



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“PROPUESTA DE MEJORA MEDIANTE
HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA
AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UN
ALMACÉN, TRUJILLO - 2024”.**

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autor:

Ingrid Giomar Flores Anderson

Asesor:

Mg. Anwar Julio Yarin Achachagua
<https://orcid.org/0000-0003-2369-129X>

Trujillo - Perú

2024

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	FRITZ FRANZ DURAN SIMON	
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	ERICK HUMBERTO RABANAL CHAVEZ	
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	ANWAR JULIO YARIN ACHACHAGUA	
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

TESIS - INGRID FLORES 4 ASESORIA (1) (2) (1) (1) (2) (3).docx

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	3%
3	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.upse.edu.ec Fuente de Internet	<1%
6	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	<1%
9	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1%
10	bdigital.zamorano.edu Fuente de Internet	<1%
11	qdoc.tips Fuente de Internet	<1%
12	repositorio.upec.edu.ec Fuente de Internet	<1%

DEDICATORIA

A Dios por darme la fuerza de no rendirme y poder seguir luchando por mis sueños
A mi madre Daysi Anderson, quien siempre me ha dado soporte y un amor incondicional para poder conseguir cada meta planteada. A mi padre Edmundo Flores, quien me orienta en cada paso de mi vida.

A mis hermanos Kristel y Edmundo por su ejemplo y apoyo.

A mi enamorado Leonardo Soles, por su apoyo, compañía y amor incondicional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ayudarme en cada paso de mi vida y brindarme salud.

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	30
CAPÍTULO III: RESULTADOS	37
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	97
REFERENCIAS	106
ANEXOS	111

Índice de tablas

Tabla 1 Matriz de Resultados de la Técnica de Observación	39
Tabla 2 Matriz de Indicadores de Causa/Raíz	41
Tabla 3 Productividad antes de la mejora	43
Tabla 4 Porcentaje del tiempo de espera	46
Tabla 5 Costeo del tiempo de espera	48
Tabla 6 Desarrollo de la herramienta ABC	50
Tabla 7 Análisis ABC: Categorización.....	52
Tabla 8 Resultados después de la mejora	54
Tabla 9 Costeo de perdida	57
Tabla 10 Porcentaje de tiempo operación.....	59
Tabla 11 Toma de datos de costo de tiempo operacional.....	62
Tabla 12 Seiri (clasificación).....	64
Tabla 13 Seiton (orden)	65
Tabla 14 Seiso (Limpieza).....	66
Tabla 15 Seiketsu (Estandarización).....	68
Tabla 16 Shitsuke (Disciplina)	70
Tabla 17 Toma de datos del tiempo operacional	73
Tabla 18 Costo del tiempo operacional	75
Tabla 19 Tiempo disponible por día Antes.....	78
Tabla 20 Takt time antes.....	78
Tabla 21 Pérdidas monetarias antes de la implantación de la propuesta	80

Tabla 22	Tiempo disponible por día después	81
Tabla 23	Takt time después	81
Tabla 24	Costos después de la implementación de la propuesta	83
Tabla 25	Productividad promedio de 20 días después.....	85
Tabla 26	Información para hacer el cálculo T student; Error! Marcador no definido.	
Tabla 27	Prueba T student	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 28	Herramientas y artículos a invertir	90
Tabla 29	Depreciación de las herramientas y artículos a invertir.....	91
Tabla 30	Flujo de caja proyectado	93
Tabla 31	Indicadores económicos.....	94
Tabla 32	Causas raíz y su beneficio.....	95

Índice de figuras

Figura 1 Diagrama Ishikawa.....	38
Figura 2 Diagrama Pareto de Causas/Raíces	40
Figura 3 Tendencia de productividad promedio	44
Figura 4 Tendencia de tiempo de espera promedio	47
Figura 5 Diagrama de Pareto del Análisis ABC	53
Figura 6 Tendencia de tiempo de espera promedio	56
Figura 7 Diagrama Layout antes de la aplicación Lean Manufacturing.....	61
Figura 8 Diagrama Layout posterior de la aplicación Lean Manufacturing.....	72
Figura 9 Diagrama VSM antes de la aplicación Lean Manufacturing	77
Figura 10 Diagrama VSM posterior de la aplicación Lean Manufacturing	82
Figura 11 Tendencia de productividad	87
Figura 12 Análisis de pérdida	96

RESUMEN

La presente investigación tiene por intención establecer en qué medida las herramientas Lean Manufacturing incrementan la productividad en un almacén, Trujillo - 2024, pues se observó que varias empresas optaron por implementación de mejoras en la variable herramientas Lean Manufacturing con la variable productividad, para obtener resultados óptimos. Este trabajo es de tipo aplicada de diseño preexperimental, y de alcance descriptivo, con una población conformada por todas las operaciones de los procesos dentro de las áreas de producción y una muestra conformada por todas las operaciones del área de almacén. Como técnicas de recopilación de datos se hizo uso de la observación directa, con lo cual se obtuvo como respuesta que existe un aumento en la eficacia y eficiencia, con una mejora del 62% en la productividad. Además, los indicadores financieros muestran un retorno positivo de la inversión. Concluyendo que las herramientas Lean Manufacturing mejoraron significativamente la productividad del almacén en Trujillo en 2024 generando beneficios económicos.

PALABRAS CLAVES: Herramientas Lean manufacturing, almacén, gestión, logística, productividad.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

A nivel mundial, se destaca la importancia de reducir los desperdicios en los procesos para lograr eficiencia mediante el desarrollo de conceptos de Lean Manufacturing (Canahua, 2021). Este enfoque, basado en el Sistema de Producción Toyota, se centra en la mejora continua y en la eliminación de actividades que no generan valor, aspectos fundamentales para optimizar la productividad en las operaciones (Vargas et al., 2018). La reingeniería de procesos comparte con el Lean Manufacturing la búsqueda de eficiencia y la eliminación de tareas innecesarias, lo que la convierte en un enfoque estratégico, siendo su integración con Lean decisiva para maximizar la productividad en almacenes (Nieto, 2019).

En Perú, las empresas buscan fortalecer su competitividad mediante estrategias que incrementen la productividad y aseguren la calidad de sus productos y servicios (Instituto Peruano de Economía, 2023). Evaluar la productividad resulta clave, ya que permite identificar áreas de mejora, tomar decisiones informadas para optimizar recursos y detectar anomalías como el presentismo y el absentismo (Anticona, 2023). Atanacio y Zea (2022) demostraron que la aplicación de herramientas Lean Manufacturing, como las 5S y TPM, puede incrementar la productividad en almacenes, reflejando aumentos de 14.65% en productividad, 6.01% en eficiencia y 21.79% en eficacia.

En este contexto, toda organización que busque mantenerse competitiva debe contar con un adecuado sistema de manejo y control de inventarios que permita una producción continua sin retrasos, a través de una gestión logística que planifique, implemente y controle eficientemente el flujo y almacenamiento de materiales. Sin embargo, muchas empresas peruanas presentan deficiencias en la gestión de almacenes al considerar la logística solo

como compra y almacenamiento, generando problemas como atención inoportuna, materiales deteriorados, vencidos o faltantes, afectando también al sector construcción (Carhuaz, 2020).

En Trujillo, en el almacén de la constructora objeto de estudio, se identificaron deficiencias en la gestión de materiales y procesos, reflejadas en un tiempo de espera promedio del 53% y un tiempo de operación de apenas 50.47%, ocasionando pérdidas económicas diarias de S/ 1,207.50, acumulando pérdidas de S/ 103,978.00 debido a ineficiencias y tiempos muertos. Estas ineficiencias están relacionadas con la falta de clasificación de materiales bajo el sistema ABC, la ausencia de la metodología 5S y un layout poco eficiente, lo que genera demoras en la entrega de materiales a las obras, movimientos innecesarios y sobrecarga de actividades para los operarios.

Según Heizer y Render (2014), la productividad se define como la relación entre la producción obtenida y los recursos utilizados, por lo que los desperdicios, el desorden y las demoras afectan directamente los resultados operativos de las organizaciones. Socconini (2019) sostiene que la implementación de herramientas Lean Manufacturing permite reducir tiempos de espera, optimizar procesos y disminuir pérdidas en las operaciones. Por ello, resulta necesario aplicar herramientas Lean Manufacturing como 5S, VSM y clasificación ABC en el almacén de la constructora para optimizar sus procesos internos, reducir tiempos de espera y mejorar su productividad, fortaleciendo así su competitividad y capacidad de respuesta en el sector construcción en Trujillo.

En esta investigación se tomó como referencia los siguientes antecedentes:

Los estudios conformados por Acevedo & Rodríguez (2021), en su trabajo de grado tuvieron como punto principal desarrollar una propuesta de la incorporación de métodos Lean Manufacturing, tratando de mejorar los resultados del pesaje en los laboratorios de la empresa del sector químico. La metodología empleada fue de enfoque cualitativo, utilizando los principios de 5S, Kaizen y Kanban. La investigación consiguió como respuesta un TIR de 37% y un TIO de 8.81%, concluyendo que el proyecto de inversión en el laboratorio es viable. Por ende, con el uso del Lean Manufacturing, se conseguiría mejorar resultados en el área.

Del mismo modo, Katare & Kumar (2019), tuvieron como objetivo principal ejecutar y medir la influencia de la metodología 5S en un instituto de enseñanza superior, siendo esta una de las principales metodologías de el Lean Manufacturing, buscando optimizar la productividad de los trabajadores y obtener una mejora importante. Los resultados demostraron beneficios en la eficiencia de los trabajadores, además de obtener optimizaciones en los espacios y mejora en la calidad del servicio. De esta manera, se concluye que el uso de la metodología es efectiva y muestra cambios evidentes en el aumento de la productividad y optimización en los distribuciones de espacios.

Jocson & Tinio (2021), en su investigación buscan eliminar desperdicios manejando herramientas Lean manufacturing para acrecentar la productividad y reducir costos. Para ello, emplean el Mapeo de la Cadena de Valor (VSM). Gracias a esto, consiguieron reducir las horas totales de producción en un 45% , el tiempo no añadido de valor en un 43 % y las horas hombre en un 44%. Esto resultó en una baja de los costos y desperdicios de la línea de

producción. Además, con el soporte de otras herramientas complementarias de Lean manufacturing, se lograría aumentar la productividad y optimizar procesos.

Para Álava & Goya (2022) su objetivo principal fue implementar herramientas Lean Manufacturing y optimizar costos primos de producción, logrando acrecentar significativamente la productividad en la compañía de absorbentes, Con ese fin, se aplicaron herramientas SMED Y VSM, para conseguir reducir desperdicios y paradas de las máquinas durante la fabricación de los productos, además de reducir los costos elevados que presentaban una pérdida de \$121,849.00 dolares. Los resultados evidenciaron que, con el uso de las herramientas se consiguió disminuir los desperdicios de 2.74% a un 2.53% en lo que es la línea de toallas femeninas, en los pañales se consiguió una mengua de aproximadamente 2%, con ello se logró economizar en costos un aproximado de \$ 103,960 dolares anuales. Concluyendo que se debe seguir usando métodos y herramientas Lean, para disminuir y eliminar desperdicios de los procesos, de esta manera lograra verse reflejados en la eficiencia del personal y los costos de la empresa.

Entre tanto Hinojosa & Cabrera (2022), en su investigación, tuvieron como objetivo establecer la influencia de la metodología Lean Manufacturing en la productividad de microempresas en Guayaquil. La investigación se elaboró mediante datos resultantes de informes y revistas especializadas. Donde se observó, que varias empresas en Guayaquil no invierten en emplear un Lean Manufacturing y que, las escasas que sí lo hacen, son las que prosperan y están mejor posicionadas. Concluyendo que el uso de las diferentes herramientas de este logran un aumento en la calidad y una productividad de un 47%. Esto resalta la gran importancia del uso de las herramientas de esta metodología

Por otro lado, Aguilar (2019) busca en su investigación acrecentar la productividad en el área de producción del Molino Castillo S.A.C, a través de la aplicación de diversas herramientas de Lean manufacturing, entre ellas 5S y VSM. Esta investigación, es de tipo experimental, aplicada y descriptiva. El cual, ha revelado un incremento del 3.23% en la productividad. Esto respalda la aceptabilidad y efectividad de la propuesta de incorporación de estas herramientas en el proceso productivo. Además, la evaluación exhaustiva de costos y beneficios ha demostrado un retorno de S/. 1.83, evidenciando una relación positiva entre la inversión realizada y los beneficios obtenidos.

En el trabajo de Pérez (2021), se implementaron herramientas de Lean Manufacturing en RMH PLAST, una compañía peruana dedicada a la elaboración de bolsas plásticas, con el objetivo de optimizar su productividad. A través de un diseño preexperimental y un enfoque cuantitativo, se calcularon indicadores clave antes y después de la intervención. Los resultados reflejaron un aumento importante en la productividad (del 53.58% al 65.75%), así como mejoras en eficiencia (del 73.78% al 82.77%) y eficacia (del 72.61% al 79.44%). Esta investigación confirma el efecto positivo de las metodologías Lean Manufacturing en el sector manufacturero, recalando su capacidad para mejorar procesos y acrecentar la competitividad.

Gómez (2022), investigó el impacto de Learn Manufacturing en la productividad del departamento de producción de SENFU S.A.C. Su estudio reveló que la implementación de esta metodología, mediante el uso de herramientas como 5's y Poka-Yoke, llevó a un aumento en la productividad de 42% a 66%, que representada en porcentaje fue una mejora del 24%, Además, la eficiencia incremento de un 63% a 80%, representando un aumento del 17%, mientras que la eficacia, reflejo un incremento de 67% a 82% representando el 15%.

La investigación concluye que aplicar de forma efectiva Lean Manufacturing mejora al máximo los procesos productivos, resultando en mejoras significativas en estos indicadores.

Vargas & Camero (2021) centraron su investigación en aumentar la productividad en la producción de adhesivos acuosos de una compañía manufacturera, que había experimentado niveles muy bajos durante los últimos cuatro años. Para lograr esta mejora, se emplearon herramientas de Lean manufacturing, incluyendo la metodología Kaizen y las 5S. La evaluación mostró un valor promedio de 5.58 kg/h-h. En comparación con el valor promedio anterior a la aplicación de estas herramientas, observando una mejora de el 22% en la productividad.

En su tesis, Borja (2019) se propuso evaluar el grado de incremento en la productividad de FATIZA EIRL después de la aplicación de Lean Manufacturing. Para ello, se recopiló información de manera cuantitativa para el cálculo de la productividad, obteniéndose como resultado un incremento del 58.94%. Además, en términos de eficacia, se logró un aumento de 70.64%, mientras que en eficiencia se logró una mejora del 47.57%. Se determina que, con un nivel de significancia del 0,05, la aplicación de Lean Manufacturing contribuye al mejoramiento en la productividad.

De la Cruz & Mendoza (2023), realizaron una investigación para analizar los efectos de una propuesta de mejora basada en Lean Manufacturing en la productividad de la planta de producción de una empresa agroindustrial. Utilizando información de la productividad de la compañía desde 2022 y aplicando el método checklist, de esta manera revelaron cuatro causas que estaban provocando una disminución en sus ganancias de S/.84,811.00, así como una baja producción en la mano de obra y en materia prima. Para corregir estos problemas, se implementaron herramientas Lean Manufacturing, como Kanban, el método Kaizen, el

VSM y 5S. Como resultado, se logró un aumento en la productividad del 15.26%. Además, se examinó la viabilidad económica de la propuesta, obteniendo un TIR de 74.6%, un VAN del S/. 55,336.33, y un Beneficio- Costo de el 1.36.

Solsol (2022) se propuso examinar cómo las herramientas Lean manufacturing influyen en la productividad en Tecsitec Perú E.I.R.L, a causa de varios problemas que afrontaba la compañía, como la falta de mejora continua, métodos de trabajo ineficaces, desorden en las zonas de trabajo y tiempos de inactividad, que afectan la productividad. Para abordar estos desafíos, se seleccionaron herramientas Lean como las 5S, SMED y la estandarización. Los resultados expusieron un aumento en la productividad del 50% y una disminución de 16.45% de los tiempos de los procesos. En conclusión, las herramientas Lean manufacturing demostraron tener un impacto positivo en la productividad de la compañía.

Jimenez & Tavera (2022) elaboraron una investigación con el objetivo de aplicar herramientas de Lean Manufacturing para aumentar la productividad en el área administrativa de la compañía de transporte Los Andes S.R.L. Al comienzo del análisis, se registró una productividad de 36%. Por lo tanto, se utilizaron herramientas de Lean manufacturing las cuales fueron 5S, KPI de desempeño y VSM. Posterior a la aplicación, se obtuvo una productividad global del 56%, además de lograr un aumento al 97.6% el indicador de desempeño y el porcentaje de cumplimiento de a un 90%. Concluyendo que el uso de herramientas Lean Manufacturing mejora significativamente los indicadores de desempeño del área administrativa de la compañía.

Camacho & Paredes (2022) se centraron en desarrollar una intervención para aumentar la productividad en una planta procesadora industrial utilizando herramientas Lean Manufacturing. Se identificaron deficiencias que conducen a un detrimento económico de

S/.40,095.27 y una productividad de 0.075 millares/hh al año. Por lo tanto, se creó una propuesta utilizando herramientas Lean Manufacturing como el Just in Time, la reconfiguración del Layout, Mantenimiento Productivo Total, Metodología 5S y MRP. Tras la implementación, se consiguió un aumento de la productividad en 0.033 millares/hh, lo que correspondía una mejora del 44%, además realizaron una evaluación económica obteniendo un TIR de 14.47%, un VAN de S/. 6,357.78 y un beneficio- costo de 1.72. Concluyendo que la investigación es viable y que las herramientas Lean manufacturing consiguen aumentar de manera significativamente la productividad.

Finalmente, Marcos & Luna (2020) pusieron como meta demostrar una propuesta para aplicar herramientas Lean Manufacturing con el fin de aumentar la productividad en la línea de producción de una empresa ladrillera en Trujillo. El estudio hecho a la empresa reveló cinco causas principales que causan una pérdida anual de S/. 370,159.56. Para solucionar estos problemas, usaron herramientas Lean manufacturing como VSM, Kanban, TPM, mejora de métodos y 5S. Como efecto de estas intervenciones, la pérdida económica se redujo a S/. 240,603.71, generando un beneficio neto de S/. 129,555.85 para la empresa. Concluyendo que la aplicación de la propuesta consiguió un TIR de 81% ,VAN de S/. 103 942.87 y un Beneficio-Costo de 1.47, esto mostrando que las herramientas Lean funcionan bien.

En esta investigación se consideró las siguientes bases teóricas:

Metodología Lean Manufacturing

Hernández & Vizán (2013) la describen como una variedad de estrategias, que ayuda a mejorar la producción, identificando y eliminando “despilfarros”, definiendo las actividades o procesos que se utilizan más.

Cruz & Burbano (2012) mencionan que la metodología Lean busca mejorar el diseño operacional, logrando obtener buenas ventajas competitivas y solicitadas por el usuario final, además de mantener una buena calidad con el menor costo posible.

Socconini (2019) menciona que el Lean Manufacturing, o manufactura esbelta, es un método para mejorar la producción eliminando actividades que no añaden valor. Se trata de un proceso sistemático para bajar costos y trabajo inútil, utilizando equipos capacitados. Su esencia está en identificar y reducir ineficiencias continuamente, creando una cultura que considera los desperdicios como un desafío constante para hacer mejor en la eficacia e innovación.

Rajadell & Sánchez (2010) resaltan la importancia de las herramientas Lean, como las 5S, Kanban, Kaizen, SMED, VSM, entre otras, para eliminar desperdicios. Estos métodos se basan en principios importantes como la mejora continua, el control total de calidad, mejorar la cadena de valor y que los empleados participen.

Tiempo de espera

Rajadell & Sánchez (2010) indican que el tiempo de inactividad o espera en la producción se origina cuando los procesos no están adecuadamente coordinados, lo que

resulta en que algunos operarios se mantengan inactivos mientras otros enfrentan una carga excesiva. Este tiempo perdido no añade valor al producto y no es aceptable para los clientes. Por consiguiente, es fundamental revisar y optimizar los flujos de trabajo para minimizar o erradicar estos tiempos muertos, garantizando una producción más fluida y eficiente.

Hernández & Vizán (2013) señalan que el tiempo de espera es el intervalo en el que un bien o un servicio permanece sin actividad dentro del ciclo de producción, sin contribuir al valor del producto final, y puede ser reducido a través de la mejora en la eficiencia del proceso.

Ecuación 1

Formula de tiempo de espera

$$\text{Tiempo de Espera} = \frac{\text{Tiempo total de espera}}{\text{Tiempo total de operación}} \times 100$$

Tiempo Operación

Según García (2020) el tiempo de operación se refiere al lapso en que un empleado concentra su esfuerzo en actividades para el empleador de manera eficiente. En otras palabras, es el período en que el trabajador está disponible y efectúa su labor bajo la supervisión del empleador. Aunque no es frecuente, en ciertas ocasiones el tiempo de operación efectivo puede ser crucial para cumplir con los plazos establecidos. Cuando esto sucede, acelerar el tiempo de ciclo puede contribuir a disminuir el tiempo total de entrega, lo que justifica el esfuerzo por mejorar esta eficiencia.

Ecuación 2

Formula de porcentaje de tiempo de operación

$$\text{Tiempo de operación} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de horas trabajadas}}{\text{Total de horas trabajadas}} \times 100$$

Metodología 5S

Hernández & Vizán (2013) señalan que el método de las 5s es una herramienta de apoyo ampliamente empleada, dado que ayuda a mejorar las condiciones laborales, mediante la limpieza, el orden y la organización en el entorno laboral. Este método es destacado por su carácter sencillo y su fácil implementación, dado que no requiere conocimientos especializados ni una significativa inversión económica. A pesar de su simplicidad, resulta altamente beneficioso y versátil. Su objetivo es prevenir problemas que puedan afectar la eficiencia de la empresa, tales como desorden, un entorno sucio, movimientos innecesarios y la carencia de espacio en general.

Etapas de las 5S

Según Ochoa (2013), la metodología 5S, originaria de Japón, es una estrategia de gestión que busca optimizar la eficiencia y la organización en el entorno laboral. Esta metodología se segmenta en cinco fases fundamentales:

Seiri (Clasificar): En esta etapa inicial, se lleva a cabo un proceso de identificación y eliminación de elementos que resultan innecesarios en el lugar de trabajo. Esto permite a los empleados enfocarse en lo que verdaderamente es esencial y a disminuir el desorden. (Ochoa, 2013)

Seiton (Ordenar): Tras la clasificación, el próximo paso consiste en organizar los elementos útiles, asignando un lugar específico para cada herramienta y material. Este procedimiento facilita su acceso y ayuda a prevenir accidentes, lo que, a su vez, mejora el flujo de trabajo. (Ochoa, 2013)

Seiso (Limpiar): Mantener la limpieza en el área de trabajo es vital. Esta etapa promueve la limpieza regular de las herramientas y los espacios, no solo para mejorar la apariencia, sino también para generar un ambiente más saludable y seguro. (Ochoa, 2013)

Seiketsu (Estandarizar): Esta fase se enfoca en la creación de normas y procedimientos claros que aseguren la continuidad de las prácticas de clasificación, orden y limpieza. La estandarización favorece la coherencia en las operaciones diarias. (Ochoa, 2013)

Shitsuke (Concientizar): La fase final resalta la importancia de la autodisciplina y el compromiso de los trabajadores con los principios de las 5S. Se busca fomentar una mentalidad de mejora continua y una participación activa de todos los integrantes del equipo en la implementación de estas normas. (Ochoa, 2013)

Al aplicar la metodología 5S, las organizaciones pueden no solo incrementar su productividad, sino también establecer un entorno de trabajo más seguro y colaborativo, integrando estos principios en su cultura empresarial para lograr resultados duraderos en el tiempo.

VSM

Hernández & Vizán (2013) señala que el Value Stream Mapping (VSM), o el Mapa de Cadena de Valor, es una herramienta utilizada para observar la totalidad del proceso,

desde el proveedor hasta el consumidor final. Este mapa ilustra el flujo de materiales y el de información, con el objetivo de descomponer las etapas del proceso. Al realizarlo, ayuda a localizar y examinar los lugares en los que se generan los mayores desperdicios. Con esta información, es posible realizar mejoras que optimicen la eficacia y disminuyan las pérdidas a lo largo del proceso.

Fernández (2013) sostiene que esta herramienta resulta clave para comprender la distribución de los materiales y la información a lo largo de un proceso. No obstante, en los procesos administrativos y de servicios, la identificación del flujo de información puede resultar más compleja. Por ello, al adaptar el modelo a estos entornos, el foco principal debe ser el análisis del flujo de información. Esto facilita la planificación de estrategias Lean efectivas y, a su vez, la identificación y definición del estado futuro deseado.

Takt Time

Hernández & Vizán (2013), señalan que el tiempo Takt se emplea para sincronizar el ritmo de producción con el ritmo de ventas y es esencial para mejorar herramientas como el VSM. A través de este método establecer definir el ritmo de fabricación necesario para satisfacer la demanda, asegurando que el ritmo de trabajo se ajuste de manera precisa a las variaciones en la demanda.

Fernández (2013) indica que el concepto clave del Tiempo Takt es alinear la velocidad de producción con la velocidad de las ventas. El cálculo del Tiempo Takt se obtiene dividiendo la demanda del cliente en un lapso determinado entre el tiempo efectivo de trabajo para dicho periodo. Para producir conforme al Tiempo Takt, es indispensable

que cada etapa del proceso pueda operar a ese ritmo y que todos los procesos funcionen a la misma velocidad.

Ecuación 3

Formula de Takt time

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ disponible\ por\ turno}{Demanda\ total\ por\ turno}$$

Productividad

Según Fontalvo et al. (2018), la productividad implica convertir los recursos en bienes y servicios, buscando satisfacer plenamente a los consumidores mediante la implementación de la máxima eficiencia. En su definición, la productividad denota el equilibrio entre el resultado logrado y los activos empleados para producirlo, con el objetivo de maximizar la eficiencia en su utilización.

Por su parte, Loayza (2017), señala que la productividad está relacionada directamente con los niveles de eficiencia y eficacia, con el objetivo de optimizar los niveles de producción. Esto implica utilizar los recursos disponibles de manera que se logre alcanzar el nivel proyectado.

De manera similar, Gutiérrez (2010) respalda la idea de que la productividad se puede analizar a través de la eficacia y la eficiencia. La eficacia se refiere al grado de cumplimiento de las actividades planificadas y a la obtención de los resultados deseados, mientras que la eficiencia se centra en el uso adecuado de los recursos, buscando evitar su desperdicio y optimizando su utilización en los procesos.

Asimismo, Heizer y Render (2009) mencionan que la productividad contribuye a elevar el nivel de vida, ya que permite que el personal y el capital obtengan beneficios adicionales, y definen la productividad como la relación entre la producción generada y los insumos utilizados para dicha producción, lo que se puede expresar de la siguiente manera:

Ecuación 4

Formula Universal de Productividad

$$Productividad = \frac{Resultados\ logrados\ (Output)}{Recursos\ empleados\ (Input)}$$

Es importante resaltar que, por efectos del presente estudio, la productividad se calculara a partir de la relación entre eficiencia y eficacia, expresada como:

Ecuación 5

Formula de Productividad

$$Productividad = Eficiencia * Eficacia$$

Está siendo una herramienta de análisis práctico para la visualización de como ambos factores aportan al incremento de la productividad en el contexto operativo del almacén, facilitando el monitoreo e interpretación de los resultados obtenidos tras la implementación de herramientas Lean Manufacturing.

Adicionalmente, Castellón (2018) garantiza que la eficiencia implica lograr los resultados esperados empleando el mínimo de recursos necesarios, disminuyendo los costos mientras se aprovecha el tiempo de forma más efectiva. Para medir este aspecto, se recurre a un indicador representado por la siguiente fórmula matemática:

Ecuación 4

Formula de Eficiencia

$$Eficiencia = \frac{Total\ de\ pedidos\ procesados}{Tiempo\ total\ utilizado} \times 100$$

Por otro lado, Lam & Hernández (2008) indican que la eficacia se juzga al contrastar los resultados esperados con los resultados obtenidos. Asimismo, señalan que la eficiencia se refleja en lograr los planificados. En relación para calcular la eficiencia se utiliza la ecuación 6.

Ecuación 5

Formula de Eficacia

$$Eficacia = \frac{Total\ de\ pedidos\ procesados}{Total\ de\ pedidos\ planificados} \times 100$$

1.2. Formulación del problema

Problema General

¿En qué medida las herramientas Lean Manufacturing aumentan la productividad en un almacén, Trujillo - 2024?

Problemas específicos

¿Cuál sería los principales problemas de la baja productividad en un almacén, Trujillo - 2024?

¿Cuál sería el porcentaje de la productividad actual en el almacén, Trujillo - 2024?

¿Cuáles serían las herramientas Lean manufacturing para mejorar en un almacén, Trujillo - 2024?

¿Cuál será el porcentaje de productividad y la variación significativa después aplicar las herramientas Lean Manufacturing en un almacén, Trujillo - 2024?

¿Cuál será el análisis económico y la viabilidad de la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing en un almacén, Trujillo - 2024?

1.3.Objetivos

Objetivo general

Determinar en qué medida las herramientas Lean Manufacturing incrementan la productividad en un almacén, Trujillo - 2024.

Objetivos específicos

Diagnosticar los principales problemas de la baja productividad de un almacén, Trujillo - 2024.

Evaluar el porcentaje de productividad actual en el almacén, Trujillo - 2024.

Determinar las herramientas Lean manufacturing a fin de incrementar la productividad en un almacén, Trujillo - 2024.

Evaluar la productividad y la variación significativa después de la aplicación de las herramientas Lean manufacturing en un almacén, Trujillo-2024.

Evaluar el análisis económico y la viabilidad de la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing.

1.4.Hipótesis

Hipótesis General

La propuesta de mejora mediante herramientas Lean Manufacturing aumentara la productividad de un almacén, Trujillo – 2024.

Hipótesis Especificas

El diagnóstico identifico 3 problemas que influyen en la baja la productividad del almacén, Trujillo 2024.

Se evaluó la productividad del almacén de Trujillo 2024, encontrándose una productividad baja.

Se determinó las herramientas Lean manufacturing 5S, ABC y VSM, son buenas para incrementar la productividad del almacén Trujillo 2024.

Se evaluó la productividad posterior a la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing y está tendrá una influencia media y una variación positiva en el almacén, Trujillo - 2024.

Se evaluó el análisis económico, siendo este rentable con una viabilidad positiva después de la aplicación de herramientas Lean manufacturing en el almacén, Trujillo - 2024.

1.5.Justificación

Justificación teórica

La aplicación de Lean Manufacturing en la administración de almacenes proporciona una base teórica robusta para mejorar la eficiencia y la productividad en este ámbito. La filosofía Lean se enfoca en eliminar desperdicios, perfeccionar procesos y asegurar un flujo de trabajo continuo. Implementando estos principios en la gestión de almacenes, se pueden

reducir los costos operativos, acortar los tiempos de espera y optimizar el uso de los recursos, contribuyendo a una mejora general.

Justificación práctica

En 2024, los almacenes del sector construcción en Trujillo enfrentan retos particulares en eficiencia y productividad. Aplicar herramientas de Lean Manufacturing puede mejorar significativamente la situación al simplificar los flujos de trabajo, reducir inventarios y perfeccionar la gestión de pedidos. Estas prácticas no solo abordan los problemas actuales, sino que también ofrecen soluciones concretas y medibles para incrementar la productividad de forma efectiva.

Justificación social

Desde un enfoque social, la optimización de almacenes con Lean Manufacturing no solo mejora la eficiencia interna, sino que también beneficia a la comunidad de Trujillo. La exitosa aplicación de estas mejoras puede crear empleos más efectivos, reducir el impacto ambiental al disminuir residuos y fomentar un crecimiento económico sostenible en la región. Además, el aumento en la productividad del almacén puede influir positivamente en la cadena de suministro local, fortaleciendo relaciones comerciales y produciendo un impacto social favorable a largo plazo.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

Tipo de Investigación: Cuantitativa/ Experimental

La investigación adopta un enfoque cuantitativo. Según Ugalde y Balbastre (2013), esta perspectiva se fundamenta en la identificación de patrones que representan el comportamiento de una población a través de la medición de variables enraizadas en teorías establecidas. En esta investigación, el objetivo es medir los cambios cuantitativos en la productividad y evaluar mejoras específicas mediante el uso de datos numéricos verificables. Esto verifica que se trata de una investigación cuantitativa, ya que se enfoca en cuantificar el impacto de las herramientas Lean Manufacturing en la productividad del almacén. Se pretende conseguir datos como porcentajes de productividad y realizar un análisis económico, además de formular hipótesis que serán evaluadas a través de datos cuantitativos para analizar posibles variaciones en la productividad. El diseño experimental se utiliza en investigaciones donde se evalúa el impacto de una o más intervenciones generalmente comparándolas con otra intervención o un placebo. Además, estos estudios se caracterizan por su enfoque prospectivo (Manterola et al., 2018). En el caso de esta investigación, se utiliza un diseño experimental para evaluar el impacto de las herramientas lean manufacturing en un almacén, así como para determinar la magnitud de la mejora antes y después de su implementación.

El alcance de la investigación es descriptivo, ya que se describe la situación actual de la gestión de inventarios y materiales en el almacén de una empresa constructora en Trujillo. Asimismo, se utiliza un diseño propositivo-aplicativo, ya que se formula e implementa una propuesta de mejora basada en herramientas Lean Manufacturing (5S, VSM y clasificación ABC), con el fin de optimizar los procesos internos, reducir los tiempos de

espera y mejorar la productividad en el área de almacén de la empresa.

El nivel de la investigación es descriptivo, ya que se caracteriza la situación actual de la gestión de inventarios en el almacén de la constructora mediante la recolección de datos cuantitativos, como tiempos de espera, tiempos de operación y niveles de productividad, permitiendo identificar con precisión las áreas de mejora. Asimismo, es explicativo, porque se analizan las relaciones entre la implementación de herramientas Lean Manufacturing y la mejora de la productividad en dicha área, evaluando el impacto de estas herramientas en la optimización de procesos y en la reducción de desperdicios en las actividades logísticas de la empresa constructora en Trujillo.

Población y Muestra:

Población: La población de esta investigación está conformada por todos los procesos productivos de la empresa constructora ubicada en Trujillo durante el año 2024, incluyendo las áreas de ejecución de obras, control de calidad y seguridad, gestión de proveedores y materiales, recepción y almacenamiento de materiales, control de inventario y despacho y distribución, en concordancia con Vaca (2022), quien define la población como "todos los procesos productivos de la compañía".

Muestra: De forma similar, Vergara y Miller (2023) utilizaron como muestra procesos específicos del área de almacén para evaluar la aplicación de herramientas Lean Manufacturing. En esta investigación, la muestra corresponde al área de almacén de una empresa constructora en Trujillo, la cual incluye actividades relacionadas con la recepción, clasificación, almacenamiento y despacho de materiales de construcción, así como la gestión de inventarios y la coordinación de los tiempos de entrega de materiales, procesos que

resultan esenciales para el funcionamiento eficiente de la empresa y que inciden directamente en la productividad de las obras.

La selección de esta muestra fue en base a los siguientes criterios:

- Representatividad: El área de almacén concentra los procesos operativos que inciden en los tiempos de espera y en el uso de recursos materiales y humanos dentro de la empresa.
- Relevancia para el estudio: Presenta problemáticas identificadas, como tiempos de espera elevados, falta de organización en el almacenamiento y deficiencias en la gestión de inventarios, que afectan directamente la productividad.
- Adecuación para la aplicación de Lean Manufacturing: Este espacio permite identificar oportunidades de mejora mediante herramientas Lean Manufacturing (5S, VSM y clasificación ABC) con el fin de analizar su impacto en la reducción de tiempos de espera y en el incremento de la productividad.

Muestreo: No probabilístico y por convenio

Técnica e Instrumentos: Análisis Documental, Observación, etc.

En la elaboración de esta investigación, se utilizaron métodos de recolección de datos que facilitaron la identificación y análisis de las condiciones actuales del almacén, para analizar el efecto de estas en la reducción de tiempos de espera y en la eficiencia del almacén. Las técnicas principales fueron:

Análisis Documental

Esta técnica implicó la recolección y revisión de información relevante sobre los procesos y la gestión del almacén en documentos tanto digitales como físicos. Según Dulzaides y Molina (2004), el análisis documental permite acceder a información organizada y extraer datos precisos de los registros de la empresa, en este caso relacionados con el flujo de materiales, tiempos de operación y eficiencia general. La documentación consultada incluyó reportes internos, políticas de inventario y datos sobre tiempos de espera y productividad. Gracias a esta técnica, fue posible obtener una visión detallada del rendimiento actual del almacén y las áreas prioritarias para aplicar mejoras.

Observación Directa

La observación en el lugar de trabajo resultó esencial para detectar, en tiempo real, las debilidades en los procedimientos del almacén. Como señalan Campos y Lule (2012), la observación es un método clave para registrar visualmente aspectos del entorno que se están investigando. En este estudio, se observó el flujo de materiales, los tiempos de espera, los tiempos operacionales y la disposición de los recursos en el almacén. Para la observación, se usó una guía diseñada especialmente para esta investigación, con indicadores como el porcentaje de tiempo en espera, la frecuencia de movimientos no necesarios y el nivel de organización del espacio de trabajo.

Guía Documentaria: Este formato ayudó a organizar y clasificar la información obtenida durante el análisis documental, permitiendo resaltar los datos más importantes para el análisis de la eficiencia del almacén. (Anexo 1)

Guía de Observación: Este instrumento facilitó la recolección de datos de manera sistemática sobre tiempos de espera, eficiencia operativa y organización de los materiales en el almacén, datos que fueron críticos para la aplicación de herramientas Lean Manufacturing. (Anexo 2).

Instrumentos Utilizados

Formato de Registro de Tiempos de Espera y Operación: Este formato se desarrolló para registrar los tiempos dedicados a cada actividad en el almacén, lo cual fue fundamental para analizar el impacto de las propuestas de mejora.

Diagrama de Ishikawa y Matriz de Priorización: Estos instrumentos permitieron identificar y ordenar las causas principales de la baja productividad en el almacén, ofreciendo un análisis estructurado de los problemas clave.

Herramientas Lean Manufacturing: Se implementaron y monitorearon técnicas como las 5S, el Mapeo de la Cadena de Valor (VSM) y la clasificación ABC, con el objetivo de evaluar su contribución a la mejora de la productividad del almacén.

Procedimiento de Recolección de datos

La recolección de datos se llevó a cabo en dos fases. En la primera fase, se revisaron y analizaron documentos internos de la empresa, tales como reportes de tiempos de operación, registros de inventarios y reportes de entregas de materiales, utilizando la guía documentaria. En la segunda fase, se realizaron observaciones directas en el área de almacén durante las operaciones diarias, registrando datos sobre tiempos de espera, tiempos de

operación, desplazamientos innecesarios y estado de orden de las áreas de trabajo, utilizando la guía de observación y el formato de registro de tiempos. La observación se realizó en horarios de mayor actividad para garantizar la validez de la información recolectada.

Procedimiento de tratamiento de datos

Los datos recolectados fueron organizados en cuadros y tablas en Microsoft Excel para facilitar su análisis. Posteriormente, se calcularon promedios de tiempos de espera y tiempos de operación, así como frecuencias de incidencias relacionadas con desorganización o movimientos innecesarios. Con estos resultados, se elaboró un Diagrama de Ishikawa para identificar las causas principales de las ineficiencias y se utilizó una Matriz de Priorización para determinar las causas con mayor impacto en la productividad. Finalmente, se compararon los resultados obtenidos antes y después de la implementación de herramientas Lean Manufacturing (5S, VSM y clasificación ABC), para analizar el impacto de estas en la reducción de tiempos de espera y en la mejora de la productividad del almacén

Desde una perspectiva ética, la investigación se basa en el Código de Ética del Investigador Científico de la UPN y en las leyes de Propiedad Intelectual, especialmente en relación con los derechos de autor. La ética de la investigación garantiza que no se cause daño a la empresa involucrada y respeta tanto a los colaboradores como a las actividades comerciales de la empresa. Todos los autores citados han sido correctamente referenciados, y se cuenta con el permiso de la cooperativa para recopilar información. Los datos se utilizarán únicamente con fines académicos, respetando los principios del método científico y los valores éticos de la investigación.

En línea con el compromiso ético, esta investigación sigue las normas del Reglamento Interno de la Universidad, basándose en principios de honestidad, respeto,

confidencialidad, y derechos de autor. El estudio ofrece un análisis detallado y veraz, facilitando una comprensión profunda de las políticas económicas relacionadas con la inversión pública y privada. Además, se ha redactado y estructurado de acuerdo con las normas APA.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

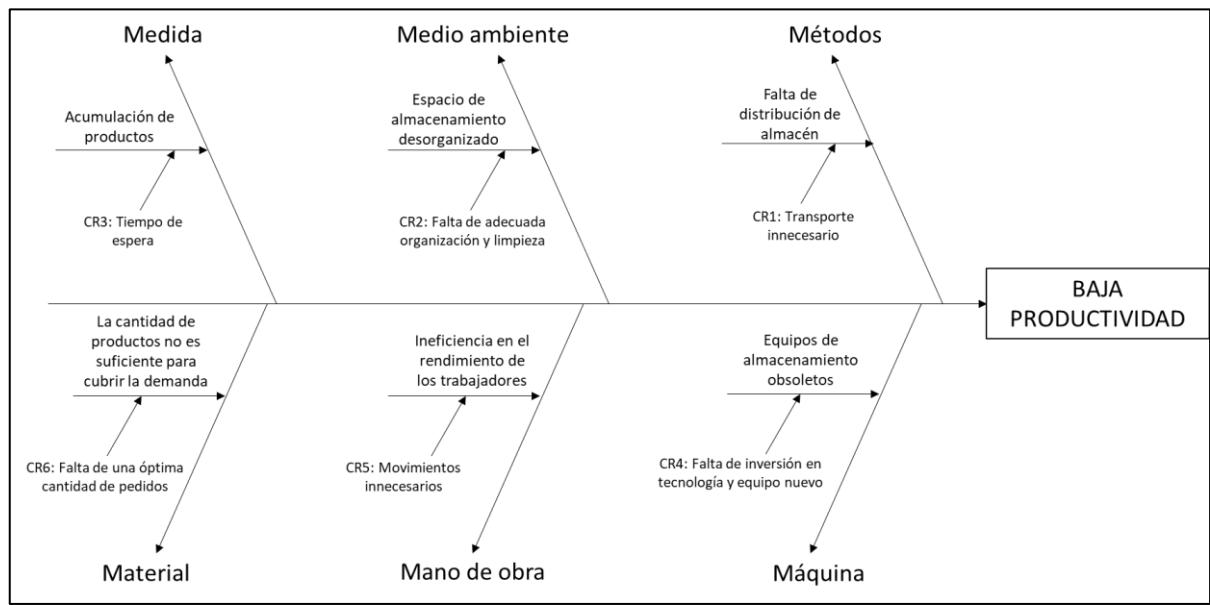
Objetivo 1: Diagnosticar los principales problemas de la baja productividad de un almacén, Trujillo - 2024.

Con el fin de detectar las dificultades presentes en el almacén, se comenzó con la baja productividad observada. Se aplicó un análisis utilizando el diagrama de Ishikawa, revelando seis puntos principales: medidas, ambiente, métodos, materiales, mano de obra y máquinas. En cada uno de estos aspectos se logró identificar una causa raíz específica. En medidas, la causa raíz principal (CR3) fue el tiempo de espera. En ambiente, la causa raíz principal (CR2) fue la falta de una adecuada organización y limpieza. En métodos, la causa raíz principal (CR1) fue el tiempo de operación. En materiales, la causa raíz principal (CR6) corresponde a la falta de una cantidad adecuada de pedidos. En mano de obra, la causa raíz principal (CR5) fueron los movimientos innecesarios, y en máquinas, la causa raíz principal (CR4) fue la falta de inversión en tecnología y equipo nuevo. Toda esta información se recopiló mediante una guía de observación (Anexo 3) y una observación directa

Ishikawa

Figura 1

Diagrama Ishikawa



Fuente: *Elaboración propia* Nota: *Basado en Heredia & Gonzalez, 2022*

Matriz de Priorización:

Con el propósito de identificar las problemáticas de mayor incidencia en el almacén, se desarrolló una matriz de priorización que permite evaluar el impacto de cada causa raíz (ver Anexo 2). Se calculó el porcentaje relativo de cada causa y su porcentaje acumulado, lo que agilizó el reconocimiento de las principales razones detrás del bajo rendimiento del almacén. Con estos resultados, se construyó un diagrama de Pareto con el objetivo de priorizar las causas con mayor impacto. El diagrama de Pareto ofrece una representación visual clara y precisa de las causas más relevantes, lo que facilita el identificar y el enfoque en los aspectos más críticos para mejorar la eficiencia del almacén.

Tabla 1

Matriz de Resultados de la Técnica de Observación

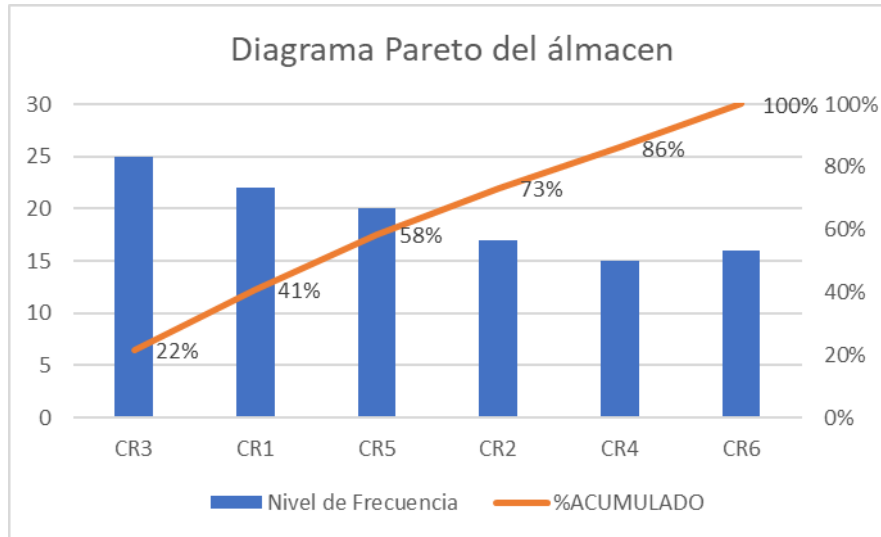
	Causas raíces	Nivel de Frecuencia	%RELATIVO	%ACUMULADO	80-20
CR3	Tiempo de espera/ cuello de botella	25	22%	22%	80%
CR1	Tiempo Operacional	22	19%	41%	80%
CR5	Movimientos innecesarios	20	17%	58%	80%
CR2	Falta de adecuada organización y limpieza de almacén	17	15%	73%	20%
CR4	Falta de inversión en tecnología y equipo nuevo	15	13%	86%	20%
CR6	Falta de una óptima cantidad de pedidos	16	14%	100%	20%
	TOTAL	115			

Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Anticona, 2023

Tras determinar los factores fundamentales que originaban el bajo rendimiento del almacén, se representaron en un diagrama de Pareto. Este análisis confirmó que las principales causas eran el tiempo de espera (CR3), el tiempo de operación (CR1) y los movimientos innecesarios (CR5). Es crucial mencionar que el diagrama de Pareto maneja dos variables clave: el nivel de frecuencia y el porcentaje acumulado, para ofrecer una visualización clara del impacto de cada causa raíz.

Figura 2

Diagrama Pareto de Causas/Raíces



Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Anticona, 2023

Se creó una matriz de indicadores tras determinar los factores fundamentales que afectaban la productividad del almacén. Para cada causa raíz, se seleccionó un indicador específico para mejorar la situación. En el caso del tiempo de espera (CR3), el indicador fue el porcentaje de tiempo de espera, que se encontraba en un 53%, lo que resultaba en una pérdida de S/ 1,207.50. Para dar solución a esta problemática, se optó por la implementación del método de clasificación ABC. En cuanto al tiempo de operación (CR1), el indicador fue el porcentaje de tiempo de operaciones, con un valor del 59% y una pérdida de S/ 1,972.05; para abordar esta cuestión, se utilizaron las herramientas de las 5S y se rediseñó el layout del almacén. Por último, para los movimientos innecesarios (CR5), se empleó el takt time como indicador, que estaba al 100% y provocaba una pérdida económica de S/ 11,869.00. Para mejorar este aspecto, se propuso la herramienta de Value Stream Mapping (VSM).

Tabla 2
Matriz de Indicadores de Causa/Raíz

Causa Raíz	Detalle	Indicador	Fórmula	Valor actual	Pérdidas monetarias actuales	Valor Meta	Pérdida mejorada en soles(S/.)	Beneficio	Herramienta de mejora
CR3	Tiempo de espera	% Tiempo de espera	$(\text{Tiempo total de espera} / \text{Tiempo total de operación}) \times 100$	53%	S/ 1,207.50	10%	S/ 179.38	S/1028.12	Método de Clasificación ABC
CR1	Tiempo de operación	%Tiempo de operacional	$(\text{Tiempo de operación} / \text{Tiempo total de trabajo}) \times 100$	59%	S/ 1,972.05	45%	S/ 1,542.45	S/ 429.6	5S y Layout
CR5	Movimientos innecesarios	Takt time	$(\text{Tiempo de producción disponible} / \text{demanda del cliente})$	100%	S/ 11,869.00	34%	S/ 6,759.60	S/ 5109.4	VSM (Mapeo de la cadena de valor)
TOTAL							S/ 8,481.43	S/ 6,567.12	

Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Heredia & Gonzalez, 2022

Objetivo 2: Evaluar el porcentaje de productividad actual en el almacén, Trujillo - 2024.

La productividad del almacén fue evaluada a través de observación directa durante un periodo de 20 días (Anexo 4-43), lo que permitió analizar tanto la eficiencia como la eficacia operativa. En primer lugar, se calcularon los porcentajes correspondientes a dos componentes clave. La eficiencia se midió en función de los recursos empleados frente a los resultados conseguidos, mientras que la eficacia se centró en el grado de cumplimiento de los objetivos establecidos.

En este análisis, se consideró la relación existente entre eficiencia y eficacia para evaluar la productividad de forma integral, facilitando el monitoreo del rendimiento operativo del almacén durante el periodo analizado.

A partir de los porcentajes obtenidos, se determinó la eficiencia promedio (50.47%), la eficacia promedio (50.37%) y, de manera integrada, se calculó la productividad promedio, que fue de 25.39% durante el periodo observado.

Tabla 3

Productividad antes de la mejora

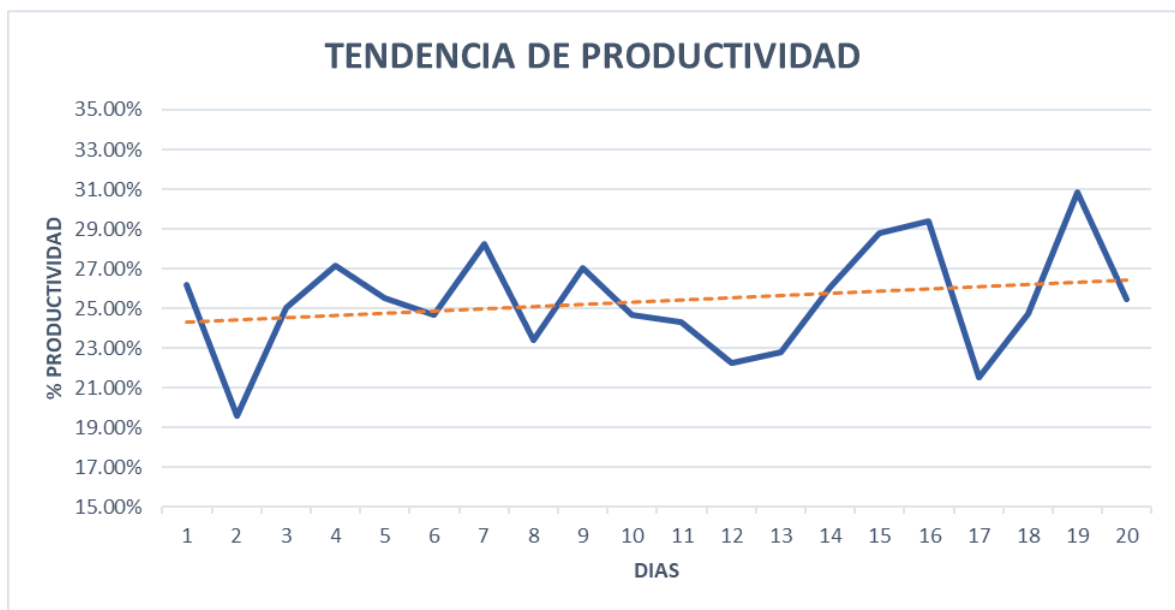
Días	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1	55.77%	46.96%	26.19%
2	42.86%	45.76%	19.61%
3	46.11%	54.26%	25.02%
4	51.06%	53.21%	27.17%
5	53.11%	48.11%	25.55%
6	53.29%	46.25%	24.65%
7	59.13%	47.78%	28.25%
8	47.62%	49.15%	23.41%
9	50.68%	53.33%	27.03%
10	47.62%	51.76%	24.65%
11	45.41%	53.59%	24.34%
12	47.34%	47.06%	22.28%
13	49.34%	46.15%	22.77%
14	53.45%	48.72%	26.04%
15	52.00%	55.38%	28.80%
16	56.58%	51.91%	29.37%
17	43.40%	49.67%	21.56%
18	42.86%	57.65%	24.71%
19	59.67%	51.72%	30.86%
20	52.08%	48.89%	25.46%
Promedio	50.47%	50.37%	25.39%

Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Bracamonte & Jauregui, 2021

Una vez calculada la productividad durante un periodo de 20 días, se creó un gráfico que ilustra la línea de tendencia de dicha productividad. El análisis de esta representación visual evidenció una marcada inestabilidad, con la línea de tendencia fluctuando de manera irregular sin seguir un patrón claro. Esta variabilidad indica una desproporción en la productividad del almacén, indicando que el desempeño es inconsistente y varía significativamente con el tiempo. Esta irregularidad en los datos es un factor clave para identificar múltiples causas raíz, reflejando problemas subyacentes que afectan de manera desigual la eficiencia y eficacia operativa del almacén.

Figura 3

Tendencia de productividad promedio



Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Bracamonte & Jauregui, 2021

Objetivo 3: Determinar las herramientas Lean manufacturing a fin de incrementar la productividad en un almacén, Trujillo - 2024.

Se procedió a identificar cuáles serían las herramientas Lean manufacturing para cada causa raíz, que generaba la baja productividad.

Causa Raíz 3: Tiempo de espera

a) Descripción de la causa raíz

En cuanto al tiempo de espera dentro del almacén, se observaron retrasos significativos que afectaban el desempeño general. Estas demoras se debían a diversos factores, incluyendo una falta de organización en el inventario, retrasos en la verificación del inventario, un sistema de registro lento, demoras en la actualización del stock, mala organización general, tiempos muertos prolongados, desconocimiento sobre los insumos prioritarios y retrasos en la entrega por parte de los proveedores.

Con el fin de abordar estas dificultades, se recopilaron datos durante un periodo de 20 días. Esta información fue clave para calcular el porcentaje promedio del tiempo de espera. Al analizar los datos, se encontró que el tiempo de espera promedio en el almacén era del 53%. Este porcentaje muestra la magnitud de las demoras y ofrece una base sólida para identificar zonas específicas que necesitan mejoras, permitiendo así implementar estrategias más efectivas para optimizar la eficiencia operativa.

Tabla 4

Porcentaje del tiempo de espera

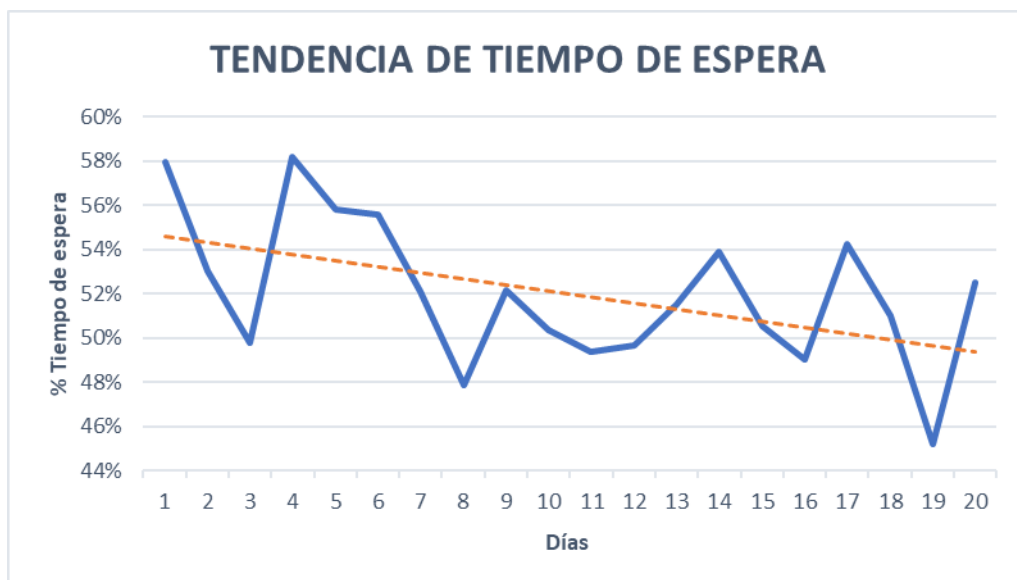
DIAS	Tiempo de Espera
1	58%
2	53%
3	50%
4	58%
5	56%
6	56%
7	52%
8	48%
9	52%
10	50%
11	49%
12	50%
13	52%
14	54%
15	51%
16	49%
17	54%
18	51%
19	45%
20	53%
Promedio	53%

Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Maica, 2021

El gráfico permite visualizar con claridad una marcada inestabilidad en los tiempos de espera, con una línea de tendencia que fluctúa de manera errática sin seguir un patrón claro. Esta irregularidad revela una desproporcionalidad significativa en la gestión del tiempo dentro del almacén, lo que sugiere que los tiempos de espera son impredecibles y varían drásticamente. Esta irregularidad no solo compromete el desempeño operativo, sino que también podría impactar negativamente en la satisfacción del cliente y en los costos operativos. Es crucial investigar a fondo las causas que están detrás de estas variaciones para identificar áreas específicas que requieren mejoras. Adoptar medidas apropiadas para estabilizar los tiempos de espera no solo optimizará el rendimiento del almacén, sino que también ayudará a que la operación sea más fluida y eficiente en general.

Figura 4

Tendencia de tiempo de espera promedio



Fuente: Elaboración propia, Nota: Basada en Maica, 2021

b) Costeo de pérdidas

Con el propósito de estimar la pérdida económica generada por el tiempo de espera en el almacén, se procedió a basar los cálculos en el salario de los trabajadores y el número de empleados que laboran durante la fase de recolección de datos. En primer lugar, se determinó el salario por hora y por minuto de cada trabajador, lo que permitió estimar con mayor precisión el monto económico perdido diariamente a causa de dichas demoras.

Posteriormente, se procedió a calcular el costo correspondiente a las horas y minutos perdidos en cuanto al tiempo de espera, y estos cálculos diarios se acumularon durante los 20 días que duró el análisis. Al sumar todas las pérdidas diarias, se obtuvo un total de S/ 1,207.50 como la pérdida económica total que corresponde al tiempo de espera.

El monto estimado pone en evidencia el impacto financiero considerable que generan las demoras tienen sobre la operación del almacén. La cuantificación de esta pérdida económica subraya la necesidad de abordar de manera efectiva las causas subyacentes del tiempo de espera para optimizar la eficiencia operativa y eliminar los costos asociados.

Tabla 5

Costeo del tiempo de espera

Días	Tiempo de espera (min)	Salario (8 hrs)	Nº de personas laborando	Salario (hrs)	Salario (min)	Total perdido per cápita	Costo perdido por trabajadores
Día 1	175	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 21.88	S/ 87.50
Día 2	61	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 7.63	S/ 30.50
Día 3	117	S/ 60.00	3	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 14.63	S/ 43.88
Día 4	128	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 16.00	S/ 64.00
Día 5	120	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 15.00	S/ 60.00
Día 6	75	S/ 60.00	3	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 9.38	S/ 28.13
Día 7	99	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 12.38	S/ 49.50

Día 8	113	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 14.13	S/ 56.50
Día 9	61	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 7.63	S/ 30.50
Día 10	69	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 8.63	S/ 34.50
Día 11	77	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 9.63	S/ 38.50
Día 12	152	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 19.00	S/ 76.00
Día 13	151	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 18.88	S/ 76.00
Día 14	76	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 9.50	S/ 76.00
Día 15	89	S/ 60.00	3	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 11.13	S/ 76.00
Día 16	99	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 12.38	S/ 76.00
Día 17	160	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 20.00	S/ 76.00
Día 18	127	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 15.88	S/ 76.00
Día 19	95	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 11.88	S/ 76.00
Día 20	104	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 13.00	S/ 76.00
Total	2148						S/ 1,207.50

Fuente: Elaboración propia

Nota: (Maica, 2021)

c) Solución propuesta

Se llevó a cabo una inspección detallada del almacén con el objetivo de identificar todas las herramientas y artículos almacenados. Posteriormente, se identificó el coste unitario y la cantidad de unidades de cada artículo para calcular su porcentaje total en relación con el inventario general. Con estos datos, se determinaría el porcentaje acumulado, que facilitaría la clasificación de los artículos en distintas categorías según su relevancia. Las categorías se clasificaron en: Zona A (0-79%), para los artículos que representan el 79% del valor total del inventario y tienen alta rotación; Zona B (79-94%), lo que representa un 15% del valor total con una rotación moderada; y Zona C (94-100%), para los artículos que constituyen el 6% restante del valor total, con baja rotación y menor impacto operativo. Esta categorización se utiliza para hacer gestión del inventario de manera más eficiente al priorizar los artículos más críticos y optimizando su almacenamiento y rotación de estos.

Tabla 6

Desarrollo de la herramienta ABC

Artículos	Inventario de materiales	Cantidad	Medida	Costo unitario S/.	Costo Total S/.	Costo Total Acumulado (S/.)	% Acumulado	Zona	%
1	Lentes de seguridad	100	Unidad	S/ 25.00	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00	2.43%	A	
2	Mascarillas	150	Unidad	S/ 5.00	S/ 750.00	S/ 3,250.00	3.16%	A	
3	Casco de seguridad	50	Unidad	S/ 20.00	S/ 1,000.00	S/ 4,250.00	4.14%	A	
4	Botas de trabajo	40	Par	S/ 50.00	S/ 2,000.00	S/ 6,250.00	6.08%	A	
5	Sacos de cemento	200	Saco	S/ 30.00	S/ 6,000.00	S/ 12,250.00	11.92%	A	
6	Picos	30	Unidad	S/ 40.00	S/ 1,200.00	S/ 13,450.00	13.09%	A	
7	Palas	35	Unidad	S/ 45.00	S/ 1,575.00	S/ 15,025.00	14.62%	A	
9	Guantes de trabajo	100	Par	S/ 10.00	S/ 1,000.00	S/ 16,025.00	15.60%	A	
10	Escaleras	15	Unidad	S/ 150.00	S/ 2,250.00	S/ 18,275.00	17.79%	A	
13	Sierras circulares	20	Unidad	S/ 320.00	S/ 6,400.00	S/ 24,675.00	24.02%	A	79%
14	Andamios	10	Unidad	S/ 450.00	S/ 4,500.00	S/ 29,175.00	28.40%	A	
17	Carretillas	12	Unidad	S/ 120.00	S/ 1,440.00	S/ 30,615.00	29.80%	A	
18	Mayólica	500	Caja	S/ 30.00	S/ 15,000.00	S/ 45,615.00	44.40%	A	
19	Alambres	50	Rollo	S/ 5.00	S/ 250.00	S/ 45,865.00	44.64%	A	
20	Taladros	15	Unidad	S/ 280.00	S/ 4,200.00	S/ 50,065.00	48.73%	A	
21	Tornillos	50	Caja	S/ 10.00	S/ 500.00	S/ 50,565.00	49.21%	A	
22	Tubos PVC	150	Unidad	S/ 15.00	S/ 2,250.00	S/ 52,815.00	51.40%	A	
23	Martillos	45	Unidad	S/ 20.00	S/ 900.00	S/ 53,715.00	52.28%	A	
24	Tinner	30	Unidad	S/ 10.00	S/ 300.00	S/ 54,015.00	52.57%	A	

25	Aditivos	20	Unidad	S/ 25.00	S/ 500.00	S/	54,515.00	53.06%	A	
26	Clavos	50	Kg	S/ 5.00	S/ 250.00	S/	54,765.00	53.30%	A	
27	Cal	50	Kg	S/ 3.00	S/ 150.00	S/	54,915.00	53.45%	A	
28	Fierro de 1/2 "	100	Unidad	S/ 45.00	S/ 4,500.00	S/	59,415.00	57.83%	A	
29	Fierro de 3/8 "	100	Unidad	S/ 25.00	S/ 2,500.00	S/	61,915.00	60.26%	A	
30	Fierro de 3/4 "	100	Unidad	S/ 25.00	S/ 2,500.00	S/	64,415.00	62.69%	A	
31	Fierro de 5/8 "	100	Unidad	S/ 69.00	S/ 6,900.00	S/	71,315.00	69.41%	A	
32	Drywall	40	Unidad	S/ 28.00	S/ 1,120.00	S/	72,435.00	70.50%	A	
33	Porcelanato	100	Caja	S/ 50.00	S/ 5,000.00	S/	77,435.00	75.37%	A	
34	Yeso	55	Saco	S/ 5.00	S/ 275.00	S/	77,710.00	75.63%	A	
35	Piso Flotante	80	Caja	S/ 40.00	S/ 3,200.00	S/	80,910.00	78.75%	A	
36	Pegamento de PVC	20	Unidad	S/ 8.00	S/ 160.00	S/	81,070.00	78.90%	A	
37	Accesorios de PVC	20	Caja	S/ 10.00	S/ 200.00	S/	81,270.00	79.10%	A	
38	Accesorios eléctricos	15	Caja	S/ 15.00	S/ 225.00	S/	81,495.00	79.32%	A	
39	Cable eléctrico	200	Metros	S/ 75.00	S/ 15,000.00	S/	96,495.00	93.92%	B	
40	Químicos de Limpieza	10	Unidad	S/ 15.00	S/ 150.00	S/	96,645.00	94.06%	B	15%
41	Aguaras	10	Unidad	S/ 10.00	S/ 100.00	S/	96,745.00	94.16%	B	
42	Pintura	100	Galón	S/ 60.00	S/ 6,000.00	S/	102,745.00	100.00%	C	6%
Total				S/ 102,745.00						100%

Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Díaz, 2021

De acuerdo con la información contenida en la Tabla 7, los materiales han sido clasificados en distintas categorías para facilitar su gestión. En concreto, la categoría A hace referencia a materiales que requieren una atención prioritaria en términos de reducción de costos. Esto se debe a que estos materiales representan aproximadamente el 90.48% del gasto total del almacén. En comparación, los materiales de la categoría B constituyen solo el 7.14% del total, mientras que los de la categoría C representan un 2.38%. Estos últimos se corresponden con los materiales que menos rotación tienen en el almacén y, por lo tanto, tienen una incidencia menor en el presupuesto general. En consecuencia, centrarse en la gestión de los materiales de la categoría A puede resultar crucial para optimizar los costos y mejorar la eficiencia operativa del almacén.

Tabla 7

Análisis ABC: Categorización

Zona	Nº Elementos	%Artículos	% Acumulado	% Costo Acum.	Monto
A	38	90.48%	79%	79%	S/ 81,495.00
B	3	7.14%	15%	94%	S/ 15,250.00
C	1	2.38%	6%	100%	S/ 6,000.00
Total	42	100%			S/ 102,745.00

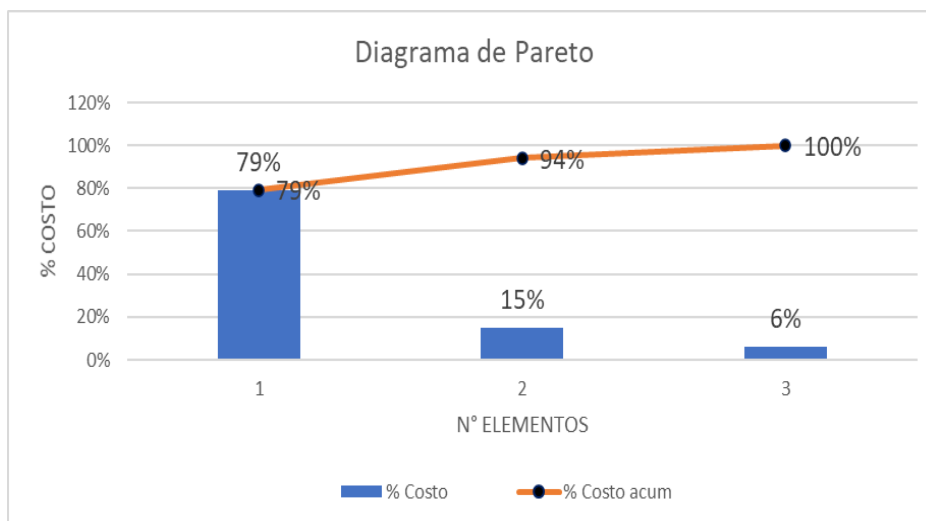
Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Díaz, 2021

Además, se ha elaborado un diagrama de Pareto en el marco del análisis ABC, que proporciona una representación de los costos de los materiales más clara en forma gráfica. Este diagrama evidenció que 38 de los elementos contribuyen al 79% del costo total, posicionándose como los principales generadores de gastos. A continuación, 3 elementos adicionales generan únicamente un 15% del costo total. Finalmente, un solo elemento

representa el 6% restante. Esta representación permite identificar con claridad cuáles son los materiales más costosos y enfocar los esfuerzos en la gestión de los materiales que afectan con más fuerza el presupuesto.

Figura 5

Diagrama de Pareto del Análisis ABC



Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Díaz, 2021

d) Resultado de la implementación de la propuesta

Luego de aplicar el análisis ABC y de identificar los materiales con mayor impacto económico, se realizaron las siguientes medidas para controlar mejor los mismos. Se elaboró un formato de requerimiento de artículos (Anexo 44) que permite mejor control de los pedidos y de los requerimientos de los materiales. Además, se elaboró un formato para el control de recepción de inventario (Anexo 45), el cual permite registrar mensualmente las

cantidades disponibles de cada artículo. Estas medidas buscan prevenir adquisiciones innecesarias y asegurar una administración más eficiente del inventario.

Como resultado de las medidas implementadas, se evidenció una reducción significativa en los tiempos de espera. Se realizó una evaluación a los 20 de días haber implementado las herramientas, y se observó una disminución del 44% en el tiempo de espera. Esto significa que el tiempo de espera se redujo a un 9%, lo que refleja un progreso notable en la eficiencia del proceso de gestión de inventario.

Tabla 8

Resultados después de la mejora

DIAS	Tiempo de Espera
1	9%
2	10%
3	9%
4	9%
5	10%
6	9%
7	9%
8	9%
9	10%
10	9%
11	9%
12	10%
13	9%
14	9%
15	10%
16	9%
17	10%

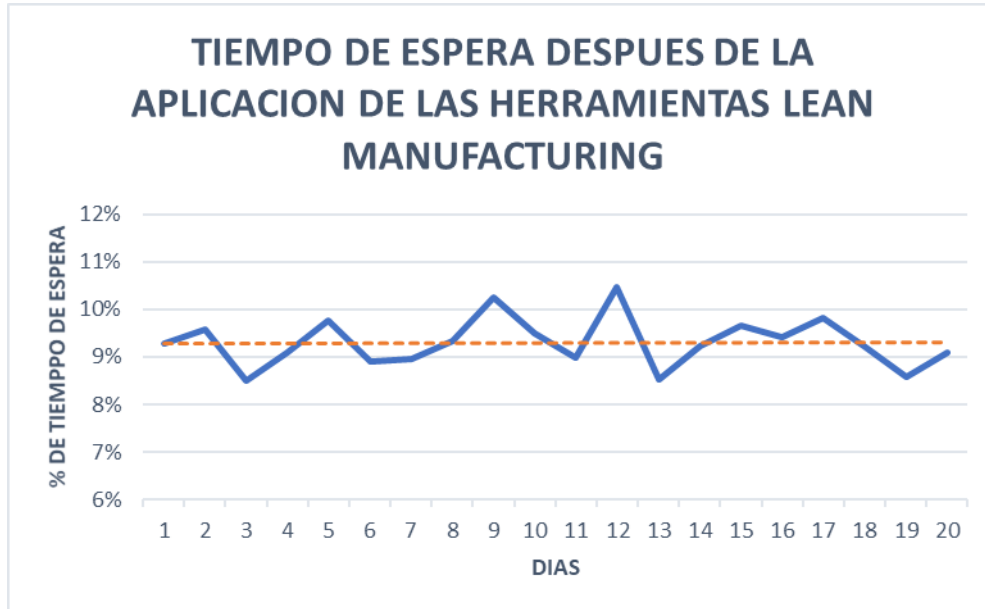
18	9%
19	9%
20	9%
Promedio	9%

Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Maica, 2021

El gráfico evidencia una mejora significativa en los tiempos de espera, gracias a las mejoras implementadas. Se observa una línea de tendencia más estable y un patrón claramente definido, lo cual indica la existencia de una gestión más efectiva del tiempo en el almacén. Este avance en el incremento de la estabilidad de los tiempos de espera ha permitido una importante mejora en la eficiencia operativa. La gestión más controlada y proporcional de los recursos no solo ha optimizado el proceso interno, sino que también ha tenido un impacto positivo en la satisfacción del cliente al asegurar entregas más puntuales. Asimismo, la disminución de los tiempos de espera ha contribuido a una reducción de los costos operativos, destacando el éxito de la experimentación para el progreso de la eficiencia del almacén.

Figura 6

Tendencia de tiempo de espera promedio



Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Maica, 2021

Tal como se mencionó anteriormente, las mejoras implementadas a partir del análisis ABC han contribuido significativamente a la reducción de costos en el almacén. Pasados 20 días desde que se realizó la implementación y la ejecución de mejoras, se realizó una recogida de datos relativa a los costes del tiempo de espera. El tiempo de espera fue cada vez menor, se redujo a 371 minutos, generando como efecto una reducción de costos de pérdida a S/.179.38. Este resultado resalta el impacto positivo de las estrategias adoptadas, desde luego que se produce una clara mejora en la eficiencia y en el control los costes operativos.

Tabla 9

Costeo de perdida

Días	Tiempo de espera(min)	Precio de tiempo laborado (x 8 hrs)	N° de personas laborando	Salario x hr trabajada	Salario x minuto	Total perdido percapita	Costo perdido por trabajadores
Día 1	28	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 3.50	S/ 14.00
Día 2	11	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 1.38	S/ 5.50
Día 3	20	S/ 60.00	3	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 2.50	S/ 7.50
Día 4	20	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 2.50	S/ 10.00
Día 5	21	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 2.63	S/ 10.50
Día 6	12	S/ 60.00	3	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 1.50	S/ 4.50
Día 7	17	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 2.13	S/ 8.50
Día 8	22	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 2.75	S/ 11.00
Día 9	12	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 1.50	S/ 6.00
Día 10	13	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 1.63	S/ 6.50
Día 11	14	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 1.75	S/ 7.00
Día 12	19	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 2.38	S/ 9.50
Día 13	25	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 3.13	S/ 12.50
Día 14	13	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 1.63	S/ 6.50
Día 15	17	S/ 60.00	3	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 2.13	S/ 6.38
Día 16	19	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 2.38	S/ 9.50
Día 17	29	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 3.63	S/ 14.50
Día 18	23	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 2.88	S/ 11.50
Día 19	18	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 2.25	S/ 9.00
Día 20	18	S/ 60.00	4	S/ 7.50	S/ 0.13	S/ 2.25	S/ 9.00
Total	371						S/ 179.38

Fuente: Elaboración propia, Nota: Basada en Maica, 2021

Causa Raíz 1: Tiempo operacional

a) Descripción de la causa raíz

Uno de los factores que más influyó en la pérdida de recursos fue la desorganización del área de trabajo. La falta de un sistema ordenado para la disposición estratégica de los materiales y la acumulación de artículos innecesarios no solo ocupaban espacio valioso, sino que también generaban un entorno laboral desorganizado e ineficiente. Además, la mala distribución del espacio conllevaba a que los artículos más demandados y aquellos que requerían mayor esfuerzo físico se encontraran alejados de la salida. Esta disposición provocaba un aumento en el tiempo y el esfuerzo necesarios para mover estos artículos, lo cual, por su parte, suponía un elevado coste operativo.

Ante este contexto, se propuso la implementación de la metodología 5S y reorganizar el diseño del espacio de trabajo. La metodología 5S, se utilizó con el objetivo crear un entorno de trabajo más eficiente al reducir el desorden y establecer un sistema organizado. Paralelamente, una nueva distribución del espacio permitirá ubicar los artículos de manera eficiente, haciendo más fácil su manejo y reduciendo el tiempo y el esfuerzo necesarios para trasladarlos. Por tanto, la implementación de la metodología 5S y una reorganización adecuada del espacio está orientada a mejorar significativamente la eficiencia operativa y reducir costos.

Como punto de partida, se procedió a identificar el tiempo operacional del almacén a partir de diversos parámetros. Primero, se midió la distancia recorrida en ambos sentidos en metros. Además, se contabilizó el número de vueltas realizadas y la distancia total recorrida en metros. También se tuvo en cuenta el tiempo de operación empleado y el número de trabajadores involucrados (Anexo 46 -65). En base a estos datos, se pudo determinar el

tiempo operativo por día. Subsiguientemente, se calculó un tiempo operativo promedio fundado en esta información. Este enfoque permitió obtener una visión más precisa y detallada.

Tabla 10

Porcentaje de tiempo operación

Día	Tiempo de operación
1	54%
2	83%
3	72%
4	50%
5	66%
6	60%
7	100%
8	44%
9	31%
10	34%
11	84%
12	36%
13	64%
14	61%
15	31%
16	80%
17	55%
18	43%
19	51%
20	75%
Promedio	59%

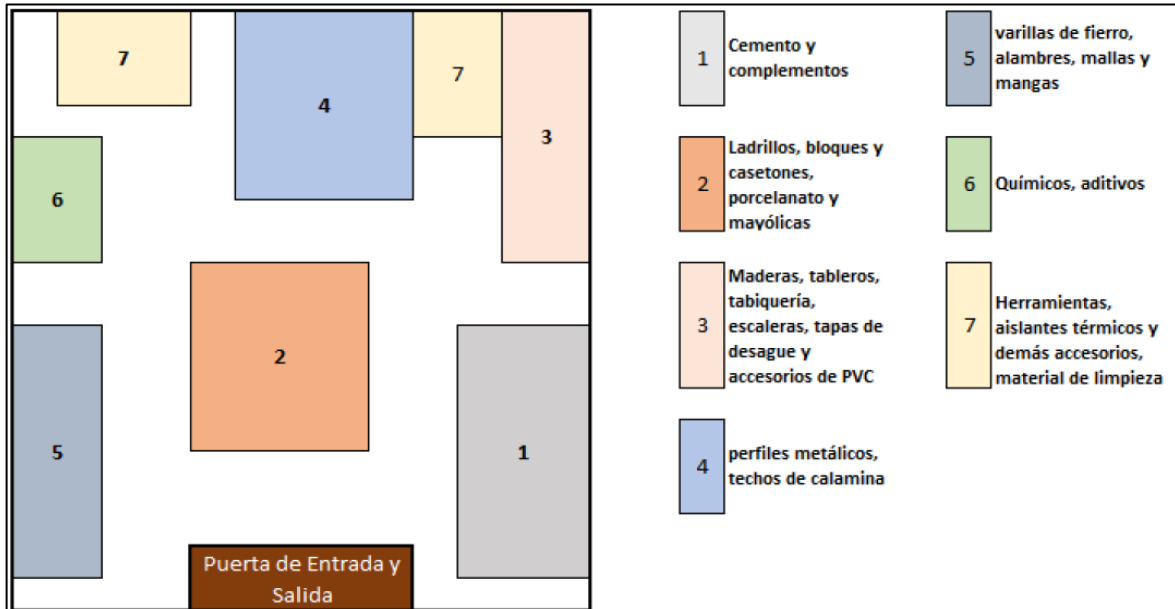
Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Bustamante & Rodríguez, 2018

La distribución existente del almacén presentaba una serie de deficiencias que obstaculizaban la eficiencia en el traslado de materiales, lo que resultaba en tiempos operacionales prolongados. En particular, los implementos de alta rotación, como madera, tableros, escaleras, así como los materiales de techar, tales como calaminas y perfiles metálicos, se localizan a una distancia considerable del área de salida. El hecho es que la cantidad presentaba un considerable agravante adicional en la medida que los trabajos eran mucho más pesados para la tarea de un uso intensivo del personal, el del esfuerzo.

Además, la organización de las herramientas, materiales aislantes térmicos y productos de limpieza estaban divididos en dos espacios diferenciados, lo cual generaba un uso ineficiente del área disponible. Esta falta de una adecuada organización del almacén no solo provocaba una difícil localización y el acceso a los materiales necesarios, sino que incrementaba el tiempo y el esfuerzo necesario para la materialización de las tareas, afectando negativamente productividad general y la eficiencia operativa.

Figura 7

Diagrama Layout antes de la aplicación Lean Manufacturing



Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Chang, 2015

b) Costeo de pérdidas

Para evaluar la pérdida económica derivada del tiempo operativo en el almacén, se estructuró el análisis en función del salario por hora de los trabajadores y teniendo en cuenta el número de empleados activos en el transcurso del lapso de recolección de datos. Es importante destacar que el número de trabajadores se refiere a la actividad diaria específico, lo cual nos permite calcular el costo perdido por tiempo de operación para cada actividad que se desarrolla en el día a día. Este cálculo también consideró el tiempo operacional excesivo tomando en cuenta un periodo de análisis de 20 días.

Al sumar todas las pérdidas diarias, se obtuvo un monto total de S/ 1,972.05, que representa la pérdida económica total atribuida al elevado tiempo operacional. Este monto ilustra el impacto financiero considerable que las demoras tienen sobre la operación del almacén. La cuantificación de esta pérdida económica subraya la necesidad de abordar de

manera efectiva las causas subyacentes del tiempo operativo elevado, con el fin de optimizar la eficiencia operativa y reducir los costos asociados.

Este análisis apunta no solo a la cantidad de la pérdida provocada por el problema, sino que también subraya la importancia de implementar estrategias efectivas para optimizar los procesos y minimizar la pérdida económica provocada por el elevado tiempo operativo.

Tabla 11

Toma de datos de costo de tiempo operacional

DIA	COSTO OPERACIONAL
1	S/ 74.63
2	S/ 180.38
3	S/ 143.25
4	S/ 80.78
5	S/ 157.80
6	S/ 88.58
7	S/ 240.00
8	S/ 56.25
9	S/ 18.53
10	S/ 26.40
11	S/ 159.00
12	S/ 21.30
13	S/ 77.55
14	S/ 61.50
15	S/ 18.75
16	S/ 191.10
17	S/ 49.28
18	S/ 42.53
19	S/ 121.20
20	S/ 163.28
Total	S/ 1,972.05

Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Bustamante & Rodríguez, 2018

c) Solución de la propuesta

Una vez finalizada la recolección de datos, se procedió a implementar las fases de la metodología 5S para resolver la causa raíz 1. Este enfoque tiene como objetivo lograr la optimización de la productividad del almacén, asegurando una mejora significativa en la eficiencia operativa, la optimización de la distribución física del área laboral y la disminución de tiempos operativos.

1. Seiri (Clasificación):

La aplicación de la metodología 5S da comienzo con la fase de Clasificación, donde se identifican y eliminan aquellos artículos que no son útiles o que están en desuso en el almacén. Los materiales se organizan en función de su periodicidad de uso: los de mucho uso se ubican en áreas de fácil acceso, como cerca de la entrada y zonas de despacho, por otro lado, los de baja rotación se almacenan en áreas secundarias. Para optimizar esta organización, se implementó un sistema de etiquetas rojas (Anexo 66) que sirven para identificar de manera precisa los artículos innecesarios. También se diseñó un formato para agilizar la identificación y clasificación de los elementos (Anexo 67). Como parte de este proceso, se decidió retirar elementos como un martillo viejo y pintura con fecha de vencimiento pasada, esto con el propósito de reducir el tiempo de búsqueda y manejo de materiales, lo que permite a los operarios localizar materiales de una manera más veloz y eliminando la acumulación de objetos innecesarios que podrían obstaculizar el flujo de trabajo.

Tabla 12

Seiri (clasificación)

Artículo	Ubicación	Frecuencia de Uso	Necesidad	Acción
Martillo viejo	Estación A	Nunca	No	Eliminar
Sierra	Almacén central	Diaria	Si	Mantener
Pintura caducada	Zona de pintura	Nunca	No	Eliminar
Escaleras portátiles	Estación B	Semanal	Si	Mantener

Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Pinedo & Solis, 2021

2. Seiton (Orden):

Continuando con el análisis de las 5S, un aspecto fundamental es la adecuada organización de los artículos indispensables, especialmente aquellos con mayor rotación. Este enfoque facilita su rápida accesibilidad y permite una fácil ubicación, lo cual es fundamental para mantener la eficiencia en el entorno de trabajo. En este sentido, se realizó una clasificación detallada en tres categorías principales: herramientas de mano, tornillos y cascos de seguridad. Cada uno de estos artículos fue colocado en zonas específicas para optimizar su disponibilidad.

Las herramientas de mano, los tornillos y los cascos de seguridad fueron ubicados a en la estación A, en el almacén central y en la entrada del almacén, respectivamente. Esta distribución responde a la alta rotación de estos artículos, lo que hace indispensable que se encuentren en zonas de fácil y rápido acceso. Para el resto de los artículos, se implementó una clasificación basada en su frecuencia de uso y en su tipo. Esto asegura que cada elemento se almacene en el lugar más adecuado, facilitando su localización y utilización cuando sean solicitados, y contribuyendo así a una gestión más eficiente del inventario.

La aplicación de esta metodología no solo mejora el orden general del almacén, sino que también contribuye directamente a reducir el tiempo que los operarios destinan a la búsqueda de materiales, mejorando la eficacia del equipo que ejecuta la tarea a realizar. Adjunto de tener los artículos en el lugar adecuado y de modo adecuado, los materiales y herramientas indispensables estén siempre accesibles y en el lugar correcto.

Tabla 13

Seiton (orden)

Ítem	Ubicación actual	Ubicación propuesta	Razón del cambio
Herramientas mano	Almacén central	Estación A	Mayor frecuencia de uso
Tornillos	Estación B	Almacén central	Mejor acceso
Cascos seguridad	Estación A	Entrada almacén	Uso inmediato al entrar

Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Pinedo & Solis, 2021

3. Seiso (Limpieza):

Para que la implementación de la metodología 5S sea verdaderamente efectiva y sostenible en el tiempo, resulta indispensable mantener el almacén en condiciones de limpieza y orden, es decir, que no haya peligro u obstáculo que pueda dificultar el trabajo eficiente y seguro de los trabajadores y vehículos. Un entorno ordenado y seguro es condición necesaria y suficiente para ser más productivos, y también para evitar riesgos y accidentes.

Para alcanzar este estándar, se han adoptado diversas medidas fundamentales. En primer lugar, se establece que cada día se ha de eliminar todos los obstáculos que pueda

entorpecer el tránsito o el acceso a los materiales y herramientas. Esta práctica diaria asegura que el almacén se mantenga despejado y accesible en todo momento, facilitando un flujo de trabajo sin interrupciones.

Adicionalmente, se ha implementado una rutina semanal de limpieza profunda en las superficies del almacén. Esta limpieza profunda es esencial para mantener un espacio de trabajo higiénico y para prevenir la acumulación de polvo, suciedad o posibles contaminantes que puede afectar tanto a los productos almacenados como a la salud de los trabajadores.

Asimismo, es fundamental realizar la limpieza inmediata de cualquier derrame, conforme a los protocolos establecidos. Actuar rápidamente ante un derrame no solo previene daños a los productos y a las instalaciones, sino que también previene un riesgo de resbalones y caídas, ya que la probabilidad que eso ocurra disminuye.

Tabla 14

Seiso (Limpieza)

Área	Problema identificado	Acción de limpieza	Frecuencia
Pasillos	Obstrucciones frecuentes	Remover obstáculos	Diaria
Estación de trabajo	Acumulación de polvo	Limpieza profunda de superficies	Semanal
Área de carga	Derrames de materiales	Limpieza inmediata de derrames	Según sea necesario

Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Pinedo & Solis, 2021

4. Seiketsu (Estandarización):

La estandarización es esencial para la correcta implementación de los cambios introducidos en el almacén, asegurando que estos cambios tengan un impacto positivo y duradero. En este contexto, se han estandarizado varios procesos clave para maximizar la eficiencia y la seguridad operativa. Los procesos que se han puesto en primer lugar son: organización de herramientas, la inspección de seguridad y la gestión de inventarios.

En lo que respecta a la organización de herramientas, se ha establecido un estándar que las clasifica según su tipo y la frecuencia con la que son utilizadas. Esta clasificación no solo facilita el acceso rápido y eficiente a las herramientas necesarias, sino que también contribuye a un entorno de trabajo más ordenado y menos errores en el proceso.

En materia de control de seguridad, se ha establecido la norma de realizar inspecciones diarias, incluyendo una revisión al inicio de cada jornada laboral. Esta práctica tiene como objetivo identificar y corregir posibles riesgos de manera proactiva, garantizando que el entorno de trabajo se mantenga de acuerdo con la normativa de seguridad existente.

Por último, se ha implementado un sistema automatizado para la gestión de inventarios, el cual permite llevar un control más preciso y eficiente del stock disponible. De esta forma, se facilita la localización de productos, minimiza los errores en la rotación de inventarios y reduce el riesgo de accidentes asociados con la manipulación de materiales.

Tabla 15

Seiketsu (Estandarización)

Proceso	Estándar Actual	Estándar Propuesto	Beneficio
Organización herramientas	Sin definir	Herramientas clasificadas por tipo en paneles	Mejora en la localización
Inspección de seguridad	Aleatoria	Diaria al inicio de jornada	Prevenir accidentes
Gestión de inventario	Manual	Sistema automatizado	Reducir errores de stock

Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Pinedo & Solis, 2021

5. Shitsuke (Disciplina):

Para asegurar la efectividad y sostenibilidad de los procedimientos implementados, resulta indispensable mantener un alto nivel de disciplina y compromiso por parte del equipo. Con este fin, se han puesto en práctica diversas actividades y métodos de supervisión para asegurar que las nuevas prácticas se mantengan vigentes y efectivas. La monitorización de los cambios establecidos es fundamental para que determinados estándares relacionados con la organización, la seguridad y la gestión de inventarios fuesen manteniendo a lo largo del tiempo y de la forma más efectiva posible.

En primer lugar, se ha introducido un procedimiento de revisión sistemática para la clasificación de herramientas. Esto implica que el supervisor del área realizará una revisión utilizando un checklist específico, cuyo formato se encuentra en el anexo 68. La finalidad

de esta revisión periódica es asegurar que la organización y clasificación de las herramientas se mantengan actualizadas y en conformidad con los estándares previamente definidos.

Además, con el objetivo de preservar el orden en cada zona del almacén, se ha implementado un sistema de supervisión continua. Cada empleado es responsable de revisar y mantener en condiciones óptimas su propia área de trabajo. Esta medida fomenta la responsabilidad individual y favorece a un ambiente de trabajo con mayor orden y eficiente.

En relación con las actividades de limpieza, el personal encargado de dichas labores es responsable de garantizar que las instalaciones se mantengan en condiciones óptimas de higiene y orden. Se ha desarrollado un formato de registro para monitorizar estas actividades, el cual se describe en el Anexo 50. Este formato debe ser completado de forma diaria por el personal de limpieza, documentando las tareas realizadas y cualquier incidencia detectada. Esta práctica garantiza que la limpieza se efectúe de manera constante y permite un seguimiento eficaz del estado de las instalaciones.

Las prácticas de seguimiento y registro están orientadas a promover la adhesión a los nuevos estándares y facilitar su integración en las rutinas diarias del almacén. La aplicación de estos procedimientos no solo favorece la consolidación de los cambios, sino que también cultiva una cultura de disciplina y responsabilidad, aspectos fundamentales para garantizar la efectividad y la perdurabilidad de las mejoras implementadas en el tiempo.

Tabla 16

Shitsuke (Disciplina)

Actividad	Responsable	Frecuencia	Método de seguimiento
Revisión de clasificación	Supervisor del área	Mensual	Check list
Mantenimiento de orden	Todos los empleados	Continua	Inspecciones regulares
Cumplimiento de limpieza	Personal de limpieza	Diaria	Registro de actividades

Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Pinedo & Solis, 2021

Paralelamente los ajustes más importantes ajustes en la disposición del almacén a través de la implementación de un nuevo layout. Este rediseño estratégico permitió una redistribución eficiente de las distintas zonas del almacén, con el objetivo de optimizar el flujo de trabajo y mejorar de manera significativa la eficiencia operativa en todas las actividades.

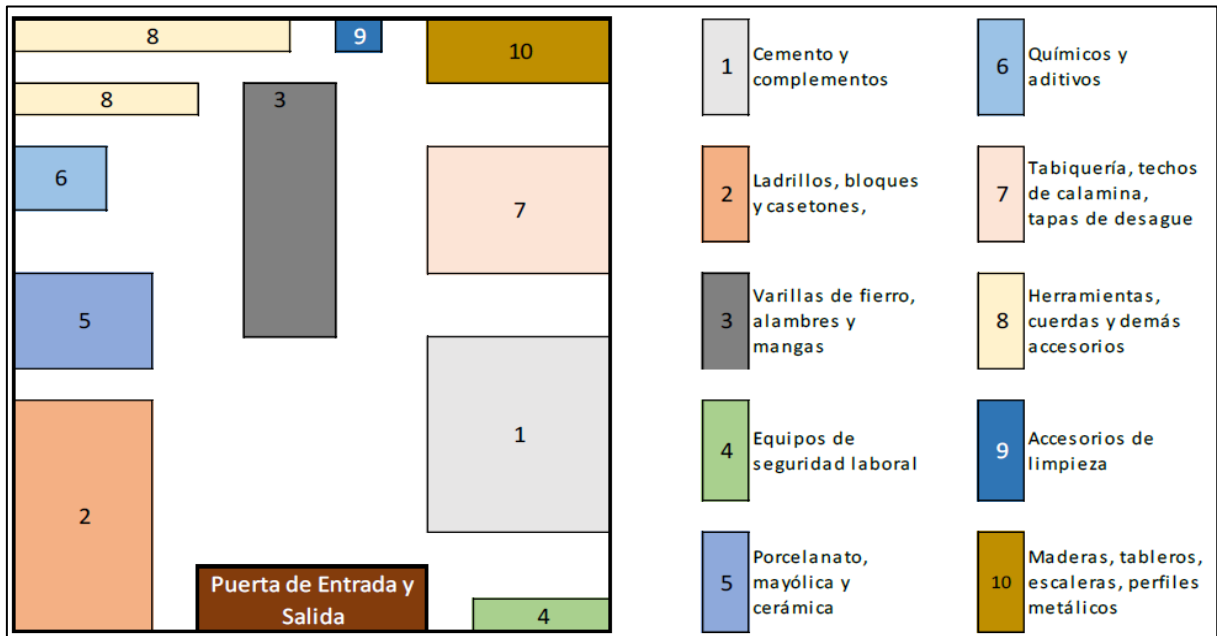
Una de las modificaciones más significativas fue la incorporación de un área específica destinada exclusivamente al almacenamiento de equipos de seguridad. El almacén no contaba previamente con una zona específica para estos equipos, lo que dificultaba a los trabajadores el acceso rápido a los mismos cuando era necesario. La creación de esta nueva sección ha solucionado este problema, facilitando la disponibilidad inmediata de los equipos de protección y, en consecuencia, promoviendo un entorno de trabajo más seguro.

Por otro lado, se ha optimizado la localización de los artículos que se utilizan con mayor frecuencia y aquellos que implican una carga pesada. Estos productos, que solían encontrarse en áreas lejanas del puerto de carga y descarga, han sido trasladados a zonas más cercanas. Su reubicación en zonas más accesibles responde a una estrategia orientada a reducir tiempos de búsqueda y transporte, mejorando así la fluidez operativa y evitando interrupciones en el desarrollo de las actividades diarias.

El rediseño también contempló la creación de tres nuevos espacios dentro del almacén. Estas zonas adicionales que tienen como objetivo mejorar la organización y el acceso a diferentes categorías de productos, facilitando una gestión más eficiente y una planificación más efectiva de las actividades diarias. Como resultado, no solo se ha logrado mantener un entorno más ordenado y limpio, sino que también se ha registrado una reducción significativa en los tiempos operativos, lo que ha repercutido positivamente en la productividad general del almacén.

Figura 8

Diagrama Layout posterior de la aplicación Lean Manufacturing



Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Chang, 2015

C) Resultado de la implementación de la propuesta

La aplicación de la metodología 5S ha generado mejoras sustanciales en la organización y eficiencia del área de trabajo, transformando el entorno laboral en un espacio más ordenado y funcional. La reestructuración de los espacios de trabajo, junto con la implementación de un sistema de vigilancia del cumplimiento han permitido mantener estos estándares y asegurar que los procesos se sigan de manera consistente.

Con el fin de verificar el impacto de las mejoras implementadas, se llevó a cabo un análisis detallado de la información recopilada durante un período de 20 días posteriores de la implementación (Anexo 69-88). Este análisis mostró una disminución del 14% en el tiempo operativo promedio, lo que revela un progreso significativo en la eficiencia operativa.

La disminución en el tiempo operativo sugiere que los nuevos procesos y la organización mejorada están facilitando un rendimiento más eficiente y ágil.

En definitiva, a pesar de estos avances positivos que se han logrado, no debemos olvidar que la mejora continua es una parte integral de cualquier entorno empresarial. Aunque se ha logrado una mejora considerable, siempre existen oportunidades para optimizar aún más los procesos y elevar la eficiencia a nuevos niveles. Tener esta mentalidad siempre a mano con respecto a la mejora continua garantiza que la empresa pueda adaptarse y mantenerse competitiva en un ambiente cambiante.

Tabla 17

Toma de datos del tiempo operacional

Día	Porcentaje de tiempo de operación
1	26%
2	53%
3	50%
4	39%
5	57%
6	46%
7	89%
8	30%
9	21%
10	27%
11	69%
12	31%
13	47%
14	47%

15	20%
16	66%
17	45%
18	36%
19	41%
20	54%
<hr/>	
Promedio	45%

Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Bustamante & Rodríguez, 2018

Como resultado de las mejoras en el tiempo operativo logradas mediante la implementación de la metodología 5S, también se observó una reducción significativa en los costos operacionales. Durante el período de 20 días tras la aplicación de las nuevas prácticas, se registró una disminución en los costos, alcanzando un total de 1,542.45 soles en pérdidas. Esta disminución de costos refleja la efectividad de las mejoras en la eficiencia y la organización, que no solo optimizan el tiempo de operación, sino que progresivamente, favorecen a una reducción en los gastos generales asociados a la operación.

Esta reducción en los costos operativos hace ver la extensión del impacto positivo de la metodología 5S en la eficiencia económica de la organización. No obstante, pese a los avances alcanzados, es esencial reconocer que aún persiste un margen considerable para continuar optimizando los procesos y reduciendo los costos es todavía grande.

Tabla 18

Costo del tiempo operacional

Día	Costo del tiempo operación
1	S/ 38.55
2	S/ 116.10
3	S/ 101.03
4	S/ 64.65
5	S/ 136.50
6	S/ 69.68
7	S/ 213.00
8	S/ 40.43
9	S/ 12.60
10	S/ 20.93
11	S/ 139.05
12	S/ 18.60
13	S/ 59.10
14	S/ 48.38
15	S/ 11.93
16	S/ 157.80
17	S/ 40.13
18	S/ 35.55
19	S/ 97.20
20	S/ 121.28
Total	S/ 1,542.45

Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Bustamante & Rodríguez, 2018

Caura Raíz 5: Movimientos innecesarios

a) Descripción de la causa raíz

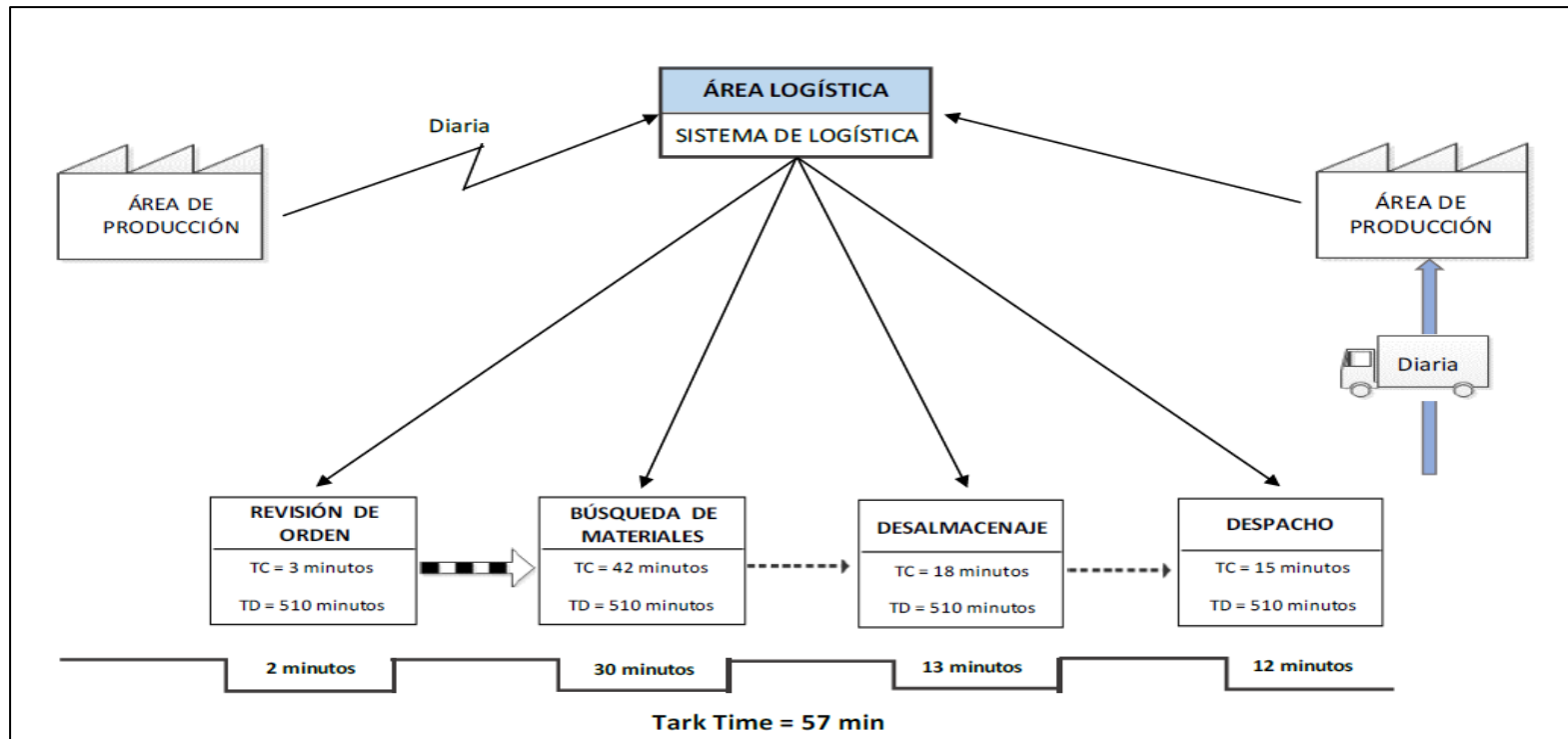
La raíz del problema se asoció con el hecho de que los periodos de los movimientos en el área de producción y de almacenaje eran demasiado elevados. Esta situación se agravaba debido a que el personal asignado a producción también asumía funciones relacionadas con el almacenamiento, lo cual generaba demoras significativas en las actividades de despacho y en la gestión eficiente del inventario.

Con el propósito de abordar esta problemática, se propuso la implementación de un Mapa de Flujo de Valor (Value Stream Mapping, VSM). Esta herramienta permite identificar puntos de ineficiencia en los procesos, así como redistribuir de manera más estratégica tanto las horas laborales como el número de trabajadores involucrados. El objetivo es optimizar la organización del trabajo con el fin de reducir los tiempos de despacho y satisfacer la demanda de manera más efectiva. Con la nueva organización, se espera mejorar el flujo de trabajo y optimizar la eficiencia general del proceso.

VSM ANTES DE LA MEJORA

Figura 9

Diagrama VSM antes de la aplicación Lean Manufacturing



Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Diaz, 2019

Con el total de la información recopilada, se diseñó un esquema específico de los tiempos asignados a cada actividad, facilitando determinar los plazos de entrega de los materiales al área de producción. De este modo, se logró calcular el Takt Time, que representa la relación entre el tiempo total disponible y la demanda diaria de unidades.

Para calcular el tiempo disponible, se consideró que la jornada laboral por turno era de 9.5 horas, con un tiempo de trabajo efectivo de 8.5 horas y un periodo de refrigerio de 1 hora, está destinada para un periodo de refrigerio. Esto resultó en un tiempo disponible de 510 minutos por día. Por otro lado, se identificó que la demanda promedio mensual era de 220 pedidos, distribuidos en 26 días laborales, lo cual representa una demanda diaria aproximada de 9 pedidos.

Al dividir el tiempo disponible promedio entre el número de pedidos diarios, se obtuvo un Takt Time de 57 minutos por pedido. Esto da lugar a realizar ajustes en los procesos para poder abarcar la demanda de manera eficiente, garantizando que cada pedido se complete dentro del tiempo necesario para mantener el ritmo de producción adecuado.

Tabla 19

Tiempo disponible por día Antes

Nº turnos/Día	Horas de trabajo efectivo (Hrs/Turno)	Minutos por hora	Tiempo disponible por día (Min/Día)
1	8.5	60	510

Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Diaz, 2019

Tabla 20

Takt time antes

Min/Día	Pedidos/Día	Takt time (Min/Pedido)
510	9	57

Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Diaz, 2019

b) Costeo de pérdidas

El exceso de personal ha generado pérdidas significativas asociadas a la ineficiencia en el procesamiento de pedidos. Los movimientos innecesarios están generando tiempos adicionales por pedido, lo que incrementa los costos operativos. Hoy por hoy estamos hablando de que el perjuicio ocasionado por los 9 trabajadores es de S/. 1,318.82.

Dado que se procesan 9 pedidos diarios, el costo total de esta ineficiencia asciende a S/. 11,869.41. Esta cifra destaca la urgencia de optimizar los procesos para reducir tanto el tiempo como los costos asociados. Elevar la eficiencia en las operaciones resulta fundamental para optimizar la rentabilidad y mejorar el rendimiento global de la organización.

Tabla 21

Pérdidas monetarias antes de la implantación de la propuesta

Trabajadores	Sueldo	Horas de trabajo	Sueldo por hora	Minutos de trabajo	Sueldo por minuto	tiempo utilizado		
						por pedido en el área de producción y almacén (min)	perdida por cada pedido	
1	S/ 1,600.00	8.5	S/ 188	510	S/ 3.14	57	S/ 179	
2	S/ 1,200.00	8	S/ 150	480	S/ 2.50	57	S/ 143	
3	S/ 1,200.00	8	S/ 150	480	S/ 2.50	57	S/ 143	
4	S/ 1,200.00	8	S/ 150	480	S/ 2.50	57	S/ 143	
5	S/ 1,200.00	8	S/ 150	480	S/ 2.50	57	S/ 143	
6	S/ 1,200.00	8	S/ 150	480	S/ 2.50	57	S/ 143	
7	S/ 1,200.00	8	S/ 150	480	S/ 2.50	57	S/ 143	
8	S/ 1,200.00	8	S/ 150	480	S/ 2.50	57	S/ 143	
9	S/ 1,200.00	8	S/ 150	480	S/ 2.50	57	S/ 143	
Total								S/ 1,318.82
Numero de pedidos			9	Total de perdida por pedido		S/ 1,318.82	Total de perdida por todos los pedidos	S/ 11,869.41

Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Noriega & Sanchez, 2022

c) Solución propuesta

Con el objetivo de abordar el problema, se efectuó una revisión del Mapa de Flujo de Valor (VSM) y se priorizó el trabajo en el área de almacenamiento. Se realizó una redistribución de las horas de trabajo efectivo entre las tareas de despacho y almacenamiento, reduciendo el personal asignado al área de almacenamiento y concentrándolo

exclusivamente en esa función. Esta reestructuración permitió que el tiempo disponible por día para el despacho se redujera a 270 minutos.

Como resultado de esta optimización, la demanda diaria en el área de almacenamiento se igualó a 8 pedidos por día. Este cambio lo que permitía que el Takt Time fuese de 34 minutos por pedido, lo que suponen una mejora del 40% en la eficiencia. La reducción en el tiempo de procesamiento no solo agiliza la atención de cada solicitud, sino que también incrementa la productividad del área de almacenamiento, favoreciendo un desempeño más eficaz y alineado con los objetivos de mejora continua.

Tabla 22

Tiempo disponible por día después

N° turnos/Día	Horas de trabajo efectivo (Hrs/Turno)	Minutos por hora	Tiempo disponible por día (Min/Día)
1	4.5	60	270

Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Diaz, 2019

Tabla 23

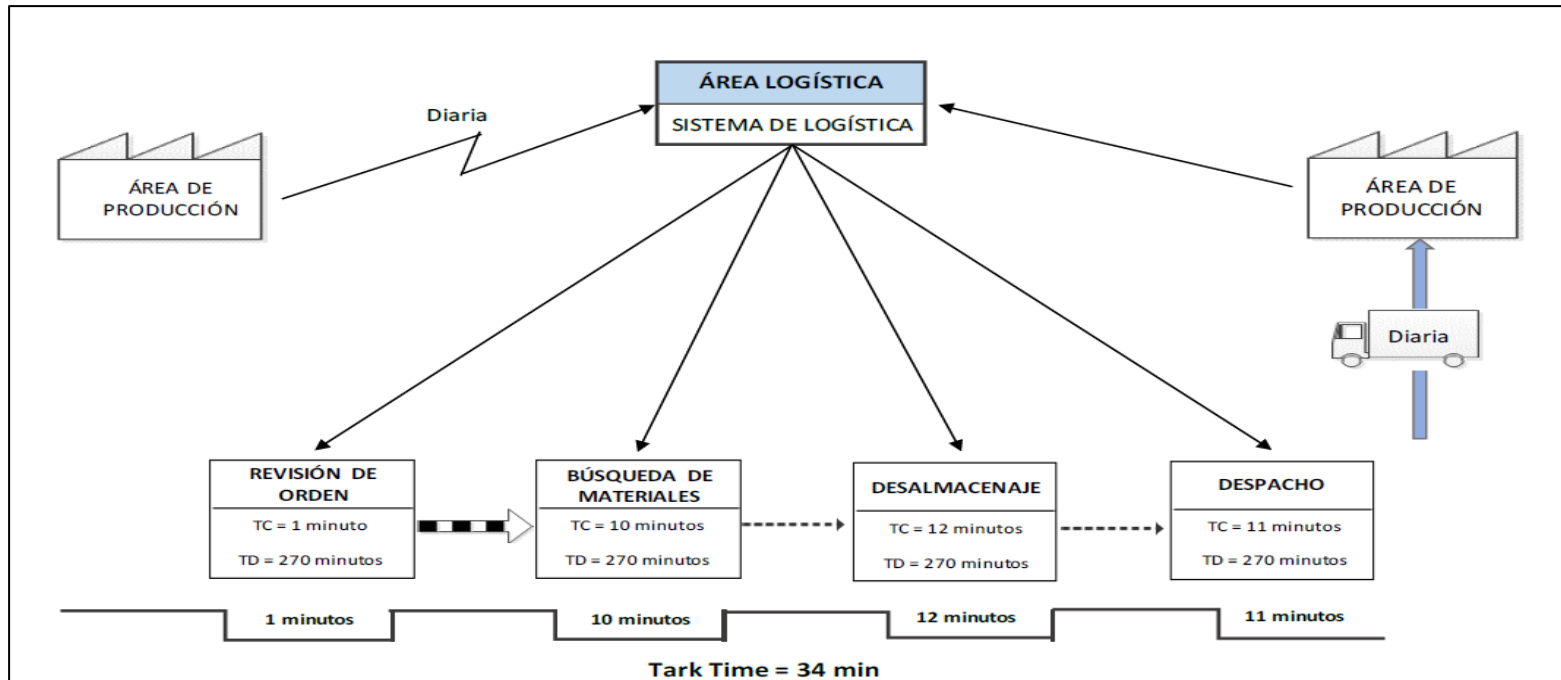
Takt time después

Min/Día	Pedidos/Día	Takt time (Min/Pedido)
270	8	34

Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Diaz, 2019

Figura 10

Diagrama VSM posterior de la aplicación Lean Manufacturing



Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Diaz, 2019

d) Resultado del costo de perdida después

Gracias a la reducción en el tiempo de despacho, la disminución del personal y la optimización del Takt Time, se logró una considerable disminución de las pérdidas económicas. Tras la reestructuración, la pérdida debido a los 4 trabajadores en el área de despacho fue de S/. 604.44. Considerando la existencia de 8 pedidos diarios, la pérdida total atribuida por la ineficiencia operativa se redujo a S/. 4,835.56.

Aunque persiste una pérdida económica, el monto actual representa una mejora sustancial en comparación con la situación anterior. La disminución en las pérdidas denota el impacto positivo de las medidas implementadas para optimizar los procesos. La mejora en la eficiencia y la disminución de costos indican que las modificaciones realizadas han tenido un efecto significativo en la optimización de las operaciones, contribuyendo a una mejor rentabilidad general.

Tabla 24

Costos después de la implementación de la propuesta

Trabajadores	Sueldo	Horas de trabajo	Sueldo por hora	Minutos de trabajo	Sueldo por minuto	tiempo utilizado por pedido en el área de producción (min)	perdida por cada pedido
1	S/ 1,200.00	4.5	S/ 267	270	S/ 4.44	34	S/ 151
2	S/ 1,200.00	4.5	S/ 267	270	S/ 4.44	34	S/ 151
3	S/ 1,200.00	4.5	S/ 267	270	S/ 4.44	34	S/ 151
4	S/ 1,200.00	4.5	S/ 267	270	S/ 4.44	34	S/ 151
Total							S/ 604.44
Numero de pedidos			8	Total de perdida por pedido		S/ 604.44	Total de perdida por todos los pedidos S/ 4,835.56

Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Noriega & Sanchez, 2022

Objetivo 4: Evaluar la productividad y la variación significativa después de la aplicación de las herramientas Lean manufacturing en un almacén, Trujillo-2024.

Tras implementar las modificaciones propuestas, se procedió a una nueva fase de recolección de datos a lo largo de un período de 20 días para evaluar el impacto de las mejoras en términos de eficiencia y eficacia (Anexo 109-128). En este periodo, se obtuvo un promedio de eficiencia del 81% y una eficacia del 77%, lo que indica un avance importante en el rendimiento operativo respecto a las mediciones anteriores.

Con base en estos datos, se procedió a calcular la productividad mejorada, obteniendo un promedio de 62.27%. Esto refleja una evidente mejora con respecto a la productividad anterior. Los resultados indican que las modificaciones realizadas han tenido un efecto positivo sobre la eficiencia del proceso y en la capacidad para cumplir con los objetivos fijados.

El incremento en la productividad subraya el éxito de las optimizaciones implementadas, ya que refleja una gestión más efectiva tanto del tiempo como de los recursos. Estos avances contribuyen no solo a un rendimiento operativo más eficiente, sino también a una mayor capacidad de respuesta a las demandas y reducir costos, consolidando así los beneficios de la actuación.

Tabla 25

Productividad promedio de 20 días después

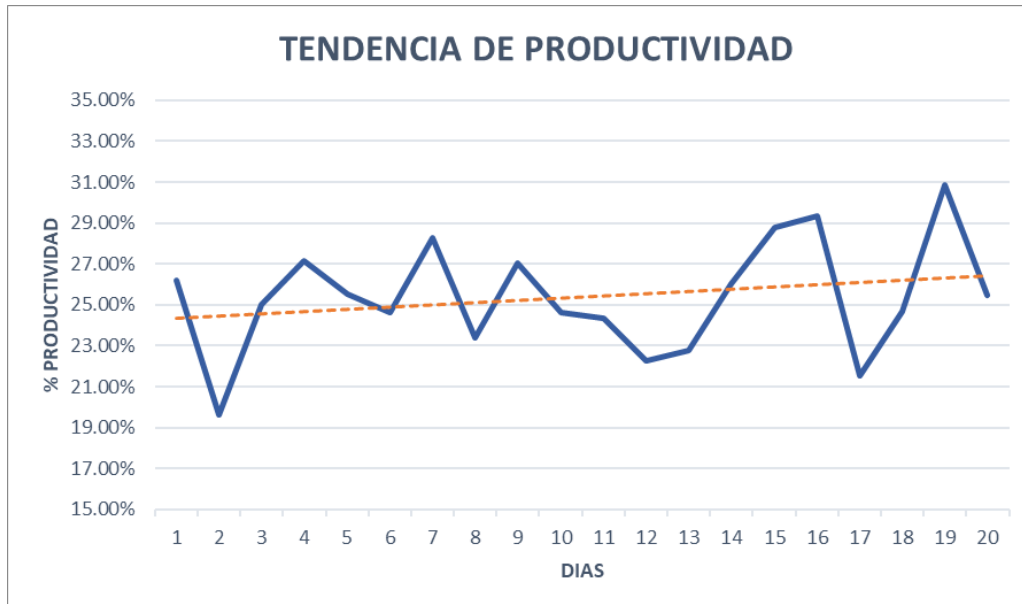
Días	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1	79.73%	77.91%	62.12%
2	75.86%	76.47%	58.01%
3	81.68%	75.78%	61.90%
4	78.21%	73.33%	57.35%
5	79.19%	78.29%	62.00%
6	79.45%	78.13%	62.07%
7	79.59%	79.10%	62.96%
8	80.95%	78.85%	63.83%
9	83.59%	76.00%	63.53%
10	77.78%	79.17%	61.57%
11	81.03%	78.33%	63.47%
12	80.88%	76.92%	62.22%
13	81.59%	79.25%	64.66%
14	79.36%	77.42%	61.44%
15	81.30%	75.44%	61.33%
16	79.87%	75.68%	60.44%
17	84.62%	79.28%	67.08%
18	79.01%	77.78%	61.45%
19	81.63%	76.92%	62.79%
20	86.38%	75.36%	65.10%
Promedio	80.59%	77.27%	62.27%

Fuente: Elaboración propia, Autor: Basado en Bracamonte & Jauregui, 2021

Una vez realizados los cálculos de productividad correspondientes al período de 20 días posterior a la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing, se elaboró un gráfico para ilustrar la evolución de dicha productividad. Este gráfico destaca la línea de tendencia, que muestra una notable estabilidad en el paso del tiempo. La línea fluctúa de manera regular y sigue un patrón más definido, lo que indica que la productividad se está comportando de manera más estable y menos errática en comparación con períodos anteriores.

El análisis exhaustivo de las oscilaciones de productividad indica que, aunque se observan variaciones, estas son proporcionales y no excesivas. Esta lógica reflexiona que los procesos que han sido mejorados mediante las herramientas Lean Manufacturing derivan en un mayor comportamiento productivo dentro del almacén. En consecuencia, la implementación de estas herramientas ha permitido una gestión más eficiente y estable, reflejando una adecuación en la capacidad del almacén para mantener niveles de productividad más equilibrados y previsibles.

Figura 11



Tendencia de productividad

Fuente: Elaboración propia, Autor: Basado en Bracamonte & Jauregui, 2021

Aplicación estadística

Prueba de Normalidad

Como punto de partida se formularon las hipótesis, la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_a), la primera indica que los datos tienen una distribución normal y la segunda es que los datos no tienen una distribución normal, a partir de aquí; para el diseño estadístico, se realizó una prueba de normalidad, con la finalidad de encontrar el método estadístico adecuado, que determine la diferencia, entre el antes y después de la producción, para ello se utilizó como herramienta el programa SPSS, tomando como base los datos de la tabla 3 y 25.

Figura 12

Prueba de normalidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ANTES	.102	20	.200*	.991	20	.999
DESPUES	.185	20	.070	.947	20	.324

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia, Nota (Córdova & Villalobos, 2021)

Como se observa en la figura 12, se visualiza los resultados del Kolmogorov-Smirnow y Shapiro wilk, no obstante, solo se extraen los datos a evaluar del shapiro wilk puesto que la muestra es menor a 50 datos. En el método shapiro wilk observamos cómo los niveles de significancia son mayores a 0.05, esto quiere decir que no existe una prueba suficiente para rechazar la hipótesis nula de los datos que procede de una distribución normal. Ante esto se prefirió la aplicación de una prueba de T student para pruebas emparejadas.

T STUDENT

La razón por la que se aplica este método, es encontrar un P valor, para compararlo con el nivel de significancia de 0.05, de esta manera determinaremos si la hipótesis nula (H0), establece que no hay una variación significativa y la hipótesis alternativa (Ha) indica que, si hay una variación significativa, posterior a aplicar las herramientas Lean manufacturing.

Figura 13

Prueba de T student

		Prueba de muestras emparejadas						Significación		
		Diferencias emparejadas				t	gl	P de un factor	P de dos factores	
		Media	Desv. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
					Inferior	Superior				
Par 1	PRODESPUES - PRODANTES	.36881	.03749	.00838	.35127	.38636	43.991	19	<.001	<.001

Fuente: Elaboración propia, Nota (Córdova & Villalobos, 2021)

En la figura 13, donde al realizar la prueba de muestras emparejadas con el T student, se obtuvo como P valor menor que la significancia 0.05, por ello llegamos a la conclusión de que la H0 se rechaza, con lo cual se acepta la Ha, lo que indica que existe una variación significativa en los datos después de la implementación de las herramientas Lean Manufacturing.

Objetivo 5: Evaluar el análisis económico y la viabilidad de la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing.

Para calcular el costo de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing, se procedió inicialmente a realizar un inventario detallado de todos los artículos y herramientas necesarias. Se hizo la descripción de cada uno de ellos y la cantidad requerida para asegurar una implementación efectiva y mejorar la productividad.

Al sumar los gastos, se obtuvo un total de inversión de S/ 7,437.00. Este monto cubre el costo de adquirir todos los insumos requeridos para la ejecución de la

implementación. Con esta información, podemos ahora evaluar mejor el impacto generado por inversión y los beneficios que se esperaban.

Tabla 26

Herramientas y artículos a invertir

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo	Total
Laptop Lenovo Core i7	1	Unidad	S/ 2,999.00	S/ 2,999.00
Sillón autorregulable	1	Unidad	S/ 400.00	S/ 400.00
Sillas metálicas	2	Unidad	S/ 90.00	S/ 180.00
Escritorio de Melamina	1	Unidad	S/ 450.00	S/ 450.00
Estantes de Melamina con separados	1	Unidad	S/ 600.00	S/ 600.00
Impresora Epson Multiuso Tinta Recargable	1	Unidad	S/ 900.00	S/ 900.00
Archivadores	36	Unidad	S/ 4.50	S/ 162.00
Bandeja portapapeles	3	Unidad	S/ 25.00	S/ 75.00
Papel Bond (Millares)	5	Millar	S/ 16.00	S/ 80.00
Lapiceros, plumones	5	Docena	S/ 15.00	S/ 75.00
Trapeador Industrial	5	Unidad	S/ 20.00	S/ 100.00
Escobillones industriales	3	Unidad	S/ 45.00	S/ 135.00
Recogedores	3	Unidad	S/ 15.00	S/ 45.00
Tacho de basura	3	Unidad	S/ 50.00	S/ 150.00
Llave 14, 12, 13,8	1	Unidad	S/ 90.00	S/ 90.00
Guantes	6	Unidad	S/ 3.50	S/ 21.00
Casco	6	Unidad	S/ 25.00	S/ 150.00
EPS	6	Unidad	S/ 80.00	S/ 480.00
Estantes Metálicos	4	Unidad	S/ 75.00	S/ 300.00
Folder y sobres	1	Unidad	S/ 45.00	S/ 45.00

Total	S/ 7,437.00
-------	-------------

Fuente: *Elaboración propia, Nota: Basado en Uriol, 2024*

Una vez que se definieron las herramientas y los artículos necesarios para la inversión, se llevó a cabo una selección especial de aquellos que tienen una depreciación con el tiempo. En total, se identificaron ocho artículos que, en conjunto, presentan una depreciación acumulada de S/ 971.65. Este análisis de depreciación es importante para la comprensión de cómo el valor de estos artículos disminuye con el tiempo, lo que ayuda a planificar futuros gastos y mantenimientos.

Tabla 27

Depreciación de las herramientas y artículos a invertir

Descripción	% Depreciación	Inversión	Total
Laptop Lenovo Core i7	25%	S/ 2,999.00	S/ 749.75
Sillón autorregulable	10%	S/ 250.00	S/ 25.00
Sillas metálicas	10%	S/ 70.00	S/ 7.00
Escritorio de melamina	10%	S/ 450.00	S/ 45.00
Estantes de melamina con separados	10%	S/ 500.00	S/ 50.00
Estantes Metálicos	10%	S/ 300.00	S/ 30.00
Impresora Epson Multiuso Tinta Recargable	10%	S/ 649.00	S/ 64.90
Total			S/ 971.65

Fuente: *Elaboración propia, Nota: Basado en Uriol, 2024*

Flujo de caja proyectado

En el marco del desarrollo de la investigación, se presenta a continuación el flujo de caja proyectado para los próximos cinco años, correspondiente a la propuesta de implementación. En este análisis, se indica que la inversión inicial se efectúa en el presente año. Desde el año siguiente, se empezarán a registrar los ingresos y egresos que resulten de la ejecución de la propuesta. Este flujo de caja proyectado permitirá evaluar el impacto económico a largo plazo y la viabilidad financiera del proyecto.

Para la realización de los cálculos financieros, se aplicó una tasa de interés anual del 11 %, seleccionada con el propósito de reflejar el costo del capital y el rendimiento esperado de la inversión. Posteriormente, se describen los resultados obtenidos con esta tasa, que proporcionan una visión detallada de la evolución económica que podría esperarse y permiten una mejor planificación y toma de decisiones.

Tabla 28
Flujo de caja proyectado

Periodo	0	2024	2025	2026	2027	2028
Ingresos		S/ 40,957.41	S/ 40,957.41	S/ 40,957.41	S/ 40,957.41	S/ 40,957.41
Personal		S/ 33,072.00	S/ 33,072.00	S/ 33,072.00	S/ 33,072.00	S/ 33,072.00
Depreciación		S/ 971.65	S/ 971.65	S/ 971.65	S/ 971.65	S/ 971.65
Inversión	S/ 7,437.00					
Egresos	S/ 7,437.00	S/ 34,043.65	S/ 34,043.65	S/ 34,043.65	S/ 34,043.65	S/ 34,043.65
Flujo Efectivo	-S/ 7,437.00	S/ 6,913.76	S/ 6,913.76	S/ 6,913.76	S/ 6,913.76	S/ 6,913.76

Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Uriol, 2024

Con el análisis del flujo de caja proyectado, se lograron calcular varios indicadores financieros importantes, como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) y el Beneficio-Costo (B/C). Los resultados obtenidos son los siguientes: un VAN de S/ 18,115.56, una TIR del 89%, un PRI de 14.3 meses y un índice de Beneficio-Costo de S/ 1.20.

Con base en los resultados obtenidos, podemos llegar a conclusiones certeras sobre la viabilidad financiera del proyecto. El VAN positivo de S/ 18,115.56 significa que el proyecto generará un valor adicional considerable respecto a la inversión inicial realizada, lo que indica que es una buena inversión. La TIR del 89% está muy por encima del costo del capital, lo que confirma la alta rentabilidad esperada. Asimismo, contar con un PRI de 14.3 meses muestra que el proyecto recuperará su inversión en un período relativamente corto, lo que es muy esperanzador. Finalmente, el Beneficio-Costo de S/ 1.20 evidencia que, por cada sol invertido, se espera un retorno adicional de 0.20 soles, lo que demuestra que el proyecto es económicamente sólido y rentable.

Tabla 29

Indicadores económicos

VAN =	S/ 18,115.56
TIR =	89%
PRI =	14.3
B/C =	S/.1.20

Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Uriol, 2024

Análisis de la pérdida y beneficio de la propuesta:

Para concluir el análisis, se realizó el cálculo de la pérdida posterior a la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing. Inicialmente, la pérdida registrada era de S/ 103,978.00. Al implementar las herramientas y realizar las mejoras correspondientes, se logró una significativa reducción de S/ 30,719.00 en la pérdida. Como resultado, la pérdida actual se ha reducido a S/ 73,258.00.

Esto nos muestra el avance positivo en la gestión de pérdidas, aunque aún existen oportunidades para seguir optimizando y mejorar aún más los resultados financieros. La disminución obtenida nos indica que la efectividad de las herramientas aplicadas y deja opción a posibles ajustes adicionales para alcanzar una mayor eficiencia y tener menor costo en el futuro.

Tabla 30

Causas raíz y su beneficio

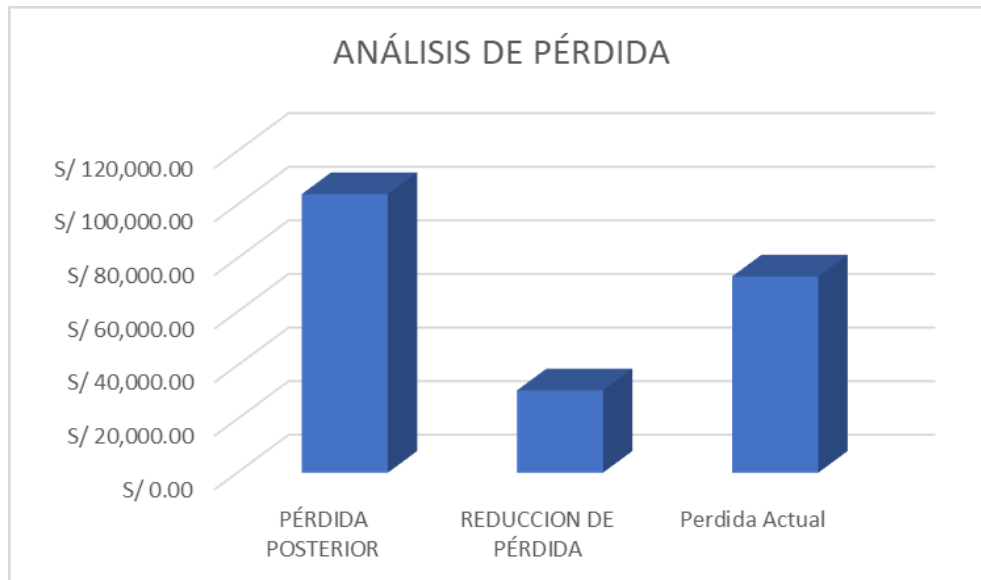
AREA DE ALMACÉN	PÉRDIDA POSTERIOR	REDUCCION DE PÉRDIDA	Perdida Actual
CR 3, 1 y 5	S/ 103,978.00	S/ 30,719.00	S/ 73,258.00

Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Uriol, 2024

Tal y como se puede observar en la imagen, la reducción de la pérdida es notablemente significativa. La implementación de las herramientas de Lean Manufacturing ha permitido una disminución considerable en los costos, con una reducción del 29.5%. Éste fue el resultado que pone de manifiesto la eficacia de las estrategias aplicadas y su impacto positivo en la gestión de costos

Figura 12

Análisis de perdida



Fuente: Elaboración propia, Nota: Basado en Uriol, 2024

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusiones:

En el presente estudio se propuso determinar en qué medida las herramientas de Lean Manufacturing incrementan la productividad en un almacén, Trujillo - 2024. Los resultados indicaron que, utilizando las herramientas, la productividad aumentó del 25.39% al 62.27%, lo que equivaldría a un incremento del 36.88%. Este aumento refleja mejoras significativas en el orden, el control de inventario, la planificación y la distribución del almacén. La evidencia nos lleva a pensar que las herramientas de Lean Manufacturing son muy necesarias para mejorar la productividad. El mismo es respaldado con el hallazgo de Vargas y Camero (2021), quienes notificaron un aumento del 22% en la productividad en el transcurso de una aplicación de metodologías Lean, como Kaizen y las 5S. Asimismo, Katare y Kumar (2019), en su investigación, realizó herramientas de Lean Manufacturing y reportaron mejoras en la eficiencia de los trabajadores, además de optimizar los espacios y mejorar la calidad del servicio. Por otra parte, Solsol (2022) igualmente propuso examinar cómo las herramientas de Lean Manufacturing afectan en la productividad; ante varios problemas que afectaban la productividad de la compañía, para darles solución se seleccionaron herramientas Lean y se mostró un incremento en la productividad del 50%. A partir de lo obtenido y los antecedentes vistos se confirma que las herramientas de Lean Manufacturing logran incrementar la productividad en un almacén y muestran mejoras en la distribución de espacios.

Igualmente, el estudio realizó un diagnóstico de la situación actual del almacén, Trujillo-2024, que encontró que la principal causas raíz de la baja productividad eran los tiempos de espera, el tiempo operacional y los movimientos innecesarios, lo que generaba una pérdida de S/ 103,978.00. Ello indica que la empresa enfrenta una pérdida considerable

por no resolver los problemas que provocan la baja productividad. Se concluye que, al abordar estos problemas del almacén mediante el uso de herramientas de Lean Manufacturing, se podría generar un aumento en la productividad. Esto es respaldado por Álava y Goya (2022), afirman que el principal problema de su baja productividad eran los desperdicios durante la producción y las paradas de las máquinas, lo que les ocasionaba una pérdida anual de \$121,849.00. Con lo mencionado anteriormente se puede concluir que los problemas en un almacén generan una baja productividad y una alta pérdida económica.

En la presente investigación se consideró evaluar el porcentaje de productividad actual en el almacén, Trujillo – 2024, lo que se pudo observar durante una evaluación de 20 días. La productividad era baja, alcanzando un 25.39%, lo que se relaciona con una eficiencia del 50.47% y una eficacia del 50.37%. Este hallazgo es coherente con el estudio de Gómez (2022), quien reveló que en el área de producción de la empresa estudiada se presentó una productividad baja del 42%, en relación con una eficiencia del 63% y una eficacia del 67%.

De igual manera, en el presente estudio se pusieron en práctica las herramientas Lean Manufacturing a fin de una mejora en la productividad en un almacén, Trujillo - 2024, que incluyeron un análisis ABC, la metodología 5S y un VSM. Esto resultó en una disminución de la pérdida de S/ 30,719.00. Como hemos podido observar, las herramientas no solo ayudan a disminuir factores de eficiencia, eficacia y productividad, sino que también contribuyen a reducir pérdidas monetarias, ayudando a reducir significativamente el tiempo de espera en 9%, el tiempo operacional en 45% y los movimientos innecesarios en 60%. Esto es respaldado por Marcos y Luna (2020), quienes plantearon como objetivo presentar una propuesta para implementar herramientas de Lean Manufacturing en una empresa que tenía una pérdida anual de S/. 370,159.56. Gracias a la aplicación de herramientas como

VSM, Kanban, TPM, mejora de métodos y 5S, su pérdida económica se vio reducida a S/. 240,603.71, generando un beneficio neto de S/. 129,555.85 para la empresa. Asimismo, Jocson y Tinio (2021), en su investigación, su objetivo fue eliminar desperdicios utilizando herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la productividad y reducir costos, empleando el Mapeo de la Cadena de Valor (VSM). Gracias a esto, lograron reducir las horas totales de producción en un 45%, el tiempo no añadido de valor en un 43% y las horas hombre en un 44%. Esto resultó en una disminución de los costos y desperdicios en la línea de producción. Por último, Pérez (2021), aplicó herramientas de Lean Manufacturing como Poke Yoke, estandarización y tiempo estándar, con el objetivo de aumentar su productividad, se midieron indicadores clave antes y después de la intervención. Los resultados reflejaron un aumento notable en la productividad (del 53.58% al 65.75%), así como mejoras en eficiencia (del 73.78% al 82.77%) y eficacia (del 72.61% al 79.44%). El estudio proporcionó un buen efecto positivo de las metodologías Lean Manufacturing.

Asimismo, se analizó la productividad y la variación significativa después de la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing en un almacén, Trujillo - 2024. Luego de aplicar las herramientas en el almacén, obtuvimos como resultado un incremento de la productividad al 66.27%, vinculado a un aumento en la eficiencia del 81% y en la eficacia del 77%. De igual manera, Jiménez y Távora (2022) quienes realizaron un estudio con el propósito de aplicar herramientas de Lean Manufacturing para aumentar la productividad en el área administrativa; tras su aplicación, se obtuvo una productividad global del 56%, además de un aumento del 97.6% del indicador de desempeño y un porcentaje de cumplimiento del 90%. Por otro lado, Hinojosa y Cabrera (2022) reportaron un incremento en la calidad y obtuvieron productividad del 47% gracias a la aplicación de herramientas

Lean. Asimismo, para identificar la variación significativa de las herramienta SPSS, se utiliza la prueba T de Student para determinar el P valor y realizar una comparación entre el nivel de significancia y la hipótesis alternativa Para la validación de nuestra hipótesis, se usó nivel de significancia de 0,05, con el cual se obtuvo un P valor, menor al nivel de significancia, usando la prueba de muestras emparejadas, esto indico que la hipótesis alternativa se acepta y su variación de la aplicación de las herramientas Lean manufacturing es significativa. Respaldándonos de Borja (2019), en su evaluación del incremento de productividad t a partir de la aplicación del Lean Manufacturing, determinó un aumento del 58.94% en la productividad, con un aumento en la eficacia del 70.64% y una mejora en la eficiencia del 47.57%. Utilizando un nivel de significancia de 0.05, y volviendo a argumentar su hipótesis de que la implementación de Lean Manufacturing contribuye a una mejora en la productividad.

Por último, se realizó el análisis económico y la viabilidad de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing en un almacén, Trujillo – 2024, obteniendo un Valor Actual Neto (VAN) de S/ 18,115.56, una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 89%, un Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) de 14.3 meses y un Beneficio-Costo (B/C) de S/ 1.20. Lo que indica que el proyecto es rentable y sugiere que generará un valor adicional considerable respecto a la inversión inicial. Igualmente, De la Cruz y Mendoza (2023) llevaron a cabo una investigación para evaluar el impacto de una propuesta de mejora basada en Lean Manufacturing en la productividad de la planta de producción de una compañía agroindustrial. Al analizar la viabilidad económica de la propuesta, obtuvieron un TIR de 74.6%, un VAN de S/ 55,336.33 y un Beneficio-Costo de 1.36. Por otro lado, datos presentados por Acevedo y Rodríguez (2021) informan un TIR de 37% y un TIO de 8.81%,

para finalmente considerar que el proyecto de inversión es viable. Por último, el uso de Lean Manufacturing contribuye a mejorar los resultados en el área. Del mismo modo, Aguilar (2019) documenta un incremento de 3.23% en la productividad gracias a las herramientas Lean, lo que respalda la aceptabilidad y efectividad de la propuesta de incorporación de estas herramientas en el proceso productivo. Además, la evaluación exhaustiva de costos y beneficios demostró un retorno de S/. 1.83, evidenciando una relación positiva entre la inversión realizada y los rendimientos generados. Finalmente, Camacho y Paredes (2022) presentaron una propuesta a partir del uso de herramientas de Lean Manufacturing para aumentar la productividad, logrando incrementarla en un 44%. También realizaron una evaluación económica, obteniendo un TIR de 14.47%, un VAN de S/ 6,357.78 y un Beneficio-Costo de 1.72, concluyendo que la investigación es viable y que las herramientas Lean son efectivas.

Cabe resaltar que esta investigación evidencia que la implementación de herramientas Lean Manufacturing en el área de almacén de una constructora genera un impacto positivo en la productividad y en la optimización de recursos, reduciendo significativamente los tiempos de espera, los movimientos innecesarios y las pérdidas económicas. Estos resultados respaldan que la aplicación de herramientas como 5S, VSM y clasificación ABC no solo es viable en áreas de producción, sino también en áreas de soporte, contribuyendo al fortalecimiento de la competitividad de las empresas del sector construcción en mercados locales como el de Trujillo, y sentando las bases para la replicabilidad de esta propuesta en otras empresas con características similares.

Sin embargo, esta investigación presenta ciertas limitaciones, como la disponibilidad de datos en periodos operativos específicos que podrían influir en la variabilidad de los

indicadores de productividad, y el hecho de haberse realizado en un solo almacén de una constructora en Trujillo, lo que puede limitar la generalización de los resultados a otros contextos. Asimismo, se identificó que la implementación de herramientas Lean requiere procesos de adaptación y cambios culturales en los colaboradores, lo que puede generar resistencia inicial y afectar la rapidez del impacto esperado. No obstante, estas limitaciones no desvirtúan los resultados obtenidos y, por el contrario, resaltan la importancia de considerar estos factores en futuras implementaciones para garantizar una mejora continua en las operaciones.

Conclusiones

Se determinó que la utilización de herramientas de Lean Manufacturing en el almacén de Trujillo en 2024 se tradujo en un incremento significativo en la productividad, pasando del 25.39% al 62.27%. Este aumento, superior al 20%, se originó principalmente a la eliminación de actividades que no proporcionan valor agregado, como la búsqueda innecesaria de materiales y los reprocesos ocasionados por errores en el picking. La mejora en la productividad fue por la optimización de los procesos operativos, lo que permitió reducir los tiempos de inactividad y mejorar la precisión en la gestión de inventarios. Al minimizar las pérdidas de tiempo y recursos, los trabajadores lograron realizar sus labores de una forma más eficiente y eficaz, generando un impacto positivo tanto en el rendimiento general del almacén como en la calidad del servicio. Estos resultados evidencian la efectividad de Lean Manufacturing como una estrategia clave para incrementar la competitividad y sostenibilidad de las operaciones logísticas.

A partir de la condición actual del almacén, se encontró que las principales causas raíz de la baja productividad corresponden a los tiempos de espera, el tiempo operacional y

los movimientos innecesarios, lo que provoca un menoscabo de S/ 103,978.00. Esto partiendo desde la necesidad de optimizar los procesos logísticos para reducir costos operativos y mejorar el desempeño del almacén. La identificación de las deficiencias permitió plantear estrategias basadas en Lean Manufacturing, enfocadas en eliminar desperdicios y optimizar el flujo de trabajo. De este modo, se procura no solo incrementar la productividad, sino también garantizar una operación más eficiente y sostenible en el tiempo.

Se determina que la productividad actual en el almacén, la cual fue medida en 20 días. Teniendo una productividad baja, alcanzando un 25.39%, lo que se traduce a una eficiencia del 50.47% y una eficacia del 50.37%. Todas estas cifras se correlacionan con un pobre rendimiento que generaban costos altos. Por ello la importancia de medir y comprender los factores que perjudican la productividad, de esta manera se pueden tomar decisiones fundamentadas para incrementar la eficiencia y eficacia del almacén, lograr una operación más rentable y competitiva.

Se determinó que las herramientas de Lean Manufacturing que se propusieron para un almacén, que incluyeron un análisis ABC, la metodología 5S y un VSM. El análisis ABC permitió priorizar los productos según su impacto en la gestión de inventarios, la metodología 5S ayudó a organizar el espacio de trabajo para reducir tiempos improductivos, y el VSM facilitó la identificación de cuellos de botella en el flujo de operaciones. Estas estrategias contribuyeron a una gestión más eficiente, reduciendo la pérdida a S/ 30,719.00 y mejorando la productividad del almacén.

Se evaluó la productividad posterior a la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing y se utilizó la prueba T de Student para apreciar si hay en efecto una variación

significativa. Tras el uso de estas herramientas en el almacén, obtuvimos como resultado un incremento de la productividad al 66.27%, relacionado a un aumento en la eficiencia del 81% y en la eficacia del 77%. Esto valida nuestra hipótesis, obteniendo un P valor de 0.001, esto indica que se acepta la hipótesis alternativa, dando a entender que se tiene una variación significativa con la implementación de herramientas Lean manufacturing. Ahora bien, el origen de este resultado radica en que las herramientas aplicadas permitieron optimizar los procesos, reducir desperdicios y mejorar la gestión operativa contribuyendo así a una operación más eficiente, efectiva y sostenible en el tiempo.

Finalmente, se efectuó el análisis económico del proyecto de mejora y la viabilidad de las herramientas de Lean Manufacturing en un almacén, obteniendo un Valor Actual Neto (VAN) de S/ 18,115.56, una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 89%, un Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) de 14.3 meses y un Beneficio-Costo (B/C) de S/ 1.20. Estos resultados respaldan la viabilidad del proyecto, ya que evidencian un retorno de inversión considerable en un tiempo relativamente corto. La alta TIR indica que la aplicación de Lean Manufacturing genera rendimientos que superan con creces el monto invertido. Además, el B/C superior a 1 confirma que los beneficios obtenidos justifican los costos asumidos. En conjunto, estos valores demuestran la efectividad de la propuesta, garantizando una mejora en la rentabilidad y asegurando la sostenibilidad del almacén a largo plazo.

Recomendaciones

Para futuras investigaciones, se abarcar la aplicación de Lean manufacturing a otras áreas relacionadas, esto permitiría evaluar si la implementación de esta herramienta tiene beneficios iguales o similares.

En el diagnóstico del almacén, se recomienda realizar un análisis comparativo entre almacenes de diferentes características operativas, esto ayudaría a tener información sobre la escalabilidad y adaptabilidad de las herramientas.

Además, también una opción para obtener una la productividad más precisa, sería ideal alargar el tiempo observación del trabajo.

Otra opción interesante es Lean Manufacturing con otros métodos como Six Sigma o Kaizen. Esto ayudaría a identificar cuál es más efectivo en distintos tipos de almacenes y cuál aporta mayores beneficios.

Asimismo, para lograr mejores resultados en la productividad se puede identificar factores de fracaso, analizando fallas en la adopción cultural o falta de capacitación.

Por último, sería importante investigar si Lean Manufacturing también ayuda a reducir el impacto ambiental en los almacenes. Analizar cómo la reducción de desperdicios y la optimización de procesos pueden contribuir a una gestión más ecológica sería un aporte valioso, ayudando a tener mayores resultados económicos.

Referencias

- Acevedo Ramírez , L. M., & Rodríguez Pérez, W. P. (2021). *Propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing*. Obtenido de Repositorio ECCL: <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/2767>
- Aguilar Over, R. (2019). *Herramientas Lean Manufacturing para la mejora continua de la productividad del área de producción del Molino Castillo S.A.C Iambayeque 2018*. Obtenido de Repositorio USS: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/5535>
- Álava Merchan, R. F., & Goya Chaguay, A. C. (2022). *Implementación de herramientas lean manufacturing para optimizar los costos de producción y aumentar la productividad en una empresa productora de absorbentes en la ciudad de Guayaquil*. Obtenido de Repositorio UPS: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24149>
- Anticona Yupanqui, L. R. (2023). *Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la empresa de Calzados Dahiana, El Porvenir-Trujillo, 2021*. Obtenido de Repositorio Upn: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/34329>
- Atanacio Sanchez , J. M., & Zea Gonzales, G. M. (2022). *Aplicación de herramientas lean manufacturing para la mejora de la productividad en el área de almacén de la empresa LA CALERA 2021*. Obtenido de Repositorio UCV: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/98856>
- Borja Cairapoma, N. R. (2019). *Lean manufacturing para mejorar la productividad en confecciones y bordados Fatiza EIRL*. Obtenido de Repositorio UNCP: <http://hdl.handle.net/20.500.12894/7584>
- Bracamonte Pinillos , R. M., & Jauregui Cabellos, C. d. (2021). *PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA MATERIA PRIMA EN LA EMPRESA SERVICIOS E INVERSIONES NATHANAEL S.A.C*. Obtenido de Repositorio UPN : <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29029>
- Bravo, J. (2023). *Aplicación de herramientas Lean Manufacturing (5S, Andon y Tiempo Estándar) para el aumento de la productividad en el área de producción de una empresa*. Obtenido de Scielo: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1810-99932023000100217&lng=es&nrm=iso
- Bravo, J. (2023). *Aplicación de herramientas Lean Manufacturing (5S, Andon y Tiempo Estándar) para el aumento de la productividad en el área de producción de una empresa metalmecánica*. Obtenido de scielo: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1810-99932023000100217&lng=es&nrm=iso
- Bustamante Rico , M. d., & Rodríguez Balcázar, R. K. (2018). *ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA KURI NÉCTAR SAC, 2017*. Obtenido de Repositorio USS: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/5067>
- Caballero, Loza, Luna, Menacho, & Zurita. (2015). *Plan Estratégico de la Empresa Topitop* . Obtenido de <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-privada-del-norte/comunicacion-3/caballero-loza-plan-topitop/36828881>
- Camacho Saldaña, M. K., & Paredes Rodriguez, L. A. (2022). *Diseño de una mejora con herramientas Lean Manufacturing para incrementar la productividad en una procesadora industrial, Trujillo, 2022*. Obtenido de Repositorio UPN: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/32240>

- Campos y Covarrybias , G., & Lule Martínez , N. E. (2012). "LA OBSERVACIÓN, UN MÉTODO PARA EL ESTUDIO DE LA REALIDAD". Obtenido de Dialnet : <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3979972>
- Canahua Apaza, N. (2021). *Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica.* Obtenido de Scielo : <http://www.scielo.org.pe/pdf/idata/v24n1/1810-9993-idata-24-01-49.pdf>
- CAPECO. (25 de Agosto de 2021). *Construcción crece 38% entre julio 2020 y junio 2021* . Obtenido de CAPECO: <https://bit.ly/3DQMYMG>
- Carhuaz Fitter, M. (2020). *Repositorio Institucional USS.* Obtenido de Gestión de almacenes en la empresa constructora y servicios generales km E.I.R.L, para mejorar su rentabilidad – Chiclayo 2018: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/7015>
- Carro, & Gonzalez. (2012). *Productividad y competitividad.* Obtenido de <https://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/1607/>
- Castellón Zelaya, L. A. (2018). *Análisis del proceso de medición de cargas de trabajo en el Instituto Nacional de aprendizaje –INA- Costa Rica.* Obtenido de InterSedes: <https://doi.org/10.15517/isucr.v18i38.32671>
- Chang Carrejos, J. L. (2015). *Rediseño de LAYOUT del almacén aplicando técnicas logísticas para mejorar las operaciones de almacenamiento en la empresa Negociaciones Hidalgo E.I.R.L.* Obtenido de Repositorio UCV : <https://hdl.handle.net/20.500.12692/140844>
- Córdova Jiménez , S. L., & Villalobos Espinoza, M. J. (2021). *Habilidades sociales en estudiantes varones y mujeres del nivel secundario en una institución educativa del Cercado de Lima, 2019.* Obtenido de Repositorio UPLA: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2652>
- Cruz Ochoa, I. J., & Burbano López, J. A. (2012). *Rediseño de un sistema productivo utilizando herramientas Lean Manufacturing. Caso de estudio sector de mezclas de ingredientes para panadería industrias XYZ.* Obtenido de Repositorio ICESI: http://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/handle/10906/68158
- Cruz, L., & Mendoza, C. (2017). *Implementación de las herramientas Lean manufacturing para la reducción de desperdicios en la línea de fabricación de calzado en la Empresa D'Yomis.* Obtenido de repositorio.upao: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/3379>
- de la cruz Espil, E. N., & Mendoza Rengifo, J. J. (2023). *Propuesta de mejora del Lean Manufacturing para incrementar la productividad en la planta de producción en una empresa agroindustrial, Trujillo, 2023.* Obtenido de Repositorio UPN: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/35587>
- Díaz Fernandez, J. (2021). *Implementación de la metodología ABC, para mejorar el proceso de abastecimiento de insumos en el área de envasado de aceite de la empresa Alimentos Cielo S.A.C., Lima -2021.* Obtenido de Repositorio UCSS: <https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/1209>
- Diaz Perez, E. C. (2019). *Aplicación de Value Stream Mapping para mejorar la productividad en el proceso de fabricación de pre-marcos metálicos para ventanas en la empresa KAISA S.A.C, Los Olivos, 2019.* Obtenido de Repositorio UCV: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53595>
- Dulzaides Iglesias , M. E., & Molina Gómez , A. M. (2004). *Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso.* Obtenido de Scielo : http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352004000200011
- Fernández Calderón, F. P. (2013). *VALUE STREAM MAPPING APLICADO A EMPRESAS DE SERVICIOS: UN CASO DE APLICACIÓN A UN HOSPITAL.* Obtenido de Repositorio UNAM : <https://repositorio.unam.mx/contenidos/69425>
- Fontalvo Herrera , T. J., De la Hoz Granadillo , E., & Morales Gomez , J. (2018). *La productividad y sus factores.* Obtenido de Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6233008>

- García Sabater, J. P. (2020). *El tiempo y las operaciones*. Obtenido de Repositorio UPV: <https://riunet.upv.es/handle/10251/150795>
- Gomez Rojas, B. S. (2022). *Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa SENFU S.A.C., Puente Piedra, 2022*. Obtenido de Repositorio UCV: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/114713>
- Gonzales , F., Gallardo, C., Fuentes, V., & Crisólogo, T. (2023). *Determinantes de las brechas de productividad laboral según regiones en 2012-2022*. Obtenido de ipe.org.pe: https://www.ipe.org.pe/portal/wp-content/uploads/2023/11/Boletin-IPE-Peru_determinantes-de-las-brechas-de-productividad-laboral-segun-regiones-en-2012-2022.pdf
- Granda, G., & Rodríguez, R. (2013). *Diseño de un sistema de control basado en el método abc de gestión de inventarios, a través de indicadores de medición, aplicado a un estudio fotográfico en la ciudad de Machala*. Obtenido de dspace: <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/25082>
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). *CALIDAD TOTAL Y PRODUCTIVIDAD*. Obtenido de Academia.edu : https://www.academia.edu/36809692/Calidad_total_y_productividad_3a_ed_Pg_20_49_
- Heizer , J., & Render , B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones* . Obtenido de <https://clea.edu.mx/biblioteca/files/original/47cb70cab6ec78aa65b34e6c70ce8822.pdf>
- Heredia Yamamichi , A. E., & Gonzalez Plasencia, F. H. (2022). *Propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing en las áreas de producción y almacén para incrementar la productividad de la empresa BIBENOR S. A. C. Trujillo, 2020*. Obtenido de Repositorio UPN: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/30966>
- Hernández Matías , J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*. Obtenido de EOI: <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/78202/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>
- Hernández Sampieri , R., Fernández Collado , C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación*. Obtenido de Dialnet : <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008>
- Hinojosa Donoso , C. M., & Cabrera Armijos , R. A. (2022). *mpacto del Lean Manufacturing en la Productividad de las Microempresas de Guayaquil*. Obtenido de Revista estudio Idea: <https://doi.org/10.53734/esci.vol4.id223>
- Instituto Peruano de Economía. (2023). *DETERMINANTES DE LAS BRECHAS DE PRODUCTIVIDAD LABORAL SEGÚN REGIONES EN 2012-2022*. Obtenido de IPE: <https://www.ipe.org.pe/portal/determinantes-de-las-brechas-de-productividad-laboral/>
- Jimenez. (2020). *IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA EN LA ACTUALIDAD*. Obtenido de revista sudamericano: <https://revista.sudamericano.edu.ec/index.php/convergence/article/view/35>
- Jimenez Vela, S. L., & Tavera Ucañay, J. E. (2022). *Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad del área administrativa de la empresa de transportes Los Andes S.R.L., Trujillo 2022*. Obtenido de Repositorio UCV: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/100313>
- Jiménez, & Hernández. (2022). *Gestión del talento humano y su impacto en la rentabilidad de las empresas inmobiliarias del distrito de la Victoria, año 2022*. Obtenido de https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/12790/chavez_rgm.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Jocson, J., & Tinio , R. (2021). *Application of Lean Methodology to Increase Productivity through Value Stream Mapping*. Obtenido de Academia : <https://acortar.link/uqA54p>
- Katare , S., & Kumar Yadav , T. (2019). *Implementation of Lean Manufacturing Tool 5S to Improve Productivity in Btirt Campus*. Obtenido de Academia: <https://shre.ink/DUm4>
- Lam Díaz , R. M., & Hernández Ramírez , P. (2008). *Los términos: eficiencia, eficacia y efectividad ¿son sinónimos en el área de la salud?* Obtenido de Scielo: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-02892008000200009

- Loayza Canales, P. O. (2017). *Aplicación de las herramientas Lean manufacturing para la mejora de la productividad en extrusión en Koplast Industrial S.A.C.* Obtenido de Repositorio UCV: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53905>
- Lozada. (2014). *Investigación Aplicada.* Obtenido de Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>
- Maica Villanueva, M. L. (2021). *Teoría de colas para disminuir tiempos de espera en el área de atención al cliente en la empresa E. P. S. SEDACAJ S. A.* Obtenido de Repositorio UPN: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/28672>
- Manterola , C., Quiroz , G., Salazar , P., & Garcia , N. (2018). *Metodología de los tipos y diseños de estudio más frecuentemente utilizados en investigación clínica.* Obtenido de Sciencedirect: <https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2018.11.005>
- Marcos Pantoja, A. N., & Luna Condormango, F. (2020). *Propuesta de aplicación de las herramientas Lean Manufacturing para aumentar la productividad en la línea de fabricación de una empresa ladrillera en la ciudad de Trujillo.* Obtenido de Repositorio UPN: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23693>
- Nieto, P. (2019). *Lean Manufacturing.* Obtenido de UVADOC.UVA: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/37752>
- Noriega Criollo , L. R., & Sanchez Vargas, D. J. (2022). *Aplicación del Value Stream Mapping (VSM) para la reducción del costo de sobretiempo del personal inspector, en una empresa de servicios.* Obtenido de Repositorio UPN : <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/31679>
- Ochoa Cueva, B. S. (2013). *Propuesta para la implementación de la herramienta 5S en la empresa textil Zoga .* Obtenido de Repositorio AZUAY: <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/2203>
- Peña, S. (2017). *Análisis de datos .* Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/326425169.pdf>
- Pérez Vivanco, K. A. (2021). *Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la empresa RMH PLAST, Carabayllo, 2021.* Obtenido de Repositorio UCV: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/81373>
- Pinedo Alva, H., & Solis Huerta, J. J. (2021). *Aplicación de la metodología de las 5S's para mejorar la productividad en el almacén de la empresa Construedes SAC, Lima 2021.* Obtenido de Repositorio UCV : <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/88441>
- Prokopenko, J. (1989). *La gestión de la productividad: manual práctico.* Obtenido de books.google: https://books.google.com.pe/books/about/La_gesti%C3%B3n_de_la_productividad.html?id=fQN9AAAACAAJ&redir_esc=y
- Rajadell Carreras, M., & Sánchez García , J. L. (2010). *Fabricación Equilibrada. La evidencia de una necesidad* . Obtenido de https://www.academia.edu/28685140/Lean_Manufacturing_La_Evidencia_de_Una_Necesidad
- Ramos. (2021). *Diseños de investigación experimental.* Obtenido de <https://www.cienciamerica.edu.ec/index.php/uti/article/view/356>
- Revista Construir. (21 de agosto de 2021). *Construcción crece 38% entre julio 2020 y junio 2021 pero se contraería en lo que queda del año y en el 2022.* Obtenido de construir.com.pe: <https://construir.com.pe/construccion-crece-38-entre-julio-2020-y-junio-2021-pero-se-contraeria-en-lo-que-queda-del-ano-y-en-el-2022/>
- Rojas, A., & Gisbert, V. (2017). *Herramientas para mejorar la productividad en las empresas.* Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/322215165_LEAN_MANUFACTURING_HERRAMIENTA_PARA_MEJORAR_LA_PRODUCTIVIDAD_EN_LAS_EMPRESAS
- Rojas, A., & Gisbert, V. (2017). *Lean Manufacturing: herramienta para mejorar la productividad en las empresas.* Obtenido de researchgate: https://www.researchgate.net/publication/322215165_LEAN_MANUFACTURING_HERRAMIENTA_PARA_MEJORAR_LA_PRODUCTIVIDAD_EN_LAS_EMPRESAS

- Socconini Pérez Gómez , L. V. (2019). *Lean Manufacturing paso a paso*. Obtenido de E Libro : <https://elibro.bibliotecaupn.elogim.com/es/ereader/upnorte/117567?page=14>
- Solsol Jara, R. M. (2022). *Aplicacion de las herramientas Lean Manufacturing y su efecto en la productividad de la empresa Tecsiptel Perú EIRL, Trujillo 2022*. Obtenido de Repositorio UCV : <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/104837>
- Ugalde Binda , N., & Balbastre Benavent , F. (2013). *Investigación cuantitativa e investigación cualitativa*. Obtenido de Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4512073>
- Uriol Castillo, C. P. (2024). *Implementación de la estandarización de productos cárnicos para la reducción de costos en la empresa Marakos Grill S. A. C., Chiclayo 2022*. Obtenido de Repositorio UPN: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/37507>
- Vaca Bolaños, C. Y. (2022). *Propuesta de mejora mediante la aplicación de herramientas Lean Manufacturing, para incrementar la productividad en el área de producción en una empresa molinera, Trujillo 2022*. Obtenido de Repositorio UPN: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/33321>
- Valle, Manrique, & Revilla. (2022). *La Investigación descriptiva con enfoque cualitativo en educación*. Obtenido de PUCP: <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/184559>
- Vargas Crisóstomo, E. L., & Camero Jiménez, J. W. (2021). *Aplicación del Lean Manufacturing (5s y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera*. Obtenido de Revista de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos: <http://dx.doi.org/10.15381/idata.v24i2.19485>
- Vargas, J., Muratalla, G., & Jiménez, M. (2018). *Sistemas De Producción Competitivos mediante la implementación de la herramienta lean manufacturing*. Obtenido de scielo: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2314-37382018000200081
- Vergara Mostacero, B. E., & Miller Minchan, A. E. (2023). *Lean Manufacturing y su aplicación en la efectividad del almacén de producto determinados en la empresa Campesol S.A. 2023*. Obtenido de Repositorio UCV: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/125835>

Anexos

Anexo 1 Formato de Guía documentaria

Formato de Guía Documentaria	
DATOS BASICOS	
Nombre del Documento:	
Autor(es):	
Fecha de Elaboración:	
Fuente:	
Palabras Clave:	
Conclusiones Relevantes:	
Referencias:	
Observaciones Adicionales	

Anexo 3 Matriz de priorización

MATRIZ DE PRIORIZACIÓN						
Área	Almacén					
Problema	Baja Productividad					
Nivel	Calificación					
Mucha Concordancia	3					
Concuerda	2					
No Concuerda	1					
Ishikawa de Almacén						
Causas Raíz	CR 1	CR 2	CR 3	CR 4	CR 5	CR 6
	Tiempo operacional	Falta de adecuada organización y limpieza de almacén	Tiempo de espera/ cuello de botella	Falta de inversión en tecnología y equipo nuevo	Movimientos innecesarios	Falta de una óptima cantidad de pedidos
Problemas						
Carecen de acumulación de productos	3	2	3	3	3	1
Espacio de almacenamiento desorganizado	1	3	3	1	3	1
Falta de distribución de almacén	3	3	3	1	3	1
La cantidad de productos no es suficiente para cubrir	3	2	3	2	3	3
Ineficiencia en el rendimiento de los trabajadores	3	1	3	1	2	1
Equipos de almacenamientos obsoletos	3	2	3	2	2	1
Retraso en la entrega de materiales	2	2	2	2	2	1
Mala distribución en el area de almacenamiento	3	2	2	1	1	1
Falta de control de inventario	1	1	3	1	1	1
Calificación total del Nivel de Frecuencia	22	18	25	14	20	11

Anexo 4 *Observación de eficiencia en el almacén día 1*

Producto	Pedidos Procesados	Tiempo de Pedidos procesados	Tiempo utilizado(min)
Sacos cemento	10	12	30
Cascos	12	15	38
Articulos varios	17	20	40
Palas	30	65	85
Cascos y guantes	22	13	25
Thinner	35	20	42
Total	126	145	260
Eficiencia día 1	55.77%		

Anexo 5 *Observación de eficiencia en el almacén día 2*

Producto	Pedidos Procesados	Tiempo de Pedidos procesados	Tiempo utiliza(min)
Cemento	28	40	120
Yeso	14	25	60
Picos	12	16	35
Pintura	42	20	45
Aditivos	5	10	19
Andamios	7	60	120
Total	108	171	399
Eficiencia día 2	42.86%		

Anexo 6 *Observación de eficiencia en el almacén día 3*

Producto	Pedidos Procesados	Tiempo de Pedidos procesados	Tiempo utiliza(min)
Cemento	35	50	140
Yeso	11	20	50
Tubos PVC	80	65	100
Taladros	3	5	12
Carretillas	5	15	30
Lentes de seguridad	8	5	15
Total	142	160	347
Eficiencia día 3	46.11%		

Anexo 7 Observación de eficiencia en el almacén día 4

Producto	Pedidos Procesados	Tiempo de Pedidos procesados	Tiempo utiliza(min)
Clavos 2"	7	15	35
Clavos 3"	5	15	20
Tornillos	3	10	20
Mayolica	19	60	125
Cemento	43	70	120
Cal	6	70	150
Total	83	240	470
Eficiencia día 4	51.06%		

Anexo 8 Observación de eficiencia en el almacén día 5

Producto	Pedidos Procesados	Tiempo de Pedidos procesados	Tiempo utiliza(min)
Fierro 1/2"	18	25	48
Fierro 3/8"	29	35	59
Fierro 3/4"	10	20	48
Fierro 5/8"	8	15	38
Drywall	24	50	80
Total	89	145	273
Eficiencia día 5	53.11%		

Anexo 9 Observación de eficiencia en el almacén día 6

Producto	Pedidos Procesados	Tiempo de Pedidos procesados	Tiempo utiliza(min)
Clavos 2"	7	18	49
Clavos 3"	5	18	55
Tornillos	3	18	45
Mayolica	22	100	140
Total	37	154	289
Eficiencia día 6	53.29%		

Anexo 10 Observación de eficiencia en el almacén día 7

Producto	Pedidos Procesados	Tiempo de Pedidos procesados	Tiempo utiliza(min)
Porcelanato	29	120	210
Mayolica	34	140	220
Piso flotante	23	80	145
Total	86	340	575
Eficiencia día 7	59.13%		

Anexo 11 Observación de eficiencia en el almacén día 8

Producto	Pedidos Procesados	Tiempo de Pedidos procesados	Tiempo utiliza(min)
Andamios	7	45	80
Taladros	2	10	25
Sierras circulares	3	10	25
Escaleras	5	20	40
Martillos	12	15	40
Total	29	100	210
Eficiencia día 8	47.62%		

Anexo 12 Observación de eficiencia en el almacén día 9

Producto	Pedidos Procesados	Tiempo de Pedidos procesados	Tiempo utiliza(min)
Picos	6	15	30
Taladros	3	10	18
Carretillas	6	15	35
Escaleras	9	25	40
Botas	8	10	25
Total	32	75	148
Eficiencia día 9	50.68%		

Anexo 13 Observación de eficiencia en el almacén día 10

Producto	Pedidos Procesados	Tiempo de Pedidos procesados	Tiempo utiliza(min)
Pegamento de PVC	8	15	25
Accesorios de PVC	25	15	35
Accesorios de electricos	8	10	25
Cable electrico	3	10	20
Total	44	50	105
Eficiencia día 10	47.62%		

Anexo 14 Observación de eficiencia en el almacén día 11

Producto	Pedidos Procesados	Tiempo de Pedidos procesados	Tiempo utiliza(min)
Picos	6	15	35
Taladros	4	10	40
Carretillas	9	18	38
Mayolica	38	90	180
Piso flotante	25	50	110
Total	82	183	403
Eficiencia día 11	45.41%		

Anexo 15 Observación de eficiencia en el almacén día 12

Producto	Pedidos Procesados	Tiempo de Pedidos procesados	Tiempo utiliza(min)
Clavos 2"	8	15	25
Clavos 3"	5	10	25
Taladros	15	35	65
Tornillos	4	20	54
Total	32	80	169
Eficiencia día 12	47.34%		

Anexo 16 Observación de eficiencia en el almacén día 13

Producto	Pedidos Procesados	Tiempo de Pedidos procesados	Tiempo utiliza(min)
Aditivos	12	45	85
Químicos de limpieza	18	35	60
Tinner	12	20	55
Fierro 5/8"	10	20	39
Drywall	8	30	65
Total	60	150	304
Eficiencia día 13	49.34%		

Anexo 17 Observación de eficiencia en el almacén día 14

Producto	Pedidos Procesados	Tiempo de Pedidos procesados	Tiempo utiliza(min)
Andamios	8	75	125
Taladros	5	25	50
Sierras circulares	2	15	40
Escaleras	4	40	75
Total	19	155	290
Eficiencia día 14	53.45%		

Anexo 18 Observación de eficiencia en el almacén día 15

Producto	Pedidos Procesados	Tiempo de Pedidos procesados	Tiempo utiliza(min)
Aditivos	10	35	55
Tinner	18	25	50
Aguarras	8	18	45
Total	36	78	150
Eficiencia día 15	52.00%		

Anexo 19 Observación de eficiencia en el almacén día 16

Producto	Pedidos Procesados	Tiempo de Pedidos procesados	Tiempo utiliza(min)
Fierro 3/8"	32	60	90
Fierro 3/4"	10	30	65
Drywall	18	50	100
Andamios	8	75	125
Total	68	215	380
Eficiencia día 16	56.58%		

Anexo 20 *Observación de eficiencia en el almacén día 17*

Producto	Pedidos Procesados	Tiempo de Pedidos procesados	Tiempo utiliza(min)
Picos	28	45	80
Palas	9	20	50
Cascos	19	15	40
Botas	13	15	45
Soleras de madera	7	20	50
Total	76	115	265
Eficiencia día 17	43.40%		

Anexo 21 *Observación de eficiencia en el almacén día 18*

Producto	Pedidos Procesados	Tiempo de Pedidos procesados	Tiempo utiliza(min)
Aditivos	19	30	70
Químicos de limpieza	16	30	60
Tinner	8	15	40
Aguarras	6	15	40
Total	49	90	210
Eficiencia día 18	42.86%		

Anexo 22 *Observación de eficiencia en el almacén día 19*

Producto	Pedidos Procesados	Tiempo de Pedidos procesados	Tiempo utiliza(min)
Cemento	35	65	98
Pegamento para mayólica	19	35	60
Yeso	21	45	85
Total	75	145	243
Eficiencia día 19	59.67%		

Anexo 23 *Observación de eficiencia en el almacén día 20*

Producto	Pedidos Procesados	Tiempo de Pedidos procesados	Tiempo utiliza(min)
Fierro 3/4"	18	28	75
Drywall	21	50	80
Andamios	9	90	160
Sierras circulares	7	20	46
Total	55	188	361
Eficiencia día 20	52.08%		

Anexo 24 *Observación de eficacia en el almacén día 1*

Producto	Pedidos planificados	Pedidos Procesados
Sacos cemento	20	10
Cascos	30	12
Articulos varios	30	17
Cascos y guantes	40	22
Thinner	80	35
Palas	30	12
Total	230	108
Eficacia 1	46.96%	

Anexo 25 *Observación de eficacia en el almacén día 2*

Producto	Pedidos planificados	Pedidos Procesados
Cemento	70	28
Yeso	25	14
Picos	25	12
Pintura	85	42
Aditivos	15	5
Andamios	16	7
Total	236	108
Eficacia 2	45.76%	

Anexo 26 *Observación de eficacia en el almacén día 3*

Producto	Pedidos planificados	Pedidos Procesados
Cemento	70	35
Yeso	25	11
Tubos PVC	120	80
Taladros	6	1
Carretillas	12	5
Lentes de seguridad	25	8
Total	258	140
Eficacia 3	54.26%	

Anexo 27 *Observación de eficacia en el almacén día 4*

Producto	Pedidos planificados	Pedidos Procesados
Clavos 2"	15	7
Clavos 3"	15	5
Tornillos	10	3
Mayolica	40	19
Cemento	65	43
Cal	11	6
Total	156	83
Eficacia 4	53.21%	

Anexo 28 *Observación de eficacia en el almacén día 5*

Producto	Pedidos planificados	Pedidos Procesados
Fierro 1/2"	40	18
Fierro 3/8"	60	29
Fierro 3/4"	25	10
Fierro 5/8"	20	8
Drywall	40	24
Total	185	89
Eficacia 5	48.11%	

Anexo 29 *Observación de eficacia en el almacén día 6*

Producto	Pedidos planificados	Pedidos Procesados
Clavos 2"	15	7
Clavos 3"	15	5
Tornillos	10	3
Mayolica	40	22
Total	80	37
Eficacia 6	46.25%	

Anexo 30 *Observación de eficacia en el almacén día 7*

Producto	Pedidos planificados	Pedidos Procesados
Porcelanato	60	29
Mayolica	70	34
Piso flotante	50	23
Total	180	86
Eficacia 7	47.78%	

Anexo 31 *Observación de eficacia en el almacén día 8*

Producto	Pedidos planificados	Pedidos Procesados
Andamios	16	7
Taladros	6	2
Sierras circulares	5	3
Escaleras	12	5
Martillos	20	12
Total	59	29
Eficacia 8	49.15%	

Anexo 32 *Observación de eficacia en el almacén día 9*

Producto	Pedidos planificados	Pedidos Procesados
Picos	10	6
Taladros	8	3
Carretillas	15	6
Escaleras	15	9
Botas	12	8
Total	60	32
Eficacia 9	53.33%	

Anexo 33 *Observación de eficacia en el almacén día 10*

Producto	Pedidos planificados	Pedidos Procesados
Pegamento de PVC	15	8
Accesorios de PVC	40	25
Accesorios de eléctricos	20	8
Cable eléctrico	10	3
Total	85	44
Eficacia 10	51.76%	

Anexo 34 *Observación de eficacia en el almacén día 11*

Producto	Pedidos planificados	Pedidos Procesados
Picos	10	6
Taladros	8	4
Carretillas	15	9
Mayolica	70	38
Piso flotante	50	25
Total	153	82
Eficacia 11	53.59%	

Anexo 35 *Observación de eficacia en el almacén día 12*

Producto	Pedidos planificados	Pedidos Procesados
Clavos 2"	15	8
Clavos 3"	15	5
Taladros	28	15
Tornillos	10	4
Total	68	32
Eficacia 12	47.06%	

Anexo 36 *Observación de eficacia en el almacén día 13*

Producto	Pedidos planificados	Pedidos Procesados
Aditivos	25	12
Químicos de limpieza	20	18
Tinner	25	12
Fierro 5/8"	20	10
Drywall	40	8
Total	130	60
Eficacia 13	46.15%	

Anexo 37 *Observación de eficacia en el almacén día 14*

Producto	Pedidos planificados	Pedidos Procesados
Andamios	16	8
Taladros	6	5
Sierras circulares	5	2
Escaleras	12	4
Total	39	19
Eficacia 14	48.72%	

Anexo 38 *Observación de eficacia en el almacén día 15*

Producto	Pedidos planificados	Pedidos Procesados
Aditivos	25	10
Tinner	25	18
Aguarras	15	8
Total	65	36
Eficacia 15	55.38%	

Anexo 39 *Observación de eficacia en el almacén día 16*

Producto	Pedidos planificados	Pedidos Procesados
Fierro 3/8"	60	32
Fierro 3/4"	15	10
Drywall	40	18
Andamios	16	8
Total	131	68
Eficacia 16	51.91%	

Anexo 40 *Observación de eficacia en el almacén día 17*

Producto	Pedidos planificados	Pedidos Procesados
Picos	58	28
Palas	20	9
Cascos	30	19
Botas	30	13
Soleras de madera	15	7
Total	153	76
Eficacia 17	49.67%	

Anexo 41 *Observación de eficacia en el almacén día 18*

Producto	Pedidos planificados	Pedidos Procesados
Aditivos	25	19
Químicos de limpieza	20	16
Tinner	25	8
Aguarras	15	6
Total	85	49
Eficacia 18	57.65%	

Anexo 42 *Observación de eficacia en el almacén día 19*

Producto	Pedidos planificados	Pedidos Procesados
Cemento	70	35
Pegamento para mayólica	50	19
Yeso	25	21
Total	145	75
Eficacia 19	51.72%	

Anexo 46 Porcentaje de tiempo de operación día 1

Descripción del Movimiento	Distancia Recorrida Ida y Vuelta (m)	Numero de vueltas	Distancia total recorrida (m)	Tiempo de operación (h)	Número de trabajadores	Sueldo por hora (S/.)	Costo operacional per capita (S/.)
Sacos cemento	200	4	800	0.5	4	7.5	15
Cascos	120	6	720	0.63	1	7.5	4.725
Artículos varios	120	12	1440	0.67	4	7.5	20.1
Palas	150	20	3000	1.41	2	7.5	21.15
Cascos y guantes	120	10	1200	0.42	1	7.5	3.15
Thinner	140	8	1120	0.7	2	7.5	10.5
Total			8280	4.33			74.625
Porcentaje de tiempo de operación	54%						

Anexo 47 Porcentaje de tiempo de operación día 2

Descripción del Movimiento	Distancia Recorrida Ida y Vuelta (m)	Numero de vueltas	Distancia total recorrida (m)	Tiempo de operación (h)	Número de trabajadores	Sueldo por hora (S/.)	Costo operacional per capita (S/.)
Cemento	200	10	2000	2	4	7.5	60
Yeso	130	8	1040	1	4	7.5	30
Picos	150	16	2400	0.58	2	7.5	8.7
Pintura	100	15	1500	0.75	3	7.5	16.875
Aditivos	120	5	600	0.32	2	7.5	4.8
Andamios	200	8	1600	2	4	7.5	60
Total			9140	6.65			180.375
Porcentaje de tiempo de operación día 2	83%						

Anexo 48 Porcentaje de tiempo de operación día 3

Descripción del Movimiento	Distancia Recorrida Ida y Vuelta (m)	Numero de vueltas	Distancia total recorrida (m)	Tiempo de operación (h)	Número de trabajadores	Sueldo por hora (S/.)	Costo operacional per capita (S/.)
Cemento	200	12	2400	2.33	4	7.5	69.9
Yeso	130	11	1430	0.83	4	7.5	24.9
Tubos PVC	100	22	2200	1.67	3	7.5	37.575
Taladros	100	3	300	0.2	1	7.5	1.5
Carretillas	200	5	1000	0.5	2	7.5	7.5
Lentes de seguridad	120	2	240	0.25	1	7.5	1.875
Total			7570	5.78			143.25
Porcentaje de tiempo de operación día 3	72%						

Anexo 49 Porcentaje de tiempo de operación día 4

Descripción del Movimiento	Distancia Recorrida Ida y Vuelta (m)	Numero de vueltas	Distancia total recorrida (m)	Tiempo de operación (h)	Número de trabajadores	Sueldo por hora (S/.)	Costo operacional per capita (S/.)
Clavos 2"	160	4	640	0.25	2	7.5	3.75
Clavos 3"	160	3	480	0.25	1	7.5	1.875
Tornillos	160	2	320	0.17	1	7.5	1.275
Mayolica	200	20	4000	1	4	7.5	30
Cemento	200	22	4400	1.17	4	7.5	35.1
Cal	130	6	780	1.17	1	7.5	8.775
Total			10620	4.01			80.775
Porcentaje de tiempo de operación día 4	50%						

Anexo 50 Porcentaje de tiempo de operación día 5

Descripción del Movimiento	Distancia Recorrida Ida y Vuelta (m)	Numero de vueltas	Distancia total recorrida (m)	Tiempo de operación (h)	Número de trabajadores	Sueldo por hora (S/.)	Costo operacional per capita (S/.)
Fierro 1/2"	200	15	3000	1.2	4	7.5	36
Fierro 3/8"	200	20	4000	1.3	4	7.5	39
Fierro 3/4"	200	10	2000	0.8	4	7.5	24
Fierro 5/8"	200	8	1600	0.63	4	7.5	18.9
Drywall	100	24	2400	1.33	4	7.5	39.9
Total			13000	5.26			157.8
Porcentaje de tiempo de operación día 5	66%						

Anexo 51 Porcentaje de tiempo de operación día 6

Descripción del Movimiento	Distancia Recorrida Ida y Vuelta (m)	Numero de vueltas	Distancia total recorrida (m)	Tiempo de operación (h)	Número de trabajadores	Sueldo por hora (S/.)	Costo operacional per capita (S/.)
Clavos 2"	200	4	800	0.82	1	7.5	6.15
Clavos 3"	120	6	720	0.92	1	7.5	6.9
Tornillos	160	12	1920	0.75	1	7.5	5.625
Mayolica	200	20	4000	2.33	4	7.5	69.9
Total			7440	4.82			88.575
Porcentaje de tiempo de operación día 6	60%						

Anexo 52 Porcentaje de tiempo de operación día 7

Descripción del Movimiento	Distancia Recorrida Ida y Vuelta (m)	Numero de vueltas	Distancia total recorrida (m)	Tiempo de operación (h)	Número de trabajadores	Sueldo por hora (S/.)	Costo operacional per capita (S/.)
Porcelanato	200	15	3000	3	4	7.5	90
Mayolica	200	23	4600	3	4	7.5	90
Piso flotante	200	15	3000	2	4	7.5	60
Total			10600	8			240
Porcentaje de tiempo de operación día 7	100%						

Anexo 53 Porcentaje de tiempo de operación día 8

Descripción del Movimiento	Distancia Recorrida Ida y Vuelta (m)	Numero de vueltas	Distancia total recorrida (m)	Tiempo de operación (h)	Número de trabajadores	Sueldo por hora (S/.)	Costo operacional per capita (S/.)
Andamios	200	8	1600	1.33	4	7.5	39.9
Taladros	100	2	200	0.42	1	7.5	3.15
Sierras circulares	100	3	300	0.42	1	7.5	3.15
Escaleras	200	5	1000	0.67	1	7.5	5.025
Martillos	150	2	300	0.67	1	7.5	5.025
Total			3400	3.51			56.25
Porcentaje de tiempo de operación día 8	44%						

Anexo 54 Porcentaje de tiempo de operación día 9

Descripción del Movimiento	Distancia Recorrida Ida y Vuelta (m)	Numero de vueltas	Distancia total recorrida (m)	Tiempo de operación (h)	Número de trabajadores	Sueldo por hora (S/.)	Costo operacional per capita (S/.)
Picos	150	6	900	0.5	1	7.5	3.75
Taladros	120	3	360	0.3	1	7.5	2.25
Carretillas	200	6	1200	0.58	1	7.5	4.35
Escaleras	200	9	1800	0.67	1	7.5	5.025
Botas	120	8	960	0.42	1	7.5	3.15
Total			5220	2.47			18.525
Porcentaje de tiempo de operación día 9	31%						

Anexo 55 Porcentaje de tiempo de operación día 10

Descripción del Movimiento	Distancia Recorrida Ida y Vuelta (m)	Numero de vueltas	Distancia total recorrida (m)	Tiempo de operación (h)	Número de trabajadores	Sueldo por hora (S/.)	Costo operacional per capita (S/.)
Pegamento de PVC	150	8	1200	0.64	1	7.5	4.8
Accesorios de PVC	120	4	480	0.58	1	7.5	4.35
Accesorios de electricos	100	8	800	0.7	1	7.5	5.25
Cable electrico	100	3	300	0.8	2	7.5	12
Total			2780	2.72			26.4
Porcentaje de tiempo de operación día 10	34%						

Anexo 56 Porcentaje de tiempo de operación día 11

Descripción del Movimiento	Distancia Recorrida Ida y Vuelta (m)	Numero de vueltas	Distancia total recorrida (m)	Tiempo de operación (h)	Número de trabajadores	Sueldo por hora (S/.)	Costo operacional per capita (S/.)
Picos	150	6	900	0.58	1	7.5	4.35
Taladros	100	4	400	0.67	1	7.5	5.025
Carretillas	200	9	1800	0.63	1	7.5	4.725
Mayolica	200	15	3000	3	4	7.5	90
Piso flotante	200	10	2000	1.83	4	7.5	54.9
Total			8100	6.71			159
Porcentaje de tiempo de operación día 11	84%						

Anexo 57 Porcentaje de tiempo de operación día 12

Descripción del Movimiento	Distancia Recorrida Ida y Vuelta (m)	Numero de vueltas	Distancia total recorrida (m)	Tiempo de operación (h)	Número de trabajadores	Sueldo por hora (S/.)	Costo operacional per capita (S/.)
Clavos 2"	140	6	840	0.42	1	7.5	3.15
Clavos 3"	140	2	280	0.42	1	7.5	3.15
Taladros	100	6	600	1.1	1	7.5	8.25
Tornillos	140	4	560	0.9	1	7.5	6.75
Total			2280	2.84			21.3
Porcentaje de tiempo de operación día 12	36%						

Anexo 58 Porcentaje de tiempo de operación día 13

Descripción del Movimiento	Distancia Recorrida Ida y Vuelta (m)	Numero de vueltas	Distancia total recorrida (m)	Tiempo de operación (h)	Número de trabajadores	Sueldo por hora (S/.)	Costo operacional per capita (S/.)
Aditivos	140	8	1120	1.42	1	7.5	10.65
Químicos de limpieza	140	10	1400	1	1	7.5	7.5
Tinner	140	3	420	0.92	1	7.5	6.9
Fierro 5/8"	200	6	1200	0.65	4	7.5	19.5
Drywall	120	8	960	1.1	4	7.5	33
Total			5100	5.09			77.55
Porcentaje de tiempo de operación día 13	64%						

Anexo 59 Porcentaje de tiempo de operación día 14

Descripción del Movimiento	Distancia Recorrida Ida y Vuelta (m)	Numero de vueltas	Distancia total recorrida (m)	Tiempo de operación (h)	Número de trabajadores	Sueldo por hora (S/.)	Costo operacional per capita (S/.)
Andamios	200	6	1200	2.1	2	7.5	31.5
Taladros	120	3	360	0.83	1	7.5	6.225
Sierras circulares	100	2	200	0.67	1	7.5	5.025
Escaleras	200	5	1000	1.25	2	7.5	18.75
Total			2760	4.85			61.5
Porcentaje de tiempo de operación día 14	61%						

Anexo 60 Porcentaje de tiempo de operación día 15

Descripción del Movimiento	Distancia Recorrida Ida y Vuelta (m)	Numero de vueltas	Distancia total recorrida (m)	Tiempo de operación (h)	Número de trabajadores	Sueldo por hora (S/.)	Costo operacional per capita (S/.)
Aditivos	140	3	420	0.92	1	7.5	6.9
Tinner	150	8	1200	0.83	1	7.5	6.225
Aguarras	150	3	450	0.75	1	7.5	5.625
Total			2070	2.5			18.75
Porcentaje de tiempo de operación día 15	31%						

Anexo 61 Porcentaje de tiempo de operación día 16

Descripción del Movimiento	Distancia Recorrida Ida y Vuelta (m)	Numero de vueltas	Distancia total recorrida (m)	Tiempo de operación (h)	Número de trabajadores	Sueldo por hora (S/.)	Costo operacional per capita (S/.)
Fierro 3/8"	200	25	5000	1.5	4	7.5	45
Fierro 3/4"	200	10	2000	1.1	4	7.5	33
Drywall	120	18	2160	1.67	4	7.5	50.1
Andamios	150	8	1200	2.1	4	7.5	63
Total			10360	6.37			191.1
Porcentaje de tiempo de operación día 16	80%						

Anexo 62 Porcentaje de tiempo de operación día 17

Descripción del Movimiento	Distancia Recorrida Ida y Vuelta (m)	Numero de vueltas	Distancia total recorrida (m)	Tiempo de operación (h)	Número de trabajadores	Sueldo por hora (S/.)	Costo operacional per capita (S/.)
Picos	140	20	2800	1.33	2	7.5	19.95
Palas	140	6	840	0.83	2	7.5	12.45
Cascos	120	10	1200	0.67	1	7.5	5.025
Botas	120	8	960	0.75	1	7.5	5.625
Soleras de madera	60	7	420	0.83	1	7.5	6.225
Total			6220	4.41			49.275
Porcentaje de tiempo de operación día 17	55%						

Anexo 63 Porcentaje de tiempo de operación día 18

Descripción del Movimiento	Distancia Recorrida Ida y Vuelta (m)	Numero de vueltas	Distancia total recorrida (m)	Tiempo de operación (h)	Número de trabajadores	Sueldo por hora (S/.)	Costo operacional per capita (S/.)
Aditivos	140	5	700	1.2	2	7.5	18
Químicos de limpieza	140	8	1120	1	2	7.5	15
Tinner	140	5	700	0.67	1	7.5	5.025
Aguarras	140	5	700	0.6	1	7.5	4.5
Total			3220	3.47			42.525
Porcentaje de tiempo de operación día 18	43%						

Anexo 64 Porcentaje de tiempo de operación día 19

Descripción del Movimiento	Distancia Recorrida Ida y Vuelta (m)	Numero de vueltas	Distancia total recorrida (m)	Tiempo de operación (h)	Número de trabajadores	Sueldo por hora (S/.)	Costo operacional per capita (S/.)
Cemento	200	25	5000	1.63	4	7.5	48.9
Pegamento para mayólica	160	14	2240	1	4	7.5	30
Yeso	150	18	2700	1.41	4	7.5	42.3
Total			9940	4.04			121.2
Porcentaje de tiempo de operación día 19	51%						

Anexo 65 Porcentaje de tiempo de operación día 20

Descripción del Movimiento	Distancia Recorrida Ida y Vuelta (m)	Numero de vueltas	Distancia total recorrida (m)	Tiempo de operación (h)	Número de trabajadores	Sueldo por hora (S/.)	Costo operacional per capita (S/.)
Fierro 3/4"	200	7	1400	1.25	4	7.5	37.5
Drywall	120	21	2520	1.33	4	7.5	39.9
Andamios	200	9	1800	2.67	4	7.5	80.1
Sierras circulares	100	7	700	0.77	1	7.5	5.775
Total			6420	6.02			163.275
Porcentaje de tiempo de operación día 20	75%						

