

Uso de 8D para optimizar el consumo de herramientas en una planta de autobuses urbanos

Using 8D to optimize tool consumption in an urban bus plant

Salomón Juárez Montiel ^a, Asel Juárez Vite ^b, Héctor Rivera Gómez ^c, José R. Corona Armenta ^d

Abstract:

This study aims to reduce excessive tool consumption in an urban bus assembly company by applying the 8D methodology. Following the deployment of Hoshin Kanri, the need to optimize tool costs was identified, so a structured problem-solving approach was implemented to determine root causes, develop corrective actions, and prevent recurrence. The results show a 37.48% reduction in total tool consumption, optimizing operating costs and improving efficiency in resource management, exceeding the parameter established in Hoshin Kanri. In addition, the standardization of procedures allowed these improvements to be replicated throughout the entire tool supply within the company. It is concluded that the 8D methodology is an effective tool to optimize processes in the automotive industry, promoting operational efficiency and sustainability. Future studies could focus on the digitalization of tool control and the expansion of this methodology to other production processes, to maximize its impact and ensure continuous improvement in resource management.

Keywords:

Manual tools, Process standardization, 8D methodology, Bus assembly

Resumen:

Este estudio tiene como objetivo reducir el consumo excesivo de herramientas en una empresa de ensamble de autobuses urbanos mediante la aplicación de la metodología 8D. A partir del despliegue de Hoshin Kanri, se identificó el apremio de optimizar costos en herramientas, por lo que se implementó un enfoque estructurado de resolución de problemas para determinar las causas raíz, desarrollar acciones correctivas y evitar su reincidencia. Los resultados muestran una reducción del 37.48% en el consumo total de herramientas, optimizando costos de operación y optimizando la eficiencia en la administración de recursos, superando el parámetro establecido en el Hoshin kanri. Además, la estandarización de procedimientos permitió replicar estas mejoras en toda la dotación de herramientas dentro de la empresa. Se concluye que la metodología 8D es una herramienta eficaz para optimizar procesos en la industria automotriz, fomentando la eficacia operativa y la sostenibilidad. Futuros estudios podrían enfocarse en la digitalización del control de herramientas y en la expansión de esta metodología a otros procesos productivos, con el fin de maximizar su impacto y asegurar la mejora continua en la gestión de recursos.

Palabras Clave:

Herramientas manuales, Estandarización de procesos, Metodología 8D, Ensamble de autobuses

^a Autor de Correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Área Académica de Ingeniería y Arquitectura | Pachuca de Soto-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0009-0009-8257-1803>, Email: ju365770@uaeh.edu.mx

^b Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Área Académica de Ingeniería y Arquitectura | Pachuca de Soto-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0002-8325-959X>, Email: ju100906@uaeh.edu.mx

^c Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Área Académica de Ingeniería y Arquitectura | Pachuca de Soto-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0002-2903-2909>, Email: hriver06@hotmail.com

^d Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Área Académica de Ingeniería y Arquitectura | Pachuca de Soto-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0001-7157-1634>, Email: jrcorona@uaeh.edu.mx

Introducción

Las tendencias en la industria de autobuses giran en torno a la electrificación, urbanización y sostenibilidad, impulsadas por la necesidad de aminorar emisiones y mejorar la infraestructura del transporte público. La electrificación avanza con fuerza, con China liderando en ventas y programas como ZEBRA promoviendo flotas cero emisiones en América Latina e India. En Europa, el 50% de los autobuses urbanos vendidos en 2023 fueron eléctricos, con el objetivo de alcanzar una transición total para 2035 (IEA, 2024; Mordor Intelligence, 2024). A su vez, los sistemas de BRT eléctricos continúan expandiéndose en ciudades de América Latina, África y Europa, optimizando la eficiencia, así como la capacidad del transporte (IEA, 2024). Sin embargo, la admisión de autobuses eléctricos afronta desafíos, como elevados costos iniciales y la limitada infraestructura de carga, especialmente en rutas interurbanas (Global Market Insights, 2024). No obstante, de estos obstáculos, mercados emergentes como India y Kenia prevén un crecimiento significativo en flotas eléctricas urbanas gracias a incentivos gubernamentales y asociaciones público-privadas (GII Research, 2024; IEA, 2024).

Aun con estos avances, los autobuses diésel siguen siendo predominantes en los transportes interurbanos debido a su eficiencia en consumo, menor costo inicial y facilidad de mantenimiento (Expert Market Research, 2024; The Business Research Company, 2024). La fabricación de autobuses enfrenta cambios estructurales con la integración de electrificación, automatización y producción distribuida. Empresas como Volvo y Cummins han desarrollado motores diésel optimizados con diagnósticos conectados para mejorar eficiencia y reducir emisiones (Cognitive Market Research, 2024). En América del Norte y Australia, fabricantes como Navistar y Volgren implementan manufactura esbelta y automatización en sus plantas para cumplir con normativas ambientales y mantener la competitividad del diésel en trayectos largos (Bostik, 2021).

Las PYMES en manufactura de autobuses han adoptado procesos flexibles y modulares para optimizar costos y fomentar economías circulares con proveedores locales. El uso de herramientas de manufactura avanzada y gestión digital ha mejorado la eficiencia, aunque las herramientas manuales siguen siendo esenciales en ensambles personalizados (Weforum, 2024). En este contexto, el control del consumo de herramientas es culminante para la fabricación de autobuses urbanos, ya que su uso excesivo incrementa costos y afecta la confiabilidad de los procesos. Un estudio en una empresa de ensamble de autobuses en Hidalgo, México, derivado

de la necesidad de optimizar costos, desplegado de la planeación con Hoshin kanri, identificó que herramientas como la calafateadora, el destornillador y la pistola representan los mayores costos operativos. Para abordar esta problemática, se aplicó la metodología 8D, permitiendo identificar causas raíz, establecer soluciones correctivas y reducir en un 37.5% el consumo total de herramientas, optimizando el presupuesto y mejorando la eficiencia operativa (AIAG, 2018). Esta investigación demuestra cómo un enfoque estructurado puede convertir un problema recurrente en una oportunidad de mejora, fortaleciendo la competitividad y sostenibilidad en la industria de autobuses.

Revisión de la literatura

La aplicación de metodologías estructuradas como las 8D resulta fundamental en cualquier industria, ya que permite abordar y solventar problemas de manera efectiva, evitando su recurrencia y promoviendo la mejora continua. Este enfoque se basa en un proceso sistemático que requiere conocimientos especializados y fomenta una cultura organizacional orientada a la optimización constante.

Según Bosch (2013), el método 8D es un procedimiento compuesto por ocho pasos diseñados para la resolución de problemas. Cada una de estas etapas debe ser aplicada de manera iterativa dentro del proceso, lo que significa que, en caso de ser necesario, el método puede retomarse en fases previas utilizando información validada y respaldada para garantizar soluciones efectivas y sostenibles.

Basado en lo anterior la estructura de las 8D se constituye de la siguiente manera:

D1	Formar un equipo multidisciplinario que incluya a colaboradores de las distintas áreas relacionadas con el problema.
D2	Delimitar el problema identificado, especificando tanto el objeto afectado como el defecto presente.
D3	Aplicar medidas de control temporales para prevenir la continuación o expansión del problema.
D4	Determinar y confirmar la causa raíz del problema utilizando herramientas como lluvia de ideas, la metodología de los 5 ¿Por qué? y el diagrama de Ishikawa.
D5	Establecer soluciones definitivas fundamentadas en las causas raíz identificadas.
D6	Ejecutar y validar la efectividad de las soluciones correctivas definitivas.
D7	Evitar la repetición del problema y/o su causa raíz mediante la aplicación de medidas preventivas.
D8	Valorar el trabajo del equipo, identificar las mejores prácticas y compartirlas para su implementación.

El acrónimo 8D representa una técnica para la resolución de problemas crónicos en la industria automotriz;

principalmente, significa 8 disciplinas enfocadas y estructuradas a la resolución de problemas. Es un proceso robusto y sistemático que se ha adoptado ampliamente en diversas industrias, entre ellas la manufacturera, de procesos y otras. Ha sido difundido por Ford Motor Company y ha demostrado ser altamente eficaz en mejora de productos y procesos (Aichouni, Ramlie y Abdullah, 2021).

Recientemente, se han realizado varios estudios e investigaciones que evalúan el impacto de la herramienta. Dentro de los enfoques, la gestión en las operaciones ocasionalmente se convierte en un factor importante, Varepo, Boyarnikova y Leongardt (2023) analizaron la gestión de inconsistencias en la formación del personal mediante la técnica 8D, enfocándose en la "gestión de recursos". Su aplicación permitió identificar causas raíz en la capacitación a distancia en empresas cerradas. Se implementaron acciones correctivas y preventivas, optimizando el desempeño de los empleados. En este mismo tenor, Giampaoli, Ciambotti and Bontis (2017) estudiaron la correspondencia entre administración del conocimiento, resolución de problemas y rendimiento organizacional. A través de encuestas en 112 empresas italianas, comprobaron que la administración del conocimiento impulsa la resolución creativa de problemas y la velocidad en su solución. El estudio evidencia su impacto sobre la mejora del rendimiento empresarial. De igual forma, George, Ranjha y Kulkarni (2021) propusieron el modelo "8D definido", optimizando la resolución en problemas complejos mediante pasos estructurados.

Su ventaja principal es determinar con exactitud el problema y evitar causas raíz débiles. Además, permite adquirir habilidades más rápido, reduciendo costos y tiempos en la resolución de fallas en productos. Meister, Böing, Batz y Metternich (2018) destacaron que los sistemas de producción lean deben enfocarse en resolver desviaciones mediante la reconocimiento de causas raíz. Sin embargo, señalaron barreras en la aplicación de estos enfoques. Su estudio propone metodologías para diseñar procesos de resolución en problemas alineados con la digitalización y la Industria 4.0. El sector donde se considera como mandatorio su uso, es el automotriz, tal es el caso de Barsalou et al., (2023) analizaron la efectividad de la metodología 8D en la industria automotriz, observando que su empleo se centraliza en la documentación de problemas más que en la evaluación de resultados. Con un enfoque de métodos mixtos y cinco años de datos, concluyeron que la combinación de informes 8D y capacitación reduce tiempos de resolución.

Así mismo, Koncz y Pokorádi (2018) estudiaron la relación entre 8D y FMEA en la división electrónica y automotriz,

sectores con producción en masa donde los fallos pueden ser costosos. Su investigación detalla el uso de ambas herramientas y su conexión con el ciclo de Deming, estableciendo un enfoque integral para la prevención y solución de problemas. Otro rasgo de su aplicación, es la combinación con otras herramientas, Sevilay et al., (2022) combinaron 8D con Value Stream Mapping (VSM) y FMEA enfocados a optimizar la eficacia en manufactura. Su aplicación redujo defectos de 1071 ppm a casi cero, logrando importantes ahorros. Este enfoque evidencia que la integración de herramientas de calidad mejora la productividad y disminuye fallas en la producción. Al llegar a este punto, Banica y Belu (2019) destacaron la importancia de la calidad en la industria automotriz para competir a nivel global. Mediante un estudio de caso, analizaron la eficacia de 8D, concluyendo que su correcta aplicación fomenta la mejora continua. Sus hallazgos pueden ser aprovechados por la gerencia para optimizar procesos y motivar su implementación.

Ahora bien, Suarez-Warden y González (2018) enfocaron su estudio en la transferencia de conocimiento para resolver ensambles complejos. Propusieron una metodología que combina tutoría inteligente y Realidad Aumentada (RA) para mejorar la toma de decisiones. Su investigación establece bloques clave para la implementación de RA y la optimización de la productividad. En este mismo sector, la utilización de la técnica 8D en la fabricación de módulos de gasolina, resolviendo problemas de orientación incorrecta en bombas de combustible. El análisis detallado del caso permitió abordar el problema sistemáticamente, demostrando la efectividad de 8D para responder a quejas y mejorar la calidad en producción automotriz (Aguilar-Morales et al., 2022). Esta metodología no se limita solo a las compañías automotrices, actualmente es usada por diversos sectores, entre ellos el manufacturero donde Lestyánszka Škúrková et al., (2023) utilizaron la metodología 8D en la manufactura de piezas forjadas para gestionar no conformidades. Aplicaron Pareto y el ciclo PDCA para corregir fallas en cajas de engranajes, reduciendo su recurrencia. Como resultado, se optimizó la satisfacción del cliente optimizando la calidad del producto final.

La Comparación de la metodología 8D con DMAIC en la resolución de problemas en manufactura, resalta que 8D no solo responde a quejas de clientes, sino que también mejora la calidad de manera continua. Identificaron desafíos como la selección incorrecta del equipo y la falta de datos en la identificación de causas raíz (Phanden y Sheokand, 2022). Las MIPYMES enfrentan retos relacionados con la reducción de desperdicios, la mejora de la calidad, y la sostenibilidad. La metodología 8D

aborda estos desafíos, ayudando a minimizar el tiempo perdido y mejorar la calidad. En la industria tabacalera se demostró que al aplicar 8D en una caja de cambios y vibrador, se logró reducir el tiempo de avería en un 29% y los defectos en un 72%, junto con la disminución de los costos de mantenimiento (Rathi, et al., 2022). Esta técnica se ha usado en otras áreas, como el caso de logística y calidad en compañías de manufactura de maquinaria. Tras analizar el empleo de 8D en la industria tabacalera, logrando reducir el tiempo de avería en un 29% y los defectos en un 72%. Su implementación optimizó la calidad y disminuyó costos de mantenimiento, evidenciando que 8D es una herramienta eficaz para mejorar procesos y minimizar pérdidas (Yu, Hulevich y Nalivaiko, 2021). Esta técnica, de igual forma se ha empleado en el campo de la seguridad industrial, donde la optimización del equipo de protección personal (EPP) es esencial en el presupuesto de operación de las compañías, en la indagación de Escalona-Veloz et al. (2024) usaron 8D en seguridad industrial para optimizar el uso de indumentaria de protección personal (EPP). Identificaron causas raíz desde un enfoque sistémico, implementando acciones como capacitaciones y matrices de uso por puesto. Como resultado, redujeron en un 50% la inversión de EPP, optimizando costos operativos.

Finalmente, Prasetyo et al., (2021) aplicaron la metodología 8D en una firma de semiconductores para eliminar defectos de calidad. Su implementación redujo significativamente la periodicidad de fallas, demostrando que 8D es una herramienta efectiva a fin de mejorar la confiabilidad en la fabricación de componentes electrónicos. Tras analizar el marco referencial, se puede observar que no se identificaron investigaciones que emplearan la metodología 8D específicamente para abordar problemas relacionados con el consumo de herramientas manuales en el sector automotriz, particularmente en el área de autobuses urbanos.

Método

En la presente investigación, tras la realización del Hoshin Kanri donde resalta el requerimiento de reducir costos en herramientas, se utilizó el método 8D, una metodología

sistemática y documentada para la resolución de problemas, la cual planifica las acciones de un equipo multidisciplinario en ocho pasos enfocados en abordar y solucionar problemas de no conformidad, sean internos como externos, que ocurren de forma repetitiva. Este enfoque versátil permite aplicar las 8 disciplinas en cualquier ámbito industrial. El trabajo se llevó a cabo en una compañía dedicada al ensamble de autobuses urbanos en el estado de Hidalgo, donde se detectó un elevado consumo de herramientas manuales en los procesos de producción, lo que genera un incremento significativo en los costos operativos. Se realizó una estratificación del uso de estas herramientas para identificar los elementos que implican mayores gastos para la organización. Enseguida, se describe el procedimiento aplicado.

Desarrollo del caso

Desarrollo de Hoshin Kanri.

La metodología Hoshin Kanri es una herramienta estratégica de gestión utilizada para alinear los objetivos organizacionales con las acciones operativas, garantizando una mejora continua en los procesos productivos. Su aplicación en la industria manufacturera permite identificar áreas críticas de oportunidad y establecer planes de acción específicos para optimizar el desempeño. En este contexto, uno de los puntos clave dentro del despliegue de Hoshin Kanri en la planta ha sido la reducción de costos en herramientas de trabajo, dado su impacto en la eficiencia operativa y la rentabilidad del negocio.

A través de esta metodología, se han definido estrategias para minimizar el consumo innecesario de herramientas, optimizar su uso y mejorar su gestión, evitando pérdidas y reduciendo desperdicios. La Figura 1 muestra el despliegue de objetivos de Hoshin Kanri, destacando la necesidad de implementar medidas para el control y la optimización de costos en herramientas dentro de la planta, asegurando un enfoque estructurado y sostenible en la mejora continua.

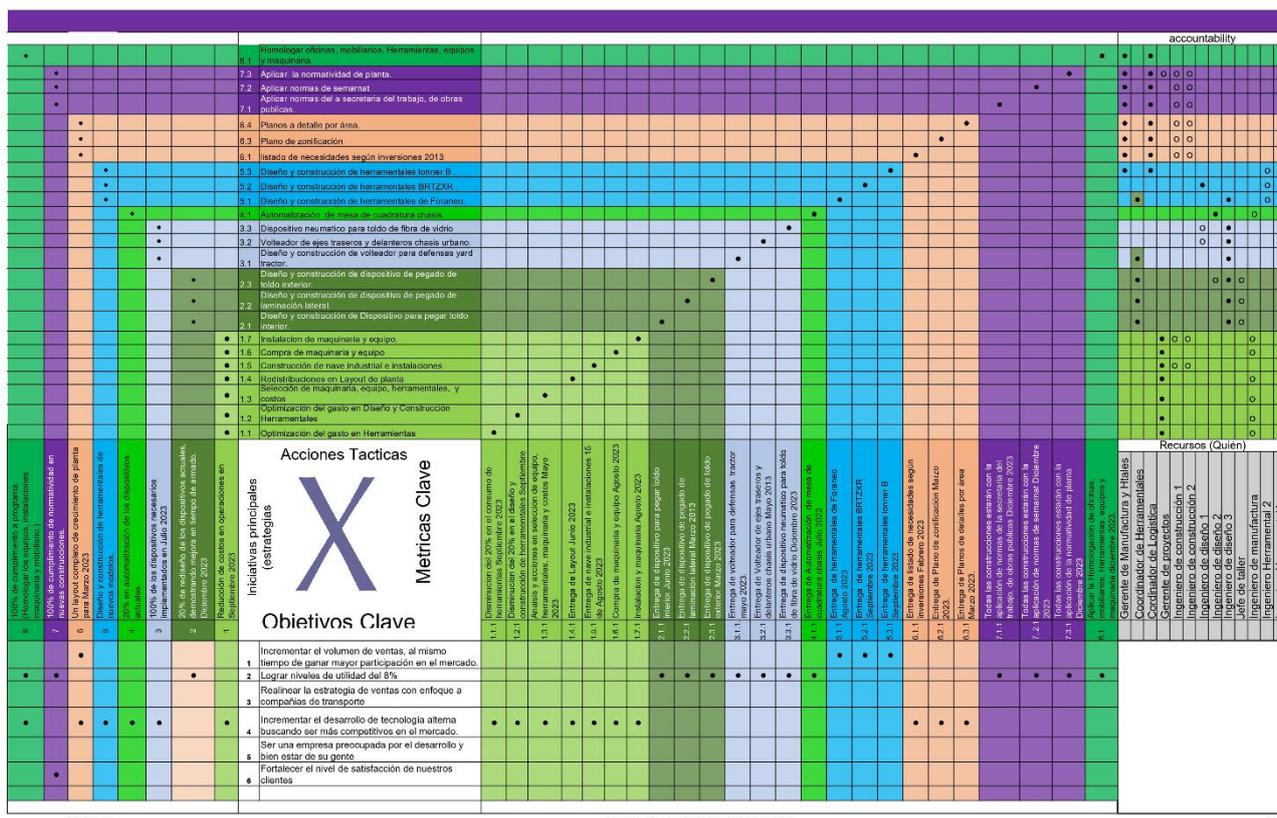


Figura 1. Hoshin kanri gerencia de manufactura herramientas. Fuente: Elaboración propia.

Equipo de trabajo (D1)

El equipo proactivo está conformado por dos supervisores de producción, un ingeniero de manufactura, un ingeniero de materiales, un auxiliar de almacén, un ingeniero de seguridad e higiene y un facilitador de producción. Se prioriza el trabajo en equipo para establecer un proceso de investigación eficiente y determinar las causas raíz de los defectos. Para abordar esta problemática, se asignó una responsabilidad específica a cada miembro, integrando sus funciones en cada etapa del método 8D. Cada integrante desempeñó su rol de manera estructurada y contribuyó a la implementación de un sistema de comunicación claro y eficiente, lo que permitió mejorar la solución de problemas y optimizar los resultados, asegurando la participación activa de todo el equipo en el proceso de resolución.

Descripción del problema (D2)

Actualmente, el problema identificado corresponde a un consumo de herramientas equivalente a \$3,959,762 pesos en el periodo de enero a agosto de 2023. El objetivo es reducir este costo y mejorar el control en la reposición y uso de las herramientas. Para analizar el

comportamiento del problema, recopilamos información clave como el gasto mensual en herramientas, la cantidad requerida por centro de trabajo, el costo unitario de cada herramienta y el inventario disponible. Dado el alto volumen de herramientas, se realizó una estratificación para precisar el problema y evitar generalizaciones. En la primera estratificación, se utilizó la lista de refacciones, pero debido a su extensión, se enfocó en las herramientas de mayor costo, seleccionando el 54% del total consumido en el periodo analizado. A partir de esta lista, se elaboró un Diagrama de Pareto, priorizando los 17 artículos con mayor impacto en el costo total.

Para la segunda estratificación, se generó la Figura 2, donde se identificaron las herramientas con el mayor consumo y costo dentro del periodo evaluado. Con base en este análisis, se determinó que la herramienta con mayor uso y costo fue la calafateadora inalámbrica, por lo que el equipo decidió enfocar su trabajo en esta. A partir de esta información, se definió el problema como el alto consumo y elevado costo de la calafateadora inalámbrica en la planta, específicamente en las áreas de acabado, revestimiento interior y exterior

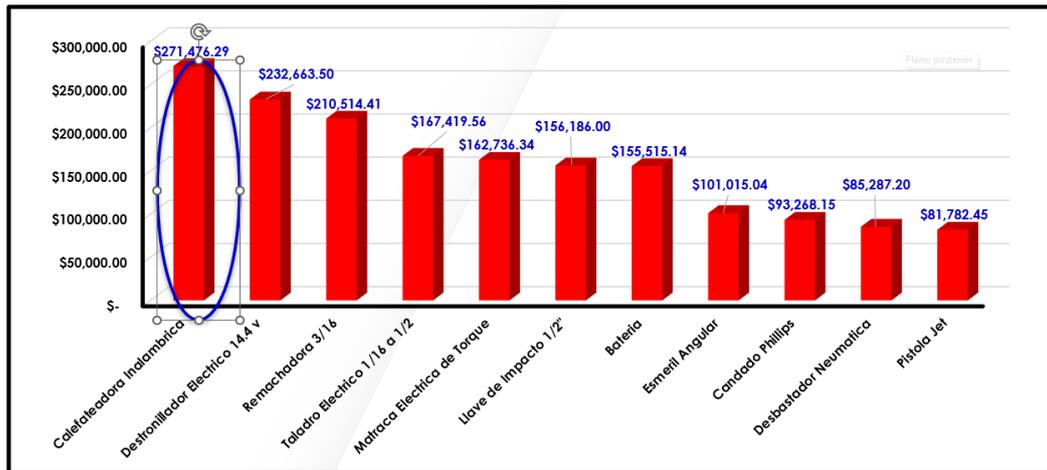


Figura 2. Gráfica 1 consumo de tipo de herramientas por costo (enero – agosto 2023). Fuente Elaboración propia.

Acciones de contención (D3)

Implementación y verificación de acciones contenedoras: En esta etapa, las acciones deben ejecutarse en el menor tiempo posible. En la industria automotriz, el plazo estándar para implementar una acción de contención es de aproximadamente 24 horas. Para controlar y evitar la propagación del problema, se estableció que la autorización de herramientas de mayor costo, identificadas en el Figura 2, será responsabilidad del gerente de manufactura.

Determinar y verificar las causas raíz (D4)

Este paso ayuda a los miembros del equipo a llevar a cabo un plan y los involucra en la investigación e identificación de problemas. El problema principal aquí es alto consumo de la calafateadora inalámbrica con alto costo en la planta en el área de acabado, revestimiento interior y exterior, por lo que se crea una lluvia de ideas de la cual se genera un diagrama de espina de pescado para identificar la causa raíz. Para identificar las causas posibles de este problema se generó una tormenta de ideas sobre las posibles causas basadas en el efecto. Las cuales se muestran a continuación:

- Asignación múltiple a misma persona.

- No se responsabiliza al personal por daño.
- Cambio de operario de operación.
- Falta de lugar adecuado para guardar las herramientas.
- Se solicita herramienta a préstamo y no la regresan.
- Cuando causa baja no regresa herramienta.
- Supervisores desconocen herramienta asignada.
- Falta de control en la salida de herramienta.
- Se adquiere herramienta como servicio.
- No hay un resguardo adecuado por el usuario.
- No está definida la herramienta a utilizar por centro de trabajo.
- Uso incorrecto de la Herramienta.
- Se utiliza el mismo cajón de resguardo para varios operadores.

Esta información se clasifico y ordeno mediante las 6 M (Mano de obra, Método, Materiales, Medición, Máquinas, Medio ambiente y Medición) para que posteriormente se pudieran generar la aplicación de los 5 porques y determinar las causas raíces potenciales y poder verificarlas. En la figura 3 se muestra el Diagrama de Ishikawa.

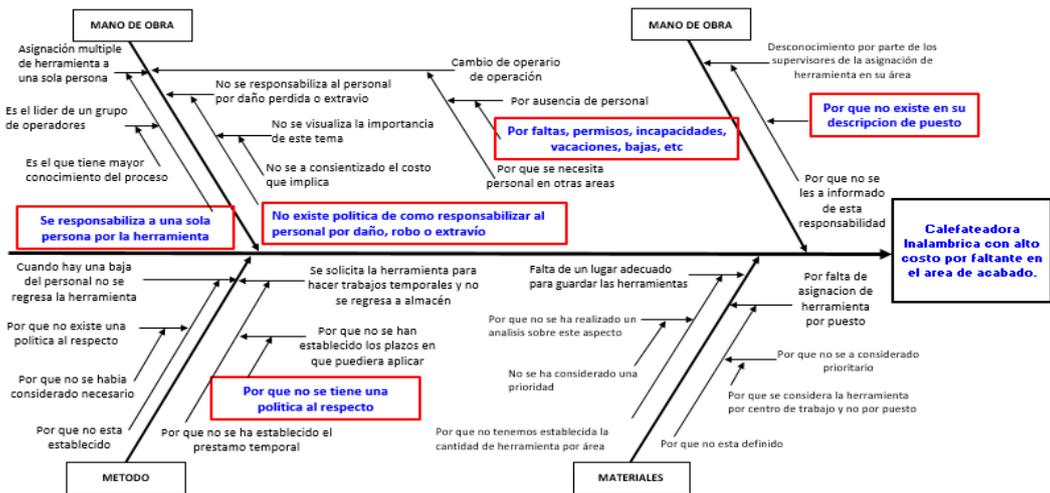


Figura 3. Diagrama de Ishikawa (causa-efecto). Fuente: Elaboración propia.

Tras la elaboración del diagrama e identificación de las posibles causas raíz, se procedió a validar cada una de ellas, obteniendo los siguientes resultados:

1. **Asignación de herramientas a una sola persona:** Se revisaron en almacén los vales de herramientas múltiples y se encontró el vale con folio 79133, autorizado por manufactura y producción, en el que se asignaron seis herramientas a un solo empleado. Dado que esto puede contribuir al problema identificado, se confirma que es una causa raíz.

2. **Falta de una política sobre préstamos temporales de herramientas:** Se revisó el procedimiento de manejo de material auxiliar y se determinó que no existe una política específica sobre los préstamos temporales de herramientas. Por lo tanto, esta causa tiene relación con el problema y se confirma como causa raíz.

3. **Ausencia de responsabilidad en la asignación de herramientas dentro del rol del supervisor:** Se revisó la descripción de puesto del supervisor y no se encontró ninguna mención a la responsabilidad de asignación de herramientas. Debido a su impacto en el problema, se confirma como causa raíz.

4. **Falta de una política para responsabilizar al personal por daño, robo o extravío de herramientas:** Se consultó con el departamento de Recursos Humanos y se constató que no existe una política que permita demostrar formalmente la asignación de herramientas a los empleados. Como esto contribuye al problema identificado, se confirma como causa raíz.

5. **Cambio frecuente de operarios entre áreas por faltas, permisos, incapacidades, vacaciones o bajas:** Se verificó con los supervisores que, debido a la falta de personal por diversas incidencias, los operarios son reasignados a diferentes áreas. Dado que este factor

influye en el uso y seguimiento de las herramientas, se confirma como causa raíz.

Después de este análisis, se estableció que las causas raíz a abordar con acciones correctivas son:

- La asignación de múltiples herramientas a un solo empleado.
- La inexistencia de una política sobre préstamos temporales de herramientas.
- La ausencia de responsabilidad en la asignación de herramientas dentro del rol del supervisor.
- La falta de una política para responsabilizar al personal por daño, robo o extravío de herramientas.
- La reasignación frecuente de operarios debido a incidencias laborales.

Desarrollar acciones correctivas permanentes (D5)

Tras realizar un análisis de causa y efecto, el equipo estableció acciones correctivas y definió responsabilidades para prevenir la recurrencia del problema. A continuación, se detallan las acciones implementadas para cada causa identificada:

Acción correctiva 1:

Para abordar la primera causa, relacionada con la asignación de herramientas a una sola persona, se establecieron dos medidas principales:

- Asignar las herramientas por estación de trabajo, considerando únicamente los puestos existentes, con el objetivo de

garantizar que cada área cuente solo con las herramientas necesarias.

- Definir y distribuir la asignación de herramientas en cada centro de trabajo bajo la supervisión del área de manufactura.

Esta acción se ve reflejada en el formato de maestro de operaciones por estación de trabajo, estableciendo el centro de trabajo, las operaciones, los tiempos, los operadores necesarios y las herramientas necesarias para ese centro de trabajo, todo lo anterior se ilustra en la Figura 4.

PRODUCCION LINNER 3 UNIDADES POR TURNO						
C.T.	OPERACIONES	HR	OPERADORES	Con consideraciones		
CARROCERIAS						
C01	FABRICAR ESTRUCTURA LATERAL FRONTAL IZQUIERDA					
10	COLOCAR MATERIAL EN MONTADURA	0.08	1.41			
20	APLICAR SOLDADURA A SUBENSAMBLE PREVIAEMENTE COLOCADO	0.37				
30	ESMERILAR CORDONES DE SOLDADURA	0.07				
40	APLICAR SOLDADURA POR EL LADO CONTRARIO DEL SUBENSAMBLE	0.25				
50	ESMERILAR CORDONES DE SOLDADURA	0.06				
60	MOVER SUBENSAMBLE A RACK MOVIL	0.05				
C01	FABRICAR ESTRUCTURA LATERAL FRONTAL DERECHA					
10	COLOCAR MATERIAL EN MONTADURA	0.07				
20	APLICAR SOLDADURA A SUBENSAMBLE PREVIAEMENTE COLOCADO	0.35				
30	ESMERILAR CORDONES DE SOLDADURA	0.07				
40	APLICAR SOLDADURA POR EL LADO CONTRARIO DEL SUBENSAMBLE	0.23				
50	ESMERILAR CORDONES DE SOLDADURA	0.05				
60	APLICAR RICO EN ZINC EN LOS CORDONES DE LA CARA EXTERIOR DE SUBEN	0.07				
70	MOVER SUBENSAMBLE A RACK MOVIL	0.07				
C01	FABRICAR CONJUNTO ESTRUCTURA FRONTAL SUPERIOR					
10	COLOCAR MATERIAL EN MONTADURA	0.07				
20	APLICAR SOLDADURA A SUBENSAMBLE PREVIAEMENTE COLOCADO	0.31				1 MARTILLO DE BOLA 24 OZ, 1 MAQUINA SOLDADORA DE MICROALAMBRE, 1 PINZAS DE PUNTA, 1 BROCHA DE 2"
30	ESMERILAR CORDONES DE SOLDADURA	0.06				
40	APLICAR SOLDADURA POR EL LADO CONTRARIO DEL SUBENSAMBLE	0.25				
50	ESMERILAR CORDONES DE SOLDADURA	0.05				
60	APLICAR RICO EN ZINC EN LOS CORDONES DE LA CARA EXTERIOR DE SUBEN	0.07				
70	MOVER SUBENSAMBLE A RACK MOVIL	0.07				
C01	FABRICAR ESTRUCTURA PISO FRONTAL					
10	COLOCAR MATERIAL EN MONTADURA PISO FRONTAL	0.08				
20	ESMERILAR VIGA	0.07				
30	APLICAR SOLDADURA A SUBENSAMBLE PREVIAEMENTE COLOCADO	0.33				
40	APLICAR SOLDADURA POR EL LADO CONTRARIO DEL SUBENSAMBLE	0.25				
50	SACAR SUBENSAMBLE DE MONTADURA	0.07				
60	ESMERILAR CORDONES DE SOLDADURA	0.13				
70	APLICAR RICO EN ZINC EN LOS CORDONES DE CARA INFERIOR DE SUBENSAMBLE	0.05				
80	MOVER SUBENSAMBLE A RACK MOVIL	0.06				
		3.62	1.41			

Figura 4. Operaciones en centro de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

Acción correctiva 2:

Para la segunda causa, relacionada con la ausencia de una política sobre préstamos temporales de herramientas, se implementaron dos medidas:

1. Se crea un vale provisional de préstamo vinculado a la credencial del empleado para llevar un control más preciso.

2. Se incluye en el procedimiento operativo el proceso de préstamo de herramientas, especificando el tiempo límite para su devolución.

Esta acción se establece en el procedimiento Manejo de materiales auxiliares en el punto 3.3.4 y se ilustra en la Figura 5.

Nombre del procedimiento		Manejo de materiales Almacén Auxiliares.	
Fecha de elaboración	22/03/2023	Páginas	1 de 8
Clave	IT-XX-XX	Revisión	-X-
1. DATOS DEL INSTRUCTIVO			
Propósito	Describir las acciones necesarias para el manejo de materiales, con el objetivo de conservar en buen estado los materiales del producto.		
Ámbito	Área	Puesto	
Este instructivo aplica a	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento de materiales Producción Compras Control de producción Seguridad e higiene Mantenimiento Manufactura Nuevos proyectos Herramientas Post-Venta Sistemas 	<ul style="list-style-type: none"> Coordinador de manejo de materiales Supervisor de manejo de materiales Auxiliar de manejo de materiales Almacenista 	
	2. RESPONSABILIDADES DEL CONTROL DE DOCUMENTOS		
Elaboración	Es responsabilidad del Supervisor de manejo de materiales la elaboración de este procedimiento.	Firma	_____ Nombre
Revisión	Es responsabilidad del Coordinador de manejo de materiales la revisión de este procedimiento.	Firma	_____ Nombre
Aprobación	Es responsabilidad del Coordinador de manejo de materiales la aprobación de este procedimiento.	Firma	_____ Nombre
Ejecución	Es responsabilidad de manejo de materiales asegurarse a las actividades descritas en este procedimiento.	Firma	_____ Nombre
3. POLITICAS DE OPERACIÓN Y OBSERVANCIA.			
3.1 POLITICA DE OPERACIÓN Y OBSERVANCIA			
La investigación para el extráido de herramienta se realizará durante 24 horas y se tomarán las acciones correspondientes.			

Nombre del procedimiento		Manejo de materiales Almacén Auxiliares.	
Fecha de elaboración	22/03/2023	Páginas	3 de 8
Clave	IT-XX-XX	Revisión	-X-
3.3 RESPONSABILIDADES			
3.3.1 RESPONSABILIDADES DE LAS GERENCIAS			
Asegurar la implementación de sistemas y procedimientos administrativos y operativos para la asignación, uso y resguardo de herramientas en las ODN's a su cargo.			
Garantizar la disponibilidad de herramientas en buen estado y que cumplan con los requisitos y dispositivos de seguridad.			
3.3.2 RESPONSABILIDADES DE LA SUPERINTENDENCIA			
Resguardar con los colaboradores a su cargo, cualquier herramienta de propiedad de la empresa que se encuentre en el almacén de herramientas, para el personal de la planta.			
3.3.3 RESPONSABILIDADES DE LOS COLABORADORES			
Los colaboradores antes de terminar el turno, deben regresar las herramientas a las cajas de resguardo.			
El principal responsable de la seguridad personal es uno mismo. Por lo tanto, los colaboradores que utilizan herramientas deben de aplicar todas y cada una de las medidas y procedimientos administrativos y operativos necesarios para llevar a cabo estos trabajos de manera segura.			
Queda Prohibido que los colaboradores se lleven sin autorización herramienta fuera de la Planta y/o unidad de negocio. Si un colaborador es detectado sustrayendo sin autorización herramientas, equipos o cualquier otro implemento de trabajo, se considera falta grave aplicando la sanción que aplique recursos humanos.			
Para la salida de herramientas se utilizará el formato de salida de material al exterior (FO-MM-02) autorizado por jefe inmediato y/o manufactura.			
3.3.4 PRESTAMOS DE HERRAMIENTA TEMPORALES			
Para realizar un préstamo de herramienta temporal por parte del área de Atención al Cliente y/o División de Manufactura se otorgará el formato de préstamo de herramienta (FO-MM-03) en el cual especifica tipo de proyecto y/o campaña y la duración del uso de este equipo. Al término de sus actividades es responsabilidad de regresar la herramienta en el cual el Almacenista o Responsable deberá firmar y cancelar dicho formato para que no se agregue como extráido y se le sea cargado al personal.			
Los colaboradores tienen la responsabilidad de cuidar y mantener en buen estado la herramienta que se le proporciona para la realización de su trabajo, así como resguardarla durante el tiempo que se le asigne.			
4 FALTAS E INCUMPLIMIENTOS			
La falta o el incumplimiento de cualquiera de las obligaciones anteriormente señaladas por cualquiera de las partes involucradas se consideran una FALTA DE DISCIPLINA Y SEGURIDAD.			

Nombre del procedimiento		Manejo de materiales Almacén Auxiliares.	
Fecha de elaboración	22/03/2023	Páginas	5 de 8
Clave	IT-XX-XX	Revisión	-X-
6. ETAPA DE REALIZACIÓN DE TRABAJOS			
Entrada de turno:			
El Supervisor asigna responsables de cajas, quienes son los únicos que tienen copia de las llaves de las cajas de resguardo (una copia de la llave al responsable del primer turno y otra al responsable del segundo turno). Si no está disponible la llave, el supervisor autoriza reemplazar el candado con la presencia de personal de seguridad. Durante el mismo turno se deberá reponer la condición segura de la caja.			
En el caso de un turno, los colaboradores reciben la herramienta al inicio de turno, todas las herramientas deben de estar en las cajas de resguardo.			
En el caso de dos o más turnos, los responsables reciben la herramienta del turno anterior en las cajas de resguardo asegurando que estén completas.			
Los colaboradores, al iniciar el turno abren sus gavetas, cajas o estantes de herramientas, revisando que estén completas de acuerdo al Contorno. En caso de faltantes lo reportan inmediatamente al responsable de cajas quien a su vez avisa al facilitador y al supervisor, quien en compañía del personal de seguridad, realizan la investigación y acciones necesarias.			
El resto de los colaboradores esperan hasta que los responsables de caja abran y revisen las cajas, quien después de recibir permiso que los colaboradores tienen la que necesitan. Una vez formada la herramienta de las cajas, está quedó a responsabilidad del colaborador, quien la debe de inspeccionar antes de usarla y en caso de estar dañada, deben de reportarla al responsable de cajas.			
Si un colaborador sustrae o usa una herramienta de la empresa, debe de ser reportado al supervisor y al facilitador, quien a su vez avisa al responsable de la caja de herramientas.			
7. ETAPA DE TERMINACIÓN DE LOS TRABAJOS			
El colaborador que está haciendo uso de la herramienta al terminar la jornada, debe de recogerla, limpiarla y colocarla en la caja correspondiente.			
El facilitador y el responsable de caja realizan una revisión de que todas las herramientas queden en sus respectivas cajas, acomodadas en su lugar correspondiente. En caso de faltantes lo reportan inmediatamente al supervisor quien dará aviso a seguridad para la investigación correspondiente.			
El facilitador con los responsables de cajas coloca el candado asegurando que la caja quede perfectamente cerrada.			
8. OTROS ÍTEMES DE CONTROL			
1.- Todas las Cajas deben de estar plenamente identificadas (numeradas).			
2.- Las cajas deben de tener a la vista una lista actualizada de la herramienta asignada por manufactura (Responsabilidad del facilitador)			
3.- Cuando hay un cambio de herramienta en estación, manufactura realiza la actualización de la lista de la caja correspondiente.			
4.- El facilitador avisa con su equipo de trabajo las herramientas de cada caja.			

Acción correctiva 5

Para la quinta causa, relacionada con el cambio de operarios entre áreas debido a faltas, permisos, incapacidades, vacaciones o bajas, se implementó la siguiente medida:

- Se incluye en el procedimiento operativo Manejo de materiales almacén auxiliares en el punto 6, en caso de que un operador sea reasignado temporalmente a otra área, deberá dejar su herramienta en su estación de trabajo, asegurando así su control y disponibilidad.

Esta acción se establece en el procedimiento Manejo de materiales auxiliares en el punto 6 y se ilustra en la Figura 5.

Implementar acciones correctivas permanentes (D6)

Una vez definidas las acciones correctivas permanentes, se procedió con su implementación. La Matriz 1 detalla la causa raíz identificada, la situación previa a la aplicación de la acción correctiva y los resultados obtenidos tras su implementación.

Implementación de acciones correctivas

Causa raíz	Antes	Acción	Después
La asignación de múltiples herramientas a un solo empleado.	No existía alguna política en donde se estipulará la asignación de herramientas al personal.	<ul style="list-style-type: none"> • Asignar las herramientas por estación de trabajo, considerando únicamente los puestos existentes, con el objetivo de garantizar que cada área cuente solo con las herramientas necesarias. • Definir y distribuir la asignación de herramientas en cada centro de trabajo bajo la supervisión del área de manufactura. 	Se modificaron y actualizaron las Operaciones en los centros de trabajo, estableciendo las herramientas necesarias, así como las cantidades.
La inexistencia de una política sobre préstamos temporales de herramientas.	No existía alguna política en donde se estipulará los préstamos temporales de herramientas al personal.	<ul style="list-style-type: none"> • Se crear un vale provisional de préstamo vinculado a la credencial del empleado para llevar un control más preciso. • Se incluye en el procedimiento operativo el proceso de préstamo de herramientas, especificando el tiempo límite para su devolución. 	Se Incluye en el procedimiento operativo asignación, control y resguardo de herramientas el proceso de préstamo de herramientas, especificando el tiempo límite para su devolución, además de la creación de un vale provisional de préstamo vinculado a la credencial del empleado.
La ausencia de responsabilidad en la asignación de herramientas dentro del rol del supervisor.	No existía alguna política en donde se estipulará la asignación de herramientas dentro de las responsabilidades del supervisor.	<ul style="list-style-type: none"> • Se adhiere en el procedimiento Manejo de materiales almacén auxiliares, el punto 3.3.3 la responsabilidad de monitorear las cajas de herramientas, asegurando así un mejor control y administración de los equipos de trabajo. 	Se Incluye en el procedimiento operativo asignación, control y resguardo de herramientas la responsabilidad de monitorear las cajas de herramientas por parte del supervisor.
La falta de una política para responsabilizar al personal por daño, robo o extravío de herramientas.	No existía alguna política para responsabilizar al personal por daño, robo o extravío de herramientas a su cargo.	<ul style="list-style-type: none"> • Se incluye en el procedimiento operativo la responsabilidad del uso y cuidado de las herramientas con el fin de minimizar pérdidas. • Se especifica en el instructivo correspondiente la aplicación de descuentos a los operadores involucrados en casos de daño o extravío de herramientas, conforme a lo establecido en el contrato colectivo. 	Se incluye en el procedimiento operativo Manejo de materiales Almacén Auxiliares, la responsabilidad del uso y cuidado de las herramientas por parte del operador, además de las sanciones correspondientes en casos de daño o extravío de herramientas, conforme a lo establecido en el contrato colectivo.
La reasignación frecuente de operarios debido a incidencias laborales.	No existía alguna política que contemplara la reasignación de operarios debido a incidencias laborales con las herramientas que tienen a su cargo.	<ul style="list-style-type: none"> • Se incluye en el procedimiento operativo Manejo de materiales almacén auxiliares en el punto 6, estipulando que, en caso de que un operador sea reasignado temporalmente a otra área, deberá dejar su herramienta en su estación de trabajo, asegurando así su control y disponibilidad. 	Se Incluye en el procedimiento operativo asignación, control y resguardo de herramientas el manejo y control de las cajas de herramientas por parte de los trabajadores.

Matriz 1. Implementación de acciones correctivas. Fuente: *Elaboración propia con base en información de la empresa en estudio.*

Todas las acciones correctivas fueron implementadas en un 100% y después de verificar la efectividad de las mismas, se elabora el grafico de frecuencias que se puede visualizar en la Figura 7, para saber el comportamiento de

las implementaciones y como se puede observar después de las acciones correctivas implementadas se observa una reducción considerablemente



Figura 7. Frecuencias del comportamiento de costo de dotación de piezas de calafateadoras periodo (Enero del 2023 – Enero del 2024). Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran una mejora considerable en la optimización del uso de la calafateadora inalámbrica. Durante el inicio del proyecto, entre enero y agosto de 2023, el gasto total en esta herramienta fue de \$271,476.29. Sin embargo, después de implementar las acciones correctivas, en el periodo de septiembre de 2023 a enero de 2024, el gasto se redujo a \$194,555.49, lo que representa una disminución del 28.33%.

Esta reducción demuestra la efectividad de las medidas adoptadas, destacando el impacto positivo de la optimización en la adjudicación de herramientas, la creación de controles y la estandarización de procesos. La baja en el consumo no solo refleja un ahorro económico significativo, sino también una mejora en la eficiencia operativa, asegurando un uso más racional y controlado de los recursos al interior de la planta.

Estos resultados validan la calidad de un enfoque estructurado en la administración del consumo de herramientas, fortaleciendo la sostenibilidad y competitividad de la compañía en el sector automotriz. Los resultados obtenidos muestran una mejora considerable en la gestión y control del consumo de herramientas dentro de la organización. En el periodo de

enero a agosto de 2023, el gasto total en esta herramienta alcanzaba los \$3,956,721.88. Sin embargo, tras la implementación de las acciones correctivas, entre septiembre de 2023 y enero de 2024, el gasto se redujo a \$2,473,713.06, reflejando una disminución del 37.48% en el consumo total de herramientas.

Estos resultados destacan el impacto positivo de las estrategias aplicadas, las cuales no solo optimizaron el uso de herramientas específicas, sino que también permitieron estandarizar el proceso de asignación en todas las áreas de la empresa. Además, las mejoras no solo beneficiaron la gestión de la calafateadora inalámbrica, sino que también se extendieron a todas las herramientas utilizadas en la organización, logrando un control más eficiente y una reducción significativa en los costos operativos.

La disminución en el consumo evidencia el éxito de las acciones correctivas implementadas, fortaleciendo una cultura de uso eficiente de herramientas y optimizando los procesos de producción. Esta tendencia se refleja en la Figura 8, donde se aprecia una reducción progresiva en los costos tras la aplicación de las mejoras.

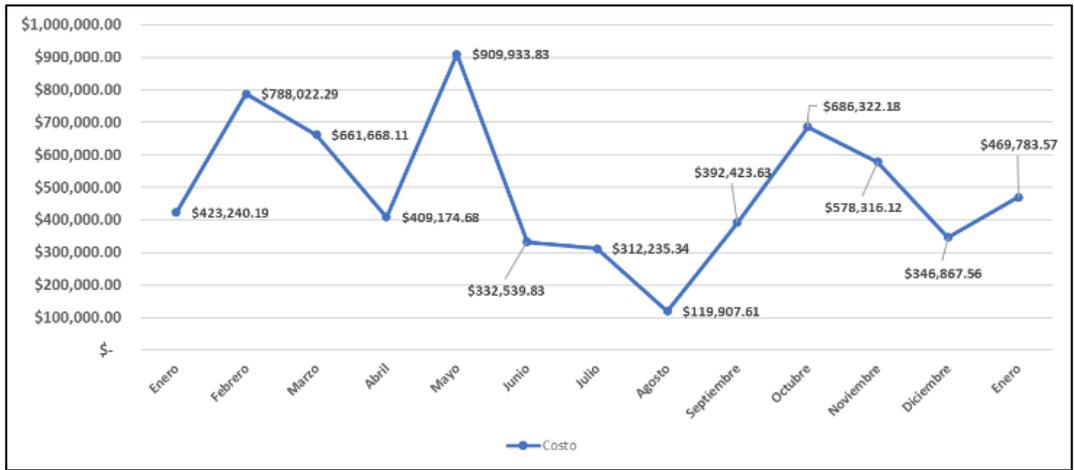


Figura 8. Frecuencias del comportamiento en el consumo de Herramientas por Costo Periodo (Enero del 2023 – Octubre del 2024). Fuente: Elaboración propia.

Evitar la reincidencia (D7)

Para evitar la repetición del problema, se implementaron auditorías internas, inspecciones periódicas y la revisión de las políticas sobre la asignación y uso de herramientas. Además, se reforzó la formación del personal en el uso y mantenimiento de los equipos, garantizando la adopción de buenas prácticas. Este enfoque preventivo tiene como objetivo promover una cultura de responsabilidad en el manejo de herramientas, asegurando la sostenibilidad y eficiencia de los procesos productivos a largo plazo. Acción preventiva 1

En el procedimiento "Realización del producto" PR-MA-1, específicamente en el punto 21, nota 2, se determinó que al finalizar cada lote de producción se deben auditar las operaciones realizadas en cada centro de trabajo, así como las herramientas asignadas. Esto permitirá identificar y evaluar sus condiciones, realizando actualizaciones cuando sea necesario. Esta medida se ilustra en la Figura 9.

REALIZACIÓN DEL PRODUCTO	
Nombre del procedimiento	PR-MA-1
Fecha de elaboración	07/04/2023
Páginas	1 de 46
Revisión	-3-
1. DATOS DEL INSTRUCTIVO	
Propósito	Establecer un instrumento para auditar y desarrollar el proceso necesario para la realización del producto.
Alcance	Área: Área de Gestión de Calidad de Ventas, Ingeniería de Ventas, Ingeniería de Ventas, Control de Producción, Calidad Planta, Calidad Recibo, Almacenamiento de Calidad Proveedores, Planta de Manufactura, Almacén de Carrocería Almacén Chasis, Almacén Acabados, Manufactura, Ensamble Chasis, Ensamble Carrocería, Ensamble Acabados, Ingeniería, Pintura, Engrase de Unidades, Pólvora, Y del Proceso de ensamble para unidades de carga de Ensamble Cabina, Remolcador Cabina, Ensamble Chasis, Inspección Pintura, Doblado Final, Pruebas Funcionales - (Estación y Diagnostics) Liberación y Entrega de Unidades.
2. RESPONSABILIDADES DEL CONTROL DE DOCUMENTOS	
Elaboración	Es responsabilidad del Ing. Auditor ISO 9000 la elaboración de este procedimiento.
Revisión	Es responsabilidad del Gerente de Manufactura revisar este procedimiento.
Aprobación	Es responsabilidad del Director de Operaciones aprobar este procedimiento.
Ejecución	Es responsabilidad de todo el personal involucrado en la operación del Sistema de Gestión de Calidad asegurar a las actividades descritas en este procedimiento.
3. POLÍTICAS DE OPERACIÓN Y OBSERVANCIA.	
planifica y desarrolla los procesos necesarios para la realización de los procedimientos de acuerdo a la realidad de las especificaciones de los mismos, lo cual es coherente con la operación y los requisitos de los otros procesos del Sistema de Gestión de la Calidad interna 4.1)	
Las actividades descritas de cada uno de los pasos y actividades establecidas en este procedimiento, insistentemente las actividades específicas y sus respectivos controles deberán documentarse a través del formato denominado Plan de Control.	

Figura 9. Procedimiento de manejo de Realización del producto PR-MA-1. Fuente: Elaboración propia.

Acción preventiva 2

En el procedimiento "Formación, competencia y toma de conciencia" PR-RH-2, en el punto 2, nota 3, se estipula que cuando un miembro de la organización (ya sea operador o supervisor) sea dado de baja, deberá entregar la herramienta bajo su responsabilidad al almacén de auxiliares, quien notificará a Recursos Humanos y a Manufactura. Si el operador no se presenta a trabajar, el supervisor será responsable de recoger la herramienta y entregarla al almacén para su posterior reasignación. Esta acción está representada en la Figura 10.

Nombre del Procedimiento		FORMACIÓN, COMPETENCIA Y TOMA DE CONCIENCIA	
Fecha de elaboración	07-04-2024	Páginas	1 de 7
Clave	PR-RH-2	Revisión	-3-
1. DATOS DEL PROCEDIMIENTO			
Propósito del procedimiento: Establecer los criterios para identificar y evaluar las competencias del personal involucrado con la calidad del producto, sus actividades y con las consecuencias para la Seguridad y Salud Laboral derivado de su trabajo cotidiano.			
Ámbito	Área	Puesto	
Este procedimiento aplica a:	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo Organizacional Recursos Humanos Áreas involucradas 	<ul style="list-style-type: none"> Gerente de Desarrollo Organizacional Coordinador de Recursos Humanos Responsable de Reclutamiento Responsable de Control Interno Responsables de Área 	
2. RESPONSABILIDADES DEL CONTROL DE DOCUMENTOS			
Elaboración	Es responsabilidad del Coordinador de Recursos Humanos la elaboración de este procedimiento para su aprobación.		
Revisión	Es responsabilidad del Gerente de Desarrollo Organizacional la revisión de este procedimiento para su aprobación.		
Aprobación	Es responsabilidad del Gerente de Desarrollo Organizacional la aprobación y validación de este procedimiento para su puesta en vigor.		
Ejecución	Es responsabilidad del personal involucrado en el Sistema de Gestión Integrar cumplir con los lineamientos generales que se establecen.		
3. POLÍTICAS DE OPERACIÓN Y OBSERVACIÓN			
En este procedimiento se requiere que los involucrados en la formación aprendan para trabajar de manera segura, cuidando la calidad de su producto y la protección del medio ambiente.			
4. REFERENCIAS REQUISITOS LEGALES, REGLAMENTARIOS Y NORMATIVOS			
Requisito	Documento de origen Normativa o Ley		
6.2.2 Competencia, formación y toma de conciencia.	NMX-CC-9001-MNC-2008. Sistema de gestión de la calidad - Requisitos ISO 9001:2008.		
4.4.2 Competencia, formación y toma de conciencia	NMX-SAA-1801-MNC-2004. Sistema de Gestión Ambiental.		
4.4.2 Competencia, formación y toma de conciencia	Norma CHAS 18001:2007 Sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo Requisitos.		
DC-1 Comisión mesa de capacitación y actualización	153-A, 153-B, 153-C, 153-D, 153-E y 153-V. LFT.		
DC-2 Plan y programas de capacitación y actualización	Fórmula para dar cumplimiento a la Ley Federal del Trabajo.		
DC-3 Conciencia de Habilidades			
DC-4 Lista de constancias de habilidades			

gasto total de herramientas. Mediante la ejecución de acciones correctivas y preventivas, se optimizó la asignación, así como uso de herramientas, estableciendo controles que mejoraron la efectividad operativa y redujeron costos innecesarios.

De los mayores logros realizados para la competencia del personal de procedimientos en toda la empresa, garantizando que las mejoras implementadas no solo beneficiaran a la calafateadora inalámbrica, sino también a todas las herramientas utilizadas en la compañía. Además, se fortaleció la cultura de responsabilidad en el aprovechamiento de herramientas, lo que contribuyó a evitar reincidencias y generar un impacto positivo en la sustentabilidad del proceso productivo.

Figura 10. Procedimiento de manejo de Formación, competencia y toma de conciencia PR-RH-2. Fuente: Elaboración propia.

Acción preventiva 3

Se le solicita al área de sistemas de gestión de calidad que en su próxima auditoría incluya los procedimientos Realización del producto PR-MA-1, Formación, competencia y toma de conciencia PR-RH-2 y Manejo de materiales almacén auxiliares, con la intención de verificar el cumplimiento de los puntos establecidos.

4.9 Cierre / Reconocimiento del equipo (D8)

En este lugar, todos los elementos del equipo conocían sus respectivos procedimientos de trabajo, lo que nos ayudará a lograr el éxito del equipo proactivo. Los elementos del equipo aportan nuevas ideas, lo que mejora la efectividad del trabajo en equipo y da como resultado productos de mayor calidad. Aquí, todos tienen más oportunidades de aprendizaje y el trabajo se realiza de manera innovadora y colaborativa con los participantes del equipo. Y ese desempeño laboral se vio facilitado por las ideas de los miembros y las sugerencias grupales durante el procedimiento de resolución de problemas, y las actividades en equipo se aplicó hacia un objetivo común. Además, se documentaron las habilidades identificadas para futuros programas en la compañía, este trabajo dentro del estudio se usó en una sola área, y estas se replicarán en global a las demás departamentos donde involucre la utilización de herramientas manuales.

Conclusiones

La utilización de la metodología 8D en la administración del consumo de herramientas al interior de la compañía permitió identificar y abordar las causas raíz del problema, logrando una reducción significativa del 37.48% en el

Si bien los resultados derivados fueron positivos, se identificaron algunas limitaciones en la ejecución del proyecto. Algunas acciones correctivas requirieron más tiempo del previsto por la exigencia de modificar procedimientos internos y entrenar a los operarios en el uso adecuado de herramientas. Además, se presentaron dificultades en la admisión de nuevas prácticas por algunos operarios, lo que ralentizó la ejecución de las mejoras. En cuanto al alcance del estudio, aunque la metodología 8D permitió optimizar el consumo de herramientas, su impacto en otras áreas de la producción no fue evaluado a profundidad. Asimismo, factores externos como las fluctuaciones en la disposición de herramientas y la variabilidad en la demanda de producción pudieron influir en los resultados logrados.

A partir de los resultados alcanzados, se proponen diversas líneas de investigación y mejora hacia futuros trabajos. Una sería la ampliación del estudio a otros procesos, aplicando la metodología 8D en áreas como la optimización de tiempos de ensamble y el control de calidad en la utilización de materiales. Además, se sugiere el diseño de un sistema digital para control de herramientas mediante tecnologías como IoT o software de gestión, lo que permitiría seguir en tiempo real el gasto y asignación de herramientas, asegurando un mejor control y trazabilidad. También se recomienda analizar el efecto de la reducción en el consumo de herramientas sobre la eficiencia operativa global y los costos de operación, para comprender su efecto en la rentabilidad sobre la compañía. Asimismo, se plantea la necesidad de ejecutar programas de capacitación continua para reforzar el uso adecuado de herramientas y fomentar una cultura de mejora constante. Estos esfuerzos contribuirán a consolidar las mejoras obtenidas y a seguir optimizando los procesos, garantizando una gestión eficiente y sostenible de los recursos en la división automotriz.

Referencias

- Aguilar-Morales, D., Pérez-Domínguez, L. A., & Sánchez-Mojica, K. Y. (2022). Aplicación de la metodología 8D para la resolución de problemas: un caso de estudio en la industria automotriz. *Mundo FESC*, 12(23), 259–268. <https://doi.org/10.61799/2216-0388.1207>
- AIAG. (2018). *CQI-20 Effective Problem Solving Guide* (Segunda ed.). EUA: Plexus International.
- Aichouni, Ramlie y Abdullah (2021). Process improvement methodology selection in manufacturing: a literature review perspective, *Inter J. Adv. Appl. Sci.* 8 (3) 12–20.
- BANICA, Cristina & Belu, Nadia. (2019). Application of 8d methodology - an effective problem solving tool in automotive industry. *University of Pitesti. Scientific Bulletin - Automotive Series.* 29. 1-7. 10.26825/bup.ar.2019.005.
- Barsalou, M., Grabowska, M. & Perkin, R. (2023). Inquiry into the Effectiveness of Eight Discipline-Based Problem-Solving. *Quality Innovation Prosperity*, 27(2), 61–76. <https://doi.org/10.12776/qip.v27i2.1839>
- Bosch, 2013. *Quality Management in the Bosch Group*. 16. Problem Solving. https://assets.bosch.com/media/global/bosch_group/purchasing_and_logistics/information_for_business_partners/downloads/quality_docs/general_regulations/bosch_publications/booklet-no16-problem-solving_en.pdf
- Bostik. (26 de mayo de 2021). How Megatrends are Shaping the Bus Manufacturing Process. https://www.bostik.com/us/en_US/blog/post/2021/5/how-megatrends-are-shaping-the-bus-manufacturing-process/
- Cognitive Market Research. (septiembre 2024). *Bus Manufacturing Market Report 2024* (Global Edition). <https://www.cognitivemarketresearch.com/bus-manufacturing-market-report>
- Escalona-Veloz, A., López-Desposorios, M., Juárez-Vite, A., Rivera-Gómez, H., Guerrero-Reséndiz, V. y Corona-Armenta J. (2024). Aplicación de 8D's optimizando el EPP en el sector automotriz. *Pádi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 12(Especial3), 57-67. <https://doi.org/10.29057/icbi.v12iEspecial3.13419>
- Expert market research. (2024). *Global Bus Market Size, Share and Growth Analysis Report - Forecast Trends and Outlook (2024-2032)*. <https://www.expertmarketresearch.com/reports/bus-market>
- George, A., Ranjha, S., & Kulkarni, A. (2021). Enhanced problem solving through redefined 8D step completion criteria. *Quality Engineering*, 33(4), 695–711. <https://doi.org/10.1080/08982112.2021.1969665>
- Giampaoli, D., Ciambotti, M. and Bontis, N. (2017), "Knowledge management, problem solving and performance in top Italian firms", *Journal of Knowledge Management*, Vol. 21 No. 2, pp. 355-375. <https://doi.org/10.1108/JKM-03-2016-0113>
- GII RESEARCH. (19 de septiembre 2024). *Global Bus Growth Opportunities, 2024*. <https://www.giiresearch.com/report/fs1578338-global-bus-growth-opportunities.html>
- Glogal market insights. (abril 2024). *Coach Buses Market Report 2024 – 2032*. <https://www.gminsights.com/industry-analysis/coach-buses-market>
- Hulevich Y.N., Nalivaiko G.M. (2021). Methodology «8D» as a tool for managing logistics costs for mechanical engineering enterprises. *System analysis and applied information science.* (2):39-46. <https://doi.org/10.21122/2309-4923-2021-2-39-46>
- IEA. (2024). *Trends in heavy electric vehicles*. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024/trends-in-heavy-electric-vehicles>
- Internal Market SMEs. (4 de julio de 2024). *2024 SME performance review indicates SMEs driving job creation despite high inflation*. https://single-market-economy.ec.europa.eu/news/new-2024-sme-performance-review-smes-driving-job-creation-despite-high-inflation-2024-07-04_en
- Koncz and L. Pokorádi. (2018). "8D Usage in Automotive Industry," 2018 IEEE 18th International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI), Budapest, Hungary, pp. 000257-000262, doi: 10.1109/CINTI.2018.8928206.
- Lestyánszka Škürková, Katarína, Helena Fidlerová, Marta Niciejewska, and Adam Idzikowski. (2023). "Quality Improvement of the Forging Process Using Pareto Analysis and 8D Methodology in Automotive Manufacturing: A Case Study" *Standards* 3, no. 1: 84-94. <https://doi.org/10.3390/standards3010008>
- Maximilian Meister, Tobias Böing², Svenja Batz, Joachim Metternich (2018). Problem-solving process design in production: Current progress and action required. *Procedia CIRP*, Volume 78, Pages 376-381, ISSN 2212-8271, <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.08.316>.
- Mobility Foresights. (2024). *Global Bus Engine Market 2024-2030*. <https://mobilityforesights.com/product/bus-engine-market/>
- Mordor intelligence. (2024). *Bus Market Size - Industry Report on Share, Growth Trends & Forecasts Analysis (2024 - 2029)*. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/bus-market/market-size>
- Phanden, Rakesh & Sheokand, Aaryan & Goyal, Kapil & Gahlot, Pardeep & Demir, Halil. (2022). 8Ds method of problem solving within automotive industry: Tools used and comparison with DMAIC. *Materials Today: Proceedings*. 65. 10.1016/j.matpr.2022.05.383.
- Prasetyo, Y. & Cagubcob, A. & Persada, S. & Redi, A. (2021). Application of 8D Methodology for Minimizing Test Mixing Event in Semiconductor. *Test Manufacturing*, 360-367.
- Rajeev Rathi, Maddireddy Chandra Gopi Reddy, Annam Lakshmi Narayana, Utlapalli Lakshmi Narayana, Md Saeedur Rahman. (2022). Investigation and implementation of 8D methodology in a manufacturing system, *Materials Today: Proceedings*, Volume 50, Part 5, Pages 743-750, ISSN 2214-7853, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.273>.
- Rebecca Simmons (2018). Book Review: Introduction to 8D Problem Solving: Including Practical Applications and Examples, *Quality Management Journal*, 25:4, 201-201, DOI: 10.1080/10686967.2018.1515526
- Sevilay Uslu Divanoğlu, Ülge Taş (2022). Application of 8D methodology: An approach to reduce failures in automotive industry, *Engineering Failure Analysis*, Volume 134, 106019, ISSN 1350-6307, <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2021.106019>.
- Suarez-Warden, F., González Mendivil, E. (2018). Problem solving in transference of procedural knowledge aided by AR to support aeronautical transportation decisions. *Int J Interact Des Manuf* 12, 337–344 <https://doi.org/10.1007/s12008-017-0384-1>

THE BUSINESS RESEARCH COMPANY. (marzo 2024). Buses and coach global market report 2024 -by fuel type (Diesel, electric, hybrid, other fuel types), bay body built (Fully built, customizable), by applications (General transit, personal and recreational, tourist, other applicatios) – Market size, trends and global forecast 2024-2033. <https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/buses-and-coaches-global-market-report>

Varepo, L. & Boyarnikova, L. & Leongardt, E. (2023). The systematic approach to solving the problem of personnel training based on use of 8D methodologies. Omsk Scientific Bulletin. 2 (186). 5-12. 10.25206/1813-8225-2023-186-5-12.

Weforum. (mayo 2024). Empowering Small and Medium-Sized Enterprises through Digital Business Model Innovation. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Empowering_Small_and_Medium_Sized_Enterprises_through_Digital_Business_Model_Innovation_2024.pdf

World Economic Forum. (3 de diciembre de 2021). 5 key insights on the future-readiness of SMEs. <https://www.weforum.org/stories/2021/12/5-key-insights-on-the-future-readiness-of-smes/>