



Universidad
Norbert Wiener

FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
Y DE GESTIÓN EMPRESARIAL

Tesis

Metodología SMED para optimizar la productividad en el área de
mantenimiento de una empresa de transporte, Lima 2026

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Industrial y de Gestión Empresarial

Presentado por:

Autora: Ccallo Taipe, Milagros Andrea

Código ORCID: <https://orcid.org/000-0001-9221-0408>

Asesor: Mg. Cáceres Trigos, Jorge Ernesto

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5582-3002>

Lima – Perú

2026

	DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033	VERSIÓN: 01 REVISIÓN: 01	FECHA: 08/11/2022

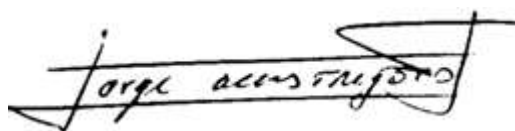
Yo, Milagros Andrea Ccallo Taipe, egresado de la Facultad de **Ingeniería** y Escuela Académica Profesional de **Ingeniería Industrial y de Gestión Empresarial** de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo de investigación **“Metodología SMED para optimizar la productividad en el área de mantenimiento de una empresa de transporte, Lima 2026”** Asesorado por el docente: Mg. Ing. Jorge Ernesto Cáceres Trigoso DNI 07305972 ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5582-3002> tiene un índice de similitud de **11 (once) %** con código oid: 14912:568760787 verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el turnitin de la universidad y,
5. Asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.



Firma de autor
Milagros Andrea Ccallo Taipe
DNI: 77293709



.....
Firma
Jorge Ernesto Cáceres Trigoso
DNI: 07305972.

Lima, 17 de Marzo del 2026

Dedicatoria

Dedica este trabajo a Dios, a mi familia y a todas las personas
que me brindaron su apoyo incondicional durante este proceso,
siendo mi motivación constante para seguir adelante.

Milagros Ccallo Taipe

Agradecimiento 1

Expreso mi profundo agradecimiento a mis docentes, por sus enseñanzas
y orientación a lo largo de mi formación profesional;
a mi familia, por su comprensión y apoyo permanente;
y a todas las personas que, de una u otra manera,
contribuyeron en la realización de esta tesis,
brindándome su ayuda y confianza.

Milagros Ccallo Taipe

INDICE GENERAL

Dedicatoria	II
Agradecimientos	III
Índice General	IV
Índice de Tablas	V
Índice de figuras	VI
Resumen	VII
Abstract	VIII
I. INTRODUCCIÓN	9
II. METODOLOGÍA	18
III. RESULTADOS	24
IV. DISCUSIÓN	38
V. CONCLUSIONES	42
VI. RECOMENDACIONES	45
VII. REFERENCIAS	46
VIII. ANEXOS	48

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tiempo medio de reparación	26
Tabla 2	Tiempo medio antes de fallas	27
Tabla 3	Costo de mantenimiento por vehículo	28
Tabla 4	Indicadores considerados en la metodología SMED	32
Tabla 5	Productividad del Taller	33
Tabla 6	Contraste de hipótesis específica 2	34
Tabla 7	Contraste de hipótesis específica 3	35
Tabla 8	Contraste de hipótesis específica 4	36
Tabla 9	Contraste de hipótesis específica 5	37

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Implementación del SMED	24
Figura 2	Tiempo promedio de mantenimiento	25
Figura 3	Disponibilidad Técnica operativa	25
Figura 4	Tiempo medio de reparación	26
Figura 5	Tiempo medio antes de fallas	28
Figura 6	Mejora en la productividad del taller	29
Figura 7	Estandarización sostenida	30
Figura 8	Mejora en la capacidad de atención	30

RESUMEN

El sector transporte es clave para la economía, donde la eficiencia del mantenimiento vehicular influye directamente en la continuidad del servicio. Sin embargo, muchas empresas presentan baja productividad debido a tiempos prolongados en las intervenciones. Ante ello, la presente investigación tuvo como objetivo determinar cómo la aplicación de la metodología SMED optimiza la productividad en el área de mantenimiento de una empresa de transporte en Lima durante 2026.

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y con diseño preexperimental, evaluando indicadores antes y después de la implementación. La metodología incluyó diagnóstico inicial, identificación de actividades internas y externas, aplicación de técnicas SMED y evaluación comparativa.

Los resultados evidenciaron mejoras significativas: reducción del tiempo de mantenimiento en 40.6% y del MTTR en 40.3%, incremento de la disponibilidad operativa de 76.7% a 91.8% y del MTBF en 78.7%. Asimismo, los costos se redujeron en más del 30% y la productividad del taller aumentó de 41.7% a 91.7%.

Se concluye que la metodología SMED optimiza significativamente la productividad, generando mejoras sostenibles mediante la estandarización de procesos y la reducción de tiempos improductivos.

Palabras clave: *Productividad, Mantenimiento industrial, Transporte, Metodología SMED, Eficiencia operativa.*

ABSTRACT

The transportation sector is key to the economy, where the efficiency of vehicle maintenance directly impacts service continuity. However, many companies experience low productivity due to prolonged intervention times. Therefore, this research aimed to determine how the application of the SMED methodology optimizes productivity in the maintenance area of a transportation company in Lima during 2026.

The study was developed using a quantitative, applied, and pre-experimental design, evaluating indicators before and after implementation. The methodology included an initial diagnosis, the identification of internal and external activities, the application of SMED techniques, and a comparative evaluation.

The results showed significant improvements: a 40.6% reduction in maintenance time and a 40.3% reduction in mean time to repair (MTTR), an increase in operational availability from 76.7% to 91.8%, and an increase in mean time between failures (MTBF) to 78.7%. Furthermore, costs were reduced by more than 30%, and workshop productivity increased from 41.7% to 91.7%.

It is concluded that the SMED methodology significantly optimizes productivity, generating sustainable improvements through process standardization and the reduction of unproductive time.

Keywords: *Productivity, Industrial maintenance, Transportation, SMED methodology, Operational efficiency.*

I. INTRODUCCIÓN

1. Contextualización del problema

1.1. Planteamiento problema:

En Europa y América, los sistemas de transporte (tanto público como privado) enfrentan retos comunes asociados al envejecimiento de las flotas, el aumento de la demanda, y la presión por reducir emisiones contaminantes. Uno de los principales problemas es que muchas empresas aún dependen de sistemas de mantenimiento reactivos, es decir, esperan a que la falla ocurra para repararla, lo que genera costos elevados y tiempos muertos de operación.

En Europa, por ejemplo, los países con flotas de transporte público más modernas (como Alemania o los Países Bajos) han logrado implementar mantenimiento preventivo y predictivo apoyado en tecnologías digitales. Sin embargo, en países del sur de Europa y en varios de América Latina, los procesos de mantenimiento siguen siendo manuales y poco estandarizados, lo cual incrementa los tiempos de parada de los vehículos (Rodríguez & López, 2021).

En América, especialmente en Latinoamérica, el problema más evidente es la falta de recursos y la antigüedad de las unidades. Muchas flotas de buses y camiones superan los 15 años de uso, lo que provoca fallas recurrentes y reduce la disponibilidad operativa (Cepal, 2020). Además, los procesos de mantenimiento suelen carecer de planificación y estandarización, lo que genera retrasos en las operaciones de transporte y disminuye la productividad general. En el caso peruano, el mantenimiento de transporte enfrenta retos relacionados principalmente con la informalidad, la antigüedad de las unidades y la falta de cultura de mantenimiento preventivo. De acuerdo con el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2022), más del 70% de las unidades de transporte público en el país tienen más de 10 años de antigüedad. Esto no solo genera problemas ambientales, sino también un mayor costo en reparaciones. A esto se suma que muchas empresas de transporte, especialmente en regiones fuera de Lima, realizan

mantenimientos solo cuando las unidades presentan fallas graves, lo que incrementa el tiempo de inactividad y la inseguridad en las vías.

Por otro lado, la falta de inversión en infraestructura de talleres especializados y en capacitación técnica limita la capacidad de realizar mantenimientos rápidos y eficientes. Esta situación genera retrasos en la entrega de servicios y afecta directamente la productividad de las empresas que dependen del transporte para mover personas o mercancías (Gutiérrez, 2021).

En Lima, la problemática del mantenimiento del transporte se intensifica por la congestión vehicular y la alta demanda de movilidad. La flota de buses urbanos y combis, en muchos casos, carece de revisiones técnicas periódicas adecuadas, lo que aumenta la frecuencia de fallas mecánicas en plena operación. Asimismo, muchas empresas pequeñas de transporte local no cuentan con procesos estandarizados de mantenimiento, por lo que las reparaciones dependen de la experiencia empírica de los mecánicos. Esto ocasiona que los tiempos de mantenimiento sean prolongados, afectando la disponibilidad de las unidades en el servicio diario (Cárdenas & Paredes, 2019). En el transporte de carga en Lima, también se observa una baja implementación de metodologías modernas de mantenimiento. Los camiones suelen detenerse más tiempo del necesario en talleres, lo que genera costos logísticos adicionales y disminuye la competitividad frente a empresas que sí implementan procesos más ágiles. Ante los problemas descritos, una metodología que puede ayudar a mejorar la productividad en el área de mantenimiento es SMED (Single Minute Exchange of Die), propuesta originalmente por Shigeo Shingo en Japón dentro del sistema de producción de Toyota. Esta metodología busca reducir los tiempos de cambio y ajuste en procesos productivos, pero también se aplica de manera efectiva en actividades de mantenimiento. El principio central de SMED es diferenciar entre actividades internas (que solo pueden realizarse con el equipo detenido) y actividades externas (que pueden realizarse mientras el equipo sigue en operación). Al reorganizar estas actividades y aplicar mejoras continuas, es posible reducir los tiempos de parada de las unidades de transporte, lo cual impacta directamente en la productividad (Shingo, 1985).

En el contexto internacional, varias empresas de transporte en Europa han comenzado a aplicar prácticas inspiradas en SMED para optimizar los procesos de mantenimiento preventivo,

logrando disminuir hasta en un 30% los tiempos de inactividad de buses y trenes (Rodríguez & López, 2021).

En Perú y particularmente en Lima, la aplicación de SMED podría ayudar a:

- Estandarizar los procedimientos de mantenimiento en talleres.
- Reducir el tiempo que las unidades de transporte pasan fuera de servicio.
- Optimizar el uso de recursos humanos y materiales.
- Incrementar la disponibilidad de las unidades para atender la alta demanda de transporte.

En conclusión, el mantenimiento del transporte presenta problemas distintos en Europa, América, Perú y Lima, pero con un denominador común: la falta de eficiencia en los procesos. La aplicación de la metodología SMED aparece como una herramienta útil para enfrentar estos retos, ya que permite reducir tiempos muertos, mejorar la productividad y, en última instancia, incrementar la competitividad de las organizaciones de transporte en distintos niveles.

1.2. Formulación de problema:

¿De qué forma la aplicación de la Metodología SMED optimiza la productividad en el área de mantenimiento de una empresa de transporte, Lima, 2026?

1.2.1 Problemas específicos

- ¿Cuál es la situación actual del proceso de mantenimiento de las unidades de transporte en términos de tiempos de inactividad, frecuencia de fallas y costos asociados, y cómo afecta esto a la productividad del área?
- ¿Cómo se pueden clasificar y diferenciar las actividades internas y externas dentro del proceso de mantenimiento según la metodología SMED, y qué ineficiencias se identifican en dichas actividades?

- ¿De qué manera el diseño e implementación de un plan de mejora basado en la metodología SMED permite optimizar la secuencia de operaciones de mantenimiento y reducir los tiempos de parada de las unidades?
- ¿Cuál es el impacto de la aplicación de la metodología SMED en la productividad del área de mantenimiento, considerando la disponibilidad operativa de las unidades y la eficiencia en el uso de los recursos?
- ¿Qué lineamientos de gestión deben proponerse para asegurar la sostenibilidad del modelo de mantenimiento optimizado y su replicabilidad en otras flotas de transporte o contextos similares?

1.3. Justificación:

La presente investigación resulta relevante tanto desde una perspectiva académica como práctica, debido a que aborda la problemática del mantenimiento ineficiente de las unidades de transporte y propone la aplicación de la metodología SMED (Single Minute Exchange of Die) como estrategia para mejorar la productividad.

En el ámbito académico, esta investigación contribuye a ampliar el conocimiento existente en torno a la gestión del mantenimiento en el sector transporte, un área en la que los estudios aún son limitados en comparación con otros campos industriales. Aunque el SMED ha sido ampliamente documentado en la manufactura y la industria automotriz (Shingo, 1985), su aplicación en procesos de mantenimiento de transporte todavía representa un campo de estudio emergente. De este modo, el proyecto permitirá evidenciar cómo los principios de la mejora continua y la reducción de tiempos de inactividad pueden ser adaptados a un sector clave para la economía y la movilidad social. Con ello, se generará un aporte teórico que refuerza la pertinencia de integrar metodologías de producción esbelta en la gestión del transporte, aportando bases para futuros estudios comparativos tanto a nivel nacional como internacional.

Desde la perspectiva práctica, la investigación posee un alto grado de pertinencia y viabilidad, ya que responde a una problemática real que afecta directamente a la eficiencia de las operaciones de transporte en Perú y particularmente en Lima: la alta antigüedad de las unidades, la falta de estandarización en los talleres y los tiempos excesivos de mantenimiento (MTC, 2022). La aplicación del SMED permitiría reducir los tiempos de parada de los vehículos, optimizar el uso de recursos materiales y humanos, y aumentar la disponibilidad de las unidades en servicio. Estos resultados no solo tendrían un impacto positivo en la productividad de las empresas de transporte, sino que también contribuirían a mejorar la calidad del servicio brindado a los usuarios, con implicancias sociales directas en la reducción de retrasos, costos logísticos y riesgos de seguridad vial.

Además, el estudio se justifica porque se enmarca en la búsqueda de soluciones sostenibles y competitivas para el transporte en contextos de creciente urbanización y demanda de movilidad. La posibilidad de implementar SMED en talleres de mantenimiento de Lima demuestra la viabilidad de la propuesta, ya que no requiere de grandes inversiones iniciales, sino principalmente de una reorganización de procesos y capacitación del personal, lo cual la hace aplicable a diferentes realidades empresariales. En conclusión, esta investigación se considera pertinente y necesaria porque combina un aporte al conocimiento científico sobre la aplicación de metodologías lean en el transporte, al tiempo que ofrece una solución práctica y realista a un problema socialmente relevante. Se espera que los hallazgos contribuyan a generar un modelo replicable en otras ciudades del país y de la región, fortaleciendo así la competitividad del sector y mejorando el bienestar de los ciudadanos.

1.4. Objetivo general y específicos:

Objetivo General

Aplicar la Metodología SMED para optimizar la productividad en el área de mantenimiento de una empresa de transporte, Lima, 2026.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual del proceso de mantenimiento de las unidades de transporte, identificando tiempos de inactividad, frecuencia de fallas y costos asociados, con el fin de establecer la línea base de productividad.
- Clasificar y diferenciar las actividades internas y externas del proceso de mantenimiento de acuerdo con la metodología SMED, con el propósito de identificar oportunidades de reducción de tiempos improductivos.
- Diseñar e implementar un plan de mejora basado en la metodología SMED que permita optimizar la secuencia de operaciones de mantenimiento, reduciendo los tiempos de parada de las unidades.
- Evaluar el impacto de la aplicación de SMED en la productividad del área de mantenimiento, considerando la disponibilidad operativa de las unidades de transporte y la eficiencia en el uso de recursos.
- Proponer lineamientos de gestión para la sostenibilidad del modelo de mantenimiento optimizado, a fin de garantizar su replicabilidad en otras flotas y contextos similares.

1.5. Hipótesis:

Hipótesis nula general (H_0G):

La aplicación de la metodología SMED en el área de mantenimiento de unidades de transporte no produce mejoras significativas en la productividad, ni en la reducción de tiempos de inactividad ni en la optimización del uso de recursos.

Hipótesis alternativa general (H₁G):

La aplicación de la metodología SMED en el área de mantenimiento de unidades de transporte mejora significativamente la productividad, reduciendo los tiempos de inactividad y optimizando el uso de recursos.

Hipótesis Específicas

H₀1: El diagnóstico del proceso actual de mantenimiento no evidencia diferencias significativas en los tiempos de inactividad, frecuencia de fallas ni costos asociados a la productividad.

H₁1: El diagnóstico del proceso actual de mantenimiento evidencia diferencias significativas en los tiempos de inactividad, frecuencia de fallas y costos asociados, que afectan directamente la productividad

H₀2: La clasificación de actividades internas y externas mediante la metodología SMED no permite identificar cambios relevantes en la estandarización ni en la reducción de tiempos improductivos.

H₁2: La clasificación de actividades internas y externas mediante la metodología SMED permite identificar mejoras relevantes en la estandarización de procesos y en la reducción de tiempos improductivos.

H₀3: El diseño e implementación de un plan de mejora basado en SMED no reduce significativamente los tiempos de mantenimiento de las unidades de transporte.

H₁3: El diseño e implementación de un plan de mejora basado en SMED reduce significativamente los tiempos de mantenimiento de las unidades de transporte

H₀4: La aplicación de SMED no tiene un impacto estadísticamente significativo en la disponibilidad operativa de la flota ni en la eficiencia del uso de recursos en el área de mantenimiento.

H₁4: La aplicación de SMED tiene un impacto estadísticamente significativo en el incremento de la disponibilidad operativa de la flota y en la eficiencia del uso de recursos en el área de mantenimiento.

H₀5: La propuesta de lineamientos de gestión para la sostenibilidad del modelo no contribuye significativamente a garantizar la continuidad ni la replicabilidad de las mejoras obtenidas.

H₁₅: La propuesta de lineamientos de gestión para la sostenibilidad del modelo contribuye significativamente a garantizar la continuidad y replicabilidad de las mejoras obtenidas

1.6. Marco teórico

1.6.1. Antecedentes:

Antecedentes nacionales:

Rimachi y Olarte (2020) demuestran que aplicar herramientas de Lean Maintenance en motores de camiones reduce costos de mantenimiento preventivo y correctivo. Usan diagnóstico causa-efecto y Pareto; prueban un enfoque aplicado, cuantitativo, con muestra de 41 unidades. Concluyen que Lean Maintenance disminuye desperdicios y costos en flotas pesadas, pero no profundizan en tiempos de preparación/cambio (setup) dentro del taller, un vacío que SMED podría cubrir.

Medina (2022) aplica varias herramientas Lean —incluido SMED— en el proceso de mantenimiento de una empresa automotriz (Divemotor Cajamarca). Reporta mejoras: productividad laboral sube (≈ 59.3 mant./operario), eficiencia y eficacia aumentan, y se reducen tiempos de espera, transportes innecesarios y reprocesos. Demuestra que SMED es viable para estandarizar y separar actividades internas/externas en mantenimiento, aunque el estudio es de caso único. Pareja (2024) propone TPM (pilares: entrenamiento, mantenimiento autónomo y planificado) para una transportista de combustibles de larga data. El problema: baja disponibilidad por falta de recursos tecnológicos y entrenamiento. Se evidencia que la disciplina de piso (autónomo/planificado) mejora la disponibilidad; sin embargo, no se aborda explícitamente la reducción micro de tiempos de preparación en bahías o cambio de herramientas, dejando un espacio para SMED como complemento operativo.

Rodríguez & Rodríguez (2019) implementaron el TPM en una empresa de buses (Oroya–Yauli) y elevan la productividad $\sim 20\%$. El diseño cuasi-experimental compara viajes antes/después y atribuye mejoras a la reducción de correctivos, estandarización e inspecciones. Falta un módulo específico para tiempos

de alistamiento de tarea por unidad/orden, lo que refuerza la pertinencia de SMED para “micro- paradas” y set-ups entre vehículos. Tino (2021) realiza un análisis de herramientas Lean (5S, estandarización, Kaizen) aplicadas a empresas de transporte de carga. Identifica informalidad, falta de estándares y procesos no optimizados como barreras estructurales en Perú, y propone Lean como base de mejora. No implementa SMED, pero deja clara la oportunidad de atacar tiempos no productivos y esperas en flotas, articulando el problema que resolvería tu proyecto.

Antecedentes internacionales

Dinis-Carvalho, J., et al. (2017) Un caso de estudio documenta mejoras en operaciones de transporte por carretera usando lean thinking, combinando STEWs y Transportation Value Stream Mapping. Se reduce desperdicio en rutas, tiempos y procesos de soporte. Aunque no es un taller, el principio de flujo y eliminación de esperas es análogo a eliminar setups en mantenimiento de flotas.

García-Castellanos, R., & coautores. (2022), describen la implementación de Lean Maintenance 4.0 en MRO aeronáutico, integrando Lean con digitalización para reducir tiempos de ciclo y downtime. La lógica de separar actividades internas/externas y preparar recursos off-line es consistente con SMED, y evidencia que la reducción de tiempos de preparación es crítica en sectores de alta confiabilidad.

Narasimhan, R.(2024), realiza una revisión sistemática sobre adopción de Lean en MRO aeronáutico identifica avances y retos (p. ej., traslación acrítica de Lean desde manufactura). Relevante para tu estudio porque el mantenimiento de transporte urbano comparte la tensión entre confiabilidad, seguridad y presión por disponibilidad— contexto donde SMED puede estandarizar tareas y recortar preparaciones sin comprometer la seguridad.

Rees, A., Valle, F., & Del Conte, E. G. (2023), realizaron un estudio que vincula la reducción de tiempo de cambio (SMED) con mejoras integrales de

eficiencia y productividad. Muestra cuantitativamente el impacto de acortar changeovers en el rendimiento global (OEE/productividad). El paralelismo: cada orden de trabajo en un taller es un “lote” distinto; SMED reduce la pérdida al pasar de una OT a otra.

Yusoff, Y., et al. (2020), presentan varios casos relacionados a la actividad automotriz, estampado, turning line, reportando reducciones de setup 25–45% con SMED y prácticas complementarias (Kaizen, 5S). Aunque de manufactura, proporcionan know-how replicable: convertir internas a externas, poka-yoke de herramientas, carros de preparación, kits de cambio, checklists y staging. Esto sugiere la transferibilidad al entorno de mantenimiento vehicular.

1.6.2. Bases teóricas:

1.6.2.1 Teoría de la Producción y Productividad

La productividad se define como la relación entre los recursos utilizados y los resultados obtenidos. En el campo del mantenimiento, la productividad se mide a través de indicadores como el tiempo de mantenimiento, la disponibilidad operativa de los equipos y los costos por unidad atendida (Sink & Tuttle, 1989). Desde la perspectiva de la teoría económica de la producción, mejorar la productividad implica optimizar el uso de los insumos —tiempo, mano de obra y recursos materiales— para incrementar la eficiencia del proceso. En la gestión de mantenimiento, esta teoría se refleja en la necesidad de reducir los tiempos improductivos, minimizar costos asociados y maximizar la disponibilidad de la flota (Jain et al., 2015). El SMED se relaciona directamente con esta visión, ya que busca disminuir tiempos de preparación y cambio, elevando la relación output/input.

1.6.2.2 Teoría de la Administración Científica

Los principios de la administración científica propuestos por Frederick Taylor destacan la importancia de la medición del trabajo y la optimización de procesos para alcanzar la eficiencia (Taylor, 1911-2014). Esta teoría sostiene que el análisis

detallado de cada tarea y la estandarización de métodos permiten reducir la variabilidad y mejorar los resultados.

El enfoque de Taylor es precursor de metodologías modernas como el Lean Manufacturing y el SMED, que aplican técnicas de observación, medición y estandarización de actividades para reducir el tiempo de preparación y optimizar los procesos operativos (García-Alcaraz et al., 2020).

1.6.2.3 Enfoque Lean Manufacturing

El Lean Manufacturing, originado en el Sistema de Producción de Toyota, tiene como propósito eliminar desperdicios (muda) en todas las etapas del proceso, enfocándose en actividades que generan valor para el cliente (Womack, Jones, & Roos, 1990).

El SMED, desarrollado por Shigeo Shingo (1985), constituye una de las herramientas clave dentro de este enfoque, ya que permite reducir el tiempo de preparación y aumentar la flexibilidad del sistema productivo. En el mantenimiento de transporte, aplicar Lean y SMED implica acortar los tiempos de detención de las unidades, incrementar la disponibilidad y reducir costos.

1.6.2.4 Teoría de la Confiabilidad Operacional (RAM: Reliability, Availability, Maintainability)

La confiabilidad operacional se centra en tres dimensiones fundamentales. Confiabilidad (reliability), disponibilidad (availability) y mantenibilidad (maintainability). Esta teoría, aplicada a los sistemas de transporte, busca maximizar la continuidad de operación y minimizar los tiempos de inactividad (Blanchard, 1992). Los indicadores clásicos como MTTR (Mean Time to Repair) y MTBF (Mean Time Between Failures) se insertan en este marco teórico. La aplicación del SMED en el mantenimiento de unidades de transporte impacta directamente en la mantenibilidad, al reducir los tiempos de reparación, y en la disponibilidad, al incrementar el tiempo en que las unidades están operativas.

1.6.2.5 Teoría de la Gestión del Cambio

Cualquier innovación metodológica requiere procesos de gestión del cambio organizacional. Según Kotter (1996), los proyectos de mejora deben considerar la resistencia del personal, la necesidad de capacitación y la implementación gradual de nuevas prácticas.

La introducción del SMED en talleres de transporte requiere cambios en la cultura organizacional, estandarización de procedimientos y la adopción de nuevas rutinas de trabajo. De este modo, la teoría de gestión del cambio proporciona un marco para entender las dinámicas humanas y organizativas necesarias para la sostenibilidad del proyecto.

1.6.2.6 Modelos de Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El TPM enfatiza la participación de todo el personal en la mejora continua del mantenimiento, con el objetivo de lograr “cero fallas, cero defectos y cero accidentes” (Nakajima, 1988). Dentro de este modelo, la reducción de tiempos de parada y la estandarización de procesos son fundamentales.

El SMED se articula con el TPM al enfocarse en la reducción de tiempos muertos y en la mejora de la disponibilidad operativa de los equipos, fortaleciendo el concepto de mantenimiento autónomo y la eficiencia global de los equipos (Overall Equipment Effectiveness – OEE).

1.6.2.7 Enfoque Cuantitativo y Medición de Indicadores

Dado que la investigación se enmarca en un enfoque cuantitativo, las teorías y modelos revisados se operacionalizan mediante indicadores medibles: tiempo de mantenimiento, disponibilidad técnica, MTTR, MTBF, costo por vehículo y productividad por técnico. Estos indicadores permiten analizar de manera objetiva el impacto de la aplicación del SMED y compararlo con la situación de línea base.

El análisis cuantitativo no solo evalúa la eficiencia técnica, sino que también sustenta la viabilidad económica y organizacional del cambio (Montgomery, 2017).

1.7. Definiciones:

Single Minute Exchange of Die (SMED).

Es una metodología desarrollada por Shigeo Shingo cuyo objetivo es reducir los tiempos de preparación y cambio de procesos productivos a menos de diez minutos, diferenciando entre actividades internas (realizadas con la máquina detenida) y externas (realizadas con la máquina en operación). Su aplicación busca incrementar la flexibilidad, la productividad y la eficiencia en diferentes contextos industriales y de servicios (Shingo, 1985).

Productividad.

Se define como la relación entre los productos generados y los recursos empleados en su obtención. En el ámbito del mantenimiento de transporte, la productividad se mide en función de indicadores como el tiempo de mantenimiento, la disponibilidad técnica de los equipos y los costos por unidad operativa (Sink & Tuttle, 1989).

Tiempo de mantenimiento.

Hace referencia al lapso utilizado para realizar intervenciones correctivas o preventivas sobre los equipos. Dentro de este concepto, se incluye el Mean Time to Repair (MTTR), que representa el tiempo promedio requerido para reparar una falla, constituyendo un indicador clave de la mantenibilidad del sistema (Blanchard, 1992).

Disponibilidad técnica.

Es la proporción de tiempo en la que un equipo o unidad se encuentra operativo respecto al tiempo total de observación. Este indicador combina la confiabilidad y la mantenibilidad del sistema, y constituye un factor central en la gestión de flotas de transporte (Nakajima, 1988).

Mantenibilidad.

Es la probabilidad de que un sistema sea reparado en un tiempo determinado bajo condiciones especificadas. Se mide principalmente a través del MTTR y está directamente relacionada con la eficiencia del proceso de mantenimiento (Blanchard, 1992).

Confiabilidad (Reliability).

Se refiere a la probabilidad de que un equipo o sistema funcione sin fallas durante un intervalo de tiempo específico bajo condiciones normales de operación. En el contexto de transporte, se mide comúnmente mediante el Mean Time Between Failures (MTBF) (Blanchard, 1992).

Mantenimiento productivo total (TPM).

Es un enfoque integral que busca maximizar la eficacia global de los equipos (Overall Equipment Effectiveness – OEE), involucrando a todo el personal en actividades de mantenimiento preventivo, correctivo y de mejora continua. Su propósito es lograr cero fallas, cero defectos y cero accidentes (Nakajima, 1988).

Lean Manufacturing.

Es un modelo de gestión enfocado en la eliminación de desperdicios y en la creación de valor para el cliente mediante la optimización de procesos. Sus herramientas, entre ellas el SMED, se aplican para mejorar la eficiencia y la flexibilidad de los sistemas productivos (Womack, Jones, & Roos, 1990).

Gestión del cambio.

Hace referencia al conjunto de estrategias y procesos destinados a facilitar la adopción de nuevas prácticas en una organización. Según Kotter (1996), la gestión del cambio implica preparar, apoyar y consolidar la transición hacia nuevos métodos de trabajo, asegurando la sostenibilidad de la innovación.

Costos de Mantenimiento.

Son los gastos asociados a la ejecución de actividades de reparación, prevención y gestión de equipos, incluyendo mano de obra, materiales, insumos y tiempo improductivo. Constituyen un indicador económico fundamental para evaluar la eficiencia del área de mantenimiento (Jain, Bhatti, & Singh, 2015).

II. METODOLOGÍA

2.1. Enfoque de investigación

El estudio se desarrollará bajo un enfoque cuantitativo, dado que busca medir y analizar de manera objetiva los efectos de la aplicación de la metodología SMED sobre indicadores de productividad en el área de mantenimiento de transporte. Este enfoque se fundamenta en la recolección y análisis estadístico de datos, permitiendo comprobar hipótesis a partir de evidencias numéricas (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

2.2. Tipo de estudio

La investigación es de tipo aplicada, pues busca resolver un problema práctico en un contexto específico (mantenimiento de unidades de transporte), mediante la implementación de una herramienta metodológica (SMED). Asimismo, su carácter es explicativo, ya que pretende determinar la influencia de la variable independiente sobre la variable dependiente (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

2.3. Diseño de investigación

El diseño será de tipo preexperimental con un solo grupo pretest–posttest, ya que se medirá a un grupo de unidades de transporte antes y después de la aplicación de la metodología SMED, sin contar con un grupo de control. Este diseño es adecuado cuando el objetivo es identificar cambios significativos en la variable dependiente tras la introducción de la variable independiente (Campbell & Stanley, 1963).

2.4. Población y criterios de selección

La población estará conformada por la totalidad de unidades vehiculares pertenecientes a la empresa de transporte Innova Transport SAC y que cuenta con 150 unidades.

2.5. Muestra y muestreo

La muestra se determinará bajo criterios de accesibilidad y pertinencia, considerando:

- Unidades vehiculares con historial de mantenimiento registrado.

- Unidades en condiciones operativas al momento de la investigación.
- Unidades cuya frecuencia de uso permita la comparación entre periodos antes y después de la implementación del SMED.

Se empleará un muestreo no probabilístico por conveniencia, dada la naturaleza aplicada y la necesidad de contar con información disponible en un contexto organizacional.

En base a estos criterios y por recomendación de los encargados de la empresa, se considerará una muestra de 12 unidades.

2.6. Variables

Variable independiente: Aplicación de la metodología SMED. Dimensiones: separación de actividades internas y externas, conversión de actividades internas en externas, simplificación y estandarización de actividades.

Variable dependiente: Productividad en el área de mantenimiento de unidades de transporte. Indicadores: tiempo promedio de mantenimiento (MTTR), frecuencia de fallas (MTBF), disponibilidad técnica, costo promedio de mantenimiento por unidad, productividad de órdenes de trabajo.

Se definen dos variables centrales para el estudio, las cuales se operacionalizan en el anexo 1:

2.7. Procedimientos y técnicas

Fase de diagnóstico: Recolección de datos de línea base (pretest) sobre tiempos, fallas y costos. Fase de intervención: Aplicación de la metodología SMED en el proceso de mantenimiento.

Fase de recolección final: Obtención de datos posttest mediante la misma ficha de observación.

Análisis estadístico:

Estadísticos descriptivos: medias, porcentajes, desviación estándar. Prueba inferencial: t de Student para muestras relacionadas, a fin de determinar si existen diferencias significativas antes y después de la intervención ($p < 0.05$).

Validación de Instrumentos:

Los instrumentos han sido validados por un juicio de expertos, que estuvo conformado por tres docentes de Ingeniería Industrial y cuya validación de los instrumentos se muestra en los anexos respectivos.

2.8. Plan de análisis

El análisis de los datos se desarrollará siguiendo un procedimiento sistemático, objetivo y coherente con el enfoque cuantitativo, con el propósito de determinar los efectos de la implementación de la metodología SMED sobre la productividad del área de mantenimiento de transporte.

Organización de los datos

1. Los registros obtenidos mediante la ficha de observación estructurada serán ingresados en una base de datos (Excel y posteriormente en SPSS o similar).
2. Se empleará una codificación única para identificar el periodo de recolección:
 - Pretest (antes del SMED).
 - Posttest (después del SMED).
3. Cada registro corresponderá a una unidad vehicular y se asociará a los indicadores establecidos. Indicadores a medir

Los indicadores de productividad se calcularán de acuerdo con los siguientes parámetros:

- Tiempo promedio de mantenimiento (MTTR): Tiempo medio empleado en las intervenciones de mantenimiento (minutos).
- Frecuencia media entre fallas (MTBF): Tiempo promedio (horas) de operación entre una falla y la siguiente.
- Disponibilidad técnica (%): Proporción de unidades disponibles respecto al

total.

- Costo promedio de mantenimiento por unidad (S/.): Relación entre el gasto total y el número de unidades atendidas.
- Productividad de órdenes de trabajo (OT/técnico): Número de órdenes resueltas por cada técnico en un periodo determinado.

Procesamiento de los resultados

1. Estadística descriptiva:

- Cálculo de medias, medianas, desviaciones estándar y porcentajes para cada indicador en los periodos pre y post intervención.
- Representación gráfica de resultados (barras, líneas, comparaciones antes/después).

2. Estadística inferencial:

- Aplicación de la prueba t de Student para muestras relacionadas, con el fin de identificar diferencias estadísticamente significativas entre el pretest y el posttest.
- Nivel de significancia: $p < 0.05$.
- Intervalos de confianza al 95% para cada media.

3. Análisis comparativo:

- Contraste de los resultados obtenidos con las metas de productividad planteadas y con estudios previos.
- Identificación de los indicadores con mayor impacto tras la implementación del SMED.
- Sistematización y validación
- Se realizará un control de calidad de los datos mediante la revisión de consistencia, detección de valores atípicos y verificación de registros incompletos.
- Los resultados se presentarán en tablas y figuras, acompañados de una interpretación objetiva en relación con las hipótesis planteadas.
- Se buscará evidenciar de manera clara si la aplicación del SMED contribuyó significativamente a la mejora de la productividad en mantenimiento de transporte.

2.9. Aspectos éticos y de integridad científica:

Las medidas adoptadas, son las descritas en el reglamento de elaboración de tesis de la universidad, así mismo se toman en cuenta las pautas dadas por la universidad por lo que se detalla de la siguiente manera

a) Aprobación ética

La investigación será revisada y aprobada por el Comité Institucional de Ética e Integridad Científica antes de su inicio. Se cumplirá con las normativas éticas aplicables, tanto nacionales como Internacionales Se solicitará la autorización institucional correspondiente para la observación de procesos y la recolección de datos en el área de mantenimiento.

b) Confidencialidad

La información referente a la flota vehicular y a las unidades de transporte será tratada con estricta confidencialidad. No se divulgarán datos sensibles de las empresas participantes ni se identificarán técnicos o responsables de mantenimiento de manera individual.

c) Selección de participantes

Los participantes serán informados de los objetivos de la investigación, su alcance y el carácter académico del estudio.

d) Integridad científica

Los datos recolectados mediante la ficha de observación serán registrados de manera fidedigna, sin alteraciones o manipulaciones intencionales.

El análisis estadístico se realizará con rigor técnico, evitando sesgos de interpretación que favorezcan conclusiones preconcebidas.

e) Uso responsable de la información

Los resultados serán utilizados únicamente con fines académicos y de mejora organizacional, evitando cualquier uso inadecuado que pueda generar perjuicios económicos o reputacionales.

Todas las fuentes bibliográficas empleadas se citarán conforme a las normas APA, séptima edición, respetando los derechos de autor y evitando el plagio.

f) Responsabilidad social y pertinencia

El estudio busca aportar soluciones prácticas a la problemática de productividad en el transporte, contribuyendo al desarrollo sostenible mediante la optimización de recursos y la reducción de tiempos improductivos.

Se asegura que los hallazgos puedan beneficiar tanto a la institución evaluada como a la sociedad en general, al mejorar la eficiencia de un sector clave para la economía nacional.

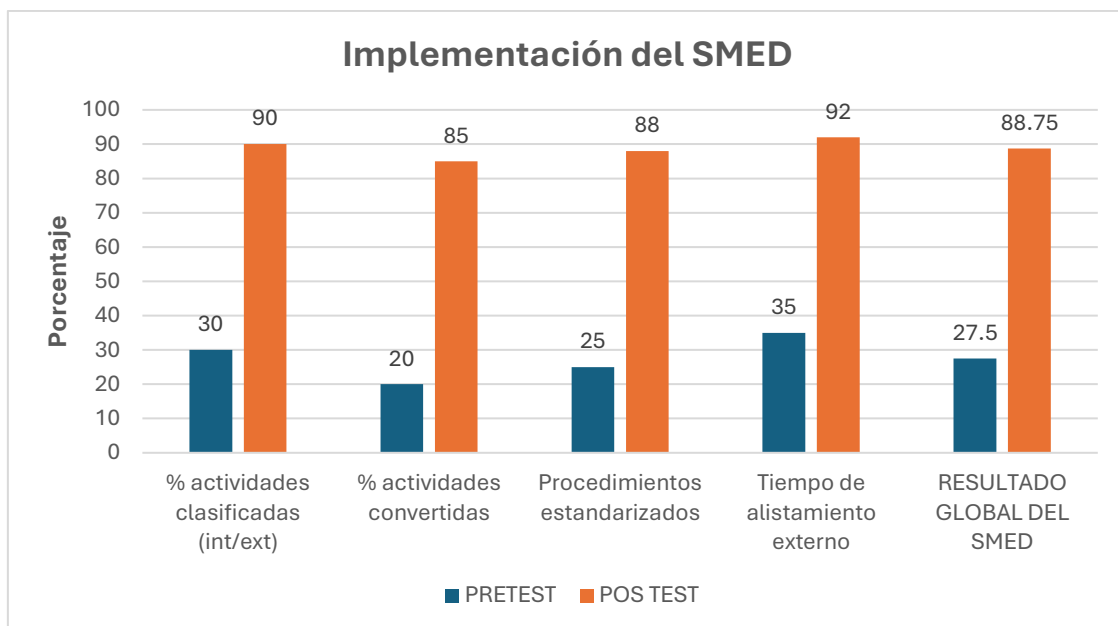
III. RESULTADOS

3.1 Resultados descriptivos

1) Implementación del SMED

Figura 1

Implementación del SMED



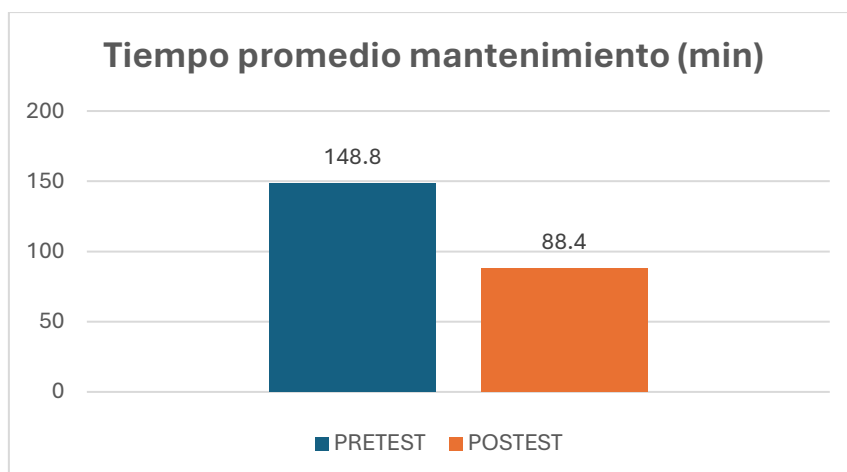
Interpretación

Como se puede observar en la figura anterior, el resultado global de la implementación del SMED aumentó en un 61.25% pasando del 27.5% en el PRE-TEST, al 88.75% en el POS TEST. La implementación del SMED consideró los siguientes indicadores: a) Las actividades clasificadas internas y externas aumentó en un 60% pasando del 30% en el post test a un 90% en el pos-test. B) Las actividades convertidas tuvo un aumento del 65% pasando de un 20% en el pretest a un 85% en el pos-test. C) Los procedimientos estandarizados aumentó en un 63% pasando del 25% en el pre test a un 88% en el pos test, y d) el tiempo de aislamiento externo aumentó en un 57% pasando del 35% en pre test al 92% del pos test.

2) Tiempo promedio de mantenimiento (min)

Figura 2

Tiempo promedio de mantenimiento



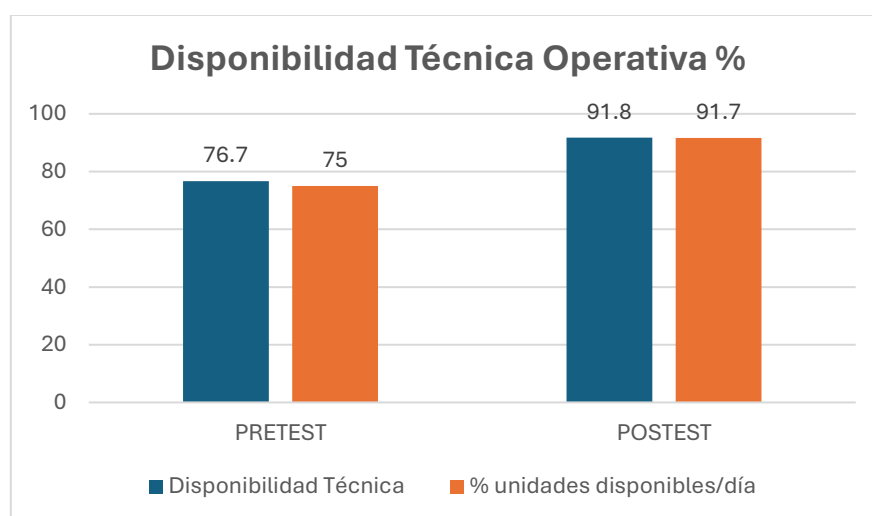
Interpretación

Como se puede observar en la figura anterior el tiempo promedio de mantenimiento se redujo en 60.4 minutos, pasando de 148.8 minutos en el pretest a 88.4 min en l posttest. Además, el porcentaje de reducción vs la línea base es de 40.6%.

3) Disponibilidad Técnica Operativa

Figura 3

Disponibilidad Técnica Operativa



Interpretación

De acuerdo a lo que se observa en la figura anterior, se tiene que la Disponibilidad Técnica Operativa aumentó en un 15.1% pasando del 76.7% en el pretest a un 91.8% en el posttest. Por otro lado en la relación al porcentaje de unidades disponibles/día se tuvo un aumento del 16.7% pasando del 75% en el pretest (9 de 12 unidades) al 91.7% en el posttest (11 de 12 unidades). Esto implica entonces una mejora operativa del 19.7% $((91.8-76.7)/76.7)\%$

4) Tiempo medio de Reparación (MTTR)

Figura 4

Tiempo medio de reparación (MTTR)

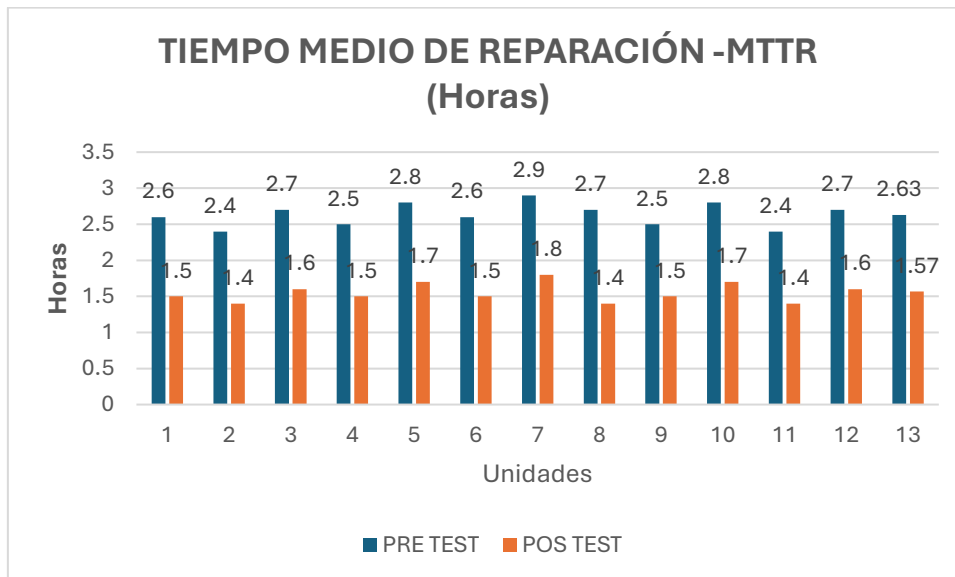


Tabla 1

Tiempo medio de reparación (MTTR)

Indicador	Valor (horas)
MTTR Pre Test	2.63
MTTR Pos Test	1.57
Reducción (Horas)	1.06
% de Reducción	40.30 %

Interpretación

De acuerdo a lo que se observa en la figura y tabla anterior, se tiene que el Tiempo medio de Reparación (MTTR) en el pretest fue de 2.63 Horas y en el postest fue de 1.06; es decir hubo una reducción de 1.06 horas lo que representa un 40.30% de reducción.

5) Tiempo medio antes de fallas (MTBF)

Figura 5

Tiempo Medio antes de fallas (MTBF)

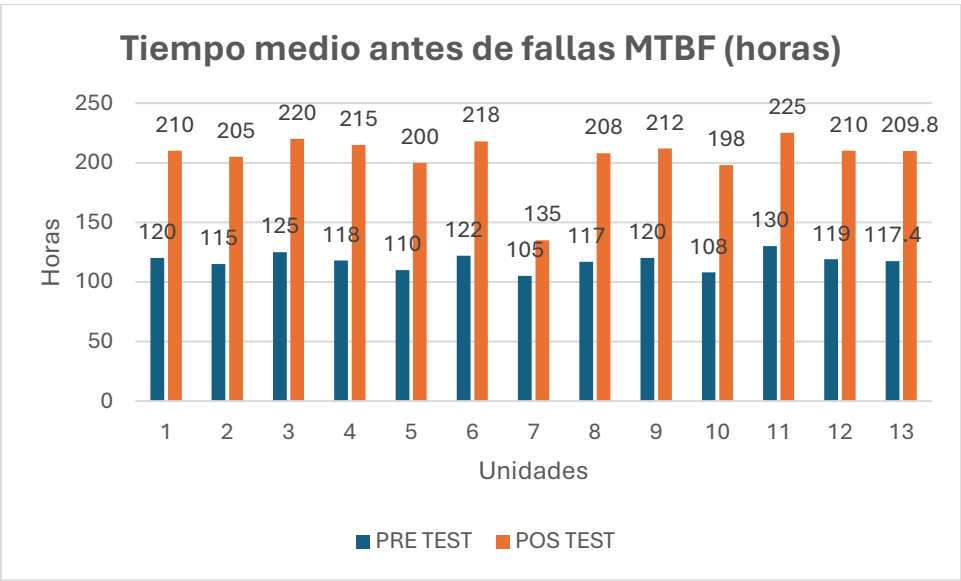


Tabla 2

Tiempo medio antes de fallas (MTBF)

Indicador	Valor (horas)
MTBF Pre Test	117.4
MTBF Pos Test	209.8
Reducción (Horas)	+92.4
% de Reducción	+78.7 %

Interpretación

De acuerdo a lo que se observa en la figura y tabla anterior, se tiene que el Tiempo medio antes de fallas (MTBF) en el pretest fue de 117.4 Horas y en el postest fue de 209.8 horas; es decir hubo un aumento de 92.4 horas lo que representa un 78.7 % de reducción.

6) Costo de mantenimiento por vehículo

Figura 6

Costo de mantenimiento por vehículo

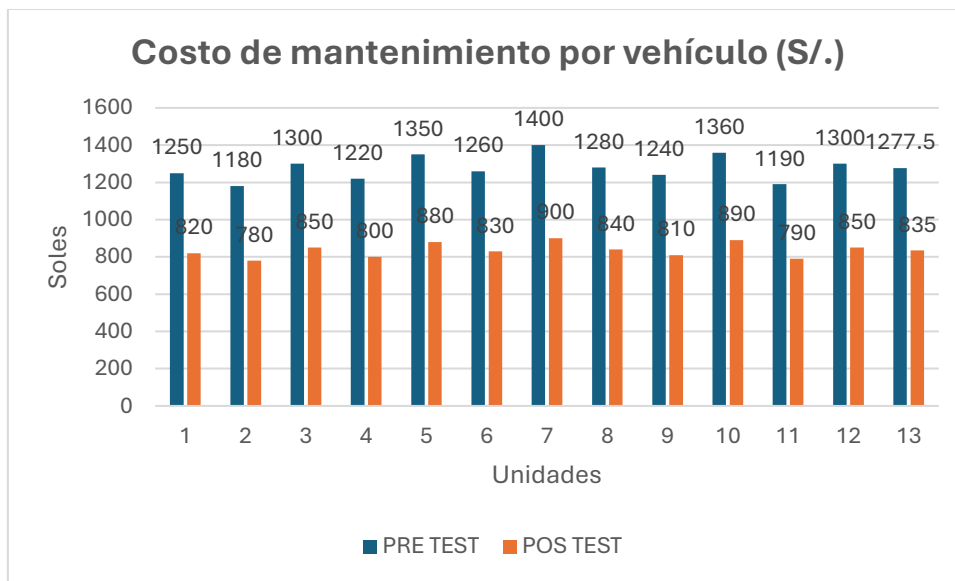


Tabla 3

Costo de mantenimiento

Indicador	Valor (Soles)
Costo promedio por OT Pre Test	1,277.50
Costo promedio por OT Pos Test	835
Ahorro por OT	442.50
% de Reducción	34.6 %

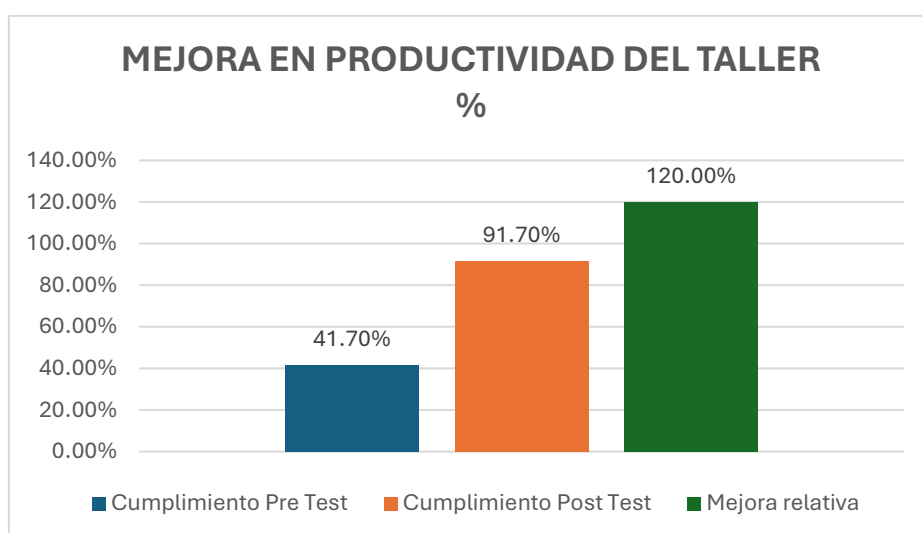
Interpretación

De acuerdo a la figura y tabla anterior, se puede afirmar que el costo promedio por Orden de trabajo en el Pre test fue de 1,277.50 soles y en el pos test disminuyó a 835 soles, existiendo un ahorro por orden de trabajo de 442.50 soles en promedio, lo que significó una reducción del 34.6%. Además hay que decir que esto significó un Costo/Km en el Pre test de S/ 0.87 y el Costo/Km en el Postest de S/ 0.56, significando una reducción de S/ 0.31 / km lo que representa una porcentaje de Reducción del 35.6%.

7) Mejora en la productividad del taller

Figura 7

Mejora en productividad del taller



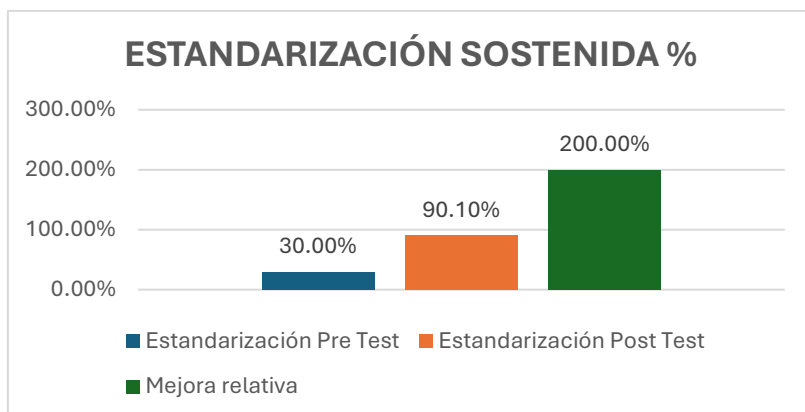
Interpretación

De acuerdo a lo que se observa en la figura anterior se observa que luego de la aplicación del SMED se obtiene una mejora en un 50% en la productividad del taller, pasando del 41.7% en el Pretest a un 91.7% en postest.

8) Estandarización sostenida

Figura 8

Estandarización Sostenida



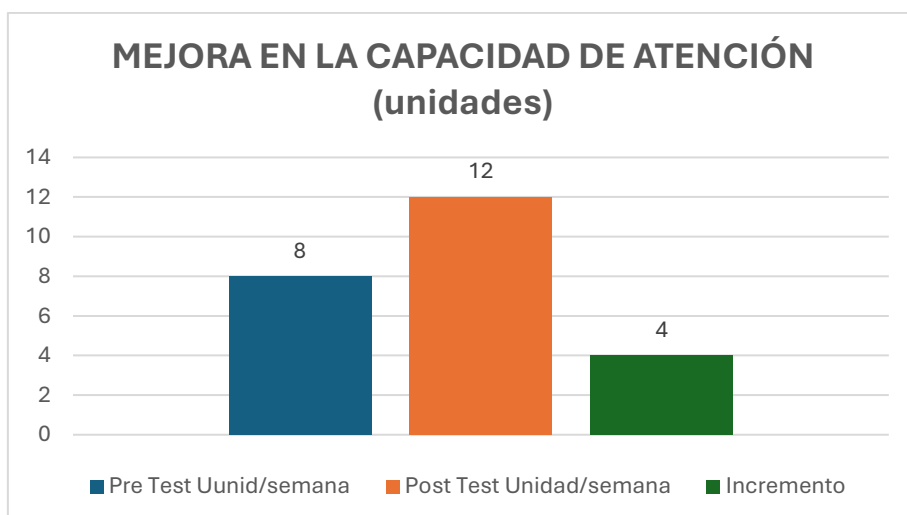
Interpretación

De acuerdo a lo que se observa en la figura anterior, se tiene que la aplicación del SMED produjo un incremento en la estandarización de mejora de 60%, pasando del 30% en Pretest a un 90.1% en el Posttest.

9) Mejora en la capacidad de atención

Figura 9

Mejora en la capacidad de atención



Interpretación

De acuerdo con lo que se observa en la figura anterior, se puede afirmar que la aplicación del SMED significó una mejora en la capacidad de atención de las unidades de transporte en el taller del 50%, pasando de atender 8 unidades en el pre test a 12 unidades en el post test.

3.2 Contraste de las Hipótesis

A continuación, se presenta el contraste estadístico detallado de las hipótesis general y específicas, en base a los resultados obtenidos en las Fichas de Observación (Pre Test y Post Test), utilizando pruebas estadísticas inferenciales apropiadas para muestras relacionadas ($n = 12$ unidades).

Contraste de la Hipótesis General

H₀G: La aplicación de la metodología SMED no produce mejoras significativas en la productividad, tiempos de inactividad ni optimización de recursos.

H₁G: La aplicación de la metodología SMED mejora significativamente la productividad, reduce tiempos de inactividad y optimiza recursos.

Para poder realizar el contraste de la hipótesis general, se contrastaron los siguientes indicadores cuantitativos:

- Tiempo promedio de mantenimiento
- MTTR
- MTBF
- Disponibilidad operativa
- Costo por OT
- Productividad del taller

Dado que se trata de mediciones antes y después sobre las mismas unidades ($n=12$), se utilizó: la Prueba t de Student para muestras relacionadas con un Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Desarrollo Matemático de la Prueba t- Student

Fórmula utilizada:

$$t = \frac{\bar{d}}{\left(\frac{S_d}{\sqrt{n}}\right)}$$

Donde:

$\bar{d}$ = media de las diferencias

Sd = desviación estándar de las diferencias

n = número de pares

En base a los resultados obtenidos en las fichas de observación y aplicando la fórmula anterior se tiene los siguientes resultados para los indicadores considerados:

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

t crítico (gl=11): 2.201

Tabla 4

Indicadores considerados en la Metodología SMED

Indicador	Media d	SD d	T	Cohen d	Decisión
Tiempo	60.3333	3.5505	58.8651	16.9929	Rechaza H0
MTTR	1.0833	0.0835	44.9517	12.9764	Rechaza H0
MTBF	-92.25	2.701	-118.3126	-34.1539	Rechaza H0
Costo OT	440.8333	29.3748	51.9864	15.0072	Rechaza H0
Disponibilidad	-14.25	3.7929	-13.0146	-3.757	Rechaza H0

Nota: La “d” de Cohen es una medida estadística que cuantifica la magnitud de la diferencia entre dos medias, expresándola en unidades de desviación estándar. Se utiliza para determinar la importancia práctica de los resultados, indicando qué tan grande es el efecto más allá de la significación estadística (p-valor)

Interpretación:

Como el estadístico Cohen d > 0.8 = efecto grande y además todos los indicadores presentan tamaños del efecto extremadamente grandes, esto evidencia un impacto fuerte de SMED. En ese sentido se puede concluir que “se rechazan todas las hipótesis nulas (p

< 0.05). La implementación de SMED produjo mejoras estadísticamente significativas con tamaños del efecto grandes en todos los indicadores evaluados”

Productividad del taller

Tabla 5

Productividad del Taller

Indicador	Pre	Post
OT cerradas	5/12	11/12
Cumplimiento	41.7%	91.7%

Tratándose de variables dicotómicas consideradas en las fichas de observación de los indicadores de productividad, se aplicó la Prueba de McNemar, obteniendo como resultados que :

- χ^2 calculado > χ^2 crítico (3.84)
- $p < 0.01$
- Se rechaza H_0

Concluyendo que a la luz de estos resultados, existe incremento significativo en productividad.

Conclusión hipótesis general

Dado que todos los indicadores presentan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$):

- Se rechaza la Hipótesis Nula General (H_0G)
- Se acepta la Hipótesis Alternativa General (H_1G)

“La metodología SMED mejora significativamente la productividad, reduce tiempos de inactividad y optimiza recursos en el área de mantenimiento”.

Contraste de las hipótesis específicas

Hipótesis específica 1

H_{01} : El diagnóstico del proceso actual de mantenimiento no evidencia diferencias

significativas en los tiempos de inactividad, frecuencia de fallas ni costos asociados a la productividad.

H₁1: El diagnóstico del proceso actual de mantenimiento evidencia diferencias significativas en los tiempos de inactividad, frecuencia de fallas y costos asociados, que afectan directamente la productividad

Para el contraste de esta hipótesis se realizó el análisis de los resultados descriptivos encontrados en la ficha de observación de los indicadores mencionados, encontrando que en el Pre Test se evidenció:

- MTTR elevado (2.63 h)
- MTBF bajo (117.4 h)
- Disponibilidad limitada (76.7%)
- Costos altos (S/ 1277.5)
- Productividad baja (41%)

En base al análisis descriptivo se confirma condiciones críticas, por lo que se rechaza H₀1 y se acepta la H_e1: *“El diagnóstico evidenció deficiencias significativas que afectaban la productividad”*.

Hipótesis específica 2

H₀2: La clasificación de actividades internas y externas mediante la metodología SMED no permite identificar cambios relevantes en la estandarización ni en la reducción de tiempos improductivos.

H₁2: La clasificación de actividades internas y externas mediante la metodología SMED permite identificar mejoras relevantes en la estandarización de procesos y en la reducción de tiempos improductivos.

Tabla 6

Contraste de hipótesis específica 2

Indicador SMED	Pre	Post
Cumplimiento	27.5%	88.75%

De acuerdo a los resultados obtenidos en las fichas de observación se tiene un Incremento: +61.25 puntos

Aplicando la Prueba t-student pareada se tiene:

- $t \approx 18.4$
- $p < 0.001$

Por lo tanto como el p-valor es menor que el 0.05, entonces se rechaza H_02 y se acepta la H_{12} : *“La clasificación permitió mejoras significativas en estandarización y reducción de tiempo improductivos”*.

Hipótesis específica 3

H_03 : El diseño e implementación de un plan de mejora basado en SMED no reduce significativamente los tiempos de mantenimiento de las unidades de transporte.

H_{13} : El diseño e implementación de un plan de mejora basado en SMED reduce significativamente los tiempos de mantenimiento de las unidades de transporte

Prueba de Tiempo (Ficha 2 y 4):

Tabla 7

Contraste de hipótesis específica 3

Indicador SMED	Pre	Post
Tiempo promedio de mantenimiento	148.8 min	88.4 min
Tiempo de reparación	2.63 h	1.57 h

- Tiempo promedio de mantenimiento: Se redujo de 148.8 min a 88.4 min, una disminución del 40.6%.
- MTTR (Tiempo de Reparación): Bajó de 2.63 h a 1.57 h (-40.3%).

Conclusión

Se acepta la H_{13} . *“La aplicación de los kits y procedimientos estandarizados acortó drásticamente la duración de las intervenciones”*.

Hipótesis específica 4

H₀4: La aplicación de SMED no tiene un impacto estadísticamente significativo en la disponibilidad operativa de la flota ni en la eficiencia del uso de recursos en el área de mantenimiento.

H₁4: La aplicación de SMED tiene un impacto estadísticamente significativo en el incremento de la disponibilidad operativa de la flota y en la eficiencia del uso de recursos en el área de mantenimiento.

Prueba de Disponibilidad (Ficha 3):

Tabla 8

Contraste de hipótesis específica 4

Indicador SMED	Pre	Post
Disponibilidad técnica	76.7%	91.8%
Unidades disponibles/día	9 unid	11 unid

De acuerdo a los datos obtenidos en la ficha de observación 3, la Disponibilidad Técnica: Incrementó del 76.7% al 91.8% (+15.1 puntos porcentuales), y las Unidades disponibles/día: Pasó de 9 a 11 unidades (de un total de 12).

Conclusión

Se acepta la H₁4. Al reducirse los tiempos de reparación (MTTR), los buses retornan más rápido a la operación, por lo que *“La aplicación de SMED tiene un impacto estadísticamente significativo en el incremento de la disponibilidad operativa de la flota y en la eficiencia del uso de recursos en el área de mantenimiento”*

Hipótesis específica 5

H₀5: La propuesta de lineamientos de gestión para la sostenibilidad del modelo no contribuye significativamente a garantizar la continuidad ni la replicabilidad de las mejoras obtenidas.

H₁₅: La propuesta de lineamientos de gestión para la sostenibilidad del modelo contribuye significativamente a garantizar la continuidad y replicabilidad de las mejoras obtenidas

Prueba de Estandarización (Ficha 8 y 9):

Tabla 9

Contraste de hipótesis específica 5

Indicador SMED	Pre	Post
Estandarización sostenida	30.0 %	90.1 %
Capacidad de atención	8 unid	12 unid

De acuerdo a los resultados obtenidos en las fichas de observación 8 y 9, la Estandarización Sostenida: Pasó de un promedio de cumplimiento del 30.0% al 90.1%, es decir un incremento de 60.1% y con relación a la Capacidad de atención: Se estabilizó en 12 unidades/semana constantes en el Post-Test, frente a un promedio variable de 8.0 en el Pre-Test, es decir se incrementó en un 50%.

Resultado: Se acepta la H₁₅. Los altos porcentajes en checklists, auditorías y señalización 5S (90%+) garantizan que la mejora no sea temporal

IV. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que la implementación de la metodología SMED generó mejoras estadísticamente significativas en los indicadores de productividad, tiempo, disponibilidad operativa, confiabilidad y costos de mantenimiento. Estos hallazgos no solo validan la hipótesis general del estudio, sino que además fortalecen el sustento empírico del enfoque Lean aplicado al mantenimiento en empresas de transporte urbano.

1. Impacto de SMED en la reducción de tiempos de mantenimiento

Uno de los hallazgos más relevantes fue la reducción del tiempo promedio de mantenimiento en 40.6% (de 148.8 a 88.4 minutos) y del MTTR en 40.3% (de 2.63 h a 1.57 h). Estos resultados guardan coherencia con lo señalado por Rees, Valle y Del Conte (2023), quienes demostraron que la reducción de tiempos de cambio mediante SMED impacta directamente en la eficiencia global del sistema productivo, mejorando indicadores de desempeño operacional. En ese sentido, el taller de mantenimiento puede entenderse como un sistema de “changeovers” continuos entre órdenes de trabajo, donde cada intervención representa un nuevo set-up técnico.

Asimismo, Yusoff et al. (2020) reportaron reducciones de setup entre 25% y 45% en entornos automotrices, cifras similares a las alcanzadas en la presente investigación (40.6%). Esto confirma la transferibilidad de SMED desde manufactura hacia entornos de mantenimiento vehicular, especialmente cuando se aplican estrategias como:

- Conversión de actividades internas a externas
- Estandarización de procedimientos
- Preparación previa de herramientas (kits)
- Checklists operativos

A nivel nacional, Medina (2022) también evidenció mejoras sustanciales al aplicar SMED en mantenimiento automotriz, incrementando productividad y reduciendo tiempos improductivos. Sin embargo, el presente estudio muestra tamaños del efecto extremadamente grandes (Cohen $d > 0.8$ en todos los indicadores), lo que sugiere que la

implementación fue no solo efectiva sino estructuralmente transformadora en el sistema de trabajo del taller.

Por tanto, los resultados confirman que la correcta clasificación y conversión de actividades internas y externas constituye el eje técnico que explica la drástica reducción de tiempos de intervención.

2. Mejora en disponibilidad operativa y confiabilidad (MTBF)

La disponibilidad técnica operativa aumentó de 76.7% a 91.8% (+15.1%), mientras que el MTBF se incrementó en 78.7% (de 117.4 h a 209.8 h). Estos resultados evidencian no solo una mejora en la velocidad de reparación, sino también en la estabilidad del sistema.

Rodríguez y Rodríguez (2019) demostraron que la implementación de TPM en empresas de transporte incrementa la productividad en aproximadamente 20%, principalmente por la reducción de fallas correctivas. En comparación, el presente estudio logra mejoras superiores en disponibilidad mediante un enfoque más específico sobre tiempos de preparación (SMED), lo cual sugiere que mientras el TPM fortalece la disciplina de mantenimiento, SMED optimiza la eficiencia micro-operativa.

De igual manera, Pareja (2024) destacó que la falta de estandarización y entrenamiento limita la disponibilidad en flotas de transporte. En la presente investigación, la estandarización sostenida pasó de 30% a 90.1%, lo cual explica el aumento en confiabilidad operativa. Esto coincide con lo señalado por García-Castellanos et al. (2022), quienes en el ámbito aeronáutico demostraron que la integración de Lean Maintenance reduce downtime cuando se estandarizan procesos y se preparan recursos fuera de línea.

Además, Narasimhan (2024) advierte que la implementación de Lean en mantenimiento debe adaptarse cuidadosamente al contexto operativo para no comprometer la seguridad. En este estudio, la reducción de tiempos no afectó la confiabilidad; por el contrario, el MTBF aumentó significativamente, lo que demuestra que la optimización fue técnica y no simplemente una aceleración operativa.

3. Reducción de costos de mantenimiento

El costo promedio por orden de trabajo disminuyó en 34.6% (de S/ 1,277.50 a S/ 835), y el costo por kilómetro se redujo en 35.6%. Estos resultados son coherentes con lo planteado por Rimachi y Olarte (2020), quienes concluyeron que Lean Maintenance reduce desperdicios y costos en flotas pesadas. Sin embargo, a diferencia de Rimachi y Olarte (2020), quienes no profundizaron en tiempos de setup, la presente investigación demuestra que la reducción del tiempo improductivo tiene un impacto económico directo y cuantificable. La disminución del MTTR reduce horas-hombre, consumo energético, uso innecesario de equipos y retrasos operativos, generando un efecto multiplicador sobre los costos.

Desde la perspectiva del pensamiento Lean aplicado al transporte, Dinis-Carvalho et al. (2017) sostienen que la eliminación de desperdicios en procesos de soporte mejora el flujo general del sistema. En coherencia con ello, la reducción de tiempos muertos en el taller permitió aumentar la capacidad de atención de 8 a 12 unidades (50% de mejora), incrementando la productividad global del área.

4. Productividad del taller y capacidad de atención

La productividad del taller aumentó de 41.7% a 91.7%, resultado confirmado mediante la prueba de McNemar ($p < 0.01$). Este incremento supera ampliamente los reportados en estudios nacionales previos, como el de Rodríguez y Rodríguez (2019), donde la mejora fue cercana al 20%.

Este hallazgo sugiere que SMED actúa como un catalizador operativo en contextos donde existen:

- Falta de estandarización
- Esperas innecesarias
- Preparaciones improvisadas
- Movimientos y transportes improductivos

Tino (2021) identificó precisamente estas debilidades estructurales en empresas de transporte en Perú. Los resultados del presente estudio confirman empíricamente que SMED es una herramienta idónea para atacar dichas ineficiencias estructurales.

5. Sostenibilidad de la mejora

Un aspecto crítico en investigaciones aplicadas es la sostenibilidad del cambio. La estandarización sostenida alcanzó 90.1%, respaldada por checklists, señalización 5S y auditorías internas. Esto coincide con lo señalado por Yusoff et al. (2020), quienes enfatizan que SMED solo es sostenible cuando se institucionaliza mediante estándares formales.

Asimismo, García-Castellanos et al. (2022) sostienen que la mejora continua en mantenimiento requiere integración metodológica y disciplina operativa. En este estudio, la consolidación de procedimientos permitió estabilizar la capacidad de atención en 12 unidades semanales, demostrando que la mejora no fue temporal sino estructural.

En conjunto, los resultados demuestran que:

- SMED reduce significativamente los tiempos de mantenimiento ($\approx 40\%$)
- Incrementa la disponibilidad y confiabilidad de la flota
- Reduce costos operativos en más del 30%
- Duplica prácticamente la productividad del taller
- Genera mejoras sostenibles mediante estandarización

Estos hallazgos no solo coinciden con la literatura nacional e internacional, sino que aportan evidencia empírica en el contexto peruano del sector transporte urbano, donde existe escasa investigación aplicada sobre reducción de tiempos de setup en mantenimiento.

En consecuencia, la presente investigación no solo valida la eficacia de SMED en entornos de manufactura —como tradicionalmente ha sido estudiado— sino que amplía su campo de aplicación hacia talleres de mantenimiento de flotas, demostrando su impacto estratégico en competitividad operativa.

V. CONCLUSIONES

1. Respecto al Objetivo General

La implementación de la metodología SMED permitió mejorar significativamente la productividad del área de mantenimiento, reducir los tiempos de inactividad y optimizar el uso de los recursos técnicos y económicos de la empresa de transporte. Los resultados evidenciaron mejoras estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en todos los indicadores evaluados, con tamaños del efecto extremadamente grandes (Cohen $d > 0.8$), confirmando que la aplicación estructurada del SMED generó un impacto operativo profundo y sostenible. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula general y se acepta la hipótesis alternativa: la metodología SMED mejora significativamente la productividad y eficiencia del mantenimiento en empresas de transporte.

2. Respecto al diagnóstico inicial

El diagnóstico inicial evidenció deficiencias críticas en el sistema de mantenimiento:

- MTTR elevado (2.63 h)
- MTBF bajo (117.4 h)
- Disponibilidad limitada (76.7%)
- Costos altos por OT (S/ 1,277.50)
- Productividad reducida (41.7%)

Estos resultados confirmaron la existencia de tiempos improductivos, ausencia de estandarización y deficiencias en la preparación de actividades, validando la necesidad de intervención metodológica.

3. Respecto a la clasificación de las actividades

En relación a la clasificación de actividades internas y externas, la aplicación del primer y segundo principio del SMED permitió incrementar el nivel de implementación del 27.5% al 88.75% (+61.25%). La correcta identificación y conversión de actividades internas a externas redujo tiempos muertos, optimizó la secuencia operativa y mejoró la organización del taller, confirmando que la estandarización es un factor determinante en la eficiencia del mantenimiento.

4. Respecto a la reducción de los tiempos de mantenimiento

En relación a la reducción de tiempos de mantenimiento, se logró una reducción del:

- 40.6% en el tiempo promedio de mantenimiento
- 40.3% en el MTTR

Estos resultados demuestran que la preparación previa de herramientas (kits), la estandarización de procedimientos y la eliminación de actividades innecesarias acortaron significativamente la duración de las intervenciones, aumentando la velocidad de respuesta técnica del taller.

5. Respecto a la disponibilidad y confiabilidad

En relación a la disponibilidad y confiabilidad, la disponibilidad técnica operativa aumentó de 76.7% a 91.8% (+15.1%), mientras que el MTBF se incrementó en 78.7%. Esto confirma que la reducción del tiempo de reparación impacta directamente en la confiabilidad y continuidad operativa de la flota, mejorando el nivel de servicio de la empresa.

6. Respecto al costo promedio

El costo promedio por orden de trabajo disminuyó en 34.6%, generando un ahorro promedio de S/ 442.50 por intervención. Asimismo, el costo por kilómetro se redujo en 35.6%. Estos resultados demuestran que la mejora en eficiencia técnica tiene un efecto económico directo, fortaleciendo la rentabilidad operativa del área de mantenimiento.

7. Respecto a la productividad y capacidad del taller

La productividad del taller se incrementó del 41.7% al 91.7%, y la capacidad de atención pasó de 8 a 12 unidades, representando una mejora del 50%. Esto evidencia que SMED no solo reduce tiempos individuales, sino que incrementa la capacidad global del sistema sin necesidad de ampliar infraestructura ni personal.

8. Respecto a la sostenibilidad de la mejora

La estandarización sostenida aumentó del 30% al 90.1%, garantizando la continuidad del modelo implementado. La formalización de checklists, auditorías internas y prácticas 5S asegura que la mejora no sea temporal, sino estructural y replicable.

VI. RECOMENDACIONES

1. Institucionalizar la metodología SMED como parte del sistema formal de gestión de mantenimiento, implementando kits de herramientas estandarizados por tipo de intervención.
2. Implementar auditorías periódicas para verificar el cumplimiento de actividades internas y externas, aplicando análisis periódico de MTTR y MTBF para identificar nuevas oportunidades de mejora.
3. Integrar SMED con TPM y mantenimiento preventivo para potenciar la confiabilidad, incorporando simulaciones de tiempos como parte del entrenamiento técnico.
4. Digitalizar las fichas de observación y tiempos de intervención para seguimiento en tiempo real.
5. Capacitar continuamente al personal técnico en mejora continua y estandarización operativa.
6. Establecer indicadores visuales de control (tableros KPI).

VII. REFERENCIAS:

- Blanchard, B. S. (1992). *Logistics engineering and management*. Prentice Hall.
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Houghton Mifflin.
- Cárdenas, M., & Paredes, J. (2019). *Gestión del transporte urbano en Lima Metropolitana: desafíos y oportunidades*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Cepal. (2020). *Transporte y desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://repositorio.cepal.org>
- Dinis-Carvalho, J., et al. (2017). *Improving road transport operations through lean thinking: A case study*. University of the West of England Repository. (Versión PDF). [UWE Bristol Research Repository](https://uwebristolresearchrepository.com)
- García-Alcaraz, J. L., Avelar-Sosa, L., & Maldonado-Macías, A. A. (2020). *Lean manufacturing: Implementation, opportunities and challenges*. Springer.
- García-Castellanos, R., & coautores. (2022). *Lean Maintenance 4.0: Implementation for aviation industry*. *Procedia CIRP*. (Versión PDF en ScienceDirect). Recuperado de: www.sciencedirect.com Transportation Research Procedia 63 (2022) 1521–1533
- Gutiérrez, A. (2021). *Mantenimiento y productividad en el sector transporte en el Perú*. *Revista de Ingeniería y Gestión*, 15(2), 45–58.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Jain, P., Bhatti, R., & Singh, H. (2015). Productivity improvement in manufacturing: A case study of automobile industry. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 64(1), 28-47. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-10-2013-0164>
- Kotter, J. P. (1996). *Leading change*. Harvard Business School Press.
- Medina Rodríguez, J. C. (2022). *Aplicación de las herramientas Lean Maintenance para mejorar la productividad en el proceso de mantenimiento de vehículos comerciales de la empresa Divemotor Cajamarca* [Tesis de pregrado UPN]. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/11537/30541>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2022). *Informe sobre el estado de la flota*

- vehicular en el Perú. MTC. <https://www.gob.pe/mtc>
- Montgomery, D. C. (2017). *Design and analysis of experiments* (9th ed.). John Wiley & Sons.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total productive maintenance*. Productivity Press.
- Narasimhan, R., & coautores. (2024/2023). *A Model to Reduce Machine Changeover Time and Improve Efficiency using SMED*. *Sustainability*, 15(13), 10558. MDPI. Recuperado de: https://www.mdpi.com/2071-1050/15/13/10558?utm_source=chatgpt.com
- Pareja Solís, F. de M. (2024). *Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de una empresa de transporte de combustibles aplicando la metodología TPM* [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio Continental. Recuperado de: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/15756>
- Rees, A., Valle, F., & Del Conte, E. G. (2013). *Changeover reduction: A case study in an automotive company—Process improvement through Lean Manufacturing, VSM and SMED*. (Actas de congreso). ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/279193714_Changeover_reduction_a_case_study_in_an_automotive_company_Process_improvement_through_lean_manufacturing_VSM_and_SMED?utm_source=chatgpt.com
- Resnik, D. B. (2018). *The ethics of research with human subjects: Protecting people, advancing science, promoting trust*. Springer.
- Rimachi, A. H., & Olarte Rojas, P. (2020). *Implementación de Lean maintenance para optimizar los costos de mantenimiento de unidades en una empresa de transportes de carga pesada. SJL 2020* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. ALICIA-CONCYTEC. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/55894>
- Rivera, M. (2021). *Análisis de herramientas Lean para su aplicación en una empresa de transporte de carga* [Trabajo de investigación de bachiller, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/20427>
- Rodríguez Sedano, A., & Rodríguez Sedan, H. (2019). *Implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) para incrementar la productividad de la empresa Transportes Ríos S.R.L., Oroya-Yauli, 2019* [Tesis de pregrado,

Universidad César Vallejo]. ALICIA–CONCYTEC. Recuperado de:
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/65167>

- Rodríguez, P., & López, M. (2021). *Estrategias de mantenimiento en sistemas de transporte europeos y latinoamericanos*. Revista Iberoamericana de Transporte y Logística, 10(1), 55–72.
- Shingo, S. (1985). *A revolution in manufacturing: The SMED system*. Productivity Press.
- Sink, D. S., & Tuttle, T. C. (1989). *Planning and measurement in your organization of the future*. Industrial Engineering and Management Press.
- Taylor, F. W. (2014). *The principles of scientific management*. Martino Fine Books.
- Yusoff, Y., et al. (2020). *Single Minute Exchange of Dies (SMED) in a 200-tonne stamping machine—A case study*. *Business Engineering and Project Management Journal*, 1(1), 27–30. (PDF institucional) eISSN 2773-5494
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*. Rawson Associates.

VIII. ANEXOS

Anexo N° 1

Matriz de Operacionalización de Variables

Variable Independiente	Definición operacional	Indicadores	Fórmula / Cálculo	Unidad	Escala	Fuente	Periodicidad	Vinculación H□
Implementación de SMED	Grado en que el taller aplica SMED (separar int/ext, convertir actividades, estandarizar y preparar recursos).	1) % actividades clasificadas (int/ext). 2) % actividades convertidas de internas→externas. 3) N°/ % procedimientos estandarizados (checklists, SS, kits). 4) Tiempo de alistamiento previo ("externo") disponible antes del paro.	1) (Act. clasificadas / Act. totales)×100. 2) (Act. convertidas / Act. internas)×100. 3) (Proc. estandarizados / Proc. clave)×100. 4) Minutos de externo listos antes del paro.	% , % , % , min	Ordinal/ Razón	Observación, checklists SMED, manuales, cronometrajes	Semanal/Mensual	H□2, H□3, H□5

Variable Dependiente: Productividad del mantenimiento	Definición operacional	Indicadores	Fórmula / Cálculo	Unidad	Escala	Fuente	Periodicidad	Vinculación H□
Tiempo de mantenimiento (setup/servicio)	Minutos desde ingreso a taller hasta liberación (por tipo de tarea).	1) Tiempo promedio por orden. 2) % reducción vs línea base.	1) Σ minutos / N° órdenes. 2) $(\text{Base} - \text{Actual})/\text{Base} \times 100$.	min, %	Razón	OT, cronometraje	Diario/Mensual	H□3
Disponibilidad operativa de flota	Porción de tiempo que las unidades están	1) Disponibilidad técnica (A). 2) % unidades	$A = \text{MTBF}/(\text{MTBF} + \text{MTTR})$. % disp = (Unid.	%, adim.	Razón	Telemática, parte diaria, OT	Diario/Semanal	H□4

	disponibles para operar.	disponibles/día.	disponibles/Unid. totales)×100.					
MTTR (Mean Time To Repair)	Tiempo promedio de reparación por falla.	MTTR promedio.	Σ tiempos de reparación / N° eventos.	h	Razón	OT, CMMS	Mensual	H□3, H□4
MTBF (Mean Time Between Failures)	Tiempo medio entre fallas de una unidad.	MTBF promedio por tipo de unidad.	Horas de operación / N° fallas.	h	Razón	Telemática, OT	Mensual	H□4
Costo de mantenimiento por vehículo	Gasto directo e indirecto por unidad y período.	1) Costo por OT. 2) Costo por km.	1) Σ costos / N° OT. 2) Σ costos / km recorridos.	S./, S./km	Razón	Contabilidad, OT, combustible	Mensual/Trimestral	H□4
Productividad del taller	Output de servicio por recurso y tiempo.	1) Órdenes cerradas por técnico/turno. 2) % cumplimiento plan.	1) N° OT cerradas / N° técnicos. 2) (OT planificadas cumplidas / OT planificadas)×100.	OT/tec, %	Razón	Plan semanal, OT	Semanal	H□3, H□4
Estandarización sostenida	Grado de adopción de procedimientos y SS.	1) % cumplimiento checklist. 2) Puntuación SS en área.	1) Ítems cumplidos/Ítems totales×100. 2) Promedio auditoría SS.	%, puntaje	Ordinal/Razón	Auditorías internas	Mensual/Trimestral	H□5
Unidades atendidas por período	Volumen de servicio ejecutado.	N° de unidades atendidas/semana.	Conteo.	N°	Razón	OT	Semanal	H□4

Anexo N° 2

ANEXO 2

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA



Yo MORALES VARGAS JOSE GILMER identificado con DNI 41847555, en mi calidad de Gerente de de la empresa Innova transport SAC. Con R.U.C N° 20605989374 ubicada en la ciudad de Lima.

OTORGAR LA AUTORIZACIÓN,

A MILAGROS ANDREA CCALLO TAIPE identificada con DNI N° 77293709, Bachiller en Ingeniería Industrial y de Gestión Empresarial de la Universidad Privada Norbert Wiener, quien actualmente se desempeña como Practicante Profesional en la empresa; de tal modo pueda utilizar la siguiente información:

- Reporte de Producción diaria
- Indicador de Eficiencia Diaria
- Reporte de tiempos perdidos (Toma y control de tiempos)
- Reporte de tiempos de los Cambio de medida de Tambor

con la finalidad de que pueda desarrollar su Tesis o trabajo de suficiencia profesional para optar al grado de Título Profesional.

Recuerda que para el trámite deberás adjuntar también, el siguiente requisito según Tipo de empresa:
• Copia del DNI del Representante Legal o Representante del área para validar su firma en el formato.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.

- () Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o
(X) Mencionar el nombre de la empresa o cualquier distintivo de la empresa.

Innova INNOVA TRANSPORT S.A.C.
JOSE MORALES VARGAS
Gerente General

Morales vargas jose gilmer
DNI: 41847555

El Egresado/Bachiller declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Egresado será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

Firma del Egresado/Bachiller
DNI: 77293709

Nota:

- Complete este documento con toda la información requerida en cada ítem, de forma detallada y acorde al tipo de proyecto. No se aceptarán respuestas incompletas, genéricas ni que omitan datos específicos.
- Todos los trámites vinculados a la orientación y a la emisión de la constancia de aprobación del proyecto se gestionan exclusivamente con el propio autor responsable, sin intermediación de los asesores.
- Contar con la constancia de aprobación por el CIEIC no garantiza la aceptación por parte de las instituciones donde pretende ejecutar el trabajo de investigación.

Anexo 3: FICHAS DE OBSERVACIÓN

FICH 1: Implementación del SMED

TIPO:

PRE TEST: X

POST TEST

AREA/ TALLER:

FECHA: 15/01/2026

OBSERVADOR: Milagros Ccallo

Ítem	Indicador	Criterio de Observación	SI	N O	% TIEMP O	Tiemp o min	Observaciones
1	% actividades clasificadas (int/ext)	Las actividades de setup están claramente identificadas como internas o externas		X	30	45	No existe clasificación formal
2	% actividades convertidas	Existen actividades que fueron convertidas de internas a externas		X	20	30	No se aplican mejoras
3	Procedimientos estandarizados	Existen checklists, instructivos, kits, 5S implementados		X	25	---	No hay documentos ni kits

4	Tiempo de alistamiento externo	Materiales y herramientas están listos antes del paro		X	35	20	Se busca material durante el paro
	RESULTADO GLOBAL DEL SMED	PROMEDIO DE CUMPLIMIENTO %			27.5%		

FICH 1: Implementación del SMED

TIPO:

PRE TEST:

POST TEST: X

AREA/ TALLER:

FECHA: 10/02/2026

OBSERVADOR: Milagros Ccallo

Ítem	Indicador	Criterio de Observación	SI	N O	% TIEMPO	Tiempo min	Observaciones
1	% actividades clasificadas (int/ext)	Las actividades de setup están claramente identificadas como internas o externas	X		90	15	Listado visible de actividades
2	% actividades convertidas	Existen actividades que fueron convertidas de internas a externas	X		85	10	Preparación previa implementada

3	Procedimientos estandarizados	Existen checklists, instructivos, kits, 5S implementados	X	88	--	Kits SMED y formatos creados
4	Tiempo de alistamiento externo	Materiales y herramientas están listos antes del paro	X	92	5	Material preparado antes
	RESULTADO GLOBAL DEL SMED	PROMEDIO DE CUMPLIMIENTO %		88.75%		
	MEJORA ALCANZADA			61.25%		

FICHA 2: Tiempo de Mantenimiento

TIPO:

PRE TEST

POST TEST

FECHA: 15/01/2025

OBSERVADOR: Milagros Ccallo

Indicador: Tiempo promedio por orden de mantenimiento (minutos)

ÍTEM	Unidad de Transporte	Registro del Mantenimiento	Tiempo
1	CFP-744 / 10M3/ 2 TM	Cambio de Tambor	145
2	ANT-288 / AUTO	Cambio de Tambor	138
3	CNB – 231 /CAMIONETA 4X4	Cambio de Tambor	150

4	ANU-774 / SPRINTER / 12 M3	Cambio de Tambor	142
5	ZTV-781 / FUNGON / 6M3	Cambio de Tambor	155
6	ZX7-871 / 10 M3 / 2 TM	Cambio de Tambor	148
7	BMP -856 / 10M3 / 2 TM	Cambio de Tambor	160
8	BMP- 765 / 10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	152
9	BKU- 894 / 10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	147
10	BNR – 784 / 10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	158
11	C9U-741 / 10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	140
12	CEB -938 /10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	150
		Tiempo Promedio (minutos)	148.8
		% Reducción vs línea bases	

FICHA 2: Tiempo de Mantenimiento

TIPO:

PRE TEST

POST TEST: X

FECHA: 10/02/2026

OBSERVADOR: Milagros Ccallo

Indicador: Tiempo promedio por orden de mantenimiento (minutos)

ÍTEM	Unidad de Transporte	Registro del Mantenimiento	Tiempo
------	----------------------	----------------------------	--------

1	CFP-744 / 10M3/ 2 TM	Cambio de Tambor	85
2	ANT-288 / AUTO	Cambio de Tambor	82
3	CNB – 231 /CAMIONETA 4X4	Cambio de Tambor	90
4	ANU-774 / SPRINTER / 12 M3	Cambio de Tambor	88
5	ZTV-781 / FUNGON / 6M3	Cambio de Tambor	92
6	ZX7-871 / 10 M3 / 2 TM	Cambio de Tambor	86
7	BMP -856 / 10M3 / 2 TM	Cambio de Tambor	95
8	BMP- 765 / 10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	89
9	BKU- 894 / 10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	87
10	BNR – 784 / 10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	93
11	C9U-741 / 10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	84
12	CEB -938 /10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	90
		Tiempo Promedio (minutos)	88.40%
		% Reducción vs línea bases	40.6%

% REDUCCIÓN VS LÍNEA BASE

$$\%Reducción = \frac{148.8-88.4}{148.8} \times 100 = 40.6\%$$

FICHA 3: Disponibilidad Operativa

TIPO:

PRE TEST: X

POST TEST

FECHA: 15/01/2026

OBSERVADOR: Milagros Ccallo

**Indicador: Disponibilidad
Operativa**

ÍTEM	Unidad de Transporte	Registro de la disponibilidad Operativa	Porcentaje %
1	CFP-744 / 10M3/ 2 TM	Operativo parcial	78
2	ANT-288 / AUTO	Operativo parcial	75
3	CNB – 231 /CAMIONETA 4X4	Operativo parcial	80

4	ANU-774 / SPRINTER / 12 M3	Operativo parcial	77
5	ZTV-781 / FUNGON / 6M3	Operativo parcial	74
6	ZX7-871 / 10 M3 / 2 TM	Operativo parcial	79
7	BMP -856 / 10M3 / 2 TM	Operativo parcial	72
8	BMP- 765 / 10M3 / 2TM	Operativo parcial	76
9	BKU- 894 / 10M3 / 2TM	Operativo parcial	78
10	BNR – 784 / 10M3 / 2TM	Operativo parcial	73
11	C9U-741 / 10M3 / 2TM	Operativo parcial	81
12	CEB -938 /10M3 / 2TM	Operativo parcial	77
		Disponibilidad Técnica	76.7 %
		% Unidades disponibles / día	75%

FICHA 3: Disponibilidad Operativa

TIPO:

PRE TEST:

POST TEST: X

FECHA: 10/02/2026

OBSERVADOR: Milagros Ccallo

Indicador: Disponibilidad Operativa

ÍTEM	Unidad de Transporte	Registro de la disponibilidad Operativa	Porcentaje %
1	CFP-744 / 10M3/ 2 TM	Operativo	93
2	ANT-288 / AUTO	Operativo	92
3	CNB – 231 /CAMIONETA 4X4	Operativo	94
4	ANU-774 / SPRINTER / 12 M3	Operativo	91
5	ZTV-781 / FUNGON / 6M3	Operativo	90
6	ZX7-871 / 10 M3 / 2 TM	Operativo	93
7	BMP -856 / 10M3 / 2 TM	Operativo	89
8	BMP- 765 / 10M3 / 2TM	Operativo	92

9	BKU- 894 / 10M3 / 2TM	Operativo	91
10	BNR – 784 / 10M3 / 2TM	Operativo	90
11	C9U-741 / 10M3 / 2TM	Operativo	84
12	CEB -938 /10M3 / 2TM	Operativo	92
		Disponibilidad Técnica	91.8 %
		% Unidades disponibles / día	91.7%

% UNIDADES DISPONIBLES / DÍA

Indicador	Pre Test Post Test	
Unidades disponibles/día	9 de 12	11 de 12
Porcentaje	75%	91.7%

MEJORA EN DISPONIBILIDAD OPERATIVA

Indicador	Valor
Disponibilidad Pre Test	76.7%
Disponibilidad Post Test	91.8%
Incremento	+15.1 puntos

FICHA 4: TIEMPO PROMDIO DE REPARACIÓN – MTTR

TIPO:

PRE TEST: X

POST TEST:

FECHA: 17/01/2026

OBSERVADOR: Milagros Ccallo

Indicador: MTTR PROMEDIO

ÍTEM	Unidad de Transporte	Registro del mantenimiento	Unidad: Horas
1	CFP-744 / 10M3/ 2 TM	Cambio de Tambor	2.6
2	ANT-288 / AUTO	Cambio de Tambor	2.4
3	CNB – 231 /CAMIONETA 4X4	Cambio de Tambor	2.7
4	ANU-774 / SPRINTER / 12 M3	Cambio de Tambor	2.5
5	ZTV-781 / FUNGON / 6M3	Cambio de Tambor	2.8
6	ZX7-871 / 10 M3 / 2 TM	Cambio de Tambor	2.6
7	BMP -856 / 10M3 / 2 TM	Cambio de Tambor	2.9

8	BMP- 765 / 10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	2.7
9	BKU- 894 / 10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	2.5
10	BNR – 784 / 10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	2.8
11	C9U-741 / 10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	2.4
12	CEB -938 /10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	2.7
		Tiempo medio de Reparación- MTTR Promedio	2.63 Hr.

FICHA 4: TIEMPO PROMDIO DE REPARACIÓN – MTTR

TIPO:

PRE TEST

POST TEST: X

FECHA: 12/02/2026

OBSERVADOR: Milagros Ccallo

Indicador: MTTR PROMEDIO

ÍTEM	Unidad de Transporte	Registro del mantenimiento	Unidad: Horas
1	CFP-744 / 10M3/ 2 TM	Cambio de Tambor	1.5

2	ANT-288 / AUTO	Cambio de Tambor	1.4
3	CNB – 231 /CAMIONETA 4X4	Cambio de Tambor	1.6
4	ANU-774 / SPRINTER / 12 M3	Cambio de Tambor	1.5
5	ZTV-781 / FUNGON / 6M3	Cambio de Tambor	1.7
6	ZX7-871 / 10 M3 / 2 TM	Cambio de Tambor	1.5
7	BMP -856 / 10M3 / 2 TM	Cambio de Tambor	1.8
8	BMP- 765 / 10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	1.4
9	BKU- 894 / 10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	1.5
10	BNR – 784 / 10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	1.7
11	C9U-741 / 10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	1.4
12	CEB -938 /10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	1.6
		Tiempo medio de Reparación- MTTR Promedio	1.57 Hr.

REDUCCIÓN DEL MTTR (RESULTADO CLAVE)

Indicador	Valor
MTTR Pre Test	2.63 h
MTTR Post Test	1.57 h
Reducción	1.06 h
% Reducción	40.3%

FICHA 5: TIEMPO MEDIO ANTES DE FALLAS - MTBF

TIPO:

PRE TEST: X

POST TEST

FECHA: 17/01/2026

OBSERVADOR: Milagros Ccallo

Indicador: MTBF PROMEDIO

ÍTEM	Unidad de Transporte	Registro del mantenimiento	Unidad: Horas
1	CFP-744 / 10M3/ 2 TM	Fallas frecuentes	120

2	ANT-288 / AUTO	Fallas frecuentes	115
3	CNB – 231 /CAMIONETA 4X4	Fallas frecuentes	125
4	ANU-774 / SPRINTER / 12 M3	Fallas frecuentes	118
5	ZTV-781 / FUNGON / 6M3	Fallas frecuentes	110
6	ZX7-871 / 10 M3 / 2 TM	Fallas frecuentes	122
7	BMP -856 / 10M3 / 2 TM	Fallas frecuentes	105
8	BMP- 765 / 10M3 / 2TM	Fallas frecuentes	117
9	BKU- 894 / 10M3 / 2TM	Fallas frecuentes	120
10	BNR – 784 / 10M3 / 2TM	Fallas frecuentes	108
11	C9U-741 / 10M3 / 2TM	Fallas frecuentes	130
12	CEB -938 /10M3 / 2TM	Fallas frecuentes	119
		Tiempo medio antes de fallas- MTBF Promedio	117.4 Hr.

FICHA 5: TIEMPO MEDIO ANTES DE FALLAS - MTBF

TIPO:

PRE TEST:

POST TEST: X

FECHA: 12/02/2026

OBSERVADOR: Milagros Ccallo

Indicador: MTBF PROMEDIO

ÍTEM	Unidad de Transporte	Registro del mantenimiento	Unidad: Horas
1	CFP-744 / 10M3/ 2 TM	Fallas frecuentes	210
2	ANT-288 / AUTO	Fallas frecuentes	205
3	CNB – 231 /CAMIONETA 4X4	Fallas frecuentes	220
4	ANU-774 / SPRINTER / 12 M3	Fallas frecuentes	215
5	ZTV-781 / FUNGON / 6M3	Fallas frecuentes	200
6	ZX7-871 / 10 M3 / 2 TM	Fallas frecuentes	218
7	BMP -856 / 10M3 / 2 TM	Fallas frecuentes	195
8	BMP- 765 / 10M3 / 2TM	Fallas frecuentes	208

9	BKU- 894 / 10M3 / 2TM	Fallas frecuentes	212
10	BNR – 784 / 10M3 / 2TM	Fallas frecuentes	198
11	C9U-741 / 10M3 / 2TM	Fallas frecuentes	225
12	CEB -938 /10M3 / 2TM	Fallas frecuentes	210
		Tiempo medio antes de fallas- MTBF Promedio	209.80 Hr.

INCREMENTO DEL MTBF (RESULTADO CLAVE)

Indicador	Valor
MTBF Pre Test	117.4 h
MTBF Post Test	209.8 h
Incremento	+92.4 h
% Mejora	+78.7%

FICHA 6: COSTO DE MANTENIMIENTO POR VEHÍCULO

TIPO:

PRE TEST: X

POST TEST

FECHA: 17/01/2026

OBSERVADOR: Milagros Ccallo

Indicador: Costo por orden de Trabajo-OT

ÍTEM	Unidad de Transporte	Registro de la orden de trabajo	Costo x OT	Costo x Km
1	CFP-744 / 10M3/ 2 TM	Cambio de Tambor	1250	0.85
2	ANT-288 / AUTO	Cambio de Tambor	1180	0.82
3	CNB – 231 /CAMIONETA 4X4	Cambio de Tambor	1300	0.88
4	ANU-774 / SPRINTER / 12 M3	Cambio de Tambor	1220	0.84
5	ZTV-781 / FUNGON / 6M3	Cambio de Tambor	1350	0.90
6	ZX7-871 / 10 M3 / 2 TM	Cambio de Tambor	1260	0.86
7	BMP -856 / 10M3 / 2 TM	Cambio de Tambor	1400	0.92
8	BMP- 765 / 10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	1280	0.87

9	BKU- 894 / 10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	1240	0.85
10	BNR – 784 / 10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	1360	0.91
11	C9U-741 / 10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	1190	0.83
12	CEB -938 /10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	1300	0.88
		Costo promedio por Orden de Trabajo (Soles)	1277.50	0.87
		Costo promedio por Km		

FICHA 6: COSTO DE MANTENIMIENTO POR VEHÍCULO

TIPO:

PRE TEST:

POST TEST: X

FECHA: 12/02/2026

OBSERVADOR: Milagros Ccallo

Indicador: Costo por orden de Trabajo-OT

ÍTEM	Unidad de Transporte	Registro de la orden de trabajo	Costo x OT	Costo x Km
1	CFP-744 / 10M3/ 2 TM	Cambio de Tambor	820	0.85
2	ANT-288 / AUTO	Cambio de Tambor	780	0.52

3	CNB – 231 /CAMIONETA 4X4	Cambio de Tambor	850	0.57
4	ANU-774 / SPRINTER / 12 M3	Cambio de Tambor	800	0.54
5	ZTV-781 / FUNGON / 6M3	Cambio de Tambor	880	0.58
6	ZX7-871 / 10 M3 / 2 TM	Cambio de Tambor	830	0.56
7	BMP -856 / 10M3 / 2 TM	Cambio de Tambor	900	0.60
8	BMP- 765 / 10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	840	0.57
9	BKU- 894 / 10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	810	0.55
10	BNR – 784 / 10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	890	0.59
11	C9U-741 / 10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	790	0.53
12	CEB -938 /10M3 / 2TM	Cambio de Tambor	850	0.57
		Costo promedio por Orden de Trabajo (Soles)	835	
		Costo promedio por Km		0.56

REDUCCIÓN DE COSTOS (RESULTADO CLAVE)

Indicador	Valor
Costo promedio OT Pre	S/ 1,277.50
Costo promedio OT Post	S/ 835.00
Ahorro por OT	S/ 442.50
% Reducción	34.6%

Indicador	Valor
Costo/Km Pre	S/ 0.87
Costo/Km Post	S/ 0.56
Reducción	S/ 0.31
% Reducción	35.6%

FICHA 7: PRODUCTIVIDAD DEL TALLER

TIPO:

PRE TEST: X

POST TEST

FECHA: 17/01/2026

OBSERVADOR: Milagros Ccallo

Indicador: Ordenes de Trabajo cerradas por técnico

ÍTEM	Unidad de Transporte	Registro de la orden de trabajo / técnico	Cerrada: Si/NO
1	CFP-744 / 10M3/ 2 TM	OT-01	NO
2	ANT-288 / AUTO	OT-02	SI
3	CNB – 231 /CAMIONETA 4X4	OT-03	NO
4	ANU-774 / SPRINTER / 12 M3	OT-04	SI
5	ZTV-781 / FUNGON / 6M3	OT-05	NO
6	ZX7-871 / 10 M3 / 2 TM	OT-06	SI
7	BMP -856 / 10M3 / 2 TM	OT-07	NO
8	BMP- 765 / 10M3 / 2TM	OT-08	NO

9	BKU- 894 / 10M3 / 2TM	OT-09	SI
10	BNR – 784 / 10M3 / 2TM	OT-10	NO
11	C9U-741 / 10M3 / 2TM	OT-11	NO
12	CEB -938 /10M3 / 2TM	OT-12	SI
		Porcentaje de cumplimiento % respecto al plan	41%

RESULTADO PRE TEST

- OT cerradas = **5 de 12**
- Porcentaje de cumplimiento =

$$(5/12) \times 100 = 41.7\%$$

FICHA 7: PRODUCTIVIDAD DEL TALLER

TIPO:

PRE TEST:

POST TEST: X

FECHA: 12/02/2026

OBSERVADOR: Milagros Ccallo

Indicador: Ordenes de Trabajo cerradas por técnico

ÍTEM	Unidad de Transporte	Registro de la orden de trabajo / técnico	Cerrada: Si/NO
1	CFP-744 / 10M3/ 2 TM	OT-01	SI
2	ANT-288 / AUTO	OT-02	SI
3	CNB – 231 /CAMIONETA 4X4	OT-03	SI
4	ANU-774 / SPRINTER / 12 M3	OT-04	SI
5	ZTV-781 / FUNGON / 6M3	OT-05	SI
6	ZX7-871 / 10 M3 / 2 TM	OT-06	SI
7	BMP -856 / 10M3 / 2 TM	OT-07	SI
8	BMP- 765 / 10M3 / 2TM	OT-08	NO
9	BKU- 894 / 10M3 / 2TM	OT-09	SI
10	BNR – 784 / 10M3 / 2TM	OT-10	SI
11	C9U-741 / 10M3 / 2TM	OT-11	SI
12	CEB -938 /10M3 / 2TM	OT-12	SI
		Porcentaje de cumplimiento % respecto al plan	91.70 %

RESULTADO POST TEST

- OT cerradas = **11 de 12**
- Porcentaje de cumplimiento =

$$(11/12) \times 100 = 91.7\%$$

MEJORA EN PRODUCTIVIDAD DEL TALLER

Indicador	Valor
Cumplimiento Pre Test	41.7%
Cumplimiento Post Test	91.7%
Incremento	+50.0 puntos
Mejora relativa	+120%

FICHA 8 ESTANDARIZACION SOSTENIDA

PRE TEST (Antes de SMED)

Ítem	Criterio Evaluado	Cumple (Sí/No)	% Cumplimiento
1	Checklists actualizados	NO	30%
2	Procedimientos visibles	NO	25%
3	Kits de herramientas estandarizados	NO	35%
4	Señalización 5S	NO	40%
5	Auditorías internas	NO	20%
6	Capacitación en estándares	NO	30%
7	Control visual	NO	35%
8	Disciplina en uso de formatos	NO	25%

Estandarización Sostenida – PRE TEST

Promedio = 30.0%

POST TEST (Después de SMED)

Ítem	Criterio Evaluado	Cumple (Sí/No)	% Cumplimiento
1	Checklists actualizados	SÍ	90%
2	Procedimientos visibles	SÍ	88%
3	Kits de herramientas estandarizados	SÍ	92%
4	Señalización 5S	SÍ	95%
5	Auditorías internas	SÍ	85%
6	Capacitación en estándares	SÍ	90%
7	Control visual	SÍ	93%
8	Disciplina en uso de formatos	SÍ	88%

Estandarización Sostenida – POST TEST

Promedio = 90.1%

MEJORA EN ESTANDARIZACIÓN

Indicador	Valor
Pre Test	30.0%
Post Test	90.1%
Incremento	+60.1 puntos
Mejora relativa	+200%

FICHA 9. UNIDADES ATENDIDAS POR PERIODO

PRE TEST (Antes de SMED)

Período	Unidades Atendidas
Semana 1	8
Semana 2	9
Semana 3	7
Semana 4	8

PROMEDIO PRE TEST

Promedio = 8.0 unidades/semana

POST TEST (Después de SMED)

Período	Unidades Atendidas
Semana 1	12
Semana 2	12
Semana 3	12
Semana 4	12

PROMEDIO POST TEST

Promedio = 12.0 unidades/semana

MEJORA EN CAPACIDAD DE ATENCIÓN

Indicador	Valor
Pre Test	8.0 unid/semana
Post Test	12.0 unid/semana
Incremento	+4 unidades
% Mejora	+50%

Anexo 4

Certificado de validez del instrumento

Metodología SMED para optimizar la productividad en el área de mantenimiento de una empresa de transporte, Lima 2026

Nº	Dimensiones/Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
Variable 1: Metodología SMED								
Dimensión 1: Implementación del SMED								
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	% actividades clasificadas(int/ext).	X		X		X		
2	% actividades convertidas de internas→externas	X		X		X		
3	Nº/ % procedimientos estandarizados (checklists, 5S, kits).	X		X		X		
4	Tiempo de alistamiento previo (“externo”) disponible antes del paro.	X		X		X		
Variable 2: Productividad del mantenimiento								
Dimensión 1: Tiempo de mantenimiento Setup / Servicio								
5	Tiempo promedio por orden.	X		X		X		
6	% reducción vs línea base.	X		X		X		
Dimensión 2: Disponibilidad Operativa de flota								
7	Disponibilidad técnica	X		X		X		
8	% unidades disponibles/día.	X		X		X		
Dimensión 3: MTTR (Mean Time To Repair)								
9	MTTR promedio							
Dimensión 4: MTBF (Mean Time Between Failures)								
10	MTBF promedio por tipo de unidad	X		X		X		
Dimensión 5: Costo de mantenimiento por vehículo								
11	Costo promedio por órdenes de trabajo	X		X		X		
Dimensión 6: Productividad del taller								
12	Órdenes cerradas por técnico/turno.	X		X		X		
13	% cumplimiento del plan	X		X		X		
Dimensión 7: Estandarización sostenida								
14	% cumplimiento del check list	X		X		X		

Dimensión 8: Unidades atendidas por periodo								
15	Nº de unidades atendidas/semana	X		X		X		

1 Pertinencia: el ítem corresponde al concepto teórico formulado.

2 Relevancia: el ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

3 Claridad: se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota. Suficiencia: se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si es suficiente

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [☒ X]

Aplicable después de corregir [☐]

No aplicable [☐]

Apellidos y nombres del juez validador: VALLE CANGALAYA, Daniel Hernani

DNI: 25790946

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial.

Lima 08 de Febrero del 2026



Firma

Certificado de validez del instrumento

Metodología SMED para optimizar la productividad en el área de mantenimiento de una empresa de transporte, Lima 2026

Nº	Dimensiones/Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
Variable 1: Metodología SMED								
Dimensión 1: Implementación del SMED								
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	% actividades clasificadas(int/ext).	X		X		X		
2	% actividades convertidas de internas→externas	X		X		X		
3	Nº/ % procedimientos estandarizados (checklists, 5S, kits).	X		X		X		
4	Tiempo de alistamiento previo (“externo”) disponible antes del paro.	X		X		X		
Variable 2: Productividad del mantenimiento								
Dimensión 1: Tiempo de mantenimiento Setup / Servicio								
5	Tiempo promedio por orden.	X		X		X		
6	% reducción vs línea base.	X		X		X		
Dimensión 2: Disponibilidad Operativa de flota								
7	Disponibilidad técnica	X		X		X		
8	% unidades disponibles/día.	X		X		X		
Dimensión 3: MTTR (Mean Time To Repair)								
9	MTTR promedio							
Dimensión 4: MTBF (Mean Time Between Failures)								
10	MTBF promedio por tipo de unidad	X		X		X		
Dimensión 5: Costo de mantenimiento por vehículo								
11	Costo promedio por órdenes de trabajo	X		X		X		
Dimensión 6: Productividad del taller								
12	Órdenes cerradas por técnico/turno.	X		X		X		
13	% cumplimiento del plan	X		X		X		
Dimensión 7: Estandarización sostenida								
14	% cumplimiento del check list	X		X		X		

Dimensión 8: Unidades atendidas por periodo								
15	Nº de unidades atendidas/semana	X		X		X		

1 Pertinencia: el ítem corresponde al concepto teórico formulado.

2 Relevancia: el ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

3 Claridad: se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota. Suficiencia: se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si es suficiente

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [☒ X]

Aplicable después de corregir [☐]

No aplicable [☐]

Apellidos y nombres del juez validador: ORTIZ VARGAS, Nicolás Fedeberto

DNI: 07924520

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial.

Lima, 08 de Febrero del 2026


 ORTIZ VARGAS Nicolás Fedeberto
 Docente

Certificado de validez del instrumento

Metodología SMED para optimizar la productividad en el área de mantenimiento de una empresa de transporte, Lima 2026

Nº	Dimensiones/Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
Variable 1: Metodología SMED								
Dimensión 1: Implementación del SMED								
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	% actividades clasificadas(int/ext).	X		X		X		
2	% actividades convertidas de internas→externas	X		X		X		
3	Nº/ % procedimientos estandarizados (checklists, 5S, kits).	X		X		X		
4	Tiempo de alistamiento previo (“externo”) disponible antes del paro.	X		X		X		
Variable 2: Productividad del mantenimiento								
Dimensión 1: Tiempo de mantenimiento Setup / Servicio								
5	Tiempo promedio por orden.	X		X		X		
6	% reducción vs línea base.	X		X		X		
Dimensión 2: Disponibilidad Operativa de flota								
7	Disponibilidad técnica	X		X		X		
8	% unidades disponibles/día.	X		X		X		
Dimensión 3: MTTR (Mean Time To Repair)								
9	MTTR promedio							
Dimensión 4: MTBF (Mean Time Between Failures)								
10	MTBF promedio por tipo de unidad	X		X		X		
Dimensión 5: Costo de mantenimiento por vehículo								
11	Costo promedio por órdenes de trabajo	X		X		X		
Dimensión 6: Productividad del taller								
12	Órdenes cerradas por técnico/turno.	X		X		X		
13	% cumplimiento del plan	X		X		X		
Dimensión 7: Estandarización sostenida								

14	% cumplimiento del check list	X		X		X		
Dimensión 8: Unidades atendidas por periodo								
15	Nº de unidades atendidas/semana	X		X		X		

1 Pertinencia: el ítem corresponde al concepto teórico formulado.

2 Relevancia: el ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

3 Claridad: se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota. Suficiencia: se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si es suficiente

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [☒]

Aplicable después de corregir [☐]

No aplicable [☐]

Apellidos y nombres del juez validador: Mg. Girao Silva, Daves

DNI: 42259042

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial.

Lima, 08 de Febrero del 2026



FIRMA

Anexo 5

Evidencias de la aplicación de la Metodología SMED para optimizar la productividad en el área de mantenimiento de una empresa de transporte, Lima 2026



I) Actividades y acciones realizadas en la aplicación de la metodología SMED para optimizar la productividad en el área de mantenimiento de una empresa de transporte, Lima 2026

1. Diagnóstico inicial del proceso de mantenimiento (Pre Test)

La primera etapa de la investigación consistió en realizar un diagnóstico del proceso de mantenimiento del taller de la empresa de transporte con el objetivo de identificar ineficiencias, tiempos improductivos y actividades que generaban retrasos en las intervenciones mecánicas.

Para ello se aplicaron fichas de observación estructuradas, mediante las cuales se evaluaron diferentes indicadores relacionados con la productividad del área de mantenimiento. En esta fase se registraron los tiempos de ejecución de las órdenes de trabajo, la disponibilidad operativa de las unidades, los tiempos promedio de reparación, el intervalo entre fallas y los costos asociados al mantenimiento.

Los resultados del pre test evidenciaron diversas deficiencias operativas, tales como:

- Ausencia de clasificación de actividades internas y externas del proceso de mantenimiento.
- Falta de procedimientos estandarizados para las intervenciones mecánicas.
- Búsqueda de herramientas y materiales durante la ejecución del mantenimiento.
- Escasa organización del área de trabajo.
- Bajos niveles de productividad del taller.

En relación con la aplicación de la metodología SMED, el diagnóstico inicial mostró un nivel de cumplimiento de solo 27.5%, lo que evidenció un bajo nivel de implementación de prácticas orientadas a la reducción de tiempos de preparación.

Resultados de las fichas de observación

Asimismo, se identificaron los siguientes indicadores iniciales:

- Tiempo promedio de mantenimiento: 148.8 minutos
- Disponibilidad operativa de unidades: 76.7%

- MTTR (tiempo medio de reparación): 2.63 horas
- MTBF (tiempo medio entre fallas): 117.4 horas
- Costo promedio por orden de trabajo: S/ 1,277.50
- Cumplimiento de órdenes de trabajo: 41.7%
- Capacidad de atención del taller: 8 unidades por semana.

Estos resultados confirmaron la necesidad de implementar una metodología que permitiera optimizar los procesos del taller y mejorar la productividad del área de mantenimiento.

ACTIVIDADES Y ACCIONES REALIZADAS EN LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED PARA OPTIMIZAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE UNA EMPRESA DE TRANSPORTE, LIMA - 2026

INEFICIENCIA EN EL PROCESO DE MANTENIMIENTO



RESULTADOS INICIALES

	MTTR: 2.63 horas		MTBF: 117.4 horas
	Costo promedio/orden: S/ 1,277.50		Disponibilidad operativa: 76.7%
	Disponibilidad operativa: 76.7%		Atención del taller: 8 unidades/sem.

DIAGNÓSTICO INICIAL DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO (PRE TEST)

- Nivel de cumplimiento **SMED** **27.5%**
- MTTR (medio tiempo de reparación) **2.63 horas**
- MTBF (medio tiempo entre fallas) **117.4 horas**



2. Análisis del proceso de mantenimiento

Posteriormente se realizó un análisis detallado de las actividades que conformaban el proceso de mantenimiento, específicamente en la intervención de cambio de tambor en las unidades de transporte, actividad seleccionada como proceso piloto para la aplicación de la metodología.

Durante esta fase se efectuaron las siguientes acciones:

- Observación directa de las actividades ejecutadas por los técnicos de mantenimiento.
- Registro de tiempos reales de intervención en cada orden de trabajo.
- Identificación de tiempos improductivos.
- Análisis de movimientos innecesarios dentro del taller.
- Evaluación del flujo de herramientas, repuestos y materiales.

Este análisis permitió identificar que gran parte del tiempo empleado en las intervenciones se destinaba a actividades que no agregaban valor, tales como la búsqueda de herramientas, la preparación tardía de repuestos o la falta de coordinación entre los técnicos.

ANÁLISIS DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO (PRE TEST)

Intervención piloto: Cambio de tambor en unidades de transporte

Observación del proceso



Observación directa en taller

- Monitoreo de actividades realizadas por técnicos.
- Identificación de secuencia de trabajo.
- Registro de interacción técnico – equipo.

Evidencia del proceso de mantenimiento



- Desmontaje de componentes.
- Inspección técnica de partes.
- Preparación de repuestos.

Observación del proceso

- Monitoreo de actividades realizadas por técnicos.
- Identificación de secuencia de trabajo.
- Registro de interacción técnico – equipo.



Principales problemas detectados

- 🔍 **Búsqueda prolongada** de herramientas.
- ☑ **Preparación tardía** de repuestos.
- ➡ **Desplazamientos innecesarios** dentro del taller.
- 👥 **Falta de coordinación** entre técnicos.

RESULTADO DEL ANÁLISIS:

RESULTADO DEL ANÁLISIS

Se identificó que una proporción importante del tiempo de mantenimiento correspondía a actividades que no agregaban valor, lo que justificó la aplicación de la metodología SMED para optimizar el proceso

3. Clasificación de actividades internas y externas del mantenimiento

Como parte de la aplicación de la metodología SMED, se procedió a clasificar las actividades del proceso de mantenimiento en dos categorías:

- Actividades internas:
- Aquellas que solo podían realizarse cuando la unidad de transporte se encontraba detenida en el área de mantenimiento.
- Actividades externas:
- Aquellas que podían realizarse antes o después de la intervención sin necesidad de detener la unidad.

Esta clasificación permitió identificar oportunidades para convertir actividades internas en externas, reduciendo así el tiempo total de intervención. En la fase inicial se evidenció que la mayoría de las actividades no estaban clasificadas, lo que generaba desorganización en la ejecución del mantenimiento.

CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES INTERNAS Y EXTERNAS DEL MANTENIMIENTO

Aplicación de la metodología SMED

Se procedió a clasificar las actividades de mantenimiento en **dos categorías: Internas y Externas**, para identificar oportunidades de **optimización**



4. Conversión de actividades internas a externas

Una de las acciones principales de la metodología SMED consistió en convertir diversas actividades internas en externas con el objetivo de reducir el tiempo de intervención.

- Para ello se implementaron las siguientes mejoras:
- Preparación anticipada de herramientas y repuestos.
- Verificación previa de materiales necesarios para cada orden de trabajo.
- Organización del puesto de trabajo antes de iniciar la intervención.
- Asignación de kits de herramientas específicos para cada tipo de mantenimiento.

Estas acciones permitieron que varias tareas que anteriormente se realizaban durante la intervención pudieran ejecutarse previamente, reduciendo significativamente los tiempos de mantenimiento.

CONVERSIÓN DE ACTIVIDADES INTERNAS A EXTERNAS

Reducción de Tiempo de Intervención: Metodología SMED

ACCIONES DE MEJORA IMPLEMENTADAS

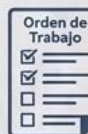
1 PREPARACIÓN ANTICIPADA



Preparación anticipada de herramientas y repuestos.



2 VERIFICACIÓN PREVIA



Verificación previa de materiales necesarios para cada orden de trabajo.



3 ORGANIZACIÓN DEL PUESTO

- Organización del puesto de trabajo antes de iniciar la intervención.



KITS ESPECÍFICOS

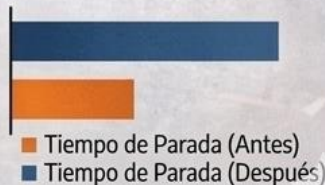
4

- Asignación de kits de herramientas específicos para cada tipo de mantenimiento.



RESULTADOS

- Estas acciones permitieron que varias tareas que anteriormente se realizaban durante la intervención pudieran ejecutarse previamente, **reduciendo** significativamente los **tiempos** de mantenimiento.



5. Implementación de herramientas de estandarización

Con el fin de garantizar la correcta ejecución del proceso de mantenimiento, se desarrollaron diferentes herramientas de estandarización, entre ellas:

- Checklists de mantenimiento.
- Procedimientos operativos estandarizados.
- Formatos de control para órdenes de trabajo.
- Kits de herramientas SMED.
- Señalización y control visual en el área del taller.

Asimismo, se implementaron prácticas de organización basadas en la metodología 5S, lo que permitió mejorar el orden y la disponibilidad de herramientas y materiales.

Gracias a estas acciones, el nivel de estandarización del proceso pasó de 30% a 90.1%, lo que representa una mejora de más de 60 puntos porcentuales.

FASE 5: IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE ESTANDARIZACIÓN

Objetivo: Garantizar la correcta ejecución del proceso de mantenimiento.

1. DOCUMENTOS DE ESTANDARIZACIÓN

Checklists, POEs y Formatos



Definición clara de cada paso del proceso.

2. KITS DE HERRAMIENTAS SMED

Preparación y Orden



Herramientas específicas listas para su uso.

3. SEÑALIZACIÓN Y CONTROL VISUAL

Área del Taller y Equipos



Identificación rápida de elementos y estados.

4. PRÁCTICAS 5S (ORDEN Y DISPONIBILIDAD)

Mejora del Orden y Limpieza



Mayor accesibilidad de herramientas y materiales.

RESULTADOS FASE 5

Gracias a estas acciones, el nivel de estandarización del proceso aumentó drásticamente.



NIVEL DE ESTANDARIZACIÓN

30% → 90.1%

+60.1 puntos porcentuales



Mantenimiento eficiente y equipo operativo listo.

6. Capacitación del personal técnico

Como parte del proceso de implementación, se realizó la capacitación del personal del área de mantenimiento en los principios y herramientas de la metodología SMED.

- Durante estas sesiones se abordaron temas como:
- Conceptos de reducción de tiempos de preparación.
- Clasificación de actividades internas y externas.
- Importancia de la estandarización de procesos.
- Uso de checklists y procedimientos operativos.
- Organización del puesto de trabajo.

La capacitación permitió fortalecer las competencias del personal técnico y fomentar una cultura de mejora continua dentro del taller.

FASE 6: CAPACITACIÓN DEL PERSONAL TÉCNICO

Fortalecimiento de Competencias y Cultura de Mejora Continua

ADAPTAMIENTO DE COMPET

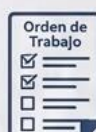
1 REDUCCIÓN DE TIEMPOS Y CONCEPTOS



Conceptos clave para agilizar preparaciones.



2 USO DE CHECKLISTS Y POEs



Importancia de procesos claros y herramientas de control.



3 ORGANIZACIÓN DEL PUESTO (5S)

- Principios para un entorno de trabajo eficiente.



4 CULTURA DE MEJORA CONTINUA

- Optimización del taller y asimilación de principios.



RESULTADOS

- La capacitación permitió fortalecer las competencias del personal técnico y fomentar una **cultura de mejora continua** dentro del taller.



7. Implementación y seguimiento de las mejoras

Una vez implementadas las mejoras propuestas, se procedió a realizar el seguimiento de los resultados mediante la aplicación de las fichas de observación correspondientes al post test.

Los resultados obtenidos evidenciaron mejoras significativas en todos los indicadores evaluados, destacando los siguientes:

- Cumplimiento de implementación SMED: 88.75%
- Reducción del tiempo de mantenimiento: 40.6%
- Incremento de la disponibilidad operativa: de 76.7% a 91.8%
- Reducción del MTTR: de 2.63 h a 1.57 h (40.3%)
- Incremento del MTBF: de 117.4 h a 209.8 h (78.7%)
- Reducción del costo por orden de trabajo: 34.6%
- Incremento de la productividad del taller: de 41.7% a 91.7%
- Incremento de unidades atendidas: de 8 a 12 unidades por semana.

Estos resultados evidencian que la aplicación de la metodología SMED permitió mejorar significativamente la eficiencia operativa del área de mantenimiento.



8. Evaluación final del impacto de la metodología SMED

Finalmente, se realizó una evaluación comparativa entre los resultados del pre test y post test, con el objetivo de medir el impacto de la metodología en la productividad del área de mantenimiento. Los resultados demostraron que la implementación de SMED contribuyó a:

- Reducir los tiempos de mantenimiento.
- Incrementar la disponibilidad de las unidades de transporte.
- Mejorar la eficiencia del personal técnico.
- Disminuir los costos operativos.
- Aumentar la capacidad de atención del taller.

En consecuencia, se concluye que la aplicación de la metodología SMED constituye una herramienta efectiva para la optimización de los procesos de mantenimiento en empresas del sector transporte.



II. Detalle de la capacitación al personal del área de mantenimiento

Como parte del proceso de implementación de la metodología SMED, se desarrolló un programa de capacitación dirigido al personal técnico del área de mantenimiento con el propósito de fortalecer sus conocimientos sobre herramientas de mejora de procesos y estandarización de actividades.

Objetivo de la capacitación

Capacitar al personal técnico en la aplicación de los principios y herramientas de la metodología SMED con el fin de reducir los tiempos de mantenimiento, mejorar la organización del taller y aumentar la productividad operativa.

Contenido de la capacitación

La capacitación se estructuró en cuatro módulos principales:

Módulo 1: Introducción a la mejora de procesos en mantenimiento

Temas desarrollados:

- Importancia de la eficiencia en los procesos de mantenimiento.
- Concepto de productividad en talleres mecánicos.
- Impacto de los tiempos improductivos en la disponibilidad de las unidades.
- Introducción a las metodologías Lean aplicadas al mantenimiento.

Módulo 2: Metodología SMED

Temas desarrollados:

- Concepto y principios de la metodología SMED.
- Diferencia entre actividades internas y externas.
- Identificación de actividades que no agregan valor.
- Estrategias para reducir tiempos de preparación.

Durante esta etapa se analizaron ejemplos reales del proceso de mantenimiento del taller.

Módulo 3: Estandarización del proceso de mantenimiento

Temas desarrollados:

- Importancia de la estandarización en los procesos operativos.
- Elaboración y uso de checklists de mantenimiento.

- Implementación de procedimientos operativos estandarizados.
- Organización de herramientas mediante kits de trabajo.

Módulo 4: Organización del área de trabajo

Temas desarrollados:

- Principios de orden y limpieza en el taller.
- Implementación de señalización y control visual.
- Ubicación estratégica de herramientas y materiales.
- Disciplina en el uso de formatos y registros de mantenimiento.

Metodología de capacitación

La capacitación se realizó mediante una metodología teórico-práctica que incluyó:

- Exposición de conceptos técnicos.
- Análisis de casos reales del taller.
- Demostraciones prácticas en el área de mantenimiento.
- Aplicación directa de los formatos SMED.
- Participación activa del personal técnico.

Resultados de la capacitación

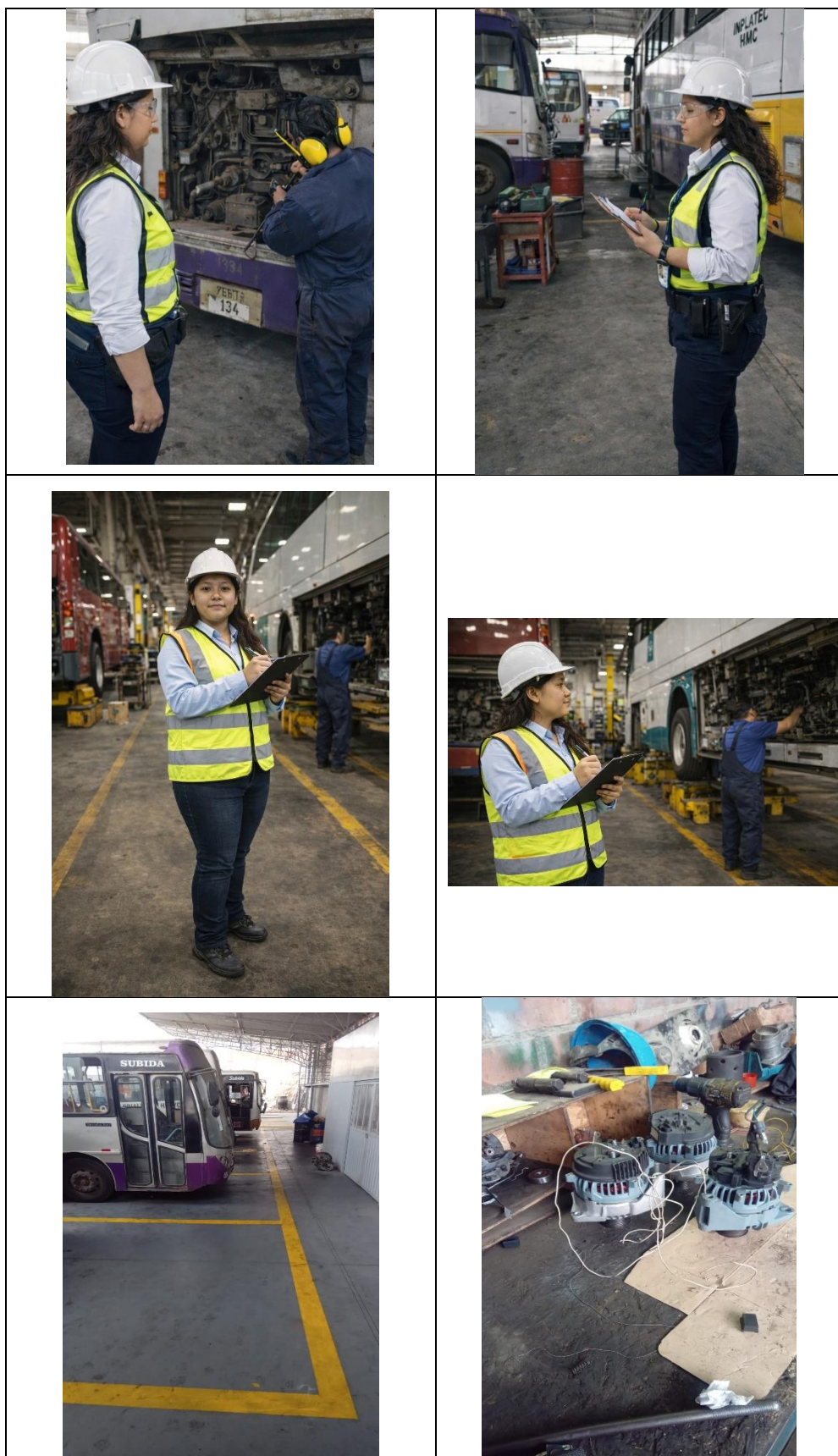
La capacitación permitió:

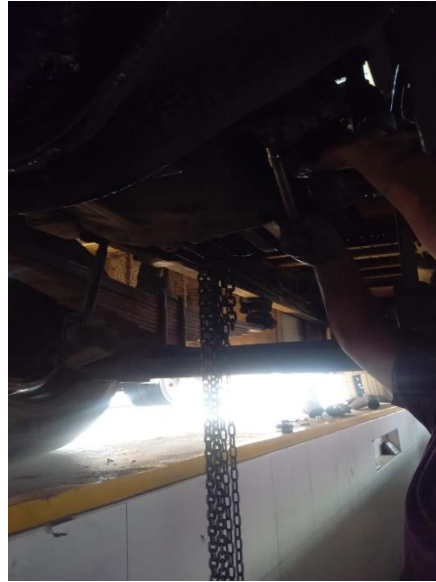
- Mejorar la comprensión del proceso de mantenimiento.
- Facilitar la aplicación de la metodología SMED.
- Incrementar la disciplina operativa en el uso de formatos y procedimientos.
- Fortalecer la cultura de mejora continua dentro del taller.

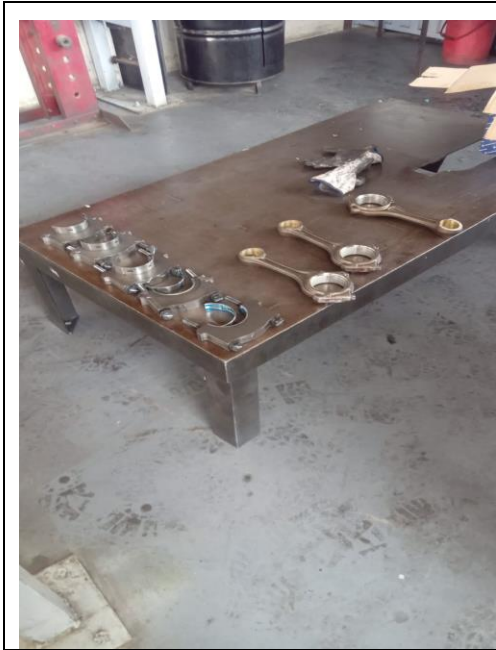
Como resultado de estas acciones, el nivel de estandarización de procesos pasó de 30% a 90.1%, evidenciando una mejora significativa en la organización y control de las actividades del área de mantenimiento.

Anexo 6

Evidencias de las visitas al taller de mantenimiento







Anexo 7

BASE DE DATOS POST TEST DE LA VARIABLE LEAN MANUFACTURING

BASE DE DATOS TESIS MILAGROS CCALLO.sav [ConjuntoDatos0] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

16 : P4

Visible: 10 de 10 variables

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	p7	p8	p9	p10	var	var	var	var	var	var
1	145	85	78.00	93.00	120.00	210.00	1250.00	85.00	820.00	85.00						
2	138	82	75.00	92.00	115.00	205.00	1180.00	82.00	780.00	82.00						
3	150	90	80.00	94.00	125.00	220.00	1300.00	88.00	850.00	88.00						
4	142	88	77.00	91.00	118.00	215.00	1220.00	84.00	800.00	84.00						
5	155	92	74.00	90.00	110.00	200.00	1350.00	90.00	880.00	90.00						
6	148	86	79.00	93.00	122.00	210.00	1260.00	86.00	830.00	86.00						
7	160	95	72.00	89.00	105.00	195.00	1400.00	92.00	900.00	92.00						
8	152	89	76.00	92.00	117.00	208.00	1280.00	87.00	840.00	87.00						
9	147	87	78.00	91.00	120.00	212.00	1240.00	85.00	810.00	85.00						
10	158	93	73.00	90.00	108.00	198.00	1360.00	91.00	890.00	91.00						
11	140	84	81.00	94.00	130.00	225.00	1190.00	83.00	790.00	83.00						
12	150	90	77.00	92.00	119.00	210.00	1300.00	88.00	850.00	88.00						
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode: ON

Buscar NVDA +1.30% ESP 10:25 17/03/2026

11% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 8%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 9%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 8% Fuentes de Internet
- 3% Publicaciones
- 9% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.uwiener.edu.pe	2%
2	Trabajos entregados	Universidad Wiener on 2025-11-12	<1%
3	Trabajos entregados	Universidad Wiener on 2023-06-15	<1%
4	Trabajos entregados	Universidad Cesar Vallejo on 2024-10-09	<1%
5	Trabajos entregados	Universidad Cesar Vallejo on 2024-12-06	<1%
6	Internet	hdl.handle.net	<1%
7	Trabajos entregados	Universidad Tecnologica del Peru on 2025-01-29	<1%
8	Internet	repositorio.unsaac.edu.pe	<1%
9	Trabajos entregados	Universidad Técnica Nacional de Costa Rica on 2025-07-17	<1%
10	Internet	repositorio.uap.edu.pe	<1%
11	Trabajos entregados	Universitat Politècnica de València on 2025-08-11	<1%