



GESTIÓN DE OPERACIONES INDUSTRIALES

Sitio Web: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/RINGIND>

Facultad de Ingeniería
Ingeniería Industrial



Universidad Nacional de
Trujillo

Esta obra está publicada bajo una licencia [CC BY 4.0 DEED](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



Reducción de tiempos muertos mediante la aplicación de herramientas de gerencia de operaciones en la fabricación de maquinaria agrícola

Reduction of downtime through the application of operations management tools in agricultural machinery manufacturing

Bruno Fabrizzio Teran Ruiz^{1*} , Jhony Daniel Zavaleta Chichipe¹ 

¹ Maquinaria y Tecnología S.A.C., Virú, Perú

* Autor de correspondencia: brunofabrizziot@gmail.com

Fecha de recepción: 10.06.2025 | Fecha de aceptación: 11.11.2025

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de la aplicación de herramientas de gerencia de operaciones en la reducción de tiempos muertos en el proceso de fabricación de maquinaria agrícola en una empresa metalmeccánica durante 2024. Se desarrolló una investigación de enfoque cuantitativo con un diseño preexperimental de tipo pretest–posttest, considerando una muestra de 72 jornadas laborales seleccionadas aleatoriamente de un total de 144. El diagnóstico inicial permitió identificar como principales causas de los tiempos muertos la desorganización del área de trabajo, la falta de control de los tiempos de producción, las fallas de maquinaria y una deficiente distribución de planta. En respuesta, se implementaron de manera integrada herramientas como el estudio de tiempos, la metodología 5S, el Mantenimiento Productivo Total (TPM) y el rediseño de la distribución de planta. Los resultados evidenciaron una reducción significativa del 32.1% en los tiempos muertos ($p < .001$) y un nivel de cumplimiento del 84.7% en la aplicación de 5S. Se concluye que la aplicación integrada de herramientas de gerencia de operaciones mejora significativamente la eficiencia productiva en la empresa en estudio.

Palabras Clave: tiempos muertos, gerencia de operaciones, distribución de planta, eficiencia productiva.

ABSTRACT

The study aimed to determine the effect of applying operations management tools on reducing downtime in the agricultural machinery manufacturing process at the metalworking company under study during 2024. A quantitative research approach with a pre-experimental pretest–posttest design was employed, considering a sample of 72 workdays randomly selected from a total of 144. The initial diagnosis identified disorganization in the work area, lack of production time control, machinery failures, and poor plant layout as the main causes of downtime. In response, operations management tools were implemented in an integrated manner, including time study, the 5S methodology, Total Productive Maintenance (TPM), and plant layout redesign. The results showed a significant reduction of 32.1% in downtime ($p < .001$) and an 84.7% compliance level in the implementation of 5S. It is concluded that the integrated application of operations management tools significantly improves productive efficiency in the company under study.

Keywords: downtime, operations management, plant layout, productive efficiency.

1. Introducción

A nivel global, las empresas enfrentan el desafío permanente de mejorar su desempeño operativo para mantenerse competitivas en entornos cada vez más dinámicos y exigentes. En este contexto, el sector manufacturero ha desempeñado históricamente un rol estratégico en el crecimiento económico, al dinamizar cadenas productivas y generar valor agregado. Si bien la pandemia de la COVID-19 provocó una desaceleración significativa de la actividad industrial, la reapertura progresiva de los mercados ha permitido una recuperación sostenida de la demanda, tanto interna como externa, consolidando nuevamente al sector manufacturero como un pilar fundamental de la economía (Flores & Zavala, 2024).

En este escenario, la fabricación inteligente se caracteriza por la integración de tecnologías como el big data, sensores avanzados, sistemas ciberfísicos, inteligencia artificial, Internet de las cosas e impresión 3D, con el propósito de mejorar la eficiencia, la flexibilidad y la confiabilidad de los procesos productivos.

En el contexto del mercado internacional actual, la industria manufacturera viene experimentando una transición hacia sistemas productivos más inteligentes y sostenibles, impulsada por la digitalización y la integración de tecnologías avanzadas. Este proceso no solo busca mejorar la eficiencia operativa, sino también incorporar criterios de sostenibilidad y enfoque humano en los sistemas de producción, en línea con la evolución de la Industria 4.0 hacia modelos de Industria 5.0 (Sarkar et al., 2024).

A nivel nacional, el sector metalmecánico peruano ha mostrado un crecimiento económico sostenido, registrando un incremento aproximado del 10.2% entre los años 2018 y 2022, y abasteciendo maquinaria y equipos a sectores estratégicos como la minería, el transporte y la agricultura (Arteaga Asalde, 2020). No obstante, este crecimiento no siempre se ha visto acompañado por mejoras equivalentes en productividad. En muchas empresas del sector, especialmente aquellas que operan bajo sistemas de producción por pedido, persisten prácticas empíricas y una deficiente organización del taller, lo que repercute negativamente en los tiempos de entrega y en los márgenes de rentabilidad (Canales Membrillo & Espinoza Navarro, 2021).

Dentro de los procesos productivos, el tiempo constituye un factor crítico, ya que cualquier interrupción impacta de manera directa en la eficiencia operativa y en los resultados económicos de la organización. Los tiempos muertos representan períodos de inactividad en los que no se genera valor, ocasionando pérdidas económicas directas y una disminución de la capacidad productiva. Por ello, su identificación y reducción resultan fundamentales para mejorar la productividad y optimizar los costos operativos (Hernández et al., 2024).

En la empresa objeto de estudio, dedicada a la fabricación de maquinaria agrícola, si bien los operarios cuentan con competencias técnicas para el desarrollo de sus actividades, se evidenció una limitada formación en herramientas de mejora continua, tales como la metodología 5S y el mantenimiento preventivo. Según información proporcionada por la gerencia, la capacidad máxima de producción es de cuatro unidades mensuales del producto principal Porta Bins; sin embargo, deficiencias en la organización del área de trabajo y en la planificación de las operaciones han generado retrasos en las entregas y pérdidas económicas, afectando el desempeño operativo de la empresa.

En este contexto, la toma de decisiones basada en datos se consolida como una estrategia clave para alcanzar la excelencia operativa, al permitir identificar compensaciones entre criterios, reducir la variabilidad de los procesos y alinear los objetivos operativos con los

objetivos estratégicos de la organización (Liu & Lai, 2025). Bajo esta perspectiva, el presente estudio tiene como objetivo aplicar herramientas de gerencia de operaciones para reducir los tiempos muertos en el proceso de fabricación de maquinaria agrícola en una empresa metalmecánica durante el año 2024, a través del diagnóstico del proceso, la identificación de causas raíz, la implementación de propuestas de mejora y su evaluación mediante indicadores productivos (Quinto de la Cruz, 2021).

En consecuencia, la investigación se justifica por la necesidad de fortalecer la gestión de operaciones en empresas metalmecánicas que enfrentan limitaciones organizativas y productivas, aportando evidencia empírica sobre la efectividad de herramientas clásicas de mejora continua en contextos reales de manufactura. Asimismo, el estudio contribuye al ámbito académico y profesional al integrar enfoques de análisis operativo con indicadores cuantificables, ofreciendo una base metodológica que puede servir de referencia para futuras investigaciones y para la toma de decisiones en organizaciones del sector.

2. Metodología

El presente estudio es de tipo aplicado, con enfoque cuantitativo y diseño preexperimental de tipo pretest–posttest, ya que emplea herramientas de gerencia de operaciones para resolver un problema real de tiempos muertos en el proceso de fabricación de maquinaria agrícola en una empresa metalmecánica, sin la inclusión de un grupo control. Se utilizó el método hipotético-deductivo, partiendo de fundamentos teóricos de la gestión de operaciones para su contrastación empírica en la empresa objeto de estudio. La población estuvo conformada por 144 jornadas laborales, de las cuales se seleccionó una muestra de 72 mediante muestreo aleatorio simple, distribuidas equitativamente entre el periodo previo y posterior a la intervención. Para la recolección y análisis de datos se emplearon técnicas de entrevista, encuesta, observación directa, revisión documental y análisis estadístico, utilizando como instrumentos guías de entrevista y encuesta, formatos de registro de tiempos muertos, guías de cumplimiento y fichas de análisis documental. La intervención incluyó la aplicación integrada del estudio de tiempos, la metodología 5S, el Mantenimiento Productivo Total (TPM) y el rediseño de la distribución de planta. El análisis de los datos se realizó mediante estadística descriptiva e inferencial, aplicando la prueba de hipótesis para la diferencia de medias con apoyo del software IBM SPSS. El procedimiento detallado de recolección y tratamiento de los datos se presenta en la Tabla A1 (ver Anexos), con la finalidad de facilitar la replicabilidad y evaluación crítica del estudio.

3. Resultados y discusión

En esta sección se presentan y analizan los resultados obtenidos tras la aplicación integrada de herramientas de gerencia de operaciones en el proceso de fabricación de maquinaria agrícola Porta Bins en una empresa metalmecánica. El análisis se estructura a partir del diagnóstico inicial del desempeño operativo, la identificación y priorización de las causas raíz de los tiempos muertos, la evaluación de los resultados alcanzados por cada herramienta implementada y el análisis cuantitativo del impacto global de la intervención sobre los indicadores operativos.

La evaluación inicial del área de producción evidenció un bajo nivel de cumplimiento de la metodología 5S, con un promedio de 18.6%, valor significativamente inferior al nivel esperado del 80% (Tabla 2). Las mayores brechas se observaron en las dimensiones “Disciplina” (8%) y “Seleccionar” (15%), lo que refleja una limitada estandarización del

puesto de trabajo y una alta variabilidad en la disposición de herramientas y materiales (Figura 1).

Tabla 2

Situación inicial del área de producción frente al cumplimiento de las 5S

Ítems	Puntaje	Puntaje Máximo	Nivel inicial (%)	Nivel esperado (%)
Seleccionar	3	20	15%	80%
Ordenar	2	5	40%	80%
Limpiar	1	8	13%	80%
Estandarizar	1	6	17%	80%
Disciplina	1	12	8%	80%
Promedio	1.80	10.20	18.60%	80%

Nota. Los niveles porcentuales se calcularon en función del puntaje máximo establecido para cada dimensión de la metodología 5S, a partir del formato de evaluación aplicado en el área de producción.

Figura 1

Situación inicial del área de producción frente al cumplimiento de la metodología 5S



Nota. Elaborado a partir de los resultados del diagnóstico inicial del área de producción.

Desde una perspectiva operativa, estos resultados no solo evidencian problemas de orden y limpieza, sino también condiciones propicias para la generación de tiempos muertos, tales como demoras en la búsqueda de herramientas, interrupciones del flujo productivo y reprocesos derivados de un entorno de trabajo desorganizado. Este comportamiento es consistente con lo reportado en estudios previos, donde la ausencia de estándares operativos sostenidos se asocia con pérdidas de productividad en talleres metalmeccánicos (Vásquez Valencia, 2020).

Con el fin de explicar el origen de los tiempos muertos identificados en la línea base, se aplicó un análisis basado en el juicio de los trabajadores del área de producción, identificándose ocho causas principales (Tabla 3). Estas causas fueron organizadas mediante un diagrama de Ishikawa (Figura 2) y posteriormente priorizadas utilizando el análisis de Pareto (Tabla 4; Figura 3).

Tabla 3

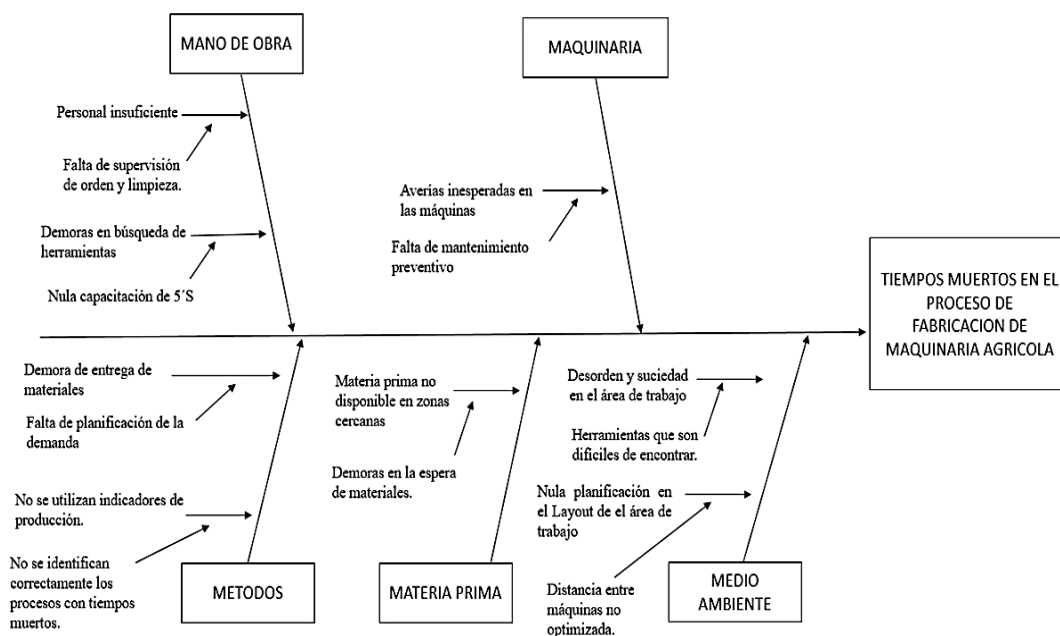
Priorización de causas raíz de los tiempos muertos según juicio de los trabajadores

Código	Causa	Puntaje total
C1	Falta de supervisión de orden y limpieza	23
C2	Demoras en la búsqueda de herramientas	23
C3	Falta de planificación de la demanda	11
C4	Falta de control de tiempos de producción	24
C5	Demoras en la espera de materiales	9
C6	Averías inesperadas en las máquinas	17
C7	Desorden y suciedad en el área de trabajo	25
C8	El espacio de trabajo no se encuentra optimizado en la ubicación de las máquinas	16

Nota. El puntaje total corresponde a la suma de las valoraciones asignadas por seis trabajadores del área de producción, quienes evaluaron la incidencia de cada causa en la generación de tiempos muertos.

Figura 2

Diagrama de Ishikawa de las causas raíz de los tiempos muertos

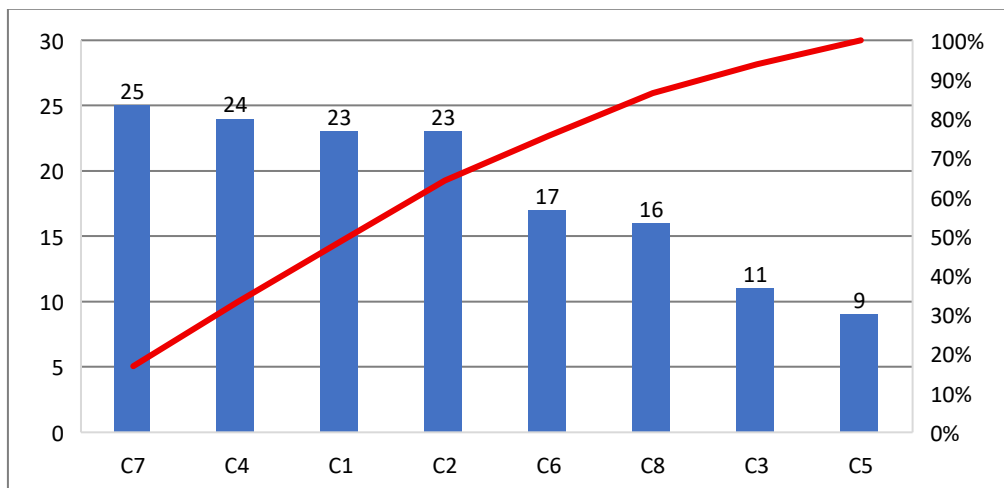


Nota. Elaborado a partir del análisis del juicio de los trabajadores del área de producción.

Tabla 4*Causas raíz de los tiempos muertos ordenadas según análisis de Pareto*

Código	Causas	Puntaje	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado
C7	Desorden y suciedad en el área de trabajo	25	16.89	16.89
C4	Falta de control de tiempos de producción	24	16.22	33.11
C1	Falta de supervisión de orden y limpieza	23	15.54	48.65
C2	Demoras en la búsqueda de herramientas	23	15.54	64.19
C6	Averías inesperadas en las máquinas	17	11.49	75.68
C8	El espacio de trabajo no se encuentra optimizado en la ubicación de las máquinas	16	10.81	86.49
C3	Falta de planificación de la demanda	11	7.43	93.92
C5	Demoras en la espera de materiales	9	6.08	100

Nota. Los porcentajes se calcularon respecto al puntaje total acumulado obtenido a partir de la valoración realizada por los trabajadores del área de producción.

Figura 3*Diagrama de Pareto de las causas raíz de los tiempos muertos*

Nota. Elaborado a partir de los resultados del juicio de los trabajadores del área de producción.

Los resultados muestran que las cuatro causas con mayor impacto son: desorden y suciedad en el área de trabajo (C7), falta de control de tiempos de producción (C4), falta de supervisión de orden y limpieza (C1) y demoras en la búsqueda de herramientas (C2), concentran el 64.19% del impacto total acumulado. Este hallazgo es relevante, ya que evidencia que los tiempos muertos no responden a fallas aisladas, sino a un conjunto de factores interrelacionados vinculados con la disciplina operativa, el control del proceso y la organización del entorno de trabajo.

Desde la lógica de la gerencia de operaciones, este patrón sugiere que intervenir sobre estas causas prioritarias permite atacar simultáneamente múltiples fuentes de ineficiencia,

lo cual coincide con lo señalado por Hernández et al. (2024), quienes destacan que el desorden del área productiva y la falta de control del proceso constituyen detonantes recurrentes de tiempos improductivos en empresas metalmecánicas.

Tras la implementación de la metodología 5S, el nivel de cumplimiento promedio alcanzó el 84.7%, lo que representa un incremento de 62.2 puntos porcentuales respecto a la situación inicial (Tabla 5). Las mayores mejoras se observaron en las dimensiones “Seleccionar”, “Limpiar” y “Estandarizar”, evidenciando un entorno de trabajo más ordenado y controlado (Figura 4). Los hallazgos obtenidos son coherentes con estudios sobre manufactura esbelta que destacan una mayor eficiencia operativa cuando las herramientas lean se aplican de forma integrada y contextualizada (Naveen Kumar et al., 2022).

Tabla 5

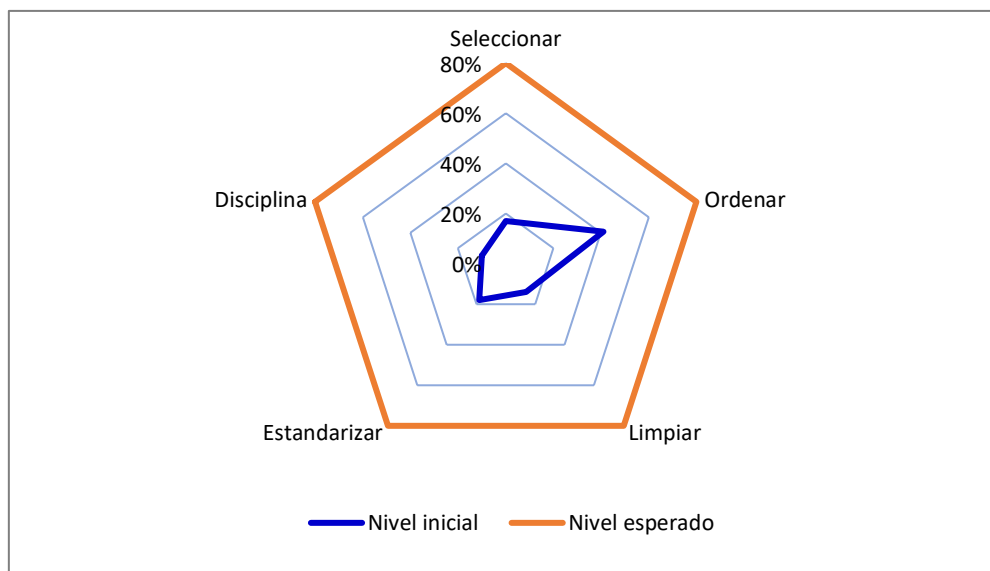
Nivel de cumplimiento alcanzado en la metodología 5S tras la intervención

Ítems	Nivel inicial (%)	Nivel alcanzado (%)	Variación (%)
Seleccionar	15.0	85.0	70.0
Ordenar	40.0	80.0	40.0
Limpiar	13.0	87.5	74.5
Estandarizar	17.0	87.5	70.5
Disciplina	8.0	83.3	75.3
Promedio	18.6	84.7	62.2

Nota. Los niveles porcentuales corresponden al grado de cumplimiento de cada dimensión de la metodología 5S antes y después de la intervención, calculados en función del puntaje máximo establecido en el instrumento de evaluación aplicado en el área de producción.

Figura 4

Nivel de cumplimiento alcanzado en la metodología 5S



Nota. Elaborado a partir de los resultados de la evaluación del cumplimiento de la metodología 5S posterior a la intervención.

Este resultado es relevante desde el enfoque Lean, ya que la mejora del orden y la estandarización reduce desperdicios asociados a movimientos innecesarios, búsquedas prolongadas e interrupciones del proceso, contribuyendo a una mayor estabilidad operativa y facilitando la mejora continua (Anaconda et al., 2024).

El estudio de tiempos permitió estandarizar las principales actividades del proceso productivo, obteniéndose un tiempo ciclo total de 2459.28 minutos por unidad fabricada (Tabla 6). En comparación con el tiempo inicial reportado de 3430 minutos, la reducción observada evidencia una mejora significativa en la eficiencia del proceso, atribuible a la eliminación de actividades no productivas y a una mejor secuenciación de las operaciones.

Tabla 6

Estudio de tiempos por actividad del proceso de producción de Porta Bins

Actividad	TP (min)	Valoración	TN (min)	TS (min)	TE (min)
Maquinado de cilindros	305.26	1.00	305.26	7.28	312.54
Armado del Chasis	56.58	1.00	56.58	1.35	57.93
Soldadura del Chasis	365.35	1.00	365.35	8.72	374.07
Pintado epóxido	163.18	1.00	163.18	3.89	167.07
Pintado de color	229.34	1.00	229.34	5.47	234.81
Montaje del sistema de autocarga	693.31	1.00	693.31	16.54	709.85
Ensamblaje de partes móviles	344.93	1.00	344.93	8.23	353.16
Empernado	70.38	1.00	70.38	1.68	72.06
Engrase	111.65	1.00	111.65	2.66	114.31
Inspección final	62.00	1.00	62.00	1.48	63.48
Tiempo del Ciclo (min)					2459.28

Nota. TP = tiempo promedio observado; TN = tiempo normal; TS = tiempo suplementario por fatiga y necesidades personales (2.39 %); TE = tiempo estándar. La valoración corresponde al factor de ritmo aplicado durante el estudio de tiempos.

Desde una perspectiva operativa, la estandarización de tiempos constituye una base fundamental para la planificación, programación y control de la producción, especialmente en sistemas por pedido, donde la variabilidad del proceso suele generar retrasos y sobrecostos.

Antes de la aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM), los equipos presentaban fallas recurrentes y tiempos de reparación que afectaban su disponibilidad (Tabla 7). Posteriormente, se observó una reducción significativa en el número total de fallas y en los tiempos promedio de reparación en los equipos con información completa, particularmente en el torno y las soldadoras (Tabla 8).

Estos resultados reflejan una mejora en la confiabilidad de los equipos y una disminución de las paradas no planificadas, lo cual se traduce directamente en una reducción de los tiempos muertos asociados a fallas de maquinaria.

La reorganización física del área productiva permitió reducir la distancia recorrida por unidad producida de 892.11 m a 651.95 m, equivalente a una mejora del 26.92 % (Tablas 9 y 10).

Tabla 7*Indicadores de desempeño de la maquinaria previos a la implementación del TPM*

Indicador	Torno	Fresadora	S1	S2	S3
Tiempo de Operación (h)	70.73	22.34	34.91	34.91	34.91
Número Total de Fallas	3	2	1	2	1
Tiempo Promedio Entre Fallas (h)	23.58	11.17	34.91	17.45	34.91
Tiempo Total de Falla (h)	10.22	3.80	-	3.14	-
Tiempo Promedio de Reparación (h)	3.41	1.90	2.58	1.57	2.34
Disponibilidad (%)	87.37	85.46	93.11	91.74	93.72

Nota. S1, S2 y S3 corresponden a las soldadoras 1, 2 y 3 respectivamente. El tiempo de operación total fue estimado a partir de los tiempos de producción estandarizados. El símbolo (-) indica ausencia de registro de fallas durante el periodo evaluado.

Tabla 8*Indicadores de desempeño de la maquinaria posteriores a la implementación del TPM*

Máquina	Número Total de Fallas		Tiempo promedio de Reparación (h)	
	Antes	Después	Antes	Después
Torno	3	1	3.41	1.19
Fresadora	2	0	1.90	-
Soldadora 1	1	0	2.58	-
Soldadora 2	2	0	1.57	-
Soldadora 3	1	1	2.34	1.50

Nota. El símbolo (-) indica ausencia de registros de fallas durante el periodo posterior a la implementación del TPM, por lo que no fue posible calcular el tiempo promedio de reparación. El análisis post intervención se realizó únicamente para los equipos con información completa.

Tabla 9*Distancia recorrida por unidad producida antes de la optimización del layout*

Área de origen	Área de destino	Distancia (m/unidad)
Patio de maniobras	Corte y torneado	202.60
Almacén	Corte y torneado	160.38
Almacén	Soldadura	65.40
Almacén	Ensamblaje	246.24
Almacén	Pintura y secado	91.44
Corte y torneado	Soldadura	80.82
Soldadura	Ensamblaje	13.25
Ensamblaje	Pintura y secado	18.19
Ensamblaje	Calibrado	13.79
Total recorrido		892.11

Nota. La distancia total corresponde a la suma de los recorridos realizados durante la fabricación de una unidad de maquinaria Porta Bins antes de la optimización de la distribución de planta.

Tabla 10*Distancia recorrida por unidad producida después de la optimización del layout*

Área de origen	Área de destino	Distancia (m/unidad)
Patio de maniobras	Ensamblaje	68.00
Almacén	Soldadura	58.86
Almacén	Corte y torneado	136.80
Almacén	Ensamblaje	205.74
Almacén	Pintura y secado	105.36
Calibrado	Ensamblaje	13.85
Corte y torneado	Soldadura	42.84
Soldadura	Calibrado	13.79
Ensamblaje	Pintura y secado	6.71
Total recorrido		651.95

Nota. La distancia total corresponde a la suma de los recorridos realizados durante la fabricación de una unidad de maquinaria Porta Bins luego de la optimización de la distribución de planta, obtenida a partir de la matriz de distancias optimizada mediante la resolución del problema de asignación cuadrática (QAP).

Este resultado es relevante desde el punto de vista de la logística interna, ya que una menor distancia recorrida contribuye a reducir tiempos de traslado, fatiga del personal e interrupciones innecesarias del flujo productivo, favoreciendo una mayor fluidez operativa (Montaña et al., 2025). Los resultados obtenidos coinciden con estudios que resaltan la importancia de indicadores de rendimiento de layout y la planificación sistemática de la distribución física, al permitir una mejor alineación entre flujo de materiales, tiempos de proceso y eficiencia operativa (Flessas et al., 2015).

El impacto global de la propuesta de mejora se evidencia en la reducción de la proporción de tiempos muertos, que pasó de 21.51 % (D.E. = 3.63) antes de la intervención a 14.64 % (D.E. = 1.83) después de su implementación (Tabla 11). Asimismo, se registraron mejoras consistentes en indicadores específicos como paradas de maquinaria y retrasos en la programación.

Tabla 11*Estadísticos descriptivos del indicador proporción de tiempos muertos antes y después de la intervención*

Indicador	Antes (M)	Antes (DE)	Después (M)	Después (DE)
Proporción de tiempos muerto (%)	21.51	3.63	14.64	1.83
Parada de maquinaria (%)	5.11	0.25	0.27	0.00
Retrasos en la programación (%)	4.26	0.17	2.58	0.06
Interrupciones imprevistas (%)	2.45	0.06	1.60	0.03
Disponibilidad de herramientas (%)	3.16	0.10	2.35	0.05
Necesidades fisiológicas y fatiga (%)	2.33	0.05	2.38	0.06
Cambios de turno (%)	0.75	0.01	0.96	0.01

Nota. M = media; DE = desviación estándar.

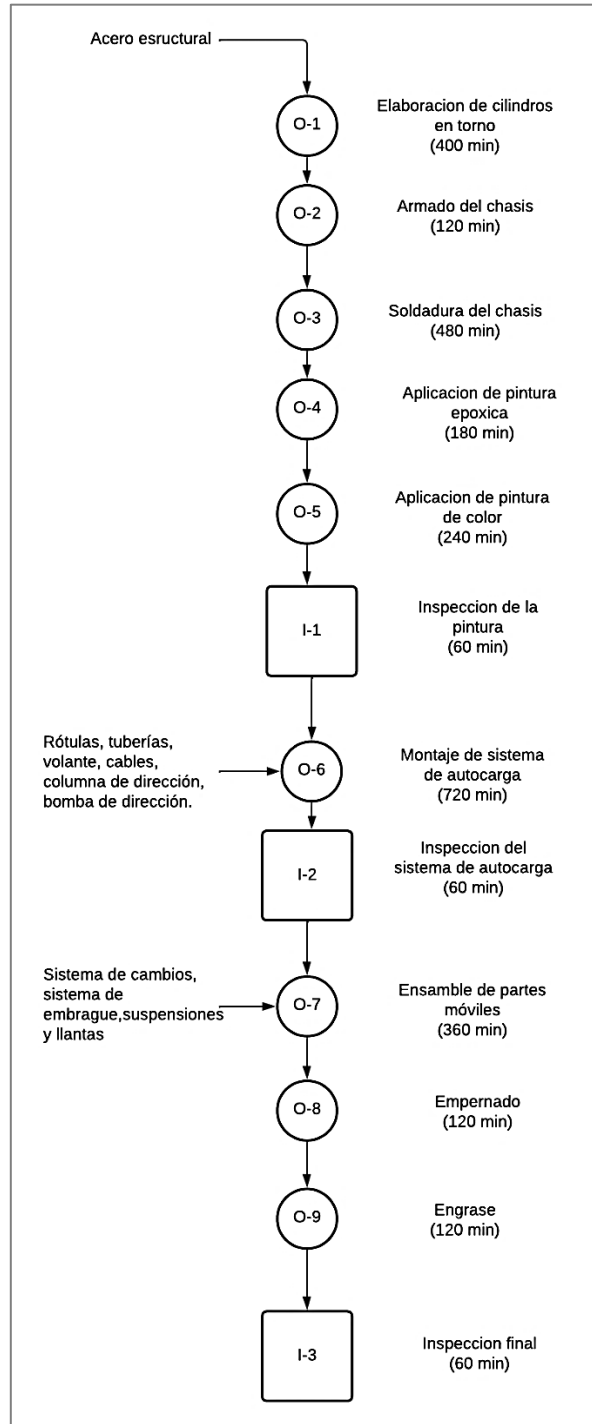
La prueba de hipótesis para la diferencia de medias confirmó que la reducción observada es estadísticamente significativa ($t = -9.80$; $p < .001$), validando empíricamente el efecto

positivo de la aplicación de herramientas de gerencia de operaciones sobre los tiempos muertos de producción (Tabla 12).

La estandarización del proceso productivo se consolidó mediante la definición clara de las operaciones e inspecciones, así como de los tiempos estándar asociados a cada actividad, lo cual se representa en el diagrama de operaciones del proceso (Figura 5).

Figura 5

Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de Porta Bins



Nota. El diagrama representa la secuencia de operaciones e inspecciones del proceso productivo, incluyendo los tiempos estándar de cada actividad, posterior a la implementación de las mejoras.

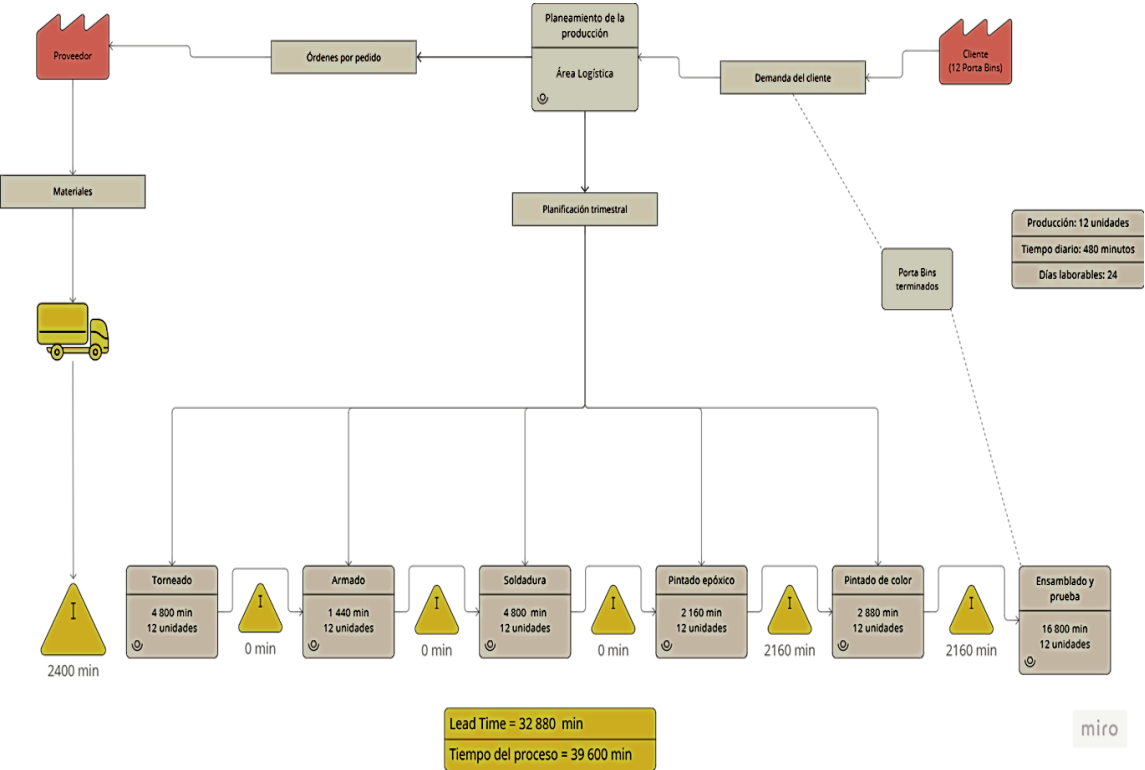
Tabla 12
Prueba de hipótesis para la diferencia de la proporción de tiempos muertos

Variable	t	gl	p	Diferencia de medias	Error estándar	IC 95% Inferior	IC 95% Superior
(p _f - p _i)	-9.80	70	< .001	-0.069	0.007	-0.055	-0.083

Nota. p_f – p_i representa la diferencia entre la proporción de tiempos muertos posterior y previa a la intervención. IC = intervalo de confianza.

El Value Stream Mapping (VSM) permitió visualizar los flujos de materiales e información en la operación inicial, identificando puntos críticos asociados a esperas, interrupciones y acumulación de tiempos improductivos (Figura 6). Esta herramienta cumplió un rol integrador, al vincular el diagnóstico inicial con las acciones de mejora implementadas.

Figura 6
Mapa de flujo de valor (VSM) preliminar del proceso de fabricación de Porta Bins



Nota. El VSM representa el estado inicial del proceso productivo y fue elaborado a partir de la información proporcionada por los trabajadores del área de producción y la gerencia de la empresa.

En conjunto, los resultados evidencian que una intervención integral, basada en metodologías estructuradas de gerencia de operaciones, permite transformar procesos empíricos en sistemas productivos más estables, eficientes y controlados, fortaleciendo la competitividad de las empresas metalmeccánicas.

4. Conclusiones

La aplicación integrada de herramientas de gerencia de operaciones permitió mejorar de manera significativa la organización y la productividad del proceso de fabricación de maquinaria agrícola en una empresa metalmecánica. La implementación de la metodología 5S, el estudio de tiempos, el mantenimiento preventivo y la optimización de la distribución de planta se reflejó en una reducción de la proporción de tiempos muertos de 21.51% a 14.64%, así como en una disminución de las paradas de maquinaria, evidenciando una mejora sustancial en el desempeño operativo.

El diagnóstico previo del proceso productivo, apoyado en herramientas de análisis como el mapa de flujo de valor y el diagrama de operaciones del proceso, facilitó la identificación de las causas raíz de los principales problemas operativos. Este análisis permitió orientar el diseño de una propuesta de mejora ajustada a la realidad de la empresa, priorizando intervenciones sobre aspectos críticos como la organización del área de trabajo, el control de tiempos de producción y la gestión del mantenimiento.

Los resultados obtenidos demostraron que la intervención tuvo un impacto estadísticamente significativo en la reducción de los tiempos muertos de producción, lo cual fue confirmado mediante la prueba de hipótesis aplicada, con un nivel de significancia inferior a 0.001. Este resultado valida empíricamente la efectividad del enfoque de gerencia de operaciones implementado y confirma el cumplimiento del objetivo planteado en la investigación.

Asimismo, la estandarización del proceso productivo permitió reducir el tiempo ciclo de fabricación de una unidad de maquinaria Porta Bins de 3430.00 a 2459.28 minutos, reflejando una mejora relevante en la eficiencia operativa y en la continuidad del flujo productivo. Esta reducción se asocia directamente con la eliminación de actividades que no agregan valor, la mejora del layout y la mayor disponibilidad de los equipos productivos.

En conjunto, los hallazgos del estudio constituyen un aporte metodológico y práctico para la gestión de operaciones en pequeñas y medianas empresas del sector metalmecánico, al demostrar que la integración de herramientas de mejora continua puede generar mejoras cuantificables en productividad y eficiencia aun en contextos con recursos limitados. Como línea futura de investigación, resulta pertinente evaluar la sostenibilidad de los resultados a mediano plazo mediante auditorías periódicas de desempeño, así como ampliar la aplicación de estas herramientas a otros procesos productivos, incorporando tecnologías de monitoreo digital y análisis de datos en tiempo real.

5. Referencias Bibliográficas

Anacona-Mopan, Y., Segura-Dorado, J., & Paz-Orozco, H. (2023). Optimización de la distribución en planta con formulación QAP y simulación de eventos discretos. *Informador Técnico*, 87(1), 13–28. <https://doi.org/10.23850/22565035.4814>

Arteaga Asalde, J. R. (2020). Incremento del nivel de servicio en un taller metalmecánico mediante la herramienta justo a tiempo [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio de Tesis USAT. http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/3124/1/TIB_ArteagaAsaldeJessica.pdf

Canales Membrillo, S. M., & Espinoza Navarro, G. P. (2021). Trabajo de investigación sobre productividad en procesos metalmecánicos [Trabajo académico, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/654605>

Flessas, M., Rizzardi, V., Tortorella, G., Fettermann, D., & Marodin, G. (2015). Layout performance indicators and systematic layout planning. *British Food Journal*, 117(8), 2098–2111. <https://doi.org/10.1108/BFJ-01-2015-0012>

Flores Coveñas, M. N., & Zavala Galán, W. E. (2024). Metodología 5S en el sector manufacturero. *Journal of Scientific and Technological Research Industrial*, 5(2), 42–54. <https://doi.org/10.47422/jstri.v5i2.54>

Hernández Ledezma, I. L., Castillo Treviño, Z., Zapata Rebollozzo, A., & Alcalá Salinas, C. A. (2024). Identificación y reducción de tiempos muertos como estrategia de productividad en la industria metalmecánica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14726

Liu, W., & Lai, X. (2025). Integrating decision tools for efficient operations management through innovative approaches. *Scientific Reports*, 15, 16187. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-99022-8>

Montaña, J., Mendoza, J., & Segura, J. (2018). Desarrollo e implementación de la herramienta VSM para la división producción de la industria licorera del Cauca. *KnE Engineering*, 3(1), 843–852. <https://doi.org/10.18502/keg.v3i1.1505>

Naveen Kumar, Hasan, S. S., Srivastava, K., Akhtar, R., Yadav, R. K., & Choubey, V. K. (2022). Lean manufacturing techniques and its implementation: A review. *Materials Today: Proceedings*, 64, 321–327. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.481>

Quinto De la Cruz, J. L. (2021). Aplicación del estudio de tiempos y su relación con la productividad del personal operativo en el área de reparación en una empresa metalmecánica dedicada al mantenimiento de maquinaria pesada [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Callao]. Repositorio Institucional UNAC. <https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/4240>

Sarkar, B. D., Shardeo, V., Dwivedi, A., & Pamucar, D. (2024). Digital transition from industry 4.0 to industry 5.0 in smart manufacturing: A framework for sustainable future. *Technology in Society*, 78, 102649. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102649>

Vásquez Valencia, J. X. (2020). Elaboración de un plan de producción más limpia para los procesos de manufactura en el taller de mecánica industrial JV [Tesis de maestría, Universidad del Azuay]. Repositorio Institucional Universidad del Azuay. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/9740/1/15360.pdf>

Anexo A

Procedimiento metodológico de la investigación

Tabla A1

Procedimiento para la recolección de datos

Objetivo	Fuentes e informantes	Técnica de recolección de datos	Instrumento	Tratamiento de los datos	Resultados esperados
Describir la situación inicial del proceso de producción de maquinaria agrícola <i>Porta Bins</i>	Trabajadores de la empresa metalmecánica Maqtecno S.A.C.	Entrevista	Guía de entrevista	Mapa de procesos, DAP provisional, VSM preliminar y evaluación del nivel de cumplimiento de 5S	Descripción inicial del proceso productivo y estimaciones preliminares de tiempo
Identificar las principales causas del incremento de los tiempos muertos en el proceso productivo	Trabajadores de la empresa metalmecánica Maqtecno S.A.C.	Encuesta	Guía de encuesta	Análisis de Pareto	Selección de las causas raíz que concentran el mayor impacto en los tiempos muertos
Desarrollar una propuesta de mejora basada en herramientas de gerencia de operaciones	Bibliografía especializada y antecedentes de investigación	Revisión documental	Ficha de análisis documental	Análisis de contenido	Identificación de herramientas óptimas para la mejora del proceso
Implementar la propuesta de mejora en el proceso de producción	Empresa metalmecánica Maqtecno S.A.C.	Observación directa	Guía de cumplimiento	Cálculo del porcentaje de implementación	Nivel de implementación igual o superior al 80%
Registrar los tiempos muertos por jornada laboral	Empresa metalmecánica Maqtecno S.A.C.	Observación directa	Formato de registro de tiempos muertos	Sistematización por jornada	Registro de 72 observaciones de tiempos muertos
Evaluar el impacto de la propuesta en los tiempos muertos de producción	Registros de tiempos muertos	Análisis estadístico	IBM SPSS	Prueba de hipótesis para la diferencia de medias	Verificación de la reducción significativa de los tiempos muertos

Nota. La tabla sintetiza el procedimiento metodológico seguido para la recolección y análisis de datos, con fines de replicabilidad y evaluación crítica.