



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la
productividad de la empresa LT Multiservices SAC., Chepén, 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTORES:

Hernandez Cueva, Anabel (ORCID: 0000-0002-4410-4616)

Rios Marin, Nelita Rocio (ORCID: 0000-0002-0668-1674)

ASESOR:

Mg. Flores Sanchez, Carla Mercy (ORCID: 0000-0003-2331-3571)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo industrial de productos y servicios

CHEPÉN – PERÚ

2022

Dedicatoria

La presente investigación está dedicada a Dios, por iluminarnos y darnos la sabiduría para llegar a hasta este momento muy importante de nuestra vida, así mismo están dedicadas a nuestros padres y familiares, ya que gracias a su apoyo nos motivaron a cumplir nuestros logros.

Agradecimiento

Agradecemos a nuestros padres, por los consejos brindados hacia nuestra persona, quienes nos ayudaron siempre a tomar las decisiones correctas y el apoyo emocional frente a las crisis, a mis amigos y compañeros de estudio que siempre estuvieron con nosotros en cada paso que se daba para lograr esta meta anhelada.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Variables y operacionalización	12
3.3. Población, muestra y muestreo	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	14
3.5. Procedimientos	14
3.6 Método de análisis de datos	15
3.7. Aspectos éticos.....	15
IV. RESULTADOS.....	16
V. DISCUSIÓN	34
REFERENCIAS	40
ANEXOS.....	45

Índice de tablas

Tabla 1. Causas identificadas según su frecuencia.....	23
Tabla 2. Producción del proceso de palta en kg inicial.....	25
Tabla 3. Productividad de mano de obra y de maquinaria inicial	26
Tabla 4. Productividad multifactorial.....	27
Tabla 5. Selección de las herramientas de lean para cada causa.....	28
Tabla 6. Tiempo de paradas no planificadas antes de la mejora	29
Tabla 7. Eficiencia global de la planta	30
Tabla 8. Nivel de cumplimiento inicial de las 5s.....	32
Tabla 9. Resumen de los materiales según las tarjetas rojas según su clasificación	33
Tabla 10. Acciones para mantenimiento autónomo.....	36
Tabla 11. Nuevo nivel de cumplimiento de las 5s.....	38
Tabla 12. Programa de mantenimiento preventivo	23
Tabla 13. Tiempo de paradas no planificadas después de la mejora.....	23
Tabla 14. Eficiencia global de la planta	24
Tabla 15. tiempo de preparación en el empaque	24
Tabla 16. Actividades de abastecimiento de los materiales en el empaque	25
Tabla 17. Actividades de abastecimiento internas y externas.....	28
Tabla 18. Productividad de mano de obra y de maquinaria final	29
Tabla 19. Productividad multifactorial.....	30
Tabla 20. Comparación de la productividad antes y después.....	31
Tabla 21. Prueba de normalidad	32
Tabla 22. Prueba de t-student para la productividad antes y después.....	33

Índice de figuras

Figura 1. Proceso de producción de palta.....	16
Figura 2. Causa- efecto.....	17
Figura 3. Diagrama de Pareto.....	24
Figura 4. Charlas inductivas del TPM.....	31
Figura 5. Señalización para ubicar correctamente los pallets	34
Figura 6. Limpieza del área de producción	35
Figura 7. cumplimiento de las 3s	37
Figura 8. Cajas vacías almacenadas cerca de la mesa de empaque.....	26

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo general aplicar las herramientas lean manufacturing para mejorar la productividad en la empresa LT Multiservices SAC. Fue una investigación de tipo aplicada con un diseño pre experimental. Tanto la población de estudio como la muestra estuvieron conformados por todos los procesos realizados en el proceso de producción de palta de la empresa Lt. Las técnicas empleadas en la recolección de datos fueron la observación, la entrevista y el análisis documental. Al aplicarse la herramienta mantenimiento productivo total, se mejoró la eficiencia global de la planta a 86%, aumentó el nivel de cumplimiento de las 5s de 48% a 85% y con la herramienta SMED disminuyó el tiempo de preparación demostrando un ahorro de 1.22 horas durante un día, la cual es tiempo utilizado para la producción. Se aplicó la prueba T-student para realizar la contrastación de la hipótesis, obteniéndose un nivel de significancia de 0.000 optando por su aceptación. En conclusión, se determinó que la aplicación de las herramientas de lean manufacturing mejoró la productividad de la empresa LT, por el incremento de la productividad en un 16%.

Palabras clave: herramientas lean, productividad, mejora continua

Abstract

The general objective of this research was to apply lean manufacturing tools to improve productivity in the company LT Multiservices SAC. He presented an investigation with a quantitative approach of an applied type with a pre-experimental design. Both the study population and the sample were made up of all the processes carried out in the avocado production process of the Lt company. The techniques used in data collection were observation, interview, survey and documentary analysis. When the total productive maintenance tool was applied, the overall efficiency of the plant was improved by 86%, the level of compliance with the 5s increased from 48% to 85%, and with the SMED tool the preparation time was reduced, showing savings of 1.22 hours during a day, which is time used for production. The T-student test was applied to test the hypothesis, obtaining a significance level of 0.000, opting for its acceptance. In conclusion, it was determined that the application of lean manufacturing tools improved the productivity of the LT company, by increasing productivity by 16%.

Keywords: lean tools, productivity, continuous improvement

I. INTRODUCCIÓN

En el entorno mundial las manufacturas se han convertido en una actividad fundamental para el incremento de la economía de un país, con el transcurso del tiempo la demanda de alimentos y productos agrícolas ha crecido durante los últimos años (Da Silva, 2021). Haciendo que la calidad del producto se convierta en un factor indispensable. Muchas empresas por buscar solamente realizar una mejora continua a cada uno de sus procesos han descuidado la calidad de sus productos, afectando que la gran parte de la producción no cumpla el requerimiento del cliente, lo que genera grandes pérdidas económicas (Alvarez Salinas, 2019).

Para llevar a cabo un aumento de la productividad en empresas de exportación, donde el producto pasa por un proceso de manufactura, se debe definir, explicar y aplicar herramientas de Lean Manufacturing de acuerdo al problema de la empresa, sin descuidar la calidad del producto fabricado. Ya que lean manufacturing consciente optimizar los recursos y excluir todo tipo de desperdicios que generan pérdidas en el proceso productivo, haciendo que mejore y sea más eficiente sin perder la calidad del producto (Bermejo Díaz, 2019).

EL Perú se ha resaltado por el gran crecimiento de las agroindustrias durante los últimos años, sin embargo, no todas las empresas han sido beneficiadas, debido al surgimiento de los diversos factores, como el mal uso de los patrimonios durante el transcurso de producción ya que ha resultado ser deficientes para la realización de sus operaciones (Cabel Arias y Velarde Becerra, 2020). La razón por la cual su productividad ha sido afectada, presentando limitaciones para la exportación de los productos por una mala calidad y deficiencias en el proceso de cosecha y post cosecha, atravesando existencias de desperdicios e incumplimiento con la demanda (Álvarez Salinas, 2019).

En la libertad existen muchas empresas dedicadas al rubro de las agroindustrias, agrícolas que exportan al mercado internacional, que se ven afectadas por problemas en su proceso de producción. A pesar de que ellas cuentan con todas las certificaciones y las imposiciones de calidad que el mercado internacional exige, están atravesando situaciones de mal uso eficiente de sus procesos para optimizar e incrementar su productividad (Calderón Ramos y Macines Ahumada, 2020).

La empresa LT Multiservices SAC, se dedica al proceso productivo de palta, mandarina y uva para la exportación a nivel mundial, ubicada en la provincia de Chepén. Al realizar visitas a la empresa y con la entrevista al ingeniero de operaciones de planta, se encontraron problemas durante el proceso de producción, como un excesivo tiempo de preparación de la máquina para el cambio de un lote a otro, lo que ocasiona un retraso a la producción, el problema aún más grande ocurre cuando existen paradas no programadas y reprocesos por fallas de algunos equipos en la línea de producción, por el motivo de que las máquinas presentan fallas durante el proceso, además el personal desconoce los métodos y técnicas de trabajo tanto al momento de dar un mantenimiento correctivo y preventivo a las máquinas como en las operaciones del proceso, así mismo, la empresa presenta problemas de desorden, existe cantidades de desperdicios de materia prima en el suelo, polvo en las maquinarias y equipos, hay espacios desordenados y materiales como cajas de cartón y canastillas que no están ubicadas correctamente y como la línea de producción es estática genera obstrucciones para la movilización de los operarios. De continuar con la problemática mencionada afectaría a la productividad de la empresa, debido a que estos problemas generan demoras y desperdicios durante el proceso de productivo la cual están afectando a una baja producción, por tal motivo es necesario implementar las herramientas de Lean Manufacturing para la pronta solución a los problemas. Por ello, el estudio realizado tuvo como propósito responder a la siguiente interrogante: ¿Cómo la aplicación de Lean Manufacturing incrementa la productividad de la empresa LT Multiservices SAC, Chepén, 2021?

Este estudio se justificó teóricamente porque se basa y se fundamenta en las teorías de las herramientas de lean manufacturing y la productividad profundizando en el estudio con sus respectivos indicadores, basándose en los antecedentes y conocimientos de los diferentes autores que lograron investigar en su debido momento sobre este tema y su relación, obteniendo las mejores teorías adecuadas para la solución a los problemas encontrados en la empresa, destacando que este aporte investigativo permitirá ser utilizado como referencia para futuros estudios, con intereses investigativos. La investigación se justificó metodológicamente porque se pretenderá analizar toda la información recogida y obtenida de las fuentes de base de datos confiables, basándose en las técnicas y métodos de la

investigación científica y resaltar que los resultados obtenidos de la aplicación de las herramientas contribuirán a otras empresas que presenten la misma problemática y procedimientos de la investigación. Además de manera práctica se justificó porque es de vital importancia y existe la necesidad inmediata de la ejecución de lean manufacturing para maximizar la productividad, contribuirá al mejoramiento de los procesos de producción, disminuyendo y eliminando los desperdicios y productos defectuosos, es la razón fundamental precisamente implantar las herramientas lean con el propósito de aumentar la productividad

El objetivo general de la investigación fue: Aplicar las herramientas lean manufacturing para mejorar la productividad en la empresa LT Multiservices SAC.

Seguidamente los objetivos específicos que se desarrollaron para cumplir con el objetivo general fueron: Realizar el diagnóstico de la situación actual categorizando las causas principales y medir la productividad inicial de la empresa LT Multiservices SAC. Identificar y aplicar las herramientas de lean manufacturing en el proceso productivo de la empresa. Y finalmente como último objetivo fue: Evaluar la productividad después de aplicar las herramientas Lean y hacer una comparación con la productividad inicial para determinar el incremento de la mejora.

Así mismo como hipótesis planteada para la investigación fue: La aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing mejorará la productividad de la empresa LT Multiservices SAC.

II. MARCO TEÓRICO

Se consideraron estudios internacionales, nacionales y locales que hacen referencia a la importancia de aplicar lean manufacturing para mejorar la productividad.

De esta manera como antecedentes internacionales tenemos a Ramírez Cortés (2017) desarrollaron en su investigación sobre, "Identificación y reducción de los niveles de desperdicio desde la perspectiva de lean manufacturing en la empresa Flowserve Colombia SAS". Se plantearon como objetivo principal, identificar y reducir el nivel de desperdicios a través de la perspectiva de las herramientas lean. La investigación fue aplicada. Para la recolección de reseñas emplearon la técnica de la encuesta y análisis documental. El investigador aplicó herramientas como el VSM, 6Ms, 5s y Kanban, logró reducir los desperdicios del 59%, creando una mejora continua. En conclusión, tras la eliminación de los desperdicios en el área de producción generó una reducción de los costos de los desperdicios en 565,773.3 dólares.

Luego también tenemos a Gutiérrez y Orejuela (2018), en su tesis de maestría, "Implementación de herramientas livianas aplicadas a la ingeniería de procesos en Schneider Electric, Colombia SEC". Su objetivo es plantear un plan de mejora para el proceso de ingeniería SEC basado en herramientas lean, análisis de métricas de productividad y tiempo de procesamiento. Este estudio pertenece a la categoría de aplicación con un diseño experimental. El resultado de este proceso es una reducción en el tiempo de entrega de 25.1 días a 1,36 días, y la productividad del proceso utilizando diseñadores también ha aumentado en un 5 %, el investigador concluye que las herramientas se refinan, lo que se traduce en una mejora de la productividad para el tratamiento.

Con respecto a los antecedentes nacionales se encontró a Juárez Ordinola (2020) en su investigación sobre, "Lean manufacturing para aumentar la productividad y competitividad en la empresa aguas de mesa 'Las Magnolias', Piura". Consideró como objetivo general aumentar la productividad y competitividad aplicando herramientas de lean manufacturing. Planteó un estudio experimental. La información fue recolectada por medio de la observación, entrevista, encuesta y análisis documental. Como herramientas de Lean emplearon el Kaizen, JIT y las

5s. Se obtuvo un incremento de ventas del 49.83%, se disminuyó el tiempo de producción por unidad en 15%. En conclusión, las herramientas permitieron aumentar la productividad a 20.1 garrafones/hora es decir incremento en 16.9%.

Por otro lado, tenemos a Lezama Sánchez. A y Lezama Sánchez. J (2020) en su investigación titulada, "Implementación de lean manufacturing para incrementar la productividad en la empresa de calzados ALCAS". Tuvo como objetivo primordial mejorar la productividad por medio de las herramientas lean. Destacando una investigación aplicada-experimental. Se aplicaron herramientas tales como el VSM, 5s, SMED y el Poka Yoke. Tuvo a la población y muestra todos los procesos productivos de calzado. Los resultados fueron que el VSM redujo el lead time a 18.75 días, 5s mejoró a 77%, Poka Yoke redujo los errores en un 95.12% y el SMED disminuyó los cuellos de botellas a 6.08 horas. Finalmente concluyeron que las herramientas lean incrementaron la productividad de MO y MP en 52% y 13% respectivamente en un periodo de 16 semanas.

Para el contexto local tenemos a Palomino Dávila (2020) en su estudio sobre "La adopción de herramientas de producción esbelta y su influencia en la productividad de la empresa Frigoinsa", Chepén. El objetivo fue establecer el efecto de la adopción de herramientas Lean en la productividad. Es un estudio aplicado con un enfoque cuantitativo y nivel explicativo. Aplicó herramientas como 5, mantenimiento de productividad total y estandarización de procesos. Las técnicas de recopilación de información se basan en la observación, la investigación y el análisis de documentos. Los beneficios clave fueron OEE un 53,9 % más, el cumplimiento 5 un 35,5 %, la materia prima, la mano de obra y la productividad total mejoraron a 0,91 kilo/kilo, 22,55 kilo/hh y 1,66, respectivamente. El estudio concluyó que las herramientas livianas aumentan la productividad en un 16%.

Así mismo, Calderón Ramos y Macines Ahumada (2020) en su estudio sobre, "Lean manufacturing para mejorar la productividad del molino Don Sergio S.A.C". Su objetivo principal fue determinar el efecto de la aplicación de las herramientas lean manufacturing en la productividad. Presentó un estudio aplicado, pre experimental, descriptivo. Las técnicas como el análisis documental y la observación fueron empleadas en la recolección de datos. Como resultados lograron incrementar la productividad mano de obra a 12.5 sacos kg/hh, materia prima 1.11 sacos de 49

kg/ sacos de cáscara de 70 kg y el índice combinado de la productividad mejoró a 1.87. En conclusión, demostró el aumento de la productividad en 16%, de manera que logró tener un efecto positivo las herramientas de mejora en la productividad.

Seguidamente resaltando las teorías con referente a lean manufacturing, según Hernández y Vizán (2017) manifiestan que la metodología no solo mejora los procesos de producción y ayuda a tener mayor utilidad si no también permite que la empresa obtenga mejores trabajadores teniendo ideas para la solución de problemas. Como lo hace notar Arria, Fonseca y Bocanegra (2017) lean manufacturing está enfocado en una estructura de trabajo, tratando de mejorar los procesos identificando y eliminando actividades que no agregan valor. Además, las herramientas lean trabajan dentro de una organización para optimizar la producción (Dueñas, González y Orjuela, 2018).

Para León et al. (2017) se considera que proporciona excelentes métodos de producción con eliminación de desechos y mejora continua del proceso. Este método innovador es utilizado por muchas empresas y la razón es que buscan brindar un trabajo eficiente y sin desperdicios en el proceso de producción, estableciendo un desarrollo competitivo por las cualidades que ofrece para reducir costos, mejorar la calidad, aumentar la producción y ahora operar a cero defectos (Francis, 2020).

El autor, Urcia Espinoza (2020) en su trabajo aplicaron las herramientas de lean manufacturing donde lograron optimizar considerablemente de un 50% a un 20% en las áreas utilizadas, también registró que los costos de producción disminuyeron.

Zambrano, Segura y González (2017) recalcan que la manufactura esbelta es la base primordial para las industrias, para implantar soluciones y estrategias para generar valor mientras se van reduciendo los desperdicios. La mejora continua es un conjunto de procedimientos centrados en un proceso establecido por el tiempo, dirigido a una mejora continua más cercana al proceso de producción y las actividades básicas que hacen que el proceso exista (Haslinda, Muliati, Miri, Am, y Rahim, 2018).

Da Silva (2021) presenta a lean como una mejora desarrollada en 4P: filosofía, proceso, personas y soluciones de problemas, esto demuestra a que la empresa

no solo puede tener problemas con la producción sino también en establecer su propósito de la entidad que es su razón de ser.

Es por eso como primera herramienta de lean abordado en el presente estudio tenemos al SMED, desde el punto de vista de, Favela, Escobedo, Romero y Hernández (2019) señalan que SMED significa cambio rápido de patrón, enfocándose en tomar una serie de pasos para reducir el tiempo de conversión utilizando herramientas, moldes o aislantes que interfieren en el proceso productivo.

Se puede entender que el tiempo de cambio comprende desde el tiempo transcurrido de la última pieza fabricada tipo A, hasta la obtención de la primera pieza o producto fabricado de tipo B (Francis, 2020). Es importante aplicarlo en una empresa que trabaja con una variedad de productos, se debe identificar dos tipos de actividades, una de ellas son las actividades internas, que es el cambio de herramientas cuando se realizan con la máquina parada no generando ninguna producción y las actividades externas, son todas las operaciones realizadas con la máquina en marcha mientras se está produciendo (Vinodh y Dino, 2018).

Como expresan Bortolotti, Boscari y Danés (2018) indica que al aplicarse el SMED y al obtener una reducción del tiempo de cambio para continuar con la producción, se estaría mejorando la productividad. Así mismo tiene como finalidad eliminar los tiempos innecesarios al momento de preparar para un cambio de producto (Rojas y Gisbert, 2017). Es significativo seguir una cadena de pasos en su desarrollo. El primer paso consiste en observar, registrar y analizar el proceso, mientras que el segundo paso identifica la actividad interna y externa. En el paso 3, las operaciones internas se convierten en operaciones externas. El paso 4 es hacer más eficiente la actividad y, finalmente, el paso 5 documenta el proceso mejorado (Escaida, Jara y Letzkus, 2017).

Otra herramienta que se utilizará es el mantenimiento preventivo total (TPM), según Castillo, Fernández y Ángeles (2018) está enfocada en la reducción de las paradas no programadas para incrementar la disponibilidad de las máquinas y obtener una mayor producción. Además, Krajewski et al. (2019) afirma que TPM mejora la disponibilidad, eficiencia y calidad de los sistemas de producción, tanto de equipos como de productos, y además ayuda a reducir los costos de producción. Autor

Fonstaetal. (2017) Destaca la importancia de aplicar el TPM a las empresas industriales donde existen ciertas situaciones, tales como: mantenimiento deficiente, máquinas inactivas, deficiencia en la lubricación, falta de trabajo en equipo, poco conocimiento de los trabajadores para realizar un mantenimiento.

Garza y Cortes (2019) en su trabajo aplicado con respecto al TPM dieron un paso de inicio para evaluar las reuniones semanales de productividad promoviendo generar más valor agregado. Para la ejecución de esta herramienta y que las actividades sean eficientes se deben de realizar en equipo para tener mejoras en el proceso con una disponibilidad de producir sin inconvenientes (Astudillo Fernández, 2019). El TPM tiene como indicador el OEE, que es la eficiencia global de los equipos, enfocado en mostrar que tan eficiente son usados los recursos durante la producción, para el resultado de este indicador se despliega con los índices multiplicados por disponibilidad, rendimiento y calidad:

$$OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad$$

Además, para determinar los valores en que se encuentra es clasificado de la siguiente manera, $OEE < 65\%$: Deficiente (Inaceptable), $65\% \leq OEE < 75\%$: Regular, $75\% \leq OEE < 85\%$: Aceptable, $85\% \leq OEE < 95\%$: Buena y $95\% \leq OEE < 100\%$: Excelente (Hernández y Vizán, 2017).

En cuanto a la herramienta de las 5S según los autores Iborra y Medina (2017) es una metodología de mejora enfocada a ejecutar tareas de manera ordenada, organizada y limpia. Facilita a la ejecución de tareas de trabajo eficientes y en menor tiempo (Rojas y Gisbert, 2017).

Seguidamente según, Beltrán y Bernal (2017) nos dice que convierte el ambiente de trabajo en forma segura para laborar, contribuyendo a la empresa a realizar mejor las operaciones. La aplicación de las 5s permite mantener en condiciones óptimas las áreas de producción a través del orden y limpieza, mejorando la presentación de las instalaciones y la calidad del producto (Rojas y Gisbert, 2017).

Esta herramienta persigue 5 etapas para su implementación las cuales son: a) seiri (clasificar), son todos los recursos que se eliminarán porque no sirven para el proceso, b) seiton (ordenar), se encarga de ordenar los elementos necesarios para el proceso, siendo visibles y ubicados en el lugar adecuado, c) seiso (limpieza). Se

hace una limpieza y eliminación de la suciedad que afectan incluso en los productos, d) seiketsu (estandarizar), consiste en concientizar y practicar los logros alcanzados de las 3 primeras S, d) shitsuke (disciplina), logra un hábito en el personal de la empresa, haciendo de estas tareas parte de la persona en la ejecución de todos los días (Pérez y Quintero, 2017).

Los KPI's según Oliveros (2018) son indicadores de desempeño que están enfocados a determinar y analizar el desarrollo de la empresa, se involucra a la toma de decisiones, estrategias y mejoras, permiten ver el cumplimiento de los objetivos o la misión establecida a corto plazo, que incluso se utiliza para monitorear un avance de un trabajo.

Todas las empresas de producción buscan tener su proceso estable y estandarizado, estos son el método de trabajo ideal para eliminar cualquier variación, desperdicio y desequilibrio al momento de realizar las operaciones (Tejeda, 2018).

Así mismo los autores Benites Llerena y Castañeda Leon (2021) mencionan que la productividad indica la relación que existe en el volumen total de la producción entre los recursos utilizados. Según Haslinda (2018) destaca que la productividad permite identificar la razón del uso eficiente de los recursos, por ejemplo: tiempo de mano de obra, materiales, maquinaria y la producción ya sea de producto fabricado o prestación de servicio.

De manera similar, el desempeño de Tejeda (2018) está determinado por elementos que influyen en el cálculo del nivel de desempeño de una empresa. Esto le permite saber si los recursos que consume cumplen con sus objetivos de eficiencia y sostenibilidad.

En consideración con los indicadores que se emplearán en la investigación serán, la productividad mano de obra, obtenido por la producción sobre el número total de personas por su tiempo de trabajo, productividad materia prima será evaluado por la producción obtenida entre la materia prima empleada (kg) y por último el índice combinado de la productividad, será por la utilidad por sol invertido en mano de obra y materia prima (Palomino Dávila, 2020).

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción obtenida (unidades, kg, soles)}}{\text{Recursos usados (Horas hombres, máquinas, materia prima)}}$$

$$\text{Variación de la productividad} = \frac{\text{productividad final} - \text{productividad inicial}}{\text{productividad inicial}} * 100$$

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Cabe resaltar que el actual estudio de investigación cuantitativa fue de tipo aplicada, como plantea Baena (2017) se enfoca en llevar a la práctica las teorías sustentadas por estudios, optando por estrategias y técnicas para la solución de un problema. Es por esa razón que se aplicó las herramientas de lean manufacturing llevando a la práctica sus teorías, las cuales lograron generar nuevos conocimientos para otros estudios, además permitieron dar la solución a la problemática presentada en el transcurso de producción de la empresa.

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño de esta investigación fue experimental de tipo pre experimental, según Cabezas, Andrade y Torres (2018) manifiestan que este diseño permite al investigador analizar y manipular intencionalmente la variable independiente para luego medir y comparar los resultados de un antes y después en la variable dependiente. Por tal motivo se midió la productividad antes y después luego de haber aplicado las herramientas de lean manufacturing.

G: 01-----X----- 02

G: Los procesos de producción

01: Productividad antes del estímulo.

X: Aplicación de las herramientas de lean manufacturing.

02: Productividad después del estímulo.

3.2. Variables y operacionalización

El presente estudio cuenta con dos variables cuantitativas con sus indicadores en escala de razón, independiente: lean manufacturing y la dependiente: productividad.

Variable independiente: Lean Manufacturing

Definición conceptual: Según los autores Urcia Espinoza (2020) manifiestan que lean manufacturing está enfocado en una estructura de trabajo, tratando de perfeccionar los procesos identificando y eliminando actividades que no agregan valor.

Definición operacional:

Lean manufacturing permite crear una mejora continua, atacando a todos los problemas del proceso productivo a través de la aplicación de su herramienta, de tal forma se evaluó a través de las siguientes herramientas: las 5s comprendidas con las 5 fases de mejora, mantenimiento productivo total y el SMED (Beltrán y Bernal, 2017).

Indicadores:

Como primera dimensión fue las 5s, quien tuvo como indicador el porcentaje de cumplimiento de cada una de las s. La segunda dimensión fue el TPM y tuvo como indicador el indicador OEE que es la eficiencia global de los equipos y por último el SMED con su respectivo indicador tiempo por unidad.

Escala de medición:

Los indicadores tuvieron una escala de medición de razón.

Variable dependiente: Productividad

Definición conceptual:

Benites Llerena y Castañeda Leon (2021) menciona que la productividad indica la razón existente por medio del volumen total de la producción y los recursos utilizados por la empresa.

Definición operacional:

La productividad permite ver que tan eficiente está usando la empresa sus recursos para lograr un nivel de producción, es por esa razón que se analizará mediante la productividad de mano de obra, maquinaria y productividad multifactorial (Palomino Dávila, 2020).

Indicadores:

Las dimensiones fueron: la productividad de mano de obra, con su respectivo indicador fue la producción de palta en kg/semanal sobre el N° de trabajadores por las horas de trabajo semanales; la productividad de maquinaria, tuvo como indicador la producción de palta en kg/semanal entre las horas máquinas utilizadas en el tiempo de producción semanal y el índice combinado de la productividad, fue conformada por el indicador producción de palta semanal en soles sobre todos los recursos empleados en mano de obra y horas máquina en soles.

Escala de medición:

Los indicadores tuvieron una escala de medición de razón.

En forma más detallada, en anexos se puede apreciar la matriz de operacionalización.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población: Abarca completamente todos los sujetos u objetos en donde se pretende realizar un estudio, obteniendo todas las especificaciones o características más importantes para la recolección de la información (Fontalvo et al., 2017). Por lo tanto, la presente investigación tuvo como población, todos los procesos realizados en el proceso de producción de palta de la empresa Lt.

- **Criterios de inclusión:** Involucran y pertenecen al estudio. En este caso fueron todos los procesos del área de producción de palta que han sido realizados los años 2021 y 2022.
- **Criterios de exclusión:** Son características que se separan para no alterar ni confundir con los resultados. Tal motivo, todos los procesos del área de producción de otras frutas como la uva y la mandarina no se tuvieron en cuenta.

3.3.2 Muestra: Con respecto a la muestra fue igual a la población.

3.3.3 Muestreo: Se utilizó el muestreo no probabilístico por conveniencia.

Unidad de análisis: Fue cada proceso del área de producción de la palta.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Las técnicas de recolección de datos a emplear fueron: La observación, la entrevista y el análisis documental.

Instrumentos

En cuanto a los instrumentos fueron los siguientes: Guía de entrevista, ficha de registro de los problemas de la empresa, ficha de registro de la producción de palta, ficha de registro de productividad mano de obra y de maquinaria, ficha de registro de la productividad multifactorial, check list de las 5s, ficha de registro de la eficiencia global de la planta (OEE) y la ficha de registro para el tiempo de preparación (SMED).

3.5. Procedimientos

Para la obtención de la información se empleó teniendo en cuenta los siguientes objetivos específicos, durante el diagnóstico de la situación actual de la empresa, las técnicas a emplear fueron la entrevista y el análisis documental, para ello los instrumentos de recolección de datos, fueron una guía de entrevista dirigida al jefe y supervisores del área de producción (Anexo 2) y ficha de registro de los problemas de la empresa (Anexo 3), para medir su productividad inicial primero se empleó el instrumento de la ficha de registro de la producción de palta (Anexo 4), luego se utilizó la ficha de registro de productividad mano de obra y de maquinaria (Anexo 5) y por último la ficha de registro del índice combinado de la productividad (Anexo 6).

En el desarrollo de la entrevista al jefe y supervisores del área de producción se convocó a una reunión, teniendo el permiso necesario para ingresar a las instalaciones de la empresa, para luego acceder a toda la información.

En la aplicación de Lean Manufacturing, se empleó la técnica de la observación y el análisis documental, apoyándose de los instrumentos de un Check list de las 5s (Anexo 7), la ficha de registro de la eficiencia global de la planta (OEE) (Anexo 8) y la ficha de registro para el tiempo de preparación (SMED) (Anexo 9).

Para conocer el incremento de la productividad y realizar una comparación con el antes y después, se empleó la técnica del análisis documental, a través de sus respectivos instrumentos de recolección de datos utilizados inicialmente (Anexos 5 y 6).

3.6 Método de análisis de datos

Al obtener datos de la producción, cantidades en promedios, información detallada en tablas y gráficos, se aplicó el análisis descriptivo, además, se empleó la estadística inferencial, por presentar una prueba de hipótesis, se utilizó el estudio de Shapiro Wilk por tener una muestra limitada menor de 50 datos, la evaluación de la hipótesis se realizó mediante la distribución de t-student previa prueba de análisis de normalidad. Para ello se empleó el software SPSS para dicha evaluación.

3.7. Aspectos éticos

El aspecto ético internacional, en el artículo científico de Acevedo (2018) remarca el ejercicio de autonomía, la cual el consentimiento voluntario de acceder a la empresa a investigar es fundamental, en caso de la ausencia debería haber un representante legal, para evitar fraude, engaño, presión de la información de la investigación en muestra de buenos resultados.

En cuanto al aspecto ético nacional, logran constituir al desarrollo académico, por la responsabilidad y el interés público que infiere, para alcanzar altos estándares de competitividad, con el dominio de las teorías, prácticas y tecnologías, demostrando que el bien común sea sus principios de actuar (Bedoya, L., Sánchez., X y Sánchez, S (2021).

El aspecto ético local de la investigación fue destacado por practicar normas éticas como el de autonomía, beneficencia y justicia, en la que se pretendió a los investigadores a tomar el manejo de los problemas para su solución a través de estrategias de mejoras y rigiéndose a las normas de la universidad, además todas las teorías fueron debidamente citadas según las normas ISO y la información completa fue representado bajo una originalidad. Se respetó cada opinión de los integrantes de la investigación y personas partícipes que manifiestan el logro del éxito del estudio, toda información fue guardada de manera confidencial, evidenciando la verdad y seguridad de los datos (Palomino Davila, 2020).

IV. RESULTADOS

Se visitó a la empresa, en donde se logró conocer su proceso de producción de palta, en la cual se detalló todas las actividades a través del siguiente diagrama flujo.

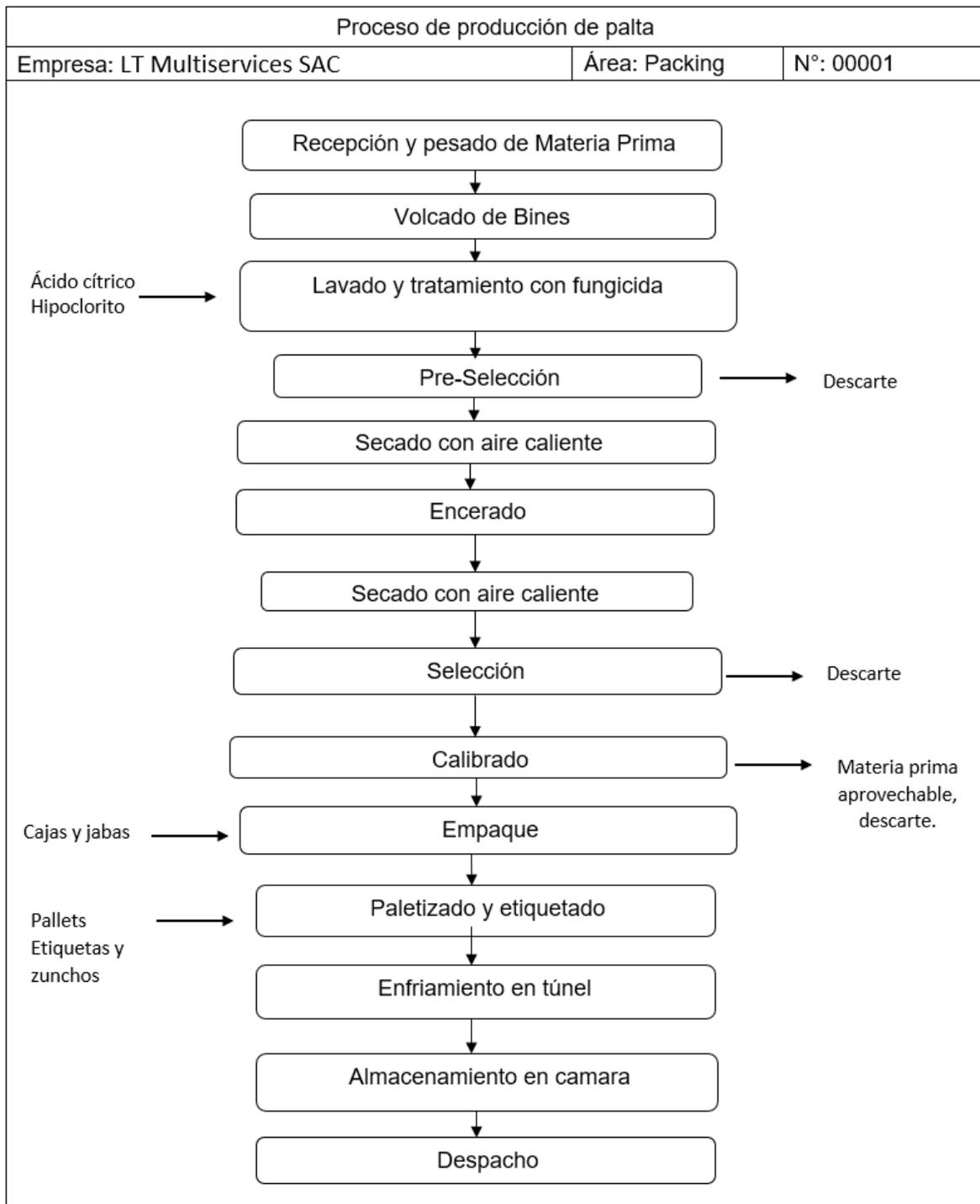


Figura 1. Proceso de producción de palta

Al realizar visitas a la empresa y con la entrevista al ingeniero de operaciones de planta, se diagnosticaron las siguientes causas en la cual se presentó en el diagrama de Ishikawa figura 2.

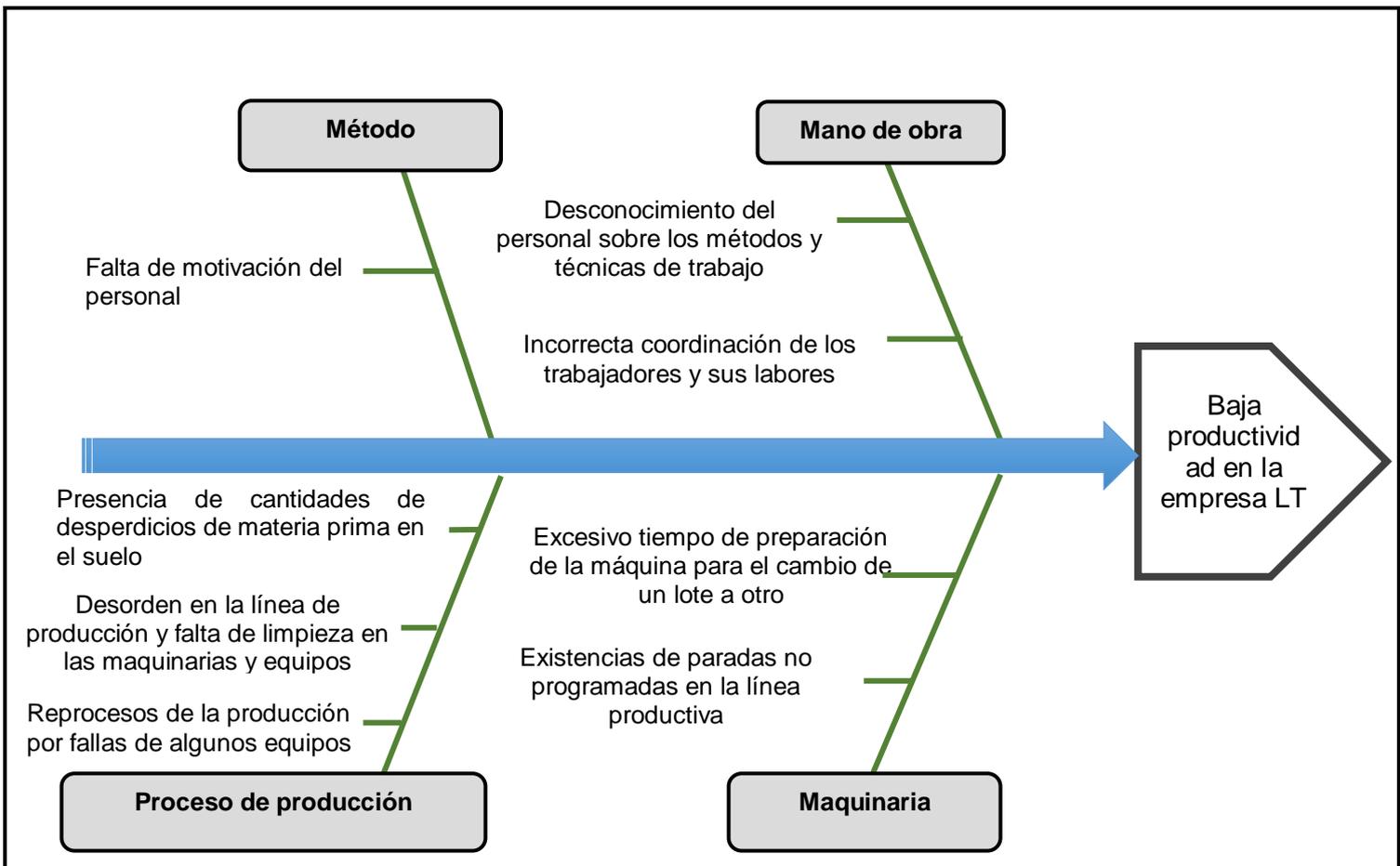


Figura 2. Causa- efecto
Fuente: Elaboracion propio

Aplicando las técnicas de recolección de datos, y luego de la entrevista dirigida al jefe y supervisores del área de producción de la empresa, y observar el proceso de la línea de producción, cada causa presentada en la gráfica anterior se evaluó el impacto que genera, demostrando a través de la frecuencia la ocurrencia de la causa.

Tabla 1. Causas identificadas según su frecuencia

Causas	Frecuencia	%
Desorden en la línea de producción y falta de limpieza en las maquinarias y equipos.	53	21%
Existencias de paradas no programadas en la línea productiva.	48	19%
Reprocesos de la producción por fallas de algunos equipos.	42	17%
Excesivo tiempo de preparación de la máquina para el cambio de un lote a otro.	34	13%
Desconocimiento del personal sobre los métodos y técnicas de trabajo.	30	12%
Presencia de cantidades de desperdicios de materia prima en el suelo.	25	10%
Incorrecta coordinación de los trabajadores y sus labores.	14	6%
Falta de motivación del personal.	7	3%

Fuente: Elaboración propia

Se puede ver como las causas se han ordenado de mayor a menor, con sus respectivos porcentajes, para luego identificar las más impactantes para su pronta solución.

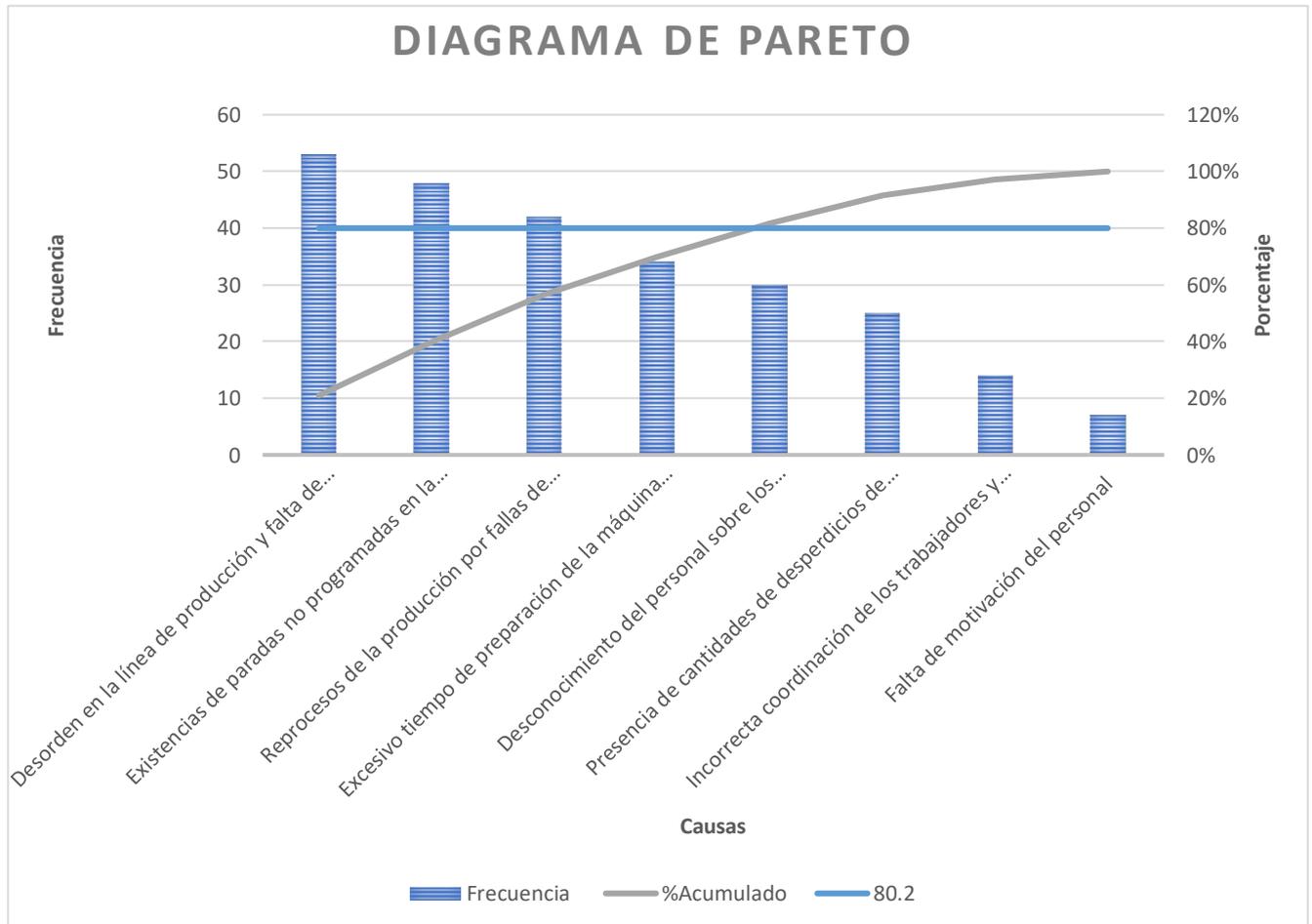


Figura 3. Diagrama de Pareto

Se puede observar en el diagrama de Pareto que los factores que tienen mayor incidencia al 80% en la baja productividad son: Desorden en la línea de producción y falta de limpieza en las maquinarias y equipos, existencias de paradas no programadas en la línea productiva, reprocesos de la producción por fallas de algunos equipos y excesivo tiempo de preparación de la máquina para el cambio de un lote a otro.

Indicadores de la productividad antes de la mejora

Para calcular los indicadores de productividad, lo primero que se recogió fue la información de la producción de palta en kg.

Tabla 2. Producción del proceso de palta en kg inicial

Mes	Semanas	Materia prima (kg)	Descarte (kg)	Producción de palta en Kg
Diciembre	1	83820.75	10058.49	73762.26
	2	95680.51	11481.66	84198.85
	3	95638.59	11476.63	84161.96
	4	92962.49	11155.50	81806.99
	5	88270.10	10592.41	77677.69
Enero	6	83919.11	10070.29	73848.82
	7	94499.30	11339.92	83159.38
	8	96429.75	11571.57	84858.18
	9	92248.74	11069.85	81178.89
Febrero	10	86213.35	10345.60	75867.75
	11	93722.26	11246.67	82475.59
	12	93791.63	11255.00	82536.63
Promedio		91433.05	10971.97	80461.08

Fuente: Elaboración propia

Se puede mencionar de la tabla 2, que la producción en promedio de los meses de marzo a mayo existió 80461.08 kilogramos de palta en promedio mensual.

Tabla 3. Productividad de mano de obra y de maquinaria inicial

Mes	Semana s	N° total de trabajadore s	Horas trabajada s	N° total de máqui nas en el proce so	Total, de horas máquina	Parad as no planific adas	Producción de palta en Kg	Productividad de mano de obra (kg/horas hombre)	Productividad de maquinaria (kg/horas máquina)
Dicie mbre	1	396.00	25660.80	5.00	320.51	7.30	73762.26	2.87	230.14
	2	402.00	26049.60	5.00	328.20	3.44	84198.85	3.23	256.55
	3	394.00	25531.20	5.00	316.93	2.31	84161.96	3.30	265.56
	4	405.00	26244.00	5.00	303.21	3.59	81806.99	3.12	269.81
Enero	1	391.00	25336.80	5.00	302.66	5.67	77677.69	3.07	256.65
	2	391.00	25336.80	5.00	315.79	6.98	73848.82	2.91	233.86
	3	393.00	25466.40	5.00	311.38	2.38	83159.38	3.27	267.07
	4	400.00	25920.00	5.00	328.61	3.48	84858.18	3.27	258.23
Febre ro	1	402.00	26049.60	5.00	316.04	3.10	81178.89	3.12	256.86
	2	400.00	25920.00	5.00	301.19	4.15	75867.75	2.93	251.89
	3	404.00	26179.20	5.00	326.93	4.58	82475.59	3.15	252.28
	4	394.00	25531.20	5.00	316.54	5.64	82536.63	3.23	260.75
Promedio		397.67	25768.80	5.00	315.67	4.39	80461.08	3.12	254.97

Fuente: Elaboración propia

Se puede deducir en la productividad de mano de obra, que por cada hora hombre empleada en el proceso de producción se obtiene un promedio de 3.12 kg de palta.

Además, en la productividad de maquinaria, se puede decir que por cada hora máquina empleada en el proceso de producción se obtiene un promedio de 254.97 kg de palta.

Con referente a la productividad multifactorial, se logró obtener el precio por cada kg de palta en donde se obtuvo una producción en soles, evidenciándose también que en el transcurso de los meses la productividad ha sido variada, en donde los últimos meses este indicador ha tendido a disminuir.

Tabla 4. Productividad multifactorial

Mes	Semanas	Producción de palta en soles	Horas hombres en soles	Horas máquina en soles	Productividad multifactorial en S/.
Diciembre	1	452900.262	218116.80	37282.01	1.77
	2	516980.94	221421.60	38176.22	1.99
	3	516754.421	217015.20	36864.72	2.04
	4	502294.904	223074.00	35268.95	1.94
Enero	1	476941.003	215362.80	35205.70	1.90
	2	453431.743	215362.80	36732.40	1.80
	3	510598.608	216464.40	36219.14	2.02
	4	521029.233	220320.00	38224.21	2.02
Febrero	1	498438.386	221421.60	36762.21	1.93
	2	465827.968	220320.00	35034.86	1.82
	3	506400.13	222523.20	38027.92	1.94
	4	506774.938	217015.20	36819.64	2.00
Promedio		494031.04	219034.80	36718.16	1.93

Fuente: Elaboración propia

Se puede interpretar que por cada sol invertido en mano de obra y en materia prima se obtiene en promedio una ganancia de 0.93 soles semanales.

Aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing.

Para cada causa diagnosticada, se seleccionó una herramienta de lean para la solución de la problemática.

Tabla 5. Selección de las herramientas de lean para cada causa

Causas	Descripción	Herramienta de solución
Desorden en la línea de producción y falta de limpieza en las maquinarias y equipos.	Existen espacios desordenados y materiales como cajas de cartón y canastillas que no están ubicadas correctamente y como la línea de producción es estática genera obstrucciones para la movilización de los operarios, presencia de polvo.	Aplicación de las 5s, para una mejor organización y limpieza en el desarrollo eficiente de las actividades del proceso.
Existencias de paradas no programadas en la línea productiva. Reprocesos de la producción por fallas de algunos equipos.	Presencia de fallas en las máquinas durante el proceso, por la falta de un programa de mantenimiento, y equipos en mal funcionamiento hace que la producción no se encuentre apta para el empaque lo que genera un reproceso.	Aplicación del TPM, permitirá dar funcionamiento a la línea de producción sin ningún impedimento durante el tiempo de producción, así mismo manteniendo en conservación sus máquinas.
Excesivo tiempo de preparación de la máquina para el cambio de un lote a otro.	Se toma un tiempo más de lo debido para dar paso a otro tipo de lote de producción, lo que ocasiona un retraso en la línea de proceso	Aplicación del SMED, permitirá reducir todos los tiempos improductivos y para el cambio de lote de producción.
Desconocimiento del personal sobre los métodos y técnicas de trabajo. Presencia de cantidades de desperdicios de materia prima en el suelo.	El personal no está capacitado para dar un mantenimiento correctivo y preventivo a las máquinas, y falta de conocimiento para la ejecución de las operaciones del proceso.	Capacitar al personal de la empresa para un mejor procedimiento de las labores, en la línea productiva.

Fuente: Elaboración propia.

Aplicación del mantenimiento productivo total (TPM).

Antes de aplicar la herramienta se midió la eficiencia global (OEE) inicial, para determinar en qué situación se encuentra de esta manera analizar en qué medida mejora.

Es así que se recolectó los tiempos de las paradas no planificadas, que estuvieron afectando a la producción, mayormente las ocurrencias fueron por: problemas en las maquinarias (desgaste), piezas rotas por corrosión, fallas en las instalaciones eléctricas, etc.

Tabla 6. Tiempo de paradas no planificadas antes de la mejora

Tiempo de paradas no planificadas (horas)												
Máquinas	Diciembre 2021				Enero 2022				Febrero 2022			
	sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 1	sem 2	sem 3	sem 4
1	2.3	1.2	1.21	1.52	1.23	1.32	0.23	1.54	0.54	1.12	1.34	0.4
2	2.3	1.2	0.33	0.45	1.56	2.3	0.44	0.33	0.55	1.25	0.56	1.12
3	1.2	0.3	0.21	1.34	1.54	1.22	0.15	0.20	0.33	0.43	0.12	1.54
4	0.2	0.2	0.12	0.12	1.22	1.11	0.22	0.30	1.23	1.23	1.45	1.13
5	1.3	0.54	0.44	0.16	0.12	1.03	1.34	1.11	0.45	0.12	1.11	1.45
Total	16.64				18.51				17.47			

Fuente: Elaboración propia.

Se presentaron los tiempos no planificados que perjudicaron a la producción, mostrándose los tiempos en, diciembre 16.64 horas, enero, 18.51 horas y febrero, 17.47 horas.

Se evaluó el indicador OEE, los cálculos se encuentran en los anexos, los resultados de la evaluación fueron los siguientes.

Tabla 7. Eficiencia global de la planta

Mes	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	OEE
Diciembre	0.93	0.90	0.86	0.73
Enero	0.92	0.90	0.86	0.72
Febrero	0.93	0.90	0.86	0.72
OEE		72%		

Fuente: Elaboración propia.

Se puede determinar que la eficiencia global de la planta fue del 72% mensual, teniendo una interpretación según los estándares mundiales que dicho valor se encuentra en un nivel regular, causando pérdidas económicas y solo es aceptable si se realiza mejoras en el proceso.

De este modo se aplicó el mantenimiento productivo total a través de las siguientes fases.

Fase 0:

En una reunión con los jefes de planta, calidad, logística y empaque. Se informó la cantidad de horas no planificadas ocurridas en las máquinas durante el proceso, pidiendo la autorización y aprobación para la aplicación de esta herramienta siendo difundida en toda la empresa. Se planteó como objetivo, reducir las fallas para mantener en buenas condiciones las máquinas y equipos del proceso productivo.

Se realizó charlas educacionales sobre la importancia del mantenimiento productivo dirigido a todos los trabajadores, del mismo modo se presentó el comité del TPM, en donde el jefe de producción fue el encargado de administrar, coordinar y tomar decisiones; el jefe de calidad se encargará de inspeccionar el cumplimiento del trabajo y el jefe de mantenimiento, encargado de reportar y revisar máquinas falladas e incluso ejecutar el programa de mantenimiento. Además, se informó el objetivo del TPM a todo

personal que labora en la empresa, definiendo como indicadores el tiempo no planificado de fallas y la eficiencia global de la planta.



Figura 4. Charlas inductivas del TPM

De la figura anterior se puede observar la difusión de la información y acuerdos sobre el TPM al personal de producción.

Esta herramienta va de la mano con procesos de organización y limpieza, es la razón por lo que se trabajó las 5s dentro de la herramienta del TPM.

Fase 1: Aplicación de las 5s:

En esta fase se aplicó la herramienta de las 5S: debido a los materiales desordenados como cajas de cartón y canastillas ubicadas por encima de las máquinas, presentando dificultades a los operarios para realizar sus funciones, a la vez presencia de suciedad en las máquinas e instalaciones.

Primero se evaluó el nivel de cumplimiento aplicando el check list, para cada una de las etapas, está estructurada una serie de ítems, donde la respuesta es “sí o no”, los resultados se muestran a continuación.

Tabla 8. Nivel de cumplimiento inicial de las 5s

ID	5S	Puntaje Calificado	Objetivo
S1	Clasificar	1	5
S2	Ordenar	4	7
S3	Limpieza	3	5
S4	Estandarizar	3	6
S5	Disciplina	2	4
	Puntuación 5S	13	27
	Nivel de cumplimiento de las 5s	48%	100%

Fuente: Elaboración propia

Se determinó que el nivel de cumplimiento inicial de las 5s fue el 48%, la mayor frecuencia fue la falta de orden y limpieza, por lo que se desarrolló las siguientes etapas:

Clasificar: Debido a la aglomeración de objetos es por lo que se procedió a separar todo tipo de objetos innecesarios que obstaculizan el paso durante el trayecto del proceso, fue realizado con el apoyo de todo el personal.

Como se puede ver a continuación se desarrolló una tabla, para un mejor trabajo con los objetos.

Tabla 9. Resumen de los materiales según las tarjetas rojas según su clasificación

Objeto	Cantidad	Estado	Ubicación	Acción
Equipos y herramientas	21	Desorden	Suelo y posterior de las maquinas	Reubicar
Desperdicios de fruta en el suelo	18 kg	Descarte	Suelo	Recoger y almacenar
Luminaria en mal estado	6	Falladas	Línea de producción	Mover al almacén
Máquinas en general	5	Sucias	Línea de producción	Limpiar
Cajas	31 unidades	Rotas y en desorden	Línea de producción	Reciclar
Ropa de trabajo	12	Desorden	Paletizado	Reubicar
Parihuelas	10	Desorden	Almacén de PT	Reciclar
Jabas vacías	11	Rotas	Línea de producción	Mover al almacén de materiales.
Materia prima semiprocada	12 cajas	Falta de identificación y ubicación	Área de paletizado	Identificar y ubicar

Fuente: elaboración propia.

Ordenar: Luego de identificar la acción a cada objeto, con apoyo de todos los operarios lograron realizar dichas acciones, esto reflejó en una mejor apreciación de las instalaciones.

Además en el transcurso del desarrollo de las actividades se presentaron materiales que estaban mal distribuidas se realizó una redistribución ahorrando espacio y recorridos, por ejemplo todos los operarios no tenían definido en qué espacio formar el pallet de cajas de palta, la cual al formar presentaban una desorganización del producto terminado y confusión para etiquetar la trazabilidad, es la razón que con ayuda del supervisor de peletizado se realizó señalización a los espacios para que lo operarios tengan la guía en donde formar el pallet según el tipo de caja, así como se muestra en la siguiente figura.



Figura 5. Señalización para ubicar correctamente los pallets

De la figura anterior se puede visualizar un mejor orden para formar los pallets, agilizando el proceso para contabilizar la producción.

Fase 2:

Limpieza: Se identificó todas las fuentes de suciedad y se realizó la limpieza general a todas las instalaciones de la empresa y una limpieza exhaustiva en el área de producción eliminando la suciedad de cada espacio removido.



Figura 6. Limpieza del área de producción

Se puede observar como quedó las instalaciones de la empresa, luego de realizar la limpieza de las respectivas áreas, se observó una mejor imagen y ambiente agradable para laboral.

En esta etapa de las 5s se aplicó el mantenimiento autónomo con las siguientes acciones planteadas en la siguiente tabla:

Tabla 10. Acciones para mantenimiento autónomo

Situaciones	Acciones
Pérdidas por averías de función y reducción	Se inspeccionó los tornillos sueltos, abrasión, suciedad y contaminantes.
El deterioro acelerado	Se realizó la lubricación y reponer el nivel de aceite a los equipos, en donde no se realiza ningún control o ajuste.
Mantenimiento básico	Se realizó una limpieza, orden, lubricación, inspección y ajuste de pernos.
Equipo forzado en la operación	Se corrigió el funcionamiento cuando sobrepasan los límites de velocidad especificados en el manual de operaciones.
Inspección de limpieza	Se eliminó el polvo y los desechos, se descubrieron las anormalidades, se corrigieron las deficiencias y mejoró la condición básica del equipo.

Fuente. Elaboración propia.

Fase 3:

Estandarización: A través de una inspección se mejoró las operaciones de ordenamiento y limpieza y se implantó normas para cumplir con todos los procedimientos anteriores, así mismo el jefe de producción fue el encargado de monitorear el cumplimiento de las etapas.



Figura 7. cumplimiento de las 3s

De la figura anterior podemos observar cómo se estaba cumpliendo con las 3 primeras eses, y además gracias a la intervención de un ingeniero se pudo corregir algunas actividades mal ejecutadas.

Fase 4

Disciplina: Luego de un tiempo transcurrido tras haber desarrollado las actividades diariamente se volvió un hábito para el personal de la empresa, de la misma forma se brindó pautas de 5 minutos para recordar las funciones y ventajas del de las 5s y del TPM antes de la jornada laboral.

Luego de dos semanas se aplicó el check list de las 5s, el nuevo nivel de cumplimiento se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 11. Nuevo nivel de cumplimiento de las 5s

ID	5S	Puntaje Calificado	Objetivo
S1	Clasificar	5	5
S2	Ordenar	6	7
S3	Limpieza	5	5
S4	Estandarizar	4	6
S5	Disciplina	3	4
	Puntuación 5S	23	27
	Nivel de cumplimiento de las 5s	85%	100%

Fuente: Elaboración propia.

El nuevo nivel de cumplimiento de las 5s se logró mejorar a 85%.

Fase 5: Inspección general del proceso.

Con la finalidad de continuar ejecutando las acciones correctivas, se realizó una inspección en el proceso de producción para determinar el cumplimiento, de esta manera se realizó algunos ajustes y mejoras en algunas acciones y se planteó la siguiente programación de mantenimiento preventivo a las máquinas.

Tabla 12. Programa de mantenimiento preventivo

Código	Maquinaria / Equipo	Trabajo	Tipo	Frecuencia (horas/periodo)
BNS-002	Volcador de bins	Revisión de la manguera de distribución de aceite puntos de lubricación	Mecánico	Diario
		Revisar flujo del indicador de aceite en la caja de cambios	Mecánico	Diario
		Aplicar aceite en las guías de palanca	Mecánico	Diario
		Revisión/ cambio resortes de operación	Mecánico	50
		Revisión/ limpieza electroválvula	Electrónico	300
		Aplicar grasa en los rodamientos	Mecánico	Semanal
		Limpieza en el filtro de aceite	Mecánico	Cada 3000 horas de operación
		Revisión y limpieza del motor eléctrico	Electrónico	Anual
MPD32	Calibradora	Revisar el sensor inductivo	Electrónico	160
		Verificar el funcionamiento del botón de paro de emergencia, start/stop	Electrónico	160
		Revisar ruidos y vibraciones	Electrónico	Mensual
		Revisión de nivel y precisión	Electrónico	Anual
		Revisión y limpieza del motor eléctrico	Electrónico	Anual
		Revisión eléctrica/ calibrar	Electrónico	Diario

PAIE3	Seleccionadora	Ajustar tuercas y tornillos de la mesa de rodillos	Mecánico	Semestral
		Engrasar y chequear rodamientos	Mecánico	Anual
		Lubricar el reductor de velocidad	Mecánico	Diario
		Revisión del motor eléctrico	Electrónico	Anual
LABR3	Lavadora	Limpieza e inspección filtro de succión	Mecánico	Semestral
		Limpieza de partes internas	Electrónico	Mensual
		Inspección de válvulas	Mecánico	Anual
		Limpieza del filtro de la bomba y el recipiente	Mecánico	Mensual
PLDR84	Pulidora	Controlar el nivel de aceite de los dispositivos hidráulicos	Mecánico	Mensual
		Ajustar los tornillos	Mecánico	Mensual
TRP87	Fajas transportadoras	Ajustar los pernos	Mecánico	Mensual
		Revisar o cambiar los rodamientos	Mecánico	Cada 2 meses
		Reemplazar o cambiar las fajas	Mecánico	Anual
CTOR9	Panel de control	Realizar un mantenimiento general al sistema eléctrico	Electrónico	Anual
		Verificar y ajustar las conexiones	Mecánico	Mensual
		Realizar limpiezas mecánicas y eléctrica	Mecánico/electrónico	Cada 2 meses
MEOS3	Mesa de empaque	Limpieza de mesa de trabajo	Mecánico	Diario
		Aplicar lubricantes en los rodamientos	Operario	Diario
		Chequear visualmente su estado	Operario	Anual
BLZ-3	Balanzas	Calibrar	Mecánico	Diario
		Revisar el sistema eléctrico	Electrónico	Mensual
		Limpieza	Mecánico	Diario

Elaboración propia.

Luego de realizar acciones de mejora y mantenimientos correctivos y preventivos a las máquinas, se volvió a calcular las horas no planificadas, los resultados fueron:

Tabla 13. Tiempo de paradas no planificadas después de la mejora

Tiempo de paradas no planificadas (horas)												
Máquinas	Abril				Mayo				Junio			
	sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 1	sem 2	sem 3	sem 4
1	0.22	0.22	0.45	0.45	1.33	0.44	0.00	0.29	0.55	0.22	0.23	0.56
2	0	0.43	0.5	0.21	0.12	1.36	0.29	0.00	0.33	0.09	0.23	0.12
3	0.32	0	0.33	0.53	0	0	0.00	0.31	0	0.14	0	0.22
4	0.12	0	0.43	0.22	0	0.33	0.21	0.00	0.43	0	0.32	0
5	0	0.33	0.12	0.1	0.16	0	0.12	0.00	0.12	0.12	1.12	0.12
Total	4.98				4.96				4.92			

Fuente: Elaboración propia.

En abril, mayo y junio del 2022 las horas no planificadas fueron, 4.98, 4.96 y 4.92 respectivamente, se puede ver que han logrado disminuir después de haber planteado la solución.

Es así que se volvió a calcular el indicador OEE, en anexos se muestran el desarrollo de los cálculos.

Tabla 14. Eficiencia global de la planta

Mes	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	OEE
Abril	0.98	0.90	0.97	0.86
Mayo	0.98	0.90	0.97	0.86
Junio	0.98	0.90	0.97	0.86
OEE	86%			

Fuente: Elaboración propia.

El indicador de la eficiencia global de la planta fue de 86% promedio mensual, lo que demuestra una mejora, siendo ahora un proceso más estable y confiable.

Aplicación de SMED

Se analizó el proceso de producción, demostrando que en el proceso de empaque se presentaron operaciones descoordinadas, ocasionando una pérdida de tiempo por la preparación de los materiales.

Tabla 15. tiempo de preparación en el empaque

Tiempo del proceso (405) operarios	Minutos al día
Tiempo productivo	4374.00
Parada por preparación	24.500
Total	4398.50

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que el tiempo que se demora para la preparación de la línea de producción es de 24.5 minutos.

Para empacar la palta se empaca en diferentes tipos de cajas de acuerdo con la especificación del cliente, para el cambio de estas cajas se están presentando demoras, por lo que fue necesario analizar cada actividad que se realiza en el cambio de las cajas y ver el porqué de la demora, se trabajó a través de las siguientes etapas:

Etapa 1: Así como para el mantenimiento productivo total se realizó una charla, en la herramienta SMED también se realizó lo mismo a diferencia que esto se hizo solo en el empaque.

Etapa 2: Se registró el tiempo de las actividades del abastecimiento de los materiales a través de un cronómetro, durante 4 días, las actividades son las siguientes:

Tabla 16. Actividades de abastecimiento de los materiales en el empaque

N°	Actividad	Tomas de tiempos				Promedio (min)
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	
1	Programar la producción en el sistema computarizado del proceso	3.25	3.50	3.12	3.45	3.29
2	Recoger las cajas vacías del área de empaque	5.12	5.43	5.37	5.21	5.31
3	Cambiar la rotulación del lote anterior de las cajas vacías	7.36	7.32	7.45	7.18	7.38
4	Almacenar las cajas vacías del lote anterior	2.48	2.38	2.45	2.39	2.44
5	Recoger etiquetas de trazabilidad	0.54	0.54	0.52	0.34	0.53
6	Colocación de nuevas etiquetas en las cajas vacías	2.54	2.54	2.53	2.55	2.54
7	Conteo de cajas vacías etiquetadas	1.47	1.49	1.53	1.40	1.50
8	Entrega de las nuevas cajas vacías para el empacado	1.57	1.54	1.45	1.56	1.52
	Tiempo total	24.33	24.74	24.42	24.09	24.50

Fuente: elaboración propia.

El tiempo que toma para realizar todas las actividades de preparación para el abastecimiento en el cambio de los materiales al área de empaque es de 24.50 minutos.

Se tiene la finalidad de disminuir el tiempo de entrega de los materiales al personal de empaque, para no generar demoras y paradas en la línea del proceso, por lo que se realizó las siguientes acciones:

Actividad N° 2 y 4:

Antes:

Se esperaba que los empacadores terminasen de empacar para poder mover las cajas vacías sobrantes cuando terminaba el proceso de un lote y eran almacenadas en un pallet generando retrasos en el proceso.

Ahora:

En esta actividad se eligió a 4 operarios para ocuparse solamente de recoger y almacenar los envases vacíos del área de empaque. Además, se cuenta con una zona para almacenar cajas vacías cerca al área de empaque.

Actividad N° 3:

Las cajas fueron almacenadas en un espacio para luego cambiar la rotulación de las cajas vacías de lotes anteriores, este cambio se dará cuando el proceso está funcionando con el nuevo lote, esto ayudará a que la línea del proceso no pare.



Figura 8. Cajas vacías almacenadas cerca de la mesa de empaque

Actividad N° 5, 6, 7 y 8:

Antes:

Se esperaba al término de la operación de empaque que el auxiliar de producción pueda recoger las etiquetas y colocar a cada envase, se iba contando y se entregaba al área de empaque.

Ahora:

Antes de terminar los últimos envases del lote que se está produciendo, se procede a ir a recoger las etiquetas para el nuevo lote, para luego etiquetar y llevar el conteo respectivo, mientras la producción del lote anterior está finalizando, ahora ya se tendrá envases para el siguiente proceso de un nuevo lote, en la cual se entregará y no se tendrá que parar la línea de proceso.

Luego de realizar las mejoras, casi todas las actividades internas lograron ser cambiadas a externas, lo que quiere decir que mientras la línea de producción está funcionando, estas actividades se pueden ejecutar sin tener que hacer ninguna parada en la línea de proceso.

Tabla 17. Actividades de abastecimiento internas y externas

Actividad	Promedio (min)	Actividades Internas	Actividades Externas
Programar la producción en el sistema computarizado del proceso	3.29	3.29	
Recoger las cajas vacías del área de empaque	5.31		5.31
Cambiar la rotulación del lote anterior de las cajas vacías	7.38		7.38
Almacenar las cajas vacías del lote anterior	2.44		2.44
Recoger etiquetas de trazabilidad	0.53		0.53
Colocación de nuevas etiquetas en las cajas vacías	2.54		2.54
Conteo de cajas vacías etiquetadas	1.50		1.50
Entrega de las nuevas cajas vacías para el empacado	1.52		1.52
Tiempo total	24.50	3.29	21.21

Fuente: elaboración propia.

De la tabla anterior se puede decir que las actividades internas fueron 3.29 minutos y las actividades externas fueron 21.21 minutos. Con la implementación de la herramienta SMED, demostró un ahorro de 18.32 minutos, mayormente durante un día de proceso hay en promedio 4 cambios de abastecimiento de materiales, lo que resultó un tiempo 1.22 horas al día de ahorro la cual se estaría aprovechando para producir más.

Se trabajó con las mejoras realizadas en un periodo de 2 semanas, para luego medir la nueva productividad después haber aplicado las herramientas de lean.

Indicadores de la productividad después de la mejora

La nueva producción obtenida del proceso de palta en kg se encuentra en los anexos.

Tabla 18. Productividad de mano de obra y de maquinaria final

Mes	Semanas	N° total de trabajadores	Horas trabajadas	N° total de máquinas en el proceso	Total, de horas máquina	Paradas no planificadas	Producción de palta en Kg	Productividad de mano de obra (kg/horas hombre)	Productividad de maquinaria (kg/horas máquina)
Abril	1	400	25920.00	5.00	314.00	0.66	86283.26	3.33	274.79
	2	402	26049.60	5.00	303.60	0.98	92550.29	3.55	304.84
	3	397	25725.60	5.00	302.88	1.83	86552.85	3.36	285.77
	4	397	25725.60	5.00	306.90	1.51	87465.07	3.40	285.00
Mayo	1	397	25725.60	5.00	306.30	1.61	94751.29	3.68	309.34
	2	390	25272.00	5.00	303.30	2.13	87119.17	3.45	287.24
	3	398	25790.40	5.00	314.52	0.62	86338.36	3.35	274.51
	4	391	25336.80	5.00	312.90	0.60	88931.33	3.51	284.22
Junio	1	395	25596.00	5.00	306.00	1.43	84786.70	3.31	277.08
	2	396	25660.80	5.00	310.20	0.57	95187.43	3.71	306.86
	3	404	26179.20	5.00	313.97	1.90	95680.70	3.65	304.74
	4	392	25401.60	5.00	303.60	1.02	83647.57	3.29	275.52
Promedio		396.58	25698.60	5	493.09	1.24	89107.84	3.47	289.16

Fuente: Elaboración propia

La productividad de mano de obra, se puede decir que por cada hora hombre empleada en el proceso de producción se obtiene un promedio de 3.47 kg de palta.

La productividad de maquinaria, se puede decir que por cada hora máquina empleada en el proceso de producción se está obteniendo un promedio de 289.16 kg de palta.

Con referente a la productividad multifactorial, se logró obtener el precio por cada kg de palta en donde se obtuvo una producción en soles, evidenciándose también que en el transcurso de los meses la productividad ha sido variada, en donde los últimos meses este indicador ha tendido a disminuir.

Tabla 19. Productividad multifactorial

Mes	Semanas	Producción de palta en soles	Horas hombres en soles	Horas máquina en soles	Productividad multifactorial en S/.
Abril	1	550487.18	220320.00	36524.28	2.14
	2	590470.87	221421.60	35314.75	2.30
	3	552207.18	218667.60	35230.73	2.17
	4	558027.13	218667.60	35698.61	2.19
Mayo	1	604513.24	218667.60	35628.82	2.38
	2	555820.28	214812.00	35279.86	2.22
	3	550838.75	219218.40	36584.63	2.15
	4	567381.89	215362.80	36396.53	2.25
Junio	1	540939.18	217566.00	35593.92	2.14
	2	607295.78	218116.80	36082.46	2.39
	3	610442.88	222523.20	36521.55	2.36
	4	533671.52	215913.60	35314.75	2.12
Promedio		568507.99	218438.10	57356.12	2.24

Fuente: Elaboración propia

Se puede interpretar que por cada sol invertido en mano de obra y en materia prima se obtiene en promedio una ganancia de 1.24 soles semanales.

Se compararon los indicadores de la productividad, la información a continuación:

Tabla 20. Comparación de la productividad antes y después

Indicador	Productividad		
	Unidades	Antes	Después
Productividad de mano de obra	kg/h-h	3.12	3.47
Productividad de maquinaria	kg/kg	254.97	289.16
Productividad multifactorial	S/.	1.93	2.24
Variación de la productividad		16%	

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla anterior podemos ver una variación de la productividad de la empresa LT, la cual es un 16 %.

Prueba de hipótesis

Se realizó la prueba de normalidad a través de Shapiro-Wilk por ser los datos la productividad multifactorial (antes y después) menores a cincuenta, para ello se empleó el programa SPSS.

Las hipótesis de normalidad fueron:

Ho: Los datos de la productividad multifactorial presentan una distribución normal.

H1: Los datos de la productividad multifactorial no presentan una distribución normal.

Tabla 21. Prueba de normalidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	,145	12	,200*	,937	12	,466

Fuente: Software SPSS

El resultado se observa un valor de significancia de 0.466, siendo mayor a 0.05, en tal sentido se acepta la hipótesis nula, demostrando que los datos de la productividad multifactorial presentan una distribución normal.

Es la razón que se continúa con el desarrollo y se realiza la prueba de t student planteando las siguientes hipótesis de nuestra investigación:

H0: La aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing no mejorará la productividad de la empresa LT Multiservices SAC.

H1: La aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing mejorará la productividad de la empresa LT Multiservices SAC.

Tabla 22. Prueba de t-student para la productividad antes y después.

		Prueba de muestras emparejadas							Sig. (bilateral)
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	
					Inf er ior	Superior			
Par 1	Antes - Después	30,333 33	14,91389	4,30527	20, 857 50	39,80917	7,046	11	,000

Fuente: Software SPSS

La prueba de significancia de t student fue de 0.000, siendo menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula, y se determina que aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing mejoraron la productividad de la empresa LT Multiservices SAC.

V. DISCUSIÓN

La presente investigación cumplió con el objetivo general de aplicar las herramientas lean manufacturing para mejorar la productividad en la empresa LT Multiservices SAC.

La investigación obtuvo resultados positivos pese a las dificultades durante el transcurso del desarrollo, pese a esto se pudo culminar con éxito, produciendo beneficios a la empresa, con un acrecentamiento de la productividad de 2.13 a 2.24 representando una variación del 16%. Siendo respaldado por la autora Palomino Dávila (2020) quien aplicó las herramientas de lean manufacturing en una empresa Frigoínca en Chepén, quien tuvo como objetivo mejorar la productividad con la aplicación de las herramientas lean. Siendo todo un éxito llegó a la conclusión que las herramientas lean aumentó la productividad en un 16%.

Del mismo modo Calderón Ramos y Macines Ahumada (2020) quien aplicó las herramientas de lean manufacturing en un molino arrocero en el valle jequetepeque, demostró el aumento de la productividad en 16%, de manera que logró tener un efecto positivo las herramientas de mejora en la productividad.

Estos resultados son respaldados por Cruz y Mendoza (2018) en su investigación molino don Sergio la cual se obtuvo un aumento del 21% en su productividad de materia prima, el aumento fue mayor al de nuestra investigación la razón por lo que se aplicaron a rubros de producción diferentes. Así mismo Juárez Ordinola (2020) aplicó herramienta de lean en una empresa dedicada a la producción de agua de mesa, trayendo como beneficios en el aumento de la productividad en un 16%.

Seguidamente el primer objetivo específico fue el diagnóstico de la situación actual categorizando las causas principales. De la empresa LT Multiservices, en este punto se realizó el diagrama de Ishikawa y el diagrama de Pareto donde se identificaron los factores que tienen el 80% de incidencias son: desorden en la línea de producción y falta de limpieza en las máquinas y equipos, existencia de paradas no programadas en la línea productiva, reprocesos de la producción, excesivos tiempos de reparación de la máquina para el cambio de un lote a otro.

Lo cual es respaldado por Ramos Gañay (2014) diciendo que estas herramientas se utilizan para priorizar los principios que los genera. De igual forma, Tolentino (2019) está desarrollando un programa de mejora de la calidad. Las mejoras solo pueden justificarse si son aplicables a algunos proyectos importantes. En estos proyectos, existen mayores oportunidades para mejorar las tasas de falla, los costos de calidad, el tiempo de inactividad debido a fallas y la productividad del proceso.

Como segundo objetivo específico se midió la productividad inicial de la empresa LT Multiservices SAC. Los indicadores de productividad de mano de obra y maquinaria fueron 3.12 kg/ horas hombre y 254.97 kg/horas máquina. Y como tercer objetivo específico tenemos identificar y aplicar las herramientas de lean manufacturing en el proceso productivo de la empresa. Se realizó un cuadro de causas y herramientas de solución así identificando al TPM, 5S y SMED.

De igual manera por Juárez Ordinola (2020) en su investigación sobre Lean manufacturing para aumentar la productividad y competitividad en la empresa aguas de mesa las Magnolias en la ciudad de Piura. Lograron emplear herramientas de Lean como el Kaizen, JIT y las 5s. teniendo como resultado la disminución del tiempo de producción por unidad en 15% y además permitieron aumentar la productividad a 20.1 garrafones/hora.

Además, son consistentes con los hallazgos de Gutiérrez y Orejuela (2018), cuya tesis de maestría tiene como objetivo proponer planes de mejora, métricas de desempeño y análisis de tiempos de procesamiento para procesos de ingeniería SEC basados en manufactura esbelta. Los resultados obtenidos de este proceso reducen los tiempos de entrega de 25.144 días a 14,36 días, aumentando la productividad del proceso hasta en un 45% cuando se utilizan diseñadores de acuerdo. A diferencia de nuestra investigación el aumento fue menor, debido que el autor simplemente está proponiendo un plan y que al aplicarlo puede que la productividad solo aumente mayor a 15%.

Resultados similares se obtuvieron de Lezama Sánchez. A y Lezama Sánchez. J (2020) quienes aplicaron las herramientas de lean manufacturing en una empresa de calzados. La cual su objetivo fue mejorar la productividad por medio

de las herramientas lean. Se aplicaron herramientas tales como el VSM, 5s, SMED y el Poka Yoke. Los resultados fueron que el VSM redujo el lead time a 18.75 días, 5s mejoró a 77%, Poka Yoke redujo los errores en un 95.12% y el SMED disminuyó los cuellos de botellas a 6.08 horas.

Y finalmente como último objetivo fue: Evaluar la productividad después de aplicar las herramientas Lean, en la cual la productividad de mano de obra, maquinaria y multifactorial fueron 3.47 kg/ horas hombre, 289.16 kg/horas máquina y 2.24 respectivamente.

Se encontraron hallazgos similares con los de Calderón Ramos y Macines Ahumada (2020) en su estudio aplicado en el molino Don Sergio S.A.C. Su objetivo principal fue determinar el efecto de la aplicación de las herramientas lean manufacturing en la productividad. Como resultados lograron incrementar la productividad mano de obra a 12.5 sacos kg/hh, materia prima 1.11 sacos de 49 kg/ sacos de cáscara de 70 kg y el índice combinado de la productividad mejoró a 1.87.

Palomino Dávila (2020) en donde aplicó herramientas como las 5s, mantenimiento productivo total y estandarización de procesos. Los beneficios principales fueron, el aumento del OEE de 53% a 89%, el cumplimiento de las 5s incremento de 35% a 85%, la productividad de materia prima, mano de obra y el total mejoraron a 0.91 kilos/kilos, 22.55 kilos/hh y 1.66 respectivamente. Es así que también de los autores de Lezama Sánchez. A y Lezama Sánchez. J (2020) luego de aplicar las herramientas lean incrementaron la productividad de mano de obra y materia prima en 52% y 13% respectivamente en un periodo de 16 semanas.

Aplicando la herramienta de las 5s en nuestra investigación, el cumplimiento de las 5s mejoró del 48% a 85% siendo esto respaldado por Iborra y Medina (2017) quien menciona que es una metodología de mejora enfocada a ejecutar tareas de manera ordenada, organizada y limpia. Facilita a la ejecución de tareas de trabajo eficientes y en menor tiempo (Rojas y Gisbert, 2017). Palomino Dávila (2020) nos dice que uno de los beneficios de aplicar, lean manufacturing en este caso las 5s se obtiene un incremento del 50% de mejoras para la empresa.

La herramienta del TPM. Teniendo como resultados un OEE de 72% encontrándose en un nivel regular, causando pérdidas económicas y solo es aceptable sólo si se presenta mejoras en el proceso. Tomando las medidas correspondientes se obtiene una mejoría del 72 % al 86% lo cual los autores Fonseca et al. (2017) destaca la importancia de aplicar el TPM en una empresa industrial donde se dan ciertas circunstancias como: mantenimiento deficiente, máquinas que no funcionan, mala lubricación, falta de trabajo en equipo, trabajo de personal con menos conocimientos para realizar el mantenimiento.

En cuanto a la herramienta del SMED. 24.5 minutos a 18.32 minutos siendo esto respaldado por Bortolotti, Boscarri y Danés (2018) indica que al aplicarse el SMED y al obtener una reducción del tiempo de cambio para continuar con la producción, se estaría mejorando la productividad. También Jorge Lascano impulsa la productividad en la labor investigadora de la empresa dedicado a la aplicación de herramientas de manufactura esbelta en el envasado de cerveza sistema SMED con el objetivo de aumentar el rendimiento y optimizar el tiempo en el proceso productivo el formato de la segunda línea del paquete de cerveza ha cambiado, pero cuando se implementa herramienta para reducir los cambios de formato como actividad auxiliar la clave para cambiar el formulario, ahorrando mucho tiempo en todo el proceso, a su vez aumento de la producción de envases y optimización del tiempo

En cuanto a las herramientas Lean manufacturing Ramírez Cortés (2017) el investigador aplicó herramientas como el VSM, 6Ms, 5s y Kanban, quien logró reducir los desperdicios del 59%, creando una mejora continua. En conclusión, tras la eliminación de los desperdicios en el área de producción generó una reducción de los costos de los desperdicios en 565,773.3 dólares. Esto demuestra que al aplicar las herramientas de lean de manera correcta logra generar beneficios económicos para la empresa. Es consistente con la teoría propuesta por (Medianero, 2016), quien dice que la productividad de los servicios y bienes pueden ser mejorados o producidos, dependiendo de la eficiencia de producción y proceso de producción.

VI. CONCLUSIONES

La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

1. Se aplicó las herramientas de lean manufacturing quienes lograron mejorar la productividad multifactorial de la empresa LT Multiservices, a 2.24 soles, lo que representa un aumento del 16%.
2. Se realizó el diagnóstico de la situación actual de la empresa LT Multiservice, con apoyo del diagrama de Ishikawa y el diagrama de Pareto se identificaron las siguientes causas: desorden en la línea de producción y falta de limpieza en las máquinas y equipos, existencia de paradas no programadas en la línea productiva, reprocesos de la producción y excesivos tiempos de reparación de la máquina para el cambio de un lote a otro, además se midió la productividad inicial de la empresa LT Multiservices SAC, en donde los indicadores de productividad de mano de obra, maquinaria y multifactorial fueron 3.12 kg/ horas hombre, 254.97 kg/horas máquina y 1.93 soles respectivamente.
3. Se identificó y aplicó las herramientas de lean manufacturing, se mostró a través de una tabla las causas y las herramientas de solución logrando identificar las siguientes herramientas: TPM, 5S y SMED. Con la herramienta de las 5s a través de las cinco etapas se mejoró su nivel de cumplimiento de 48% a 85%. En la aplicación de la herramienta del TPM, ayudó a mejorar la eficiencia global de la planta en donde presentó un crecimiento en el indicador OEE de 72% a 86%. En cuanto a la herramienta del SMED, ocasionó una reducción del tiempo en la preparación de la máquina de 24.5 a 18.32 minutos, logrando agilizar la línea de producción.
4. Se evaluó la productividad después de aplicar las herramientas Lean, en la cual la productividad de mano de obra, maquinaria y multifactorial aumentaron con respecto a la inicial a: 3.47 kg/ horas hombre; 289.16 kg/horas máquina y 2.24 soles respectivamente.
5. El éxito de la mejora se demostró estadísticamente a través de la prueba de Shapiro wilk para la normalidad de los datos, siendo aceptada la hipótesis mediante el estudio de t-student con un nivel de significancia de 0.000.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda monitorear las mejoras realizadas en la empresa y que se continúen aplicando las herramientas de lean como las 5s, TPM y el SMED en la línea de producción.
- Se recomienda medir los indicadores de productividad cada cierto periodo, para determinar si ocurre una variación y en caso exista, analizar el motivo y plantear una solución.
- Se recomienda realizar un programa para capacitar al personal de la línea de producción, tratando temas como la correcta ejecución de sus tareas, como realizar los mantenimientos a las máquinas y equipos de la empresa, y temas sobre la calidad de la fruta y los requerimientos del cliente.
- Se debe orientar al personal nuevo acerca del cumplimiento de la metodología de las 5s, para mantener un buen clima organizacional y que estas etapas se desarrollen como un hábito en ellos.
- Se recomienda realizar una investigación correlacional en el área de enfriamiento de los túneles, para conocer los distintos factores que influyen en el proceso de mantenimiento de la fruta en frío, para no ocasionar pérdida de la calidad de la fruta.
- Se recomienda aplicar las herramientas lean empleadas en la investigación en el proceso de despacho, para agilizar el envío de los contenedores.

REFERENCIAS

ALAN NEILL, David y CORTEZ SUÁREZ, Liliana. 2018. *Procesos y fundamentos de la investigación científica*. Ecuador : Ediciones UTMACH, 2018. Vol. 1 no3. ISBN: 978-9942-24-093-4.

ALONSO VILLALVA, Zafra Kiara Milagros y SANCHEZ, ARANA. 2018. *Aplicación de lean manufacturing para aumentar la productividad en la empresa molino agroindustrial*. Tesis Para obtener el título de Ingeniero Industrial. Trujillo : Universidad Cesar Vallejo, 2018.

ALVAREZ SALINAS, Angel Antonio. 2019. *Factores que limitan la oferta exportable de palta hass hacia el mercado de Estados Unidos de los productores del distrito de 27 de Noviembre provincia de Huaral, 2019*. Tesis para obtener el título de ingeniería industrial. Lima : Universidad de San Martín de Porres, 2019.

ARRIA YÉPEZ, Mónica Patricia, FONSECA VILLAMARÍN, Guillermo Alberto y BOCANEGRA-HERRERA, Claudia Cristina. 2017. *Methodological model in the implementation of lean manufacturing*. Bogotá : Revista EAN, 2017. Vol. 2. 51-71.

BAENA PAZ, G. 2017. *Metodología de la investigación*. México : Patria, 2017. Vol. 2 no3. ISBN: 978-607-744-003-1.

BELTRÁN RODRÍGUEZ, Carlos Eduardo y BERNAL SOTO, Anderson David. 2017. *Aplicación de herramientas lean manufacturing en los procesos de recepción y despacho de la empresa HLF Romero SAS*. Tesis para obtener el grado de ingeniero industrial. Bogotá. : Universidad de la Salle ciencia unisalle, 2017.

BERMEJO DÍAZ, Jose Leonardo. 2019. *Lean Manufacturing para la mejora del proceso de fabricación de calzado para damas*. Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial . Lima : Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2019.

BORTOLOTTI, Thomas, BOSCARI, Stefania y DANÉS, Pamela. 2018. *Successful lean implementation: Organizational culture and soft lean practices*. Colombia : International Journal of Production Economics, 2018. Vol. 116. [oi.org/10.1016/j.ijpe.2014.10.013](https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.10.013).

CABEL ARIAS, Xiomara Katherine y VELARDE BECERRA, Josue Antony. 2020. *Análisis de los factores de producción y comercialización para el crecimiento*

agroindustrial en el Perú. Para optar el grado académico de bachiller en. Arequipa : Universidad católica San Pablo, 2020.

CABEZAS, E., ANDRADE, D y TORRES, J. 2018. *Introducción a la investigación científica*. Ecuador: : universidad de las fuerzas armadas, 2018. Vol. 2.ª ed. ISBN: 978-9942-765-44-4.

CABRERA RIOS, Samir. 2020. *Poka Yoke*. México : Escuela de Administración de Empresas, 2020. Vol. 2ª.ed. ISBN:3848451298..

CALDERÓN RAMOS, Alexis Gianmarco y MACINES AHUMADA, José Humberto. 2020. *Aplicación del lean manufacturing y su efecto en la productividad del molino Don Sergio S.A.C San José*. Tesis para obtener el título profesional de: Ingeniero Industrial. Chepén : Universidad César Vallejo, 2020. 12-20.

CARRANZA ARROYO, Christopher Albert. 2018. *Propuesta de mejora de la fase de actos preparatorios del proceso de contratación en licitaciones de obras en un gobierno regional a fin de simplificar su gestión*. Tesis para Optar el Título de Ingeniero Industrial. Lima : Pontificia Universidad Católica Del Perú , 2018.

CASTILLO FLORES, Ángela Liliana, FERNÁNDEZ GARCÍA, Luis Guillermo y ÁNGELES RESENDIZ, Luis Alfredo. 2018. *Impact of the TPM on the Operational Performance of the Industrial Companies of the South of Tamaulipas*. México : Tecnológico Nacional de México, 2018. Vol. 2 no 4. 29-35.

DA SILVA, Wagner Dorneles. 2021. *Gamification in production engineering: use of lean manufacturing tools in a teaching and experimentation laboratory/gamificacao na engenharia de producao: aplicacao das ferramentas do lean manufacturing em um laboratorio de ensino e experimentacao*. Medellin : Producao Online, 2021. Vol. 21 no 12. 488-518..

DÍAZ-CONTRERAS, Carlos, y otros. 2020. *General equipment fectivity (oe) adjusted by costs*. Londres : Interciencia, 2020. Vol. 45 no 3. ISSN: 57434959.

DUEÑAS, Diego Andrés Carreño, GONZÁLEZ, Luis Felipe Amaya y ORJUELA, Erika Tatiana Ruiz. 2018. *Lean Manufacturing tools in the industries of Tundama*. México : Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias, 2018. Vol. 6 no21. ISSN: 1856-8327.

- ESCAIDA VILLALOBOS, Ismael, JARA VALDÉS, Paloma y LETZKUS PALAVECINO, Manuel. 2017. *Improvement of production processes through lean manufacturing*. Chile : Universidad Tecnológica Metropolitana, 2017. Vol. 2. 120-144.
- FAVELA-HERRERA, M. K. I, y otros. 2019. *Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización: modelo conceptual propuesto*. México : Revista Lasallista de Investigación, 2019. Vol. 16 no1. p. 115-133..
- FRANCIS, Scott. 2020. *The Virtual Gemba: Process Technology's solution for continuing to embrace lean manufacturing principles during the global pandemic*. Colombia : Products Finishing, 2020. Vol. 84 no12. ISSN 2349-7688.
- GARCIA, Ana. 2020. *Panorama of the digital economy in the business fabric and economic development of Latin America*. [ed.] Universidad de Pamplona. Colombia : 593 Digital Publisher CEIT, 593 Digital Publisher CEIT, 2020. Vol. 5 no 3. ISSN-e 2588-0705.
- GARZA, David y CORTES, Daniel. 2019. *Use of the MICMAC and MACTOR method prospective analysis in an operational area for the pursuit of operational excellence through the Lean Manufacturing*. Mexico : Innovaciones de Negocios, 2019. Vol. 8 no16. ISSN: 2007-1191.
- GUTIÉRREZ, O. y OREJUELA, J. 2018. *Evaluación de Herramientas Lean Aplicadas al Proceso de Ingeniería de Schneider Electric de Colombia–SEC. 2018*. Tesis Doctoral. Colombia : Universidad de la Sabana, 2018. Recuperado de <https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/33528/Evaluación%20Herramientas%20Lean%20-%20L.%20Gutierrez%20-%20J.Orejuela.pdf..>
- HASLINDA, M., MULIATI, S., MIRI, AM Y RAHIM, AF. 2018. *Implementation of 5S in Manufacturing Industry: A Case of Foreign Workers in Melaka*. s.l. : Education, Social Science & Technology Management, 2018. Vol. 150. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201815005034>.
- HERNÁNDEZ, Juan y VIZÁN, Antonio. 2017. *Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid : Fundación EOI, 2017. Vol. 13 no2. ISSN: 978-8415061403..

IBORRA, Víctor y MEDINA, Laura Lorena Ballesteros. 2017. *Manufactura Esbelta*. México : Conciencia Tecnológica, 2017. ISSN: 1405-5597.

JUÁREZ ORDINOLA, Anthony Smith. 2020. *Aplicación de Lean Manufacturing para incrementar la productividad y competitividad en la Empresa de Agua de Mesa 'Las Magnolias*. Piura : Universidad Nacional de Piura, 2020.

KRAJEWSKI, Lee J., RITZMAN, Larry P. y MALHOTRA, Manoj K. 2018. *Administración de operaciones*. Mexico : Pearson Educacion de Mexico, 2018. Vol. 8. ISBN: 978-970-26-1217-9.

LEÓN, Gonzalo Emilio, MARULANDA, Natalia y GONZÁLEZ, Henry Helí. 2017. *Success key factors on lean manufacturing implementation, at some companies based*. Colombia : Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, 2017. Vol. 18 no1. 85-100..

LEZAMA SÁNCHEZ, Abel Antony y LEZAMA SÁNCHEZ, Jhordy Ducx. 2020. *Implementación de la metodología Lean Manufacturing para incrementar la productividad en la empresa calzados ALCAS*. Tesis para obtener el título profesional de: Ingeniero Industrial. Trujillo : Universidad César Vallejo, 2020.

OLIVEROS, B. Arriola, GRANJA, A. Denis y DIONISIO, S. Rodríguez. 2018. *An initial evaluation of a method for adopting kaizen events in the construction sector*. Brazil : Revista Ingeniería de Construcción, 2018. Vol. 33 no 2. 123-133.

PALOMINO DÁVILA, Angie Katherine. 2020. *Aplicación de las herramientas de lean manufacturing y su efecto en la productividad de la empresa Frigoinsa S.A.C*. Tesis para obtener el título profesional de: Ingeniero Industrial. Chepén : Universidad César Vallejo, 2020.

PÉREZ SIERRA, Valeria y QUINTERO BELTRAN, Lewis Charles. 2017. *Dynamic methodology for the implementation of 5S in the production area in organizations*. Bolivia : Revista Ciencias Estratégicas, 2017. Vol. 25 no 38. 23-34.

RAMÍREZ CORTÉS, Fabio Ernesto. 2017. *Identificación y reducción de los niveles de desperdicio, desde la perspectiva de Lean Manufacturing en la empresa Flowserve Colombia SAS*. Tesis de Maestría. Colombia : Universidad De La Sabana, 2017.

ROJAS JAUREGUI, Anggela Pamela y GISBERT SOLER, Victor. 2017. *Lean manufacturing: tools to improve productivity in businesses*. Ecuador : 3C Empresa, Investigación y pensamiento crítico, 2017. Vol. 3. doi:10.17993/3cemp.2017.especial.116-124.

TEJEDA, Anne Sophie. 2018. *Productions Systems improvements with Lean Manufacturing*. Colombia : Revista Ciencia Y Sociedad, 2018. Vol. 2 no 3. 276-310.

URCIA ESPINOZA, Juan Max. 2020. *Influencia de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing en la productividad de la distribuidora Regza SRL*. Tesis para obtener el título profesional de: Ingeniero Industrial. Guadalupe : Universidad cesar vallejo, 2020.

VINODH, S. y JOY, Dino. 2018. *Structural equation modeling of lean manufacturing practices*. Chile : International Journal of Production Research, 2018. Vol. 50 no6. ISSN: 1598-1607.

ZAMBRANO VARGAS, Sandra Milena, SEGURA VARGAS, Ángela María y GONZÁLEZ MILLÁN, José Javier. 2017. *World class manufacturing in micro manufacturers of handmade wooden furniture industry in Puntalarga*. Colombia : Pensam. gest, 2017. Vol. 3 no 42. ISSN 1657-6276.

ANEXOS

Matriz de operacionalización de variables

Variable	Tipo de variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Lean manufacturing	Independiente	Según los autores Urcia Espinoza (2020) manifiestan que lean manufacturing está enfocado en una estructura de trabajo, tratando de mejorar los procesos identificando y eliminando actividades que no agregan valor.	Lean manufacturing permite crear una mejora continua, atacando a todos los problemas del proceso productivo a través de la aplicación de sus herramientas, de tal forma se evaluará a través de las siguientes herramientas: las 5s comprendidas con las 5 fases de mejora, mantenimiento productivo total y el SMED (Beltrán y Bernal, 2017).	5s	(Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke). Nivel de cumplimiento de cada S aplicando el check list $= \frac{\text{Lineamientos cumplidos}}{\text{Total de lineamientos}}$	Razón
				TPM	Eficiencia global de la planta (OEE) $= D * R * C$ D: disponibilidad= Tiempo de operación/Tiempo planificado de producción R: rendimiento= Producción total/capacidad de producción programada. C: calidad= (producción total-productos defectuosos/ producción total)	Razón
				SMED	$TU = (C * TP) / N$ TU= Tiempo por unidad. C= Tiempo de cambio promedio. TP= Tiempo promedio para elaborar una unidad.	Razón

					N= Cantidad de unidades a producir	
Productividad	Dependiente	Los autores Benites Llerena y Castañeda Leon (2021) menciona que la productividad es la relación que existe entre el volumen total de producción y los recursos utilizados, quiere decir la razón de las salidas y las entradas.	La productividad permite ver que tan eficiente está usando la empresa sus recursos para lograr un nivel de producción, es por esa razón que se analizará mediante la productividad de mano de obra, maquinaria y el índice combinado de productividad (Palomino Dávila, 2020).	Productividad de mano de obra	$\frac{\text{Producción de palta (Kg/semana)}}{\text{Horas hombre por semana}}$	Razón
				Productividad de maquinaria	$\frac{\text{Producción de palta (Kg/semana)}}{\text{Horas máquina por semana}}$	Razón
				Productividad multifactorial	$\text{Productividad multifactorial} = \frac{\text{Producción de palta en S/.}}{(\text{horas hombre por semana (S/.)} + \text{horas máquina por semana en (S/.)})}$	Razón

Anexo. Matriz de consistencia

Título	Formulación del problema	Objetivo general	Objetivo específico	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Población y muestra	Tipo de investigación
Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa LT Multiservices SAC., Chepén, 2021	¿Cómo la aplicación de Lean Manufacturing incrementa la productividad de la empresa LT Multiservices SAC?, Chepén, 2021?	Aplicar las herramientas lean manufacturing para mejorar la productividad en la empresa LT Multiservices SAC	<ul style="list-style-type: none"> Realizar el diagnóstico de la situación actual categorizando las causas principales y medir la productividad inicial de la empresa LT Multiservices SAC. Aplicar las herramientas lean manufacturing en el proceso productivo de la empresa LT Multiservices SAC. <p>Evaluar la productividad después de aplicar las herramientas Lean y hacer una comparación con la productividad inicial para determinar el incremento de la mejora.</p>	H ₁ : La aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing mejorará la productividad de la empresa LT Multiservices SAC.	Lean manufacturing	5s	- Nivel de cumplimiento de cada S aplicando el check list $= \frac{\text{Lineamientos cumplidos}}{\text{Total de lineamientos}}$	P: Todos los procesos realizados en el proceso de producción de palta de la empresa Lt, 2021. M: La muestra será igual a la población	Aplicada
						TPM	-Eficiencia global de la planta (OEE)= D*R*C		
						SMED	-TU (C*TP)/N TU= Tiempo por unidad		
					Productividad	Productividad de mano de obra	$\frac{\text{Producción de palta (Kg/semana)}}{\text{Horas hombre por semana}}$		
						Productividad de maquinaria	$\frac{\text{Producción de palta (Kg/semana)}}{\text{Horas máquina por semana}}$		
						Productividad multifactorial	$\text{Productividad Multifactorial} = \left(\frac{\text{Producción de arandano en S/.}}{\text{hora hombre en S/.} + \text{materia prima en S/.}} \right) * 100$		

Anexo. Técnicas y recolección de datos

Fases de estudio	Fuentes de información	Técnicas	Instrumento	Resultado esperado
Realizar el diagnóstico de la situación actual y medir la productividad inicial de la empresa LT	Jefe y supervisores del área de producción	Entrevista	Guía de entrevista	Identificación de la situación actual de la empresa
	Proceso productivo	Observación	Ficha de registro de los problemas de la empresa	
	Proceso productivo	Análisis documental	Ficha de registro de la producción de palta	
	Proceso productivo	Análisis documental	Ficha de registro de productividad mano de obra y de maquinaria	
	Proceso productivo	Análisis documental	Ficha de registro de la productividad multifactorial	
Identificar y aplicar las herramientas de lean manufacturing	Proceso productivo	Análisis documental	Check list de las 5s	Aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing en el proceso productivo
	Proceso productivo	Análisis documental	Ficha de registro de la eficiencia global de la planta (OEE)	
	Proceso productivo	Análisis documental	Ficha de registro para el tiempo de preparación (SMED)	
Evaluar la productividad después de aplicar las herramientas Lean	Proceso productivo	Análisis documental	Ficha de registro de productividad mano de obra y de maquinaria	Productividad después de la mejora
	Proceso productivo	Análisis documental	Ficha de registro de la productividad multifactorial	

Anexo 2. Entrevista dirigida al jefe y supervisores del área de producción de la empresa LT Multiservices SAC.

Objetivo: Recolectar información necesaria que sirva para realizar un plan de mejora aplicando herramientas Lean manufacturing para mejorar la productividad de la empresa LT Multiservices SAC.

1. ¿Con cuántas áreas cuenta la empresa actualmente?
2. ¿Cuál es el proceso de producción? – Describir
3. ¿Cuáles son los problemas actuales que tiene la empresa en el área de producción?
4. ¿Qué tan balanceada esta la línea de producción?
5. ¿Existen productos defectuosos?
6. ¿Ha comparado su productividad actual con los meses anteriores?
7. ¿Cuál es el proceso que genera mayor tiempo?
8. ¿Cuáles son las máquinas y/o equipos que se utilizan durante el proceso productivo?
9. ¿Existen paros en la producción? ¿A qué se debe?
10. ¿La empresa actualmente tiene un programa de mantenimiento o mejora?
11. ¿Hay algún tipo de capacitaciones al personal de trabajo?
12. ¿El personal está comprometido a generar mejoras continuas?
13. ¿Las herramientas y/o instrumentos de trabajo tienen un área determinada?
14. ¿Se realiza control diario de limpieza?
15. ¿Estaría dispuesto a colaborar en una mejora dentro del área de producción?

Anexo 7. Check list de las 5s.

Nivel 5s	Porcentaje
Insatisfactorio	0 – 30
Por debajo del promedio	31 – 50
Promedio	51 – 70
Muy bueno	71 – 90
Excelente	91 – 100

Fuente: Pérez y Quintero (2017).

Clasificación			
		Sí	No
1	¿Los objetos considerados necesarios para el desarrollo de las actividades del área se encuentran organizados?		
2	Los objetos dañados ¿Se han catalogado cómo útiles o inútiles? ¿Existe un plan de acción para repararlos o se encuentran separados y rotulados?		
3	Los objetos obsoletos ¿Están debidamente identificados como tal, se encuentran separados y existe un plan de acción para ser descartados?		
4	¿Se clasifican los objetos de más, es decir que no son necesarios para el desarrollo de las actividades del área?		
5	En caso de observarse objetos de más ¿Están debidamente identificados como tal, existe un plan de acción para ser transferidos a un área que los requiera?		
Orden			
		Sí	No
1	¿Se dispone de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario? ¿Cada cosa en su lugar?		

2	¿Se dispone de sitios debidamente identificados para elementos que se utilizan con poca frecuencia?		
3	¿Utiliza la identificación visual, de tal manera que les permita a las personas ajenas al área realizar una correcta disposición de los objetos de espacio?		
4	¿La disposición de los elementos es acorde al grado de utilización de los mismos? Entre más frecuente más cercano.		
5	¿Considera que los elementos dispuestos se encuentran en una cantidad ideal?		
6	¿Existen medios para que cada elemento retorne a su lugar de disposición?		
7	¿Hacen uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación?		
Limpieza			
		Sí	No
1	¿El área de trabajo se percibe como absolutamente limpia?		
2	¿Los operarios del área y en su totalidad se encuentran limpios, de acuerdo a sus actividades y a sus posibilidades de asearse?		
3	¿Se han eliminado las fuentes de contaminación? No solo la suciedad		
4	¿Existe una rutina de limpieza por parte de los operarios del área?		
5	¿Existen espacios y elementos para disponer de la basura?		
Estandarización			
		Sí	No

1	¿Existen herramientas de estandarización para mantener la organización, el orden y la limpieza identificados?		
2	¿Se utiliza evidencia visual respecto al mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?		
3	¿Se utilizan moldes o plantillas para conservar el orden?		
4	¿Se cuenta con un cronograma de análisis de utilidad, obsolescencia y estado de elementos?		
5	¿En el período de evaluación, se han presentado propuestas de mejora en el área?		
6	¿Se han desarrollado lecciones de un punto o procedimientos operativos estándar?		
Disciplina			
		Sí	No
1	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza?		
2	¿Se motivan nuevas prácticas de mejora?		
3	¿Se conocen situaciones dentro del período de la evaluación, no necesariamente al momento de diligenciar este formato, que afecten los principios 5s?		
4	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología?		

CARTA DE PRESENTACIÓN

Anexo 10

Señor (a):

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la EP de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de *Chepén*, promoción 2021-2, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de Ingeniero.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es **“Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa LT Multiservices SAC., *Chepén*, 2022”** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Hernandez Cueva, Anabel
DNI: 75871448



Ríos Marín, Nelita Rocio
DNI: 72658649

Anexo 11

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES**VARIABLE INDEPENDIENTE:** Lean manufacturing

Según los autores Urcia Espinoza (2020) manifiestan que lean manufacturing está enfocado en una estructura de trabajo, tratando de mejorar los procesos identificando y eliminando actividades que no agregan valor

Dimensiones de la variable**Dimensión: 5s**

La aplicación de las 5s permite mantener en condiciones óptimas las áreas de producción a través del orden y limpieza, mejorando la presentación de las instalaciones y la calidad del producto (Rojas y Gisbert, 2017).

Dimensión: Mantenimiento productivo total

Krajewski et al. (2019) menciona que el TPM mejora los sistemas productivos, la disponibilidad, eficiencia y calidad tanto de los equipos como al producto, ayuda también en la reducción de costos de producción.

Dimensión: SMED

Bortolotti, Boscari y Danés (2018) indica que al aplicarse el SMED y al obtener una reducción del tiempo de cambio para continuar con la producción, se estaría mejorando la productividad.

VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad

Los autores Benites Llerena y Castañeda Leon (2021) menciona que la productividad es la relación que existe entre el volumen total de producción y los recursos utilizados, quiere decir la razón de las salidas y las entradas.

Dimensiones de la variable**Dimensión: Productividad mano de obra**

De acuerdo con Benites Llerena y Castañeda Leon (2021) en cuando a los indicadores que se aplicará en el presente estudio será: la productividad de mano de obra que es el resultado entre la producción y la cantidad de trabajadores de acuerdo al tiempo de horas trabajadas:

Dimensión: Productividad de maquinaria

Se medirá a través de la producción obtenida sobre las horas máquinas de en operación (Krajewski, Ritzman y Malhotra, 2018).

Dimensión: Productividad Multifactorial

Se medirá a través de la producción total en soles sobre todo los recursos empleados en soles (Palomino Dávila, 2020).

Anexo 12. MATRIZ DE VALIDACION DE LOS INSTRUMENTOS DEL EXPERTO 1:
TÍTULO: “Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa LT Multiservices SAC., Chepén, 2021

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Entrevista dirigida al jefe y supervisores del área de producción.

Variable	Dimensión	Indicador	Pregunta	Criterio de evaluación						Observaciones y/o recomendaciones
				Relación entre la variable y la dimensión		Relación entre la dimensión y el indicador		Relación entre el indicador y la pregunta		
				SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Lean manufacturing	5s	Nivel de cumplimiento de cada S aplicando el check list $\frac{\text{Lineamientos cumplidos}}{\text{Total de lineamientos}}$	1, 3, 11, 13, 14	X		X		X		
	Mantenimiento productivo total	Eficiencia global de la planta (OEE) $= D * R * C$ D: disponibilidad R: rendimiento. C: calidad	2, 5, 8, 10	X		X		X		
	SMED	$TU = (C * TP) / N$ TU= Tiempo por unidad.	7,9, 15	X		X		X		
Productividad	Productividad de mano de obra	$\frac{\text{Producción de palta (Kg/semana)}}{\text{Horas hombre por semana}}$	4	X		X		X		
	Productividad de maquinaria	$\frac{\text{Producción de palta (Kg/semana)}}{\text{Horas máquina por semana}}$	12	X		X		X		
	Productividad total	$\frac{\text{Producción de palta en S/.}}{(\text{horas hombre por semana (S/.)} + \text{horas máquina por semana en (S/.)})}$	6	X		X		X		

RESULTADO DE LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Entrevista dirigida al jefe y supervisores del área de producción.

OBJETIVO: Determinar y comprobar datos para posterior utilización y procesamiento

VALORACIÓN DEL INSTRUMENTO:

Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
			X	

Apellidos y nombres del juez validador. Ing. Marlon Lozada Castillo

DNI: 17974953

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial



Gaspar Marlon Lozada Castillo
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 164456

Firma del Experto Informante

noviembre 2021

TÍTULO: “Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa LT Multiservices SAC., Chepén, 2021

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Entrevista dirigida al jefe y supervisores del área de producción.

Variable	Dimensión	Indicador	Instrumento	Criterio de evaluación						Observaciones y/o recomendaciones
				Relación entre la variable y la dimensión		Relación entre la dimensión y el indicador		Relación entre el indicador y la pregunta		
				SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Lean manufacturing	5s	Nivel de cumplimiento de cada S aplicando el check list $= \frac{\text{Lineamientos cumplidos}}{\text{Total de lineamientos}}$	Ficha de registro de los problemas de la empresa, Check list de las 5s	X		X		X		
	Mantenimiento productivo total	Eficiencia global de la planta (OEE) $D * R * C$	Ficha de registro de la eficiencia global de la planta (OEE)	X		X		X		
	SMED	$TU = (C * TP) / N$ TU= Tiempo por unidad.	Ficha de registro para el tiempo de preparación (SMED)	X		X		X		
Productividad	Productividad de mano de obra	$\frac{\text{Producción de palta (Kg/semana)}}{\text{Horas hombre por semana}}$	Ficha de registro de la producción de palta	X		X		X		
	Productividad de maquinaria	$\frac{\text{Producción de palta (Kg/semana)}}{\text{Horas máquina por semana}}$	Ficha de registro de productividad mano de obra y de maquinaria	X		X		X		
	Productividad total	Ficha de registro de la productividad multifactorial	Ficha de registro de la productividad multifactorial	X		X		X		

RESULTADO DE LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Entrevista dirigida al jefe y supervisores del área de producción.

OBJETIVO: Determinar y comprobar datos para posterior utilización y procesamiento

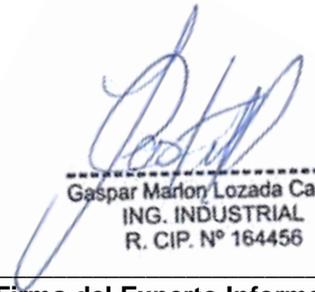
VALORACIÓN DEL INSTRUMENTO:

Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
			X	

Apellidos y nombres del juez validador. Ing. Marlon Lozada Castillo

DNI: 17974953

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial



Gaspar Marlon Lozada Castillo
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 164456

Firma del Experto Informante

noviembre 2021

NOTA: Quien valide el instrumento debe asignarle una valoración marcando un aspa en el casillero que corresponda (x)

Anexo 13. MATRIZ DE VALIDACION DE LOS INSTRUMENTOS DEL EXPERTO 2:
TÍTULO: “Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa LT Multiservices SAC., Chepén, 2021

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Fichas de recolección de datos

Variable	Dimensión	Indicador	Pregunta	Criterio de evaluación						Observaciones y/o recomendaciones
				Relación entre la variable y la dimensión		Relación entre la dimensión y el indicador		Relación entre el indicador y la pregunta		
				SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Lean manufacturing	5s	Nivel de cumplimiento de cada S aplicando el check list $\frac{\text{Lineamientos cumplidos}}{\text{Total de lineamientos}}$	1, 3, 11, 13, 14	X		X		X		
	Mantenimiento productivo total	Eficiencia global de la planta (OEE) $= D * R * C$ D: disponibilidad R: rendimiento. C: calidad	2, 5, 8, 10	X		X		X		
	SMED	$TU = (C * TP) / N$ TU= Tiempo por unidad.	7,9, 15	X		X		X		
Productividad	Productividad de mano de obra	$\frac{\text{Producción de palta (Kg/semana)}}{\text{Horas hombre por semana}}$	4	X		X		X		
	Productividad de maquinaria	$\frac{\text{Producción de palta (Kg/semana)}}{\text{Horas máquina por semana}}$	12	X		X		X		
	Productividad total	$\frac{\text{Producción de palta en S/.}}{(\text{horas hombre por semana (S/.)} + \text{horas máquina por semana en (S/.)})}$	6	X		X		X		

RESULTADO DE LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Fichas de recolección de datos

OBJETIVO: Determinar y comprobar datos para posterior utilización y procesamiento

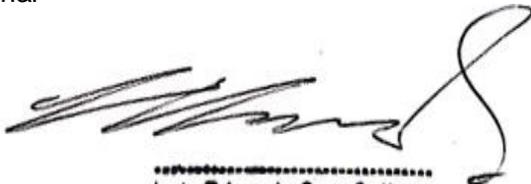
VALORACIÓN DEL INSTRUMENTO:

Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
			X	

Apellidos y nombres del juez validador. Ing. Luis Edgardo Cruz Salinas

DNI: 19223300

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial



.....
Luis Edgardo Cruz Salinas
ING. INDUSTRIAL
R. C.I.P. N° 224494

Firma del Experto Informante

noviembre 2021

NOTA: Quien valide el instrumento debe asignarle una valoración marcando un aspa en el casillero que corresponda (x)

TÍTULO: “Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa LT Multiservices SAC., Chepén, 2021

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Fichas de recolección de datos

Variable	Dimensión	Indicador	Instrumento	Criterio de evaluación						Observaciones y/o recomendaciones
				Relación entre la variable y la dimensión		Relación entre la dimensión y el indicador		Relación entre el indicador y la pregunta		
				SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Lean manufacturing	5s	Nivel de cumplimiento de cada S aplicando el check list $= \frac{\text{Lineamientos cumplidos}}{\text{Total de lineamientos}}$	Ficha de registro de los problemas de la empresa, Check list de las 5s	X		X		X		
	Mantenimiento productivo total	Eficiencia global de la planta (OEE) $D * R * C$	Ficha de registro de la eficiencia global de la planta (OEE)	X		X		X		
	SMED	$TU = (C * TP) / N$ TU= Tiempo por unidad.	Ficha de registro para el tiempo de preparación (SMED)	X		X		X		
Productividad	Productividad de mano de obra	$\frac{\text{Producción de palta (Kg/semana)}}{\text{Horas hombre por semana}}$	Ficha de registro de la producción de palta	X		X		X		
	Productividad de maquinaria	$\frac{\text{Producción de palta (Kg/semana)}}{\text{Horas máquina por semana}}$	Ficha de registro de productividad mano de obra y de maquinaria	X		X		X		
	Productividad total	Ficha de registro de la productividad multifactorial	Ficha de registro de la productividad multifactorial	X		X		X		

RESULTADO DE LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Fichas de recolección de datos

OBJETIVO: Determinar y comprobar datos para posterior utilización y procesamiento

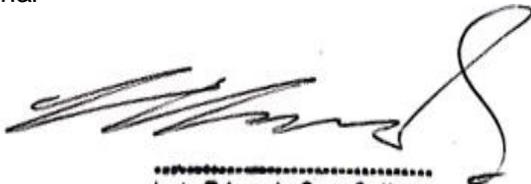
VALORACIÓN DEL INSTRUMENTO:

Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
			X	

Apellidos y nombres del juez validador. Ing. Luis Edgardo Cruz Salinas

DNI: 19223300

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial



.....
Luis Edgardo Cruz Salinas
ING. INDUSTRIAL
R. C.I.P. N° 224494

Firma del Experto Informante

noviembre 2021

NOTA: Quien valide el instrumento debe asignarle una valoración marcando un aspa en el casillero que corresponda (x)

Anexo 14. MATRIZ DE VALIDACION DE LOS INSTRUMENTOS DEL EXPERTO 3:
TÍTULO: “Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa LT Multiservices SAC., Chepén, 2021

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Fichas de recolección de datos

Variable	Dimensión	Indicador	Pregunta	Criterio de evaluación						Observaciones y/o recomendaciones
				Relación entre la variable y la dimensión		Relación entre la dimensión y el indicador		Relación entre el indicador y la pregunta		
				SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Lean manufacturing	5s	Nivel de cumplimiento de cada S aplicando el check list $\frac{\text{Lineamientos cumplidos}}{\text{Total de lineamientos}}$	1, 3, 11, 13, 14	X		X		X		
	Mantenimiento productivo total	Eficiencia global de la planta (OEE) $= D * R * C$ D: disponibilidad R: rendimiento. C: calidad	2, 5, 8, 10	X		X		X		
	SMED	$TU = (C * TP) / N$ TU= Tiempo por unidad.	7,9, 15	X		X		X		
Productividad	Productividad de mano de obra	$\frac{\text{Producción de palta (Kg/semana)}}{\text{Horas hombre por semana}}$	4	X		X		X		
	Productividad de maquinaria	$\frac{\text{Producción de palta (Kg/semana)}}{\text{Horas máquina por semana}}$	12	X		X		X		
	Productividad total	$\frac{\text{Producción de palta en S/.}}{(\text{horas hombre por semana (S/.)} + \text{horas máquina por semana en (S/.)})}$	6	X		X		X		

RESULTADO DE LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO**NOMBRE DEL INSTRUMENTO:** Fichas de recolección de datos**OBJETIVO:** Determinar y comprobar datos para posterior utilización y procesamiento**VALORACIÓN DEL INSTRUMENTO:**

Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
			X	

Apellidos y nombres del juez validador. Ing. Sandoval Reyes Carlos José**DNI:** 09222224**Especialidad del validador:** Ingeniero Industrial**Firma del Experto Informante**

noviembre 2021

NOTA: Quien valide el instrumento debe asignarle una valoración marcando un aspa en el casillero que corresponda (x)

TÍTULO: “Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa LT Multiservices SAC., Chepén, 2021

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Fichas de recolección de datos

Variable	Dimensión	Indicador	Instrumento	Criterio de evaluación						Observaciones y/o recomendaciones
				Relación entre la variable y la dimensión		Relación entre la dimensión y el indicador		Relación entre el indicador y la pregunta		
				SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Lean manufacturing	5s	Nivel de cumplimiento de cada S aplicando el check list $= \frac{\text{Lineamientos cumplidos}}{\text{Total de lineamientos}}$	Ficha de registro de los problemas de la empresa, Check list de las 5s	X		X		X		
	Mantenimiento productivo total	Eficiencia global de la planta (OEE) $D * R * C$	Ficha de registro de la eficiencia global de la planta (OEE)	X		X		X		
	SMED	$TU = (C * TP) / N$ TU= Tiempo por unidad.	Ficha de registro para el tiempo de preparación (SMED)	X		X		X		
Productividad	Productividad de mano de obra	$\frac{\text{Producción de palta (Kg/semana)}}{\text{Horas hombre por semana}}$	Ficha de registro de la producción de palta	X		X		X		
	Productividad de maquinaria	$\frac{\text{Producción de palta (Kg/semana)}}{\text{Horas máquina por semana}}$	Ficha de registro de productividad mano de obra y de maquinaria	X		X		X		
	Productividad total	Ficha de registro de la productividad multifactorial	Ficha de registro de la productividad multifactorial	X		X		X		

RESULTADO DE LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Fichas de recolección de datos

OBJETIVO: Determinar y comprobar datos para posterior utilización y procesamiento

VALORACIÓN DEL INSTRUMENTO:

Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
			X	

Apellidos y nombres del juez validador. Ing. Sandoval Reyes Carlos José

DNI: 09222224

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial



Firma del Experto Informante

noviembre 2021

NOTA: Quien valide el instrumento debe asignarle una valoración marcando un aspa en el casillero que corresponda (x)

Anexo 15. OEE inicial

	Diciembre	Enero	Febrero	Unidad
Tiempo total de trabajo	252.00	252.00	252.00	Horas
Paradas programadas	7.10	7.00	7.10	Horas
Paradas no programadas	16.64	18.51	17.47	Horas
Capacidad nominal de la máquina	1285.44	1268.03	1278.01	kg/horas
Producción producidas (PR)	323930.05	319544.07	322058.86	kg
Producción defectuosa	44172.28	43574.19	43917.12	kg
PRODUCCIÓN BUENA (PB)	279757.77	275969.88	278141.75	kg
Producción programada (PP)	358930.05	354544.07	357058.86	kg
Tiempo planificado de operación (TPO)	244.90	245.00	244.90	Horas
Tiempo de operación (TO)	228.26	226.49	227.43	Horas
OEE inicial	72%			

Anexo 16. OEE final

	Abril	Mayo	Junio	Unidad
Tiempo total de trabajo	252.00	252.00	252.00	Horas
Paradas programadas	7.00	7.00	7.00	Horas
Paradas no programadas	4.98	4.96	4.92	Horas
Capacidad nominal de la máquina	1400.20	1417.22	1425.80	kg/horas
Producción producidas (PR)	352851.47	357140.15	359302.41	kg
Producción defectuosa	9047.47	9157.44	9212.88	kg
PRODUCCIÓN BUENA (PB)	343803.99	347982.71	350089.53	kg
Producción programada (PP)	390851.47	395140.15	397302.41	kg
Tiempo planificado de operación (TPO)	245.00	245.00	245.00	Horas
Tiempo de operación (TO)	240.02	240.04	240.08	Horas
OEE FINAL	86%			

Anexo 17. Producción de palta después de la mejora.

Mes	Semanas	Materia prima (kg)	Descarte (kg)	Producción de palta en Kg
Abril	1	88495.65	2212.39	86283.26
	2	94923.38	2373.08	92550.29
	3	88772.15	2219.30	86552.85
	4	89707.76	2242.69	87465.07
Mayo	5	97180.81	2429.52	94751.29
	6	89352.99	2233.82	87119.17
	7	88552.17	2213.80	86338.36
	8	91211.62	2280.29	88931.33
Junio	9	86960.72	2174.02	84786.70
	10	97628.13	2440.70	95187.43
	11	98134.05	2453.35	95680.70
	12	85792.38	2144.81	83647.57
Promedio		91392.65	2284.82	89107.84

Anexo 18. Carta de aceptación.

Chepén, 20 de junio del 2022.

Sr. Marcos Alejandro Lora
Robles
Coordinadora de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial
Universidad César Vallejo – Sede Chepén
ASUNTO ACEPTACIÓN DE PROYECTO DE TESIS

Reciba usted mi cordial saludo en nombre de **LT MULTI SERVICE SAC** , el motivo del presente documento es manifestar la **ACEPTACIÓN** a sus estudiantes la **Srta. Rios Marin Nelita Rocío** , identificado con DNI N° 72658649 y la **Srta. Hernandez Cueva Anabel** , identificado con DNI N°75871448 , quienes cursan la carrera de Ingeniería Industrial en su distinguida universidad y a su vez desean desarrollar su Proyecto de Investigación y formar parte de nuestra organización, a fin de complementar la formación recibida en su institución.

Asimismo, acatamos las normas del gobierno en relación al Coronavirus y las asistencias del las estudiantes serán semipresencial o virtual, en su mayoría, para el desarrollo de su Proyecto de Investigación a fin de mantener la salud integral de las estudiantes.

Sin más que decir, me despido a nombre de nuestra distinguida empresa.

Atentamente:
ing.Ramos
Alejo ,Julio

