

Artículo:

Aplicación de la mejora continua para la disminución de merma en la operación de pintado de productos de vidrio

Application of continuous improvement to reduce waste in the painting operation of glass products

Blanca Nelia Castillo-Bolaños^{1*}, Jesús Esquivel-Rodríguez¹, Omar Castillo-Castillo¹, Irene Elizabeth Wong-Zapata¹

**Revista Interdisciplinaria de
Ingeniería Sustentable y Desarrollo
Social**

Recibido: 08 de agosto de 2025

Aceptado: 25 de noviembre de 2025

Publicado: 09 de diciembre de 2025

Publicación continua editada por el
Tecnológico Nacional de México /
Instituto Tecnológico Superior de
Tantoyuca

Desv. Lindero Tametate, S/N
Col. La Morita
C.P. 92100
Tantoyuca, Veracruz, México.
Teléfono: 789 8931680, Ext.196.

Correo electrónico:
revistadigital@itsta.edu.mx

Sitio WEB
<https://itsta.edu.mx/revistadigital>

ISSN 2448-8003
Reserva de derechos al uso exclusivo
No. 04-2016-092313253300-203

Editor responsable:
Dr. Horacio Bautista Santos

Copyright: Este artículo es de acceso
abierto distribuido bajo los términos y
condiciones de la licencia Creative
Commons

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

¹ Tecnológico Nacional de México – Instituto Tecnológico de Ciudad Madero,
Tamaulipas, México.

* Autor corresponsal: blanca.cb@cdmadero.tecnm.mx

Resumen: Este proyecto se lleva a cabo en la línea de producción de artículos de vidrio, específicamente en el proceso de pintado y tiene como objetivo la reducción de la merma que durante el trimestre anterior ha estado por encima del índice establecido. La merma es un desafío constante que impacta directamente en los costos de operación, en la eficiencia de la línea de producción y en la sostenibilidad de la empresa. En un trimestre, 17 de 35 lotes producidos superaron el límite establecido del 3% de merma, el cual representa el porcentaje máximo permitido. Esta situación indica una desviación respecto a los estándares de control establecidos, lo que evidencia la necesidad de atención. El trabajo se desarrolló iniciando con un diagnóstico del estado actual del área de pintura, con el resultado de dicho diagnóstico se identificaron las acciones necesarias para la implementación de mejoras que se realizaron para obtener una disminución de la merma en los lotes fabricados en el siguiente trimestre, logrando disminuir de 17 a 5 de los 35 lotes producidos, que tuvieron un porcentaje de merma arriba del máximo determinado, lo que representa una reducción del 71% de lotes de producción con merma por arriba del 3%.

Palabras clave: Merma, líneas de producción, mejora continua, productividad.

Abstract

This project is carried out on the production line of glassware, specifically in the painting process and aims to reduce the waste that during the previous quarter has been above the established rate. Shrinkage is a constant challenge that directly impacts operating costs, production line efficiency, and the sustainability of the company. In one quarter, 17 of 35 batches produced exceeded the established limit of 3% loss, which represents the maximum percentage allowed. This situation indicates a deviation from the established control standards, which shows the need for attention. The work was developed starting with a diagnosis of the current state of the painting area, with the result of this diagnosis the necessary actions were identified for the implementation of improvements that were made to obtain a reduction in the shrinkage in the lots manufactured in the following quarter, managing to reduce from 17 to 5 of the 35 batches produced, which had a percentage of shrinkage above the determined maximum, which represents a reduction of 71% of production batches with a loss of more than 3%.

Keywords: Shrinkage, production lines, continuous improvement, productivity.

Introducción

Uno de los grandes aliados del sector industrial es la mejora continua, ya que la aplicación de sus herramientas le permite satisfacer las necesidades más exigentes de sus clientes (Lay de León et al., 2022), elevar la calidad, la productividad y por consecuencia su rentabilidad; como ventaja competitiva la empresa tiene la actualización y optimización de los procesos al minimizar el desperdicio de todos sus recursos (Estévez et al., 2019), ganando la confianza de sus clientes con la entrega en tiempo y forma de los productos solicitados (Silverio et al., 2021), el área de producción deberá cumplir con cada pedido no sólo en cantidad si no también con calidad de acuerdo con las especificaciones que han sido indicadas por éste (Castillo et al., 2019).

A través del índice de la productividad se conoce como se están aplicando los recursos para el logro de los objetivos y metas de la organización, este indicador se relaciona con la eficiencia y la eficacia de las operaciones y por supuesto con la optimización de dichos recursos (Fontalvo et al., 2018), el objetivo es eliminar todas aquellas actividades que no agregan valor al producto y no benefician a la empresa (Vargas y Camero, 2021). La

productividad está determinada por los factores: gestión del recurso humano, cultura organizacional, procesos productivos, estrategia de gestión organizacional y estrategia de desempeño (Franco et al., 2021), para fortalecerla se deberá considerar la evaluación y aplicación del desarrollo organizacional, valores organizacionales, la toma de decisiones, el trabajo en equipo, la tecnología, la innovación, la inversión en investigación y desarrollo, la competitividad, la evaluación de los recursos disponibles y los procesos productivos (Ramírez et al., 2022).

La actividad productiva está obligada a promover la sostenibilidad, disminuyendo el desperdicio de recursos materiales y siendo responsable con el medio ambiente (Del Ángel et al., 2023); se considera que ésta forma de trabajar tiende a generar mayor eficiencia económica, al hacer rentable el proceso de fabricación más verde (Chen et al., 2024). Como referencia tenemos a la industria del vidrio que, apuesta por una economía circular y desarrollo sostenible, ya que este material es versatilidad y reutilizable y puede reciclarse infinitamente, permitiendo el ahorro de recursos naturales, energía y costos (Paneque et al., 2023).

Tema fundamental en la optimización de los procesos es el mantenimiento industrial, se conoce como mantenimiento predictivo el realizado para detectar las posibles averías que se puedan generar en las máquinas (Luna et al., 2020); otro tipo de mantenimiento es el preventivo que hace una revisión de las maquinarias, aparatos y equipos, para evitar fallas previniendo sus incidencias, por ello es necesario diseñar y aplicar un programa de mantenimiento preventivo (Arroyo y Obando, 2022); para su implementación se recopila información detallada sobre las fallas de las máquinas y su disponibilidad para calcular el OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) y conocer el estado actual de la empresa. (Rosales et al., 2023); se debe estar consciente del impacto que tiene el mantenimiento de los equipos, sobre todo el preventivo, ya que de éste puede depender el éxito o fracaso de la empresa (Pillado et al., 2022).

La capacitación del recurso humano en las empresas las hace competitivas y las prepara para los retos futuros que tendrá, adquirir conocimientos y habilidades debe ser una actividad constante en la plantilla de su personal (Martínez et al., 2017). La capacitación en las entidades laborales es un medio de fortalecer las competencias de su personal y ampliar su perfil, también constituye una inversión recuperable a corto plazo (Infante y Breijo, 2017).

Una organización que quiera conservar su competitividad en un mercado de constantes cambios en gustos y tecnologías, requiere de colaboradores capaces de adaptarse a los cambios y de innovar con la rapidez que se requiere (Honores et al., 2020).

En relación a lo expresado se ha realizado este proyecto titulado “Aplicación de la mejora continua para la disminución de merma en la operación de pintado de productos de vidrio”.

Materiales y métodos

El proyecto es un estudio de caso que surge a partir de un problema que presenta una industria productora de artículos de vidrio y tiene la finalidad de dar solución a dicho problema, disminuyendo la merma en el proceso de pintura, para lo cual se utiliza la investigación descriptiva. Dicho estudio inicia con la realización de un diagnóstico técnico de la cabina de pintura, contenido en la tabla 1, con el propósito de evaluar sus condiciones operativas actuales y detectar posibles deficiencias que estén contribuyendo a la elevación de merma en la línea de producción.

Para garantizar un análisis detallado y estructurado, dicho diagnóstico se efectúa con el apoyo de una lista de verificación técnica previamente elaborada, la cual contiene criterios específicos relacionados con la estructura de la cabina, el sistema de ventilación, los equipos de aplicación de pintura, las condiciones ambientales internas, así como los aspectos de seguridad, limpieza y mantenimiento. Esta herramienta permite registrar de manera sistemática el estado de cada componente evaluado, facilitando la identificación de oportunidades de mejora y planificación de intervenciones correctivas o preventivas.

Tabla 1. Condiciones estructurales y generales de la cabina de pintura

Criterio de evaluación	Cumple	Observaciones
Integridad de paredes, techo y estructura general de la cabina.	No	Se observa que las paredes están sucias y llenas de pintura de producciones pasadas.
Iluminación adecuada y funcional tipo LED, sin parpadeo.	Si	Si cumple con una buena iluminación.
Presencia de acumulación de polvo o residuos en superficie.	No	Hay una acumulación de polvo en distintos puntos de la cabina.
Señalización de seguridad visible y vigente.	Si	Si se cuentan con las señalizaciones de seguridad.
Funcionamiento del extractor principal.	Si	Está funcionando bien el extractor.
Filtro de bomba de las pistolas.	No	El filtro ocupa cambiarse para tener una buena filtración de pintura.
Boquillas limpias y sin obstrucción	Si	Las pistolas están en buen estado.
Compresores de aire en buen estado (sin humedad ni aceite).	Si	El compresor está en buen estado.
Uniformidad en el patrón de rociado.	Si	La uniformidad está funcionando.
Reguladores de presión funcionando correctamente.	Si	Los reguladores de presión están funcionando.
Medidor de temperatura instalado y funcional.	Si	Los medidores de temperatura están funcionando.

Resultados y Discusión

Con el análisis del diagnóstico técnico de la cabina de pintura, se ha determinado que, en términos generales, los equipos principales como los compresores de aire y los hornos de curado se encuentran en buen estado de funcionamiento. No se identificaron fallas mecánicas o eléctricas significativas que afecten directamente el desempeño del sistema de pintado. Sin embargo, se ha detectado un punto crítico que requiere atención inmediata relacionado con las condiciones de limpieza y orden dentro de la cabina.

Durante la inspección visual y operativa, se observó una considerable acumulación de pintura en las paredes internas de la cabina, así como una gran cantidad de productos mal ubicados o retenidos en el área donde caen al momento de pasar por la banda transportadora. Esta situación no solo representa un riesgo para la calidad del producto final, sino también un posible foco de contaminación cruzada entre lotes. Las partículas o residuos de pintura acumulada pueden adherirse fácilmente a los productos que ingresan al proceso, generando defectos estéticos y funcionales que contribuyen a un aumento en el porcentaje de merma.

A partir de esta evaluación, se concluye que el principal problema no está relacionado con el funcionamiento de los equipos, sino con las deficiencias en los procesos de limpieza y

mantenimiento rutinario del área y la falta de capacitación del personal operativo.

De los resultados del diagnóstico, se ha propuesto la ejecución de una limpieza profunda de la cabina de pintura, la cual será implementada de manera inmediata como medida correctiva. Esta intervención incluirá la eliminación completa de residuos acumulados en paredes, superficies internas, bandas transportadoras y zonas de caída de producto, así como la reorganización del flujo de botellas para evitar obstrucciones. Adicionalmente, se establecerá un programa de limpieza periódica y controles visuales más estrictos para asegurar que este tipo de acumulaciones no vuelvan a presentarse. También se capacitará al personal responsable del área en buenas prácticas de limpieza y se integrarán estas acciones dentro del plan de mantenimiento preventivo ya existente. Estas medidas, mencionadas en la tabla 2, tienen como finalidad garantizar la correcta operación de la cabina, reducir la posibilidad de rechazos por contaminación de pintura y, en última instancia, contribuir a la disminución sostenida de la merma en el proceso productivo.

Tabla 2. Planificación de acciones de mejora en el área de pintura

Actividad	Área Responsable	Recursos
Ejecución de limpieza profunda y ajustes	Producción y Mantenimiento	Equipos de protección y repuestos.
Realizar un plan de mantenimiento preventivo	Ingeniería y Calidad	Documentación técnica
Revisión, actualización y validación del manual operativo	Producción, Ingeniería y Calidad	Documentación técnica y formularios de control
Capacitación al personal operativo	Recursos Humanos y Seguridad	Material impreso y visuales.

Ejecución de limpieza profunda y ajustes

Esta actividad, que se realiza en cinco pasos, tiene como finalidad restaurar las condiciones óptimas de operación del equipo, eliminando residuos acumulados, asegurando el correcto funcionamiento de sus componentes para reducir los factores que inciden en el incremento de la merma. La limpieza profunda incluirá la remoción total de residuos de pintura seca, polvo y otros contaminantes en paredes, techos, suelos, ductos, filtros, boquillas, equipo variable y zonas de ventilación. Para ello, se emplearán instrumentos especializados y productos compatibles con los materiales de cabina, garantizando una intervención segura y efectiva.

El primer paso es realizar la purga de pistolas de aplicación de pintura y consiste en la

limpieza interna del sistema de conducción del producto, con el objetivo de eliminar completamente los residuos de pintura acumulada durante el proceso de producción, en la purga se utiliza agua pura, la cual se introduce cuidadosamente a través del tubo de alimentación de pintura, es decir, por el mismo conducto por el que normalmente circula el producto durante la aplicación. Una vez iniciado el flujo, se acciona la pistola de forma controlada para permitir que el agua recorra todo el sistema interno, arrastrando los residuos de pintura presentes en las válvulas, conductos y boquillas.

En el segundo paso se procede a reconnectar todos los componentes del sistema de aplicación, asegurando una correcta conexión entre el conducto de alimentación, las pistolas de pintado y demás elementos involucrados en el circuito. Esta aplicación permite habilitar nuevamente el paso de fluido a través del sistema, facilitando la apertura controlada de las pistolas para liberar cualquier residuo restante de pintura acumulada en los conductos internos. Durante esta etapa, se acciona cada pistola de manera secuencial, permitiendo el flujo continuo de agua, hasta garantizar que no se observen restos de pintura en el líquido expulsado, lo que confirma que el sistema se encuentra completamente limpio y libre de contaminantes.

El tercer paso es la sustitución de filtros correspondientes, esta acción resulta fundamental para garantizar la eficiencia del proceso, ya que permite eliminar cualquier residuo, impureza o material acumulado que pudiera haber quedado retenido en los elementos filtrantes durante operaciones anteriores. El cambio de los filtros no solo contribuye a una limpieza más profunda del sistema, sino que además asegura un óptimo funcionamiento de las pistolas en futuras aplicaciones, previniendo obstrucciones y asegurando una pulverización homogénea del producto. Esta medida preventiva tiene como objetivo extender la vida útil del equipo, minimizar los tiempos de inactividad por mantenimiento correctivo y mantener la calidad del acabado en los procesos de aplicación. Estos pasos son fundamentales para asegurar el buen funcionamiento del equipo, evitando obstrucciones, garantizar la calidad del proceso en la siguiente operación y así evitar defectos como el ojo de pez, pintura no uniforme, salpicado, grumos, pintura opaca.

El cuarto paso es llevar a cabo la extracción de todos los residuos sólidos generados durante la operación, específicamente aquellos fragmentos de vidrio que se desprenden.

En el último y quinto paso se lleva a cabo el acomodo de los vástagos de la línea, asegurando su correcta disposición. Adicionalmente, se completa la línea con los vástagos faltantes y se realizan los ajustes necesarios para garantizar el adecuado funcionamiento del sistema.

Realizar un plan de mantenimiento preventivo

Con el objetivo de evitar la recurrencia de complicaciones operativas y garantizar la continuidad y eficiencia del proceso productivo, se implementa un plan de mantenimiento preventivo, el cual está diseñado para anticiparse a posibles fallos o defectos que pudieran presentarse en el producto terminado. A través de inspecciones periódicas, revisiones sistemáticas de los equipos y la sustitución oportuna de componentes críticos, se busca asegurar que todas las condiciones operativas sean óptimas. De esta manera, se minimizan los tiempos de inactividad no planificada, se mejora la calidad del producto y se fortalece la confiabilidad del sistema de producción.

Revisión, actualización y validación del manual operativo

Con el objetivo de fortalecer la estandarización operativa y promover la mejora continua dentro del proceso de pintura líquida, se llevó a cabo una encuesta dirigida a veinte operadores de producción de los tres turnos. Esta acción tuvo como finalidad principal evaluar el nivel de conocimiento, compresión, acceso y aplicación práctica de los manuales de procedimiento de operación relacionados con el manejo del horno, pistolas, bombas etc. Los resultados obtenidos de la aplicación de la encuesta, identificaron una falta de conocimiento y conciencia por parte del personal respecto al manual de procedimiento para el proceso de la pintura líquida. Ante esta situación, se decidió a proceder con la actualización del mencionado manual con el objetivo de garantizar que contenga información clara, precisa y alineada con las prácticas actuales.

Capacitación al personal operativo

Después de la actualización del manual, se llevó a cabo un programa de capacitación dirigido a los operadores, con el fin de que adquirieran un conocimiento adecuado sobre el contenido del manual y apliquen correctamente los procedimientos establecidos. Esta iniciativa busca mejorar la calidad del proceso, asegurar la estandarización de las actividades y promover una cultura de cumplimiento y buenas prácticas dentro del área.

Al analizar los resultados de los porcentajes de mermas en los lotes de producción, después de realizar el proyecto, se observa la mejora en la disminución de dicho porcentaje, ya que

antes de la implementación de este trabajo una gran cantidad de lotes estaba arriba del 3% considerado como límite establecido, lo cual indica una mejora notable con resultados exitosos, como se evidencia en la figura 1, donde se observa que el comportamiento del porcentaje de merma de los lotes producidos en los meses mayo a julio ya no muestran variaciones tan pronunciadas, sólo 5 lotes de 35 en total, están arriba del índice establecido de merma; en los meses de febrero a abril se registraron 17 lotes de un total de 35 lotes producidos que superaron el porcentaje máximo de merma permitido, lo cual indica un mejor control del proceso y una reducción considerable en las desviaciones.

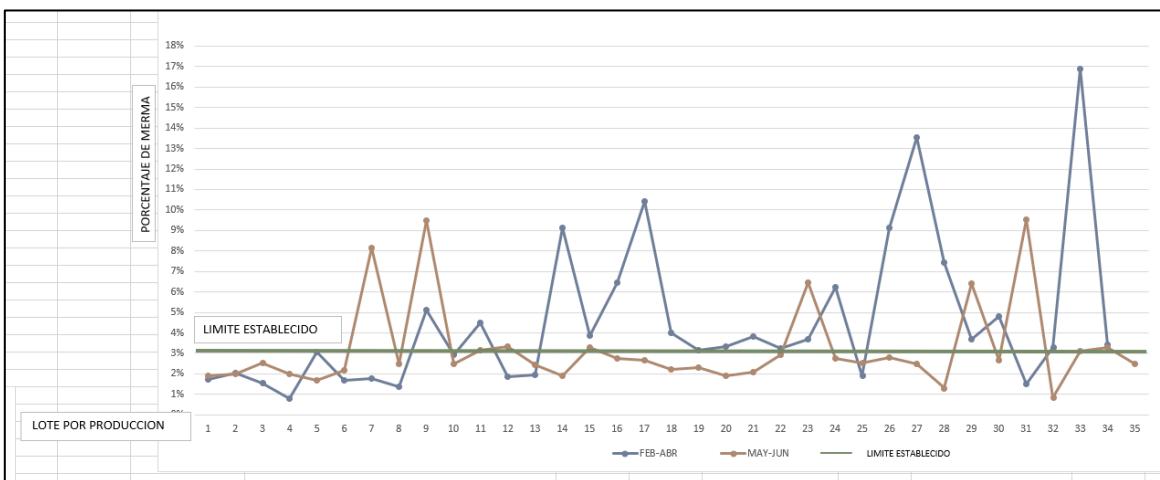


Figura 1. Grafica comparativa del porcentaje de merma antes y después de la implementación de la mejora

De manera particular, se destaca que los porcentajes de merma por lotes permanecen por debajo del límite máximo permitido, lo que demuestra no solo el cumplimiento con los parámetros de calidad establecidos, sino también la consolidación de una operación más eficiente y confiable. Este resultado confirma que las medidas implementadas fueron efectivas, ya que aseguraron que la mayoría de los lotes se mantuvieran dentro de los parámetros, logrando evidenciar una mejora sustancial en el desempeño del proceso y contribuyeron de manera directa a la reducción de perdidas y fortaleciendo la calidad del producto terminado y la competitividad operativa de la producción.

Conclusiones

La aplicación de herramientas de mejora continua, contribuyeron al cumplimiento del objetivo planteado de reducir el porcentaje de merma a niveles inferiores del 3%. Este

resultado demuestra que una gestión sistemática y orientada por indicadores puede generar resultados medibles y sostenibles en el tiempo.

Una de las estrategias clave para lograr el éxito fue la implementación de un programa de mantenimiento más robusto de acuerdo a las necesidades reales de la maquinaria, lo que redujo significativamente las fallas en equipos claves, como la cabina de pintura.

Paralelamente, se actualizó el manual de operación del área de pintura, incorporando mejoras técnicas y operativas, lo cual sirvió como base para reforzar la capacitación de los operadores. Esta acción no solo ayudó a estandarizar los procesos, sino que también permitió corregir malas prácticas, mejorar el desempeño del personal y promover una mayor responsabilidad en la ejecución de tareas.

La inversión en capacitación, documentación técnica actualizada y mantenimiento planificado ha demostrado ser una estrategia efectiva para reducir pérdidas, incrementar la eficiencia operativa y fomentar un entorno laboral más profesional y comprometido.

De acuerdo al resultado obtenido se confirma que la mejora continua es alcanzable cuando se combina una metodología estructurada con el compromiso del equipo de trabajo.

Referencias bibliográficas

Arroyo-Vaca, C. S. y Obando-Quito, R. F. (2022). Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos. *E-IDEA Journal of Engineering Science*, 4 (10), 59-69. <https://doi.org/10.53734/esci.vol4.id240>

Castillo-Bolaños B.N.; Hernández-Morales, V.; Sigrist-Rojano, G.L.; Álvarez-Cruz, E. y Canul-Monsalve, A.L. (2019). Implementación de un área de recuperación de producto no conforme como estrategia para disminuir sus costos. *Revista Interdisciplinaria de Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social*, 5(1), 211-221. <https://doi.org/10.63728/riisds.v5i1.255>

Chen-Cheng, C.; Pérez, P. y Chen-Cheng, A. (2024). Sostenibilidad en la industria 4.0: hacia una producción más verde. *Revista FAECO SAPIENS*, 7(2), 73-91. <https://doi.org/10.48204/j.faeco.v7n2.a5273>

- Del-Ángel-Márquez, J.; Galindo-Mora, J.P. y López-Pérez, F. (2023). Panorama teórico de la adopción de la sostenibilidad en la industria automotriz. *Vincula Técnica EFAN*, 9(6), 112-133. <https://doi.org/10.29105/vtga9.6-458>
- Estévez-Gutiérrez, I.A.; Rivera-Toscano, C.D. y Estévez-Gutiérrez, G.A. (2019). Optimización en el proceso de cambio de la llanta delantera de motocicleta, mediante la implementación de herramientas de ingeniería industrial. *Revista Interdisciplinaria de Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social*, 5(1), 256-266. <https://doi.org/10.63728/riisds.v5i1.259>
- Fontalvo-Herrera, T.; De-La-Hoz-Granadillo, E. y Morelos-Gómez, J. (2018). La productividad y sus factores: incidencia en el mejoramiento organizacional. 16(1). <https://doi.org/10.15665/dem.v16i1.1375>
- Franco-López, J. A.; Uribe-Gómez, J. A. y Agudelo-Vallejo, S. (2021). Factores clave en la evaluación de la productividad: estudio de caso. *Revista CEA*, 7(15). <https://doi.org/10.22430/24223182.1800>
- Honores, N., Vargas, C., Espinoza, C. y Tapia, N., (2020). Importancia y capacitación personal: aprendizaje colaborativo y laboral en las empresas mineras. *593 Digital Publisher*, 5(6-1), 398-409. <https://doi.org/10.33386/593dp.2020.6-1.436>
- Infante-Becerra, V. y Breijo-Woroz. T. (2017). Mirada histórica al proceso de capacitación en el mundo. *MENDIVE*, 15(1), 57-64. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-76962017000100005
- Luna-Pérez, M.A.; Badillo-Piña, I. y Vázquez-Álvarez, G. (2020). Diseño de una metodología de mantenimiento predictivo para asegurar procesos de producción de la industria 4.0. *South Florida Journal of Development, Miami*, 2(1), 1009-1017. <https://doi.org/10.46932/sfjdv2n1-074>
- Martínez-Rojas, M. A.; Palos-Cerda, G. C. y Vargas-Hernández, J. G. (2017). Entrenamiento, capacitación y financiamiento con crecimiento sostenido en las pequeñas empresas del sector industrial en San Luis Potosí. *Revista EAN*, 82: 95-122. <https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1650>
- Lay-De-León, N.; Acevedo-Urquiaga, A.J. y Acevedo-Suárez, A. (2022). Guía para la aplicación de una estrategia de mejora continua. *Ingeniería Industrial*, 43(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59362022000300030&script=sci_abstract

- Paneque-Quevedo A. A., Díaz-García, A. M. y López-López, N. (2023). Naturaleza química del vidrio y su impacto en la sociedad. *Rev. Cubana Quím.*, 35(1), 105-124. <https://cubanaquimica.uo.edu.cu/index.php/cq/article/view/5305>
- Pillado-Portillo, M.; Castillo-Pérez, V.H.; De la Riva-Rodríguez, J. (2022). Metodología de administración para el mantenimiento preventivo como base de la confiabilidad de las máquinas, 12(24). <https://doi.org/10.23913/ride.v12i24.1218>
- Ramírez-Méndez, G. G., Magaña-Medina, D. E., y Ojeda-López, R. N. (2022). Productividad, aspectos que benefician a la organización. Revisión sistemática de la producción científica. *Trascender, Contabilidad y Gestión*, 7(20), 189-208. <https://doi.org/10.36791/tcg.v8i20.166>
- Rosales-Montiel, M.A.; Soto-Núñez, A. y Estévez-Gutiérrez, I.A. (2023). Optimización del proceso de mecanizado CNC del área de Ball Housing, mediante un programa de mantenimiento. *Revista Interdisciplinaria de Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social*, 7(1), 1-15. <https://itsta.edu.mx/wp-content/uploads/2024/02/28-2023.pdf>
- Silverio-Silverio, S.; Estévez-Gutiérrez, I.A.; Rivera-Toscano, C.D. y Rivera-Del-Àngel, E. (2021). Implementación de Estrategias de la Manufactura Esbelta para la Optimización de Procesos de Prensado. *Revista Interdisciplinaria de Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social*, 7(1), 1-15. <https://itsta.edu.mx/wp-content/uploads/2022/02/37-2021.pdf>
- Vargas-Crisóstomo, E.L. y Camero-Jiménez, J.W. (2021). Aplicación del Lean Manufacturing (5S y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera. *Revista Industrial Data*, 24(2): 249-271. <https://doi.org/10.15381/idata.v24i2.19485>