31	24%	73%
CR3	No existen procedimientos para realizar trabajo.	19	15%	87%
CR4	No existe mantenimiento preventivo.	17	13%	100%
TOTAL		131		

Anexo N° 3: Formato de conformidad de limpieza

Formato de Conformidad de Orden y Limpieza

Fecha: _____ Frecuencia: Diario / Turno
 Turno: _____
 Hora: _____ Responsable: _____
 Área: _____

Actividad	Conforme		Observación
	Sí	No	
Programa de producción publicado			
Cajas armadas e identificadas			
Ligas separadas y desinfectadas			
Espumas recortadas e identificadas			
Jabas de desecho limpias y ordenadas			
Jabas de base limpias y ordenadas			
Jabas de materia prima limpias y ordenadas			
Soporte de jabas limpio y desinfectado			
Jabas de desecho ubicadas			
Jabas de base ubicadas			
Jabas de materia prima ubicadas			
Etiquetas de trazabilidad separadas e identificadas			
Materia prima identificada por longitud			
Materia prima identificada por proveedor			
Materia prima identificado por calidad			
Faja de lanzado limpia y desinfectada			
Faja de cangilones limpia y desinfectada			
Cabinas enligadoras limpias			
Cadena transportadora de atados limpia y desinfectada			
Faja transportadora de atados limpia y desinfectada			

Anexo N° 5: Diseño de Máquina

