

Implementación de la metodología *lean manufacturing*

Optimización de procesos productivos en una empresa industrial

Lisset Anel Alva Rocha¹, Gloria Sandoval Flores¹, Laura Gabriela Elvir Padilla¹, Juana Iris Ibarra Costilla¹
y Juana Treviño Trujillo²

Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán¹, Facultad de Ingeniería Tampico²
Universidad Autónoma de Tamaulipas
Tampico, Tamps.; México
lalva@docentes.uat.edu.mx

Abstract— This study examines the effectiveness of integrating Lean Manufacturing, Six Sigma, Total Quality Management (TQM), and the EFQM model in optimizing production processes and strengthening organizational performance in a manufacturing company. A mixed-methods approach was used, combining a specialized literature review with a field study that included direct process observation, operational indicator recording, and structured employee surveys. Initial diagnostic results revealed significant inefficiencies in the production flow, high cycle times (8.5 minutes per unit), elevated defect rates (68 %), substantial waste (42 %), and overall equipment effectiveness (OEE) below industry standards (62 %). Following the pilot implementation of Lean and Six Sigma tools, along with initiatives to enhance leadership, culture, and process standardization, substantial improvements were achieved: a 27 % reduction in cycle time, a 54 % decrease in defects, an increase in OEE to 74 %, and waste reduction to 25 %. Employee perceptions also improved, with notable gains in leadership, engagement, continuous improvement in culture, and internal communication. The findings indicate that combining technical and quality management approaches not only optimizes operational performance but also enhances employee involvement and motivation, creating a sustainable model of excellence. This study provides practical evidence of the applicability of integrated continuous improvement methodologies and offers a replicable framework for other manufacturing companies seeking to increase efficiency, quality, and organizational sustainability.

Keyword— *Lean Manufacturing, Six Sigma, TQM, EFQM, continuous improvement, production efficiency.*

Resumen— El presente estudio analiza la efectividad de la integración de Lean Manufacturing, Six Sigma, Total Quality Management (TQM) y el modelo EFQM en la optimización de procesos productivos y el fortalecimiento organizacional en una empresa manufacturera. Se utilizó una metodología mixta que combinó revisión documental especializada y un estudio de campo mediante observación directa, registro de indicadores y encuestas estructuradas al personal. Los resultados del diagnóstico inicial evidenciaron ineficiencias significativas en el flujo productivo, tiempos de ciclo elevados (8.5 minutos por unidad), alta tasa de defectos (68 %), desperdicio elevado (42 %) y una eficiencia global (OEE) por debajo del estándar del sector (62 %). Tras la implementación piloto de herramientas Lean y Six Sigma, junto con acciones orientadas a fortalecer liderazgo, cultura y estandarización de procesos, se registraron mejoras sustanciales: reducción del tiempo de ciclo en 27 %, disminución de defectos en 54 %, aumento del OEE a 74 % y reducción del desperdicio a 25 %. Asimismo, las percepciones del personal reflejaron incrementos significativos en liderazgo, compromiso, cultura de mejora continua y comunicación interna. Los hallazgos indican que la combinación de enfoques técnicos y de gestión de calidad no solo optimiza los indicadores operativos, sino que también fortalece la participación y motivación del personal, generando un modelo de excelencia sostenible. Este estudio proporciona evidencia práctica de la aplicabilidad de metodologías de mejora continua integradas y ofrece un marco replicable para otras empresas manufactureras que buscan aumentar eficiencia, calidad y sostenibilidad organizacional.

Palabras claves— *Lean Manufacturing, Six Sigma, TQM, EFQM, mejora continua, eficiencia productiva.*

I. INTRODUCCIÓN

En un entorno industrial altamente competitivo y dinámico, la calidad y el servicio se han convertido en factores determinantes para la sostenibilidad y el éxito organizacional. Más allá de la producción, las

empresas que destacan son aquellas que optimizan sus procesos de manera eficiente y mantienen un enfoque centrado en el cliente, generando valor y fidelización.

Las metodologías de mejora de la calidad, como Six Sigma, Gestión de la Calidad Total (TQM) y el Modelo de Excelencia Empresarial (EFQM), proporcionan marcos estructurados para identificar oportunidades de mejora, reducir desperdicios y elevar los estándares operativos. Estas herramientas no solo impactan en la eficiencia y la calidad del producto, sino que también fomentan una cultura de mejora continua, fortalecen el liderazgo y promueven la participación del personal.

El presente estudio analiza la implementación integrada de estas metodologías en un contexto industrial, evaluando sus efectos sobre la productividad, la eficiencia operativa y la cultura organizacional, con el objetivo de ofrecer un modelo replicable que contribuya a la excelencia empresarial sostenible.

II. MARCO TEÓRICO

Lean Manufacturing es una filosofía de gestión enfocado en maximizar el valor para el cliente mediante la eliminación sistemática de desperdicios en los procesos productivos. Este enfoque promueve la creación de un flujo continuo y eficiente, apoyándose en herramientas como 5S, el mapeo de flujo de valor (VSM), Kaizen, la estandarización de los mecanismos a prueba de error (poka-Yoke). En conjunto, estas prácticas permiten mejorar la eficiencia operativa de la calidad del producto al reducir actividades que no agregan valor (Womack & Jones, 1996)

Six sigma es una metodología de mejora de procesos basada en el análisis estadístico, cuyo objetivo principal es reducir la variabilidad y los defectos en los procesos productivos. Su ciclo de trabajo, conocido como DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), proporciona un marco estructurado para identificar problemas analizar causas raíz y aplicar mejoras sostenibles. Entre sus herramientas se incluyen indicadores clave como DPMO (defectos por millón de oportunidades) y el nivel sigma, que permite cuantificar el desempeño del proceso y orientar la toma de decisiones hacia la eficiencia y la calidad (Pyzdek & Keller, 2014)

La Gestión de Calidad total (TQM) se concibe actualmente como un modelo de gestión organizacional que promueve la participación de todos los miembros en la mejora continua de procesos productivos, servicios y cultura organizativa, con el fin de alcanzar la excelencia institucional. Estudios recientes indican que la adopción de prácticas TQM centradas en el cliente, con compromiso de liderazgo, trabajo colaborativo y mejora continua se relaciona positivamente con la satisfacción de cliente (Azha & Mislam, 2025) (Hananta & Susyanti, 2024). Asimismo, los fundamentos de este modelo destacan en principio clave como el enfoque en el cliente, la involucración total del personal, el enfoque por procesos, la mejora continua, la toma de decisiones basada en datos y una comunicación eficaz (ASQ; Vistaprojects) (Heflo, 2025). De ese modo TQM no se reduce a un conjunto de técnicas aisladas, sino que representa una filosofía de dirección estratégica integral, mediante la cual la calidad se convierte en una responsabilidad compartida, estructural y permanente, promoviendo la cultura organizacional comprometida con la mejora continua, la eficiencia, la innovación y la satisfacción sostenida del cliente (Azha & Mislam, 2025).

El Modelo EFQM de Excelencia propone un marco de evaluación integral con nuevos criterios que permiten diagnosticar y guiar el desempeño organizacional. Entre liderazgo, estrategia organizacional y política, las personas, las alianzas y recursos y los procesos, estos procesos indican qué hace la organización para gestionar eficazmente sus actividades. Por otra parte, los criterios de “resultados” evalúan los efectos alcanzados: los resultados en clientes, personas, sociedad y clave de negocio, es decir los logros tangibles en desempeño, impacto social y satisfactorio de los grupos de interés (EFQM, s.f.; isotoools, 2024)

(Moreno, 2022) Dice que Lean manufacturing o Manufactura Esbelta y Six Sigma es un proceso que nos brinda resultados favorables, los cuales pueden ser utilizados de manera individual o en conjunto, ha sido utilizado desde hace muchos años especialmente en las industrias automotrices, pero actualmente es utilizada en diversas compañías dedicadas a otros sectores. Entre los resultados obtenidos por la aplicación de Lean Six sigma en un sistema de gestión de calidad basándose en la Norma AS 9100D obtuvo como resultado la estabilización de una asociación entre ellas. Es importante mencionar que se cumplió con los objetivos de reducción de desperdicios, la eliminación de variabilidad, la mejora de calidad y el impartiendo de esquemas de metas y ventas a largo plazo.

(Scharff, 2020) En Latinoamérica el sector servicios o terciarios presenta un gran porcentaje de las fuentes de empleo en la región. Aunque su tasa de crecimiento y tasa de participación a ido en crecimiento entre los años 2015 y 2018, entre un 3% y 4%, aproximadamente. Lo que no ha mejorado es la tasa de productividad o rendimientos por empleado, a diferencia del sector manufactura o transformación de bienes. Por lo cual afecta a nivel competitividad internacional y transnacional de las empresas. Se presenta como estrategia el pensamiento lean que permite contribuir con la mejora de procesos y administración de los recursos de las empresas, con esto se busca lograr que aumente la tasa de productividad y con esto asegurar un mejor nivel de competitividad en el mercado. Basándose en los resultados se concluye que el pensamiento Lean contribuye favorablemente a la disminución del nivel de desperdicios en las empresas, logrando que las empresas tengan mayor éxito en sus respectivos sectores.

(Moreno & Meza, 2019) Cecias No dice que el propósito de su investigación es reducir los desperdicios de los recursos que son utilizados en el proceso de producción de equipos y estructuras metálicas, esta investigación fue basas de en la empresa ITEMSA Perú SAC. La metodología en esta investigación fue descriptiva y propositiva, en las cuales fueron aplicadas las prácticas de manufactura esbelta, identificación de las dimensiones y los desperdicios de dicha empresa. Para esto se realizó un estudio preliminar, donde se aplicaron encuestas, observaciones, entrevistas y revisión de documentos, de igual forma se utilizaron instrumentos de cuestionarios, fichas de observación, guías de entrevistas y procedimientos, planes y registros, que sirvieron para realizar el diagnostico, con la finalidad de medir el nivel de esbeltez con el que cuenta la empresa. Co resultado obtenido fue el desarrollo de prácticas positivas de manufactura esbelta para reducción y eliminación de desperdicios que afectan el proceso productivo de la empresa, asegurando una buena competitividad de la empresa en el mercado.

(Fimbres, 2016) Nos dice que la industria automotriz en México se ha desarrollado a tal grado que en año 2015 cerro con la representación de 3% del producto interno bruto del país, además paso del octavo al séptimo lugar como producto mundial de vehículos ligeros. Por lo que su investigación fue enfocada al área de control de calidad externo mediante estudio previo, en los cuales existen 2 factores que aún no se lograban medir en conjunto: el humano y las tareas. Por lo que, en su investigación enfocada en la administración de tareas, aciertos, errores, entre otros, de igual manera el diseño de estaciones que llevaran al desarrollo e implementación de una herramienta de calidad que nos indique que tan compleja es un área y cuáles son las medidas que se pueden tomar para aumentar la eficiencia y eficacia del área, logrando con esto la disminución de tiempos muertos, defectos, retrabajos y cuellos de botella.

(Lazaro & Remírez, 2019)nos habla en su tesis del aumento de la productividad utilizando algunas herramientas de calidad y metodologías como 8'D (8 Disciplinas) y Lean Manufacturing (Manufactura esbelta) con el propósito de reducir el scrap y/o productos no conformes. Entre sus resultados se revelo que la metodología 5'S ayuda a mejorar el ambiente laborar, así mismo la filosofía Lean con la aportación de todos los involucrados de la organización logro aumentar su productividad un 28%, disminuyendo la cantidad de defectos y scrap.

(Salvador, 2022)En su investigación nos indica los niveles de calidad sigma en las distintas áreas de producción de la empresa en cuestión, la metodología aplicada para conocer los niveles de calidad sigma se basa en la DPMO, por otro lado, los procesos son establecidos por la metodología DMAIC como sus

iniciales nos indican se refiere a definir, medir, analizar, mejorar y control. Los resultados obtenidos indica que los niveles SIGMA promedio muy por debajo de lo que son requerido o aceptable con un valor de 2.5 SIGMA. Por lo tanto, con la propuesta de un diseño fixture se puede obtener nuevos resultados, también, es importante mencionar que requiere de un control estadístico de procesos en los cuales nos permita reducir la variabilidad, así como fomentar el desarrollo e implementación de futuras estrategias de mejora con el objetivo de cumplir las metas definidas por la empresa.

(Espíndola, 2023) Nos indica que su proyecto va enfocado en la problemática de defectos que pueden existir en una empresa en diversas áreas, en los que con diversas metodologías logro ver que estos defectos son debidos a la mala ejecución del proceso de producción, así como en el mal control de calidad en la inspección final. Entre sus conclusiones nos menciona que sus defectos son debido al mal manejo de las herramientas que son utilizadas en ciertas áreas del proceso de producción, aplicando la metodología DMAIC y otras herramientas como el diagrama de Ishikawa y diagrama de Pareto se pudo lograr un control y reducir de gran manera las perdidas o defectos y mejorar la calidad de sus productos y servicios.

(Tepepa, 2018) Nos menciona que las causas principales que generan desperdicios y variaciones en los procesos de producción, lo que nos lleva directamente en el lead time del proceso, por lo tanto, se ve proyectado en los costos de la empresa, por lo que se muestra la propuesta de implementar la metodología Model Lean Logistic Six Sigma Mantilla, en los cuales se plantean los fundamentos generales para el desarrollo de la investigación, posteriormente se revisa los conceptos relacionados con el modelo mencionado anteriormente. También durante la investigación se realiza un diagnóstico basándose en el análisis FODA de la empresa para contar con un panorama general de la situación, posteriormente se realiza un diagnóstico utilizando gráficos como el de Pareto en el cual se refleja que entre de mal troquelado y soldado suman un 79% de total. Como algunos de los resultados de esta investigación nos dice que la propuesta de implementar el Modelo Lean Six Sigma Logistic se puede adaptar a cualquier fase de la logística, permitiendo conseguir los objetivos esperados.

(Rojas, 2019) Nos menciona en su proyecto que la gestión de inventario final de productos terminados en las empresas en ocasiones suelen ser problemáticas, por eso implementando el método ABC permitió la clasificación de inventarios de las existencias por valor o prioridad, con esto obtener el control y administración de estos, por otro lado, también se permitió la reducción de productos obsoletos. Posteriormente con este diseño de indicadores se permitió la medición de algunos procesos o actividades que intervienen dentro del área, se analizó el comportamiento de las variables con el fin de mejorar la productividad. Con la aplicación del método ABC para control de inventarios, se aplicó un mejor control, clasificando los artículos y/o productos terminados que deben estar más controlados sin errores de existencia comprobado con el sistema Microsip, estableciendo un tiempo para la aplicación de inventarios físicos con relación a la categoría. Con esta clasificación en un futuro ayudara a mejorar la distribución y ubicación de los productos. Por lo que la aplicación del método ABC permitió la administración y control de los productos.

(Calvo, 2022) Nos dice que los almacenes contienen demasiada información que retroalimentan el flujo de las operaciones de control de entradas y salidas, por lo cual el objetivo de su proyecto fue optimizar el proceso de trazabilidad en el sector de almacén de materiales de empaques, guiándonos en la mejora continua de “Kaizen”. La valoración se realizó basándose en los puntos emitidos por la COFEPRIS para empresas de en el que su giro es alimenticio, llevándose de la mano con los 12 pasos de Kaizen para la obtención de resultados favorables dentro del almacén, con esto se generó una clasificación y una mejor perspectiva en ejercicios de almacenamiento, para ello se generó una base de datos con los movimientos generados en el lugar, al igual poder tener un panorama amplio con la información estructurada para facilitar al momento de implementar auditorias por la certificaciones SQF de alimentos, los cuales son recomendados para seguir teniendo buenos resultados para la organización.

(Martínez, 2015) Nos dice que la industria manufacturera actualmente está perdiendo presencia en el mercado internacional, por lo cual esta situación puede mejorar siempre y cuando las empresas estén dispuestas a trabajar en ello y puedan identificar la situación en la que se encuentra e identificar todas las oportunidades de mejoras con las que cuenta. Basándose en diferentes metodologías como el Lean manufacturing, diagramas de flujo entre otras. Nos menciona que el éxito de mejora no solo depende de una persona, para lograr el éxito de mejorar se necesita el esfuerzo y compromiso del grupo de trabajo, ya que todas las metodologías utilizadas dependen de distintas áreas para su buena implementación.

(Escalante, 2022) Nos habla en su investigación la implementación de nuevos diseños para el proceso de llenado de manual en la empresa en cuestión, con esto se buscó reducir los costos de producción, para esto eliminando los desperdicios con ayuda de herramientas de seis sigma y con ayuda de la metodología DMAIC, la metodología que seguirá en este documento está compuesta de 5 etapas las cuales son: Definir, Medir el sistema realizando mapeos del proceso, analizar las diferentes variables, mejorar el proceso, y finalmente controlar el proceso. Con la implementación de estas metodologías llevándolas de la mano, se logró obtener los resultados esperados en la capacidad de proceso de target de >1.33 CPKs, con la mejora de 0.7 CPKs a 1.63CPKs, de igual manera se obtuvo el Yield esperado, con la eliminación de 5% del desperdicio que tenía la planta, se redujo los tiempos configuración en los cuales se requerían 50 minutos ahora se requieren 15 minutos y de requerir 500 ml ahora se requieren 100ml con el nuevo equipo de M&O Perry.

(Fernanda, 2022) Keizen es una herramienta o sistema de calidad que se enfoca en la mejora continua, es una de las más utilizadas en Lean, haciendo que las empresas tengan mejoras continuas en sus servicios y productos final, reduciendo los desperdicios y defectos y aumentando la calidad de sus productos y servicios, para lograr los objetivos con estas metodologías es importante tener el apoyo y disposición de todos los colaboradores. Este método proporciona herramientas y recomendaciones que ayudan al momento de la creación de planes de acción para implementar las mejoras necesarias para su productividad.

(Jiménez, 2019) En su trabajo basado en bases teóricas, actividades y resultados de un proyecto utilizando la metodología 5'S, la cual busca la mejora en el área de trabajo, calidad de orden y cuidado de documentos dentro del área de control escolar, implementado esta metodología 5'S la cual cuenta con 5 etapas (Organización, Orden, Limpieza, Control y Disciplina), basándose en que la institución tiene problemas con la pérdida de documentación de suma importancia causada por la deficiencia en la organización y orden de la misma. Como resultados se logró reconocer la importancia y beneficios de esta metodología, logrando tener un mejor orden, organización, mejorar el ambiente laboral, y por supuesto mantener equipos y áreas limpias. Con esto se demuestra la importancia de la metodología 5'S y que puede ser implementada en las distintas áreas o sectores laborales, así como en la vida personal y diaria.

(Salazar, 2019) Nos dice que en su proyecto tiene como meta disminuir el porcentaje de defectos que tiene la empresa la cual se dedica a piezas automotrices, para lograr se implementó la metodología DMAIC, el cual primero se planteó la problemática de la empresa y su gran porcentaje de defectos en la fabricación del árbol de levas por culpa del ronout en las caras de la brida. Una de las metodologías también usadas es la de seis sigmas, cual es una letra del alfabeto griego la que indica la escala sigma de medida, esta correlaciona con características tales como los defectos por unidad, la probabilidad de fallo y partes por millón defectuosos.

(Abonce, 2020) Nos dice en su investigación sobre la propuesta de un plan estratégico para la mejora en la Calidad del servicio al cliente en producción agrícola, para lograr dicho objetivo nos dice que se realizaron diferentes análisis, iniciado con el FODA (Fortaleza, oportunidad, debilidades y amenazas) ya que es un tipo de análisis que brinda información sumamente importante que ayuda a mejorar las estrategias del plan que se propone para la mejora continua en la calidad y servicio hacia el cliente. Con

la información brindada en el análisis FODA nos ayuda a poder detectar las fortalezas y debilidades de la empresa con el fin de por ser una organización en constante mejora y competitiva.

(García, 2019) Nos menciona que las empresas manufactureras cuentan con diversas necesidades y entre las principales se encuentra la inducción de estrategias y herramientas que ayuden a lograr la mejora de los recursos y procesos de producción, con el fin de generar menores costos y mayores ingresos, satisfacer las necesidades del cliente y aumentar el nivel de competitividad en el mercado. Contar con un alto WIP y bajos ingresos generados por una inadecuada administración de recursos, es una de las situaciones más comunes que presentan las empresas manufactureras, lo cual impiden su desarrollo. Se logra tener una reducción de WIP en más de un 50% con un análisis de cuello de botella armonizando cada operación al ritmo de demanda y con ayuda de un escenario de simulación, se obtuvo una reducción de costos de inventario y un incremento del throughput y en las utilidades netas.

(Herrera, 2022) Nos dice que en base a la metodología PHVA (Planear, hacer, verificar y actuar) y otras técnicas como la estratificación y el diagrama de Pareto se logra encontrar las causas de que originan las pérdidas de tiempos las cuales están conectadas con la falta de estandarización para realizar las ciertas actividades y la falta de práctica o experiencia del personal para elaborar algunas de ellas. Entre sus resultados se pudo ver que se logró reducir los tiempos muertos en el área donde se encuentra la problemática con la implementación de un manual para el proceso, aunque únicamente disminuyó 24 minutos por día, se vio reflejado 169 minutos en 2 turnos de 12 horas 7 días a la semana.

(Rodríguez, 2018) Menciona que a pesar de que ya han transcurrido algunas décadas desde el inicio del sistema de manufactura esbelta, se evidencia las dificultades que presentan algunas empresas a la hora de su implementación, algunas situaciones que provocan esta dificultad es la prisa por efectuar cambios sin detenerse a realizar análisis con los que puedan identificar los puntos fuertes para potenciar y los puntos débiles que permitan implementar mejoras. Para obtener estos datos, se establecen metodologías de análisis e investigación, en las cuales se establece la elaboración de un trabajo de investigación de campo.

(Romero, 2020) Nos dice que la competitividad y productividad de una empresa de manufactura no solo depende de la calidad de sus productos, si no que depende totalmente de la vitalidad y eficiencia de sus maquinarias, pero desafortunadamente en la actualidad muy pocas industrias prestan atención al tema del mantenimiento de maquinarias de producción. Por lo cual se propuso como parte de la solución la implementación de un plan de conservación industrial, las cuales incluyen plan de mantenimiento programado, la construcción de índice de clasificación para los gastos de conservación y la implementación de la metodología de las 5's, con la finalidad del incremento de eficiencia de la producción a través del control y atención apropiada para las fallas de la maquinaria, de manera que alargue la vida útil de estas.

(Castillo, 2019) Nos dice que al implementar la herramienta OSKKK la cual busca la mejora continua, mediante la observación de trabajo y el análisis de tiempos, con lo que se logra la optimización del tiempo efectivo y la carga de trabajo del operador mejorando el flujo de materiales y el producto terminado en una línea de producción. Se expuso que el problema se origina por una mala utilización del recurso humano, por lo cual se implementó un análisis que lleva el uso de herramientas de manufactura esbelta, con lo cual se logró incrementar la productividad de los operarios, eliminando tiempos muertos, desperdicios, recorridos ineficientes, logrando una mejora significativa en el costo de mano de obra.

(Monsivais, 2029) Nos dice que el abastecimiento de materias en el área de producción ocasiona muchos problemas de acuerdo con los inventarios excesivos, rutas no definidas para los materialistas y espacios ocupados, con los cuales ocasionaba que la empresa tuviera problemas de calidad, condiciones inseguras y poca utilización de los materialistas, sin contar los desperdicios que generan grandes costos a la empresa. Por lo que a través de la aplicación de las herramientas de manufactura esbelta se logró que

una dimisión de los desperdicios, con lo cual se tuvo un ahorro significativo en el control de materiales de la empresa.

(Ibatta, 2019) Nos dice que, por medio de las herramientas de calidad, se permitió identificar, analizar y recolectar datos de las diferentes causas por las que se generan los retrabajos. Por lo cual estas herramientas son de vital importancia dentro de una empresa para poder aplicar e implementar acciones de mejora, una de las herramientas aplicadas es la de círculo de Deming. Al implementar un conjunto de herramientas de calidad y metodologías se obtuvo como resultado una reducción del 18.4% en cuanto números de retrabajos en dos líneas, por lo que se logró alcanza el objetivo planeado.

(García, 2018) Nos menciona que los tiempos prolongados de espera en las rutas son un problema ya que impactan en el tiempo de operación las cuales se destacaron mediante la aplicación de muestreo de tiempos, estandarización, implantación de modelos de teoría de colas, diagrama de Ishikawa y los 5 porques, con el objetivo de generar un plan estratégico de acción para la optimización del proceso de llenado de cilindros en esta área. Por lo cual la aplicación de estas nos dio como resultado la disminución de tiempos de espera, disminución de fatiga de los operarios, se agilizo el proceso de llenado, de igual manera se eliminaron actividades innecesarias para llevar a cabo el proceso, por lo que los resultados fueron positivos.

(Carballo Molina & Fausto Málaga, 2021) Nos dice que actualmente la competitividad de las empresas es cada vez mayor debido a lo complejo que es brindar un buen servicio a los clientes. Es complicado debido a las exigencias por individual de cada cliente y los cambios radicales que pueden ser sus gustos. Uno de los principales objetivos de las empresas es la adaptación al mercado, sin importar el giro al que pertenezca, ya que todo lo que las empresas buscan es el crecimiento económico y le han quitado importancia al valor que tienen los clientes.

Por esto, se realizó el plan de fidelización de clientes, utilizando la metodología FODA (Fortaleza, oportunidad, Debilidad y amenazas) para analizar la empresa y aplicando encuestas para conocer más sobre la situación, presentando el análisis e interpretación de los resultados se crearon estrategias para retener a los clientes. Se llego como conclusión que la falta de fidelidad de los clientes es debido a la falta de variedad en sus productos, por lo que se recomiendo mejorar en esa área y brindarles mejor comodidad a sus clientes.

(Campomanes & Arteaga 2021) Nos dice que utilizando las herramientas más utilizadas de manufactura esbelta como 5's, mantenimiento productivo, Kaizen y mapas de flujo de valor, con el objetivo de revisión de los estudios sistemáticos en base a una clasificación contextual sobre la manufactura esbelta en industrias manufactureras. Por lo que en los resultados arrojados se pudo observar que es un principio de herramientas de gestión de producción que buscan la mejora continua a través de minimizar el desperdicio. Sin embargo, el principal problema que atraviesan las empresas que deciden implementar estas herramientas es la escasez de cultura por parte de los involucrados.

Por lo tanto, se llegó a la conclusión de que estas herramientas se han convertido en la alternativa para mejorar el desempeño de las organizaciones, pero para lograr tener éxito con estas herramientas es lograr la correcta aplicación de estas y poner toda la disposición y compromiso posible.

(Jiménez, 2021) Nos habla en su investigación en el cual se realizó un análisis de mejora enfocado en la empresa INDUPROM S.A.C., en el cual tuvo como objetivo determinar el impacto causado tras la aplicación de la metodología manufactura esbelta al proceso de producción con el que cuenta la empresa en cuestión. En los cuales con la implementación del mantenimiento productivo total como técnica de manufactura esbelta es viable con un VAN de S/. 67 486.58. por otro lado, los desperdicios Lean pro sobre proceso tenían un equivalente a 56 000 mil soles (moneda peruana), lo que representaba el 48.28% del total de los desperdicios dentro de la compañía. También se llegó a las causas raíz de los desperdicios por

sobre proceso lo cual era por la falta de presupuesto, la falta de comunicación entre las áreas que conforman la compañía y la falta de métodos de limpieza.

(Ecke, 2006) Six sigma nos conduce a soluciones a corto plazo de problemas en constante repetición. Este método se basa en un diseño robusto además de implementar tolerancias para definir un estándar y descubrir que productos cuentan o no con suficiente calidad para que pueda ser distribuido en el mercado. (Navarro Albert, Gisbert Soler, & Pérez Molina)

La metodología six sigma o seis sigmas también conocidas como DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y controlar) se estructura en cinco fases. Según (Navarro Albert, Gisbert Soler, & Pérez Molina)

III. METODOLOGÍA

La presente investigación adopta un enfoque mixto, combinando investigación documental (literaria) con trabajo de campo mediante encuestas y observación directa.

La parte documental permite revisar la literatura especializada sobre Lean Manufacturing, Six Sigma, TQM y el EFQM, con el fin de fundamentar teóricamente los criterios, principios, herramientas e indicadores para la optimización de procesos.

- Revisión documental: recopilación de artículos científicos, libros y documentos técnicos recientes sobre Lean Manufacturing, Six Sigma, TQM y EFQM. Este análisis teórico permitirá definir un marco de referencia sólido para la implementación. Por ejemplo, investigaciones recientes muestran que Lean y TQM pueden integrarse para mejorar el desempeño operativo y la sostenibilidad. (MDPI)
- La parte empírica (campo) permite recabar datos reales de la empresa objeto de estudio tanto cuantitativos (indicadores productivos y de calidad) como cualitativos (percepciones del personal, cultura organizacional, estructura de gestión). Población y muestra
- La población está compuesta por el personal de la empresa industrial: operarios, supervisores, jefes de área y directivos. Se seleccionará una muestra representativa que considere distintos niveles jerárquicos para las encuestas y observaciones, con el fin de capturar una visión integral del funcionamiento operativo y gerencial. Técnicas e instrumentos de recolección de datos
- Encuestas estructuradas: diseñadas con base en criterios de calidad total y excelencia organizacional (liderazgo, compromiso del personal, cultura de mejora, procesos, resultados) para evaluar percepciones sobre gestión de calidad, compromiso, eficiencia y mejora continua.
- Observación directa de procesos: registro de indicadores clave antes y después de la implementación (tiempos de ciclo, desperdicios, eficiencia, defectos, flujo de producción, uso de recursos). Esto permite medir de manera objetiva los efectos de Lean Manufacturing y Six Sigma en la operación.
- Registro cuantitativo de desempeño: recopilación de datos de producción, calidad y eficiencia para realizar comparaciones pre y post intervención.

J. Procedimiento

Diagnóstico inicial: Revisión documental + análisis del estado actual de los procesos productivos mediante observación y registro de indicadores. Esto permite identificar desperdicios, cuellos de botella, variabilidad y debilidades en calidad.

Diseño de mejora: Con base en el diagnóstico y la literatura, seleccionar herramientas de Lean (por ejemplo, 5S, mapeo de flujo de valor, Kaizen, eliminación de desperdicios) y de Six Sigma (metodología DMAIC: definir, medir, analizar, mejorar, controlar), integrando los principios de TQM (mejora continua, enfoque al cliente, participación del personal) y alineándolos con los criterios del modelo EFQM en gestión, personas, procesos y resultados.

Implementación: Aplicar las mejoras en las áreas o procesos seleccionados, capacitar al personal, involucrar a mandos y operarios, promover la cultura de calidad y mejora continua.

Recopilación de datos post implementación: A través de observación directa, indicadores productivos y encuestas; registrar mejoras, reducción de desperdicios, tiempos, defectos, eficiencia, así como cambios en percepción organizacional.

Evaluación y análisis: Analizar cuantitativamente los indicadores (comparación pre/post, estadísticas descriptivas, variaciones) y cualitativamente los resultados de las encuestas (percepción del personal, cultura, liderazgo, compromiso, satisfacción). Interpretar los resultados con el marco teórico basado en TQM y EFQM.

Retroalimentación y ajuste: Con base en los hallazgos, realizar ajustes a los procesos, promover la sostenibilidad de las mejoras y consolidar una cultura de calidad, excelencia y mejora continua.

K. Análisis de datos

Cuantitativo: cálculo de medias, porcentajes de mejora, reducción de desperdicios o defectos, variaciones en tiempos de ciclo, eficiencia, flujo de producción.

Cualitativo: análisis de contenido de respuestas de encuestas, identificación de patrones en percepciones de liderazgo, compromiso, cultura, participación, valoración del cambio.

L. Fundamentos teóricos y académicos

La integración de Lean Manufacturing, Six Sigma y TQM ha sido ampliamente investigada como una vía efectiva para mejorar la eficiencia, calidad y sostenibilidad en entornos productivos. Por ejemplo, estudios recientes han demostrado que la combinación de TQM con prácticas de manufactura esbelta contribuye significativamente al desempeño sostenible de las organizaciones. (MDPI)

Por otra parte, el modelo EFQM desarrollado por European Foundation for Quality Management (EFQM).) Ofrece un marco integral de excelencia que abarca liderazgo, gestión de personas, procesos, recursos y resultados, lo que permite evaluar tanto los procesos internos como los resultados en clientes, personas, sociedad y negocio.

IV. RESULTADOS

Este capítulo presenta los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la metodología mixta utilizada en la investigación, que integra la revisión documental especializada sobre Lean Manufacturing, Six Sigma, TQM y el modelo EFQM, junto con un estudio de campo basado en encuestas estructuradas y observación directa de procesos. Los resultados se organizan en tres componentes: (1) resultados de la revisión bibliográfica, (2) resultados del diagnóstico inicial de la empresa, y (3) resultados posteriores a la implementación piloto de mejoras.

J. Resultados de la revisión documental

La revisión de literatura permitió construir un marco conceptual sólido para la intervención. Los estudios analizados coinciden en que la integración de Lean Manufacturing, Six Sigma y TQM contribuye significativamente a la reducción de desperdicios, la disminución de variabilidad y la mejora de la calidad. Asimismo, se identificó que el modelo EFQM ofrece un enfoque integral de excelencia que permite evaluar tanto los procesos operativos como los factores organizacionales, humanos y estratégicos.

Entre los hallazgos más relevantes se destaca que: Lean Manufacturing aporta herramientas prácticas como 5S, Kaizen, VSM y eliminación de desperdicios, ampliamente validadas para mejorar el flujo productivo. Six Sigma, resulta eficaz para reducir la variabilidad y los defectos. TQM permite fortalecer la cultura organizacional, la participación del personal y el enfoque al cliente. El modelo EFQM facilita una evaluación estructurada de liderazgo, personas, procesos y resultados, complementando las iniciativas Lean, Six Sigma. Estos referentes teóricos orientaron el diseño de los instrumentos, el análisis del diagnóstico inicial y la selección de herramientas para la mejora.

K. Resultados del campo

El diagnóstico inicial se desarrolló mediante observación directa de los procesos productivos, registro de indicadores operativos y aplicación de encuestas al personal. Los resultados evidenciaron diversas oportunidades de mejora. El análisis del proceso productivo reveló problemas en flujo, orden, tiempos y calidad. Entre los principales hallazgos se identificó: Variabilidad elevada en el tiempo de ciclo, con un promedio de 8.5 minutos por unidad y tiempos muertos entre estaciones. Tasa de defectos de 68 %, principalmente por retrabajos y errores por falta de estandarización.

Eficiencia global (OEE) de 62 %, por debajo del nivel esperado para el sector industrial.

Desperdicio del 42 % del total producido. Flujo productivo intermitente, con cuellos de botella en dos estaciones críticas. Estos resultados confirmaron la necesidad de implementar herramientas Lean y Six Sigma para reducir variabilidad, eliminar desperdicios y mejorar la eficiencia.

L. Resultados de encuestas

En la Tabla 1. La encuesta aplicada a operarios, supervisores y jefes de área permitió evaluar dimensiones clave del modelo TQM y EFQM. Los resultados iniciales mostraron:

Tabla I. Resultados de la encuesta.

Dimensión evaluada	Resultado (%)	Interpretación cualitativa
Liderazgo	62 %	Comunicación y apoyo insuficientes.
Compromiso del personal	68 %	Disposición positiva, pero con limitada participación.
Cultura de mejora continua	55 %	Baja aplicación de herramientas de mejora.
Estandarización de procesos	49 %	Inconsistencias entre áreas.
Comunicación interna	58 %	Considerada regular.
Satisfacción laboral	72 %	Percepción favorable, aunque con oportunidades de reconocimiento.

Los comentarios cualitativos señalaron falta de capacitación sistemática, procesos poco claros y escasa participación en actividades de mejora. Estos hallazgos reforzaron la necesidad de fortalecer liderazgo, cultura y estandarización.

M. Resultados de la intervención y mejoras implementadas

Con base en el diagnóstico y la literatura, se implementaron herramientas Lean y Six Sigma, tales como 5S, estandarización, reorganización de layout, análisis de causas, mini - Kaizen y aplicación parcial de DMAIC. También se realizaron capacitaciones para promover la cultura de calidad y participación del personal.

N. Resultados posteriores a la implementación (post intervención)

En la Tabla 2. La comparación de indicadores pre y post intervención permitió medir el impacto de las mejoras aplicadas.

Tabla II. Resultados cuantitativos.

Indicador	Antes	Después	Variación
Tiempo de ciclo	8.5 min	6.2 min	27 %
Defectos	68 %	31 %	54 %
Eficiencia (OEE)	62 %	74 %	12 puntos
Desperdicio (scrap)	42 %	25 %	40 %
Flujo	Irregular	Continuo	Mejora significativa

Los resultados muestran mejoras notables en eficiencia, calidad y flujo productivo. La reducción de los tiempos de ciclo y defectos refleja un incremento relevante en estabilidad y productividad del proceso.

O. Resultados de encuestas post intervención

En la Tabla 3. Las percepciones del personal mejoraron tras la implementación:

Tabla III. Percepción del personal.

Dimensión evaluada	Antes	Después	Variación
Liderazgo	62 %	74 %	+12 puntos
Compromiso del personal	68 %	82 %	+14 puntos
Cultura de mejora continua	55 %	79 %	+24 puntos
Estandarización de procesos	49 %	83 %	+34 puntos
Comunicación interna	58 %	71 %	+13 puntos
Satisfacción laboral	72 %	80 %	+8 puntos

Los comentarios cualitativos indicaron que el personal se sintió más involucrado, con mayor claridad en procesos y mejor ambiente laboral. Supervisores percibieron menor presión operativa y más herramientas para gestionar el proceso.

P. Síntesis de los resultados globales

Los hallazgos permiten concluir que la integración de Lean Manufacturing, Six Sigma, TQM y EFQM mejoró significativamente tanto los aspectos técnicos del proceso productivo como los factores humanos y organizacionales.

En la Tabla 4. Los principales logros fueron:

Tabla IV. Principales logros.	
Indicador / Aspecto	Resultado alcanzado
Tiempos de ciclo	Reducción del 27 %
Defectos	Disminución del 54 %
Eficiencia (OEE)	Incremento de 12 %
Flujo y desperdicios	Flujo continuo y reducción notable

Mejoras organizacionales y culturales

- Mayor participación, compromiso y motivación del personal.
- Liderazgo más claro y orientado a la calidad.
- Cultura de mejora continúa fortalecida.
- Estandarización efectiva de procesos.

En conjunto, los resultados demuestran que la metodología aplicada es efectiva para optimizar procesos, desarrollar una cultura de calidad y promover un modelo de excelencia sostenible dentro de la empresa.

V. DISCUSIONES

La presente investigación evidencia que la integración de Lean Manufacturing, Six Sigma, TQM y el modelo EFQM tiene un efecto significativo en la optimización de procesos productivos y en el fortalecimiento de la cultura organizacional. Los hallazgos obtenidos se analizan en relación con la literatura especializada, identificando convergencias y aportes prácticos.

A. Discusión de la revisión documental

La literatura revisada señala que Lean Manufacturing aporta herramientas prácticas como 5S, Kaizen, VSM y la eliminación de desperdicios, las cuales mejoran el flujo productivo y reducen tiempos de ciclo (Calvo, 2022; Santos Escalante, 2022). Los resultados de la intervención en la empresa estudiada confirman estos hallazgos: la aplicación de 5S, mini-Kaizen y reorganización del layout permitió reducir el tiempo de ciclo en un 27 % y disminuir los defectos en un 54 %. Por su parte, Six Sigma demostró ser eficaz para controlar la variabilidad y disminuir defectos en procesos críticos, tal como lo sugieren Pyzdek y Keller (2014). Asimismo, TQM y el modelo EFQM fortalecieron la cultura organizacional, la participación del personal y el enfoque al cliente, evidenciado por incrementos significativos en liderazgo (+12 puntos), compromiso del personal (+14 puntos) y estandarización de procesos (+34 puntos). Estos resultados confirman que la combinación de metodologías técnicas y de gestión de calidad promueve mejoras sostenibles en la organización (Hananta & Susyanti, 2024; European Foundation for Quality Management, s.f.).

El diagnóstico inicial mostró ineficiencias relevantes en el flujo productivo, tiempos muertos, defectos y desperdicios, con un OEE promedio de 62 %, tasa de defectos del 68 % y un desperdicio del 42 %. Estos resultados coinciden con la literatura que identifica altos niveles de variabilidad y pérdidas en empresas manufactureras con procesos poco estandarizados (García Garza, 2019; Godínez Salazar, 2019). Además, las encuestas aplicadas evidenciaron deficiencias en liderazgo, comunicación y cultura de mejora, factores críticos para la implementación efectiva de Lean y Six Sigma (Hananta & Susyanti, 2024).

Tras la implementación de herramientas Lean y Six Sigma, los indicadores operativos mostraron mejoras significativas: reducción del tiempo de ciclo a 6.2 minutos, disminución de defectos a 31 %, aumento del OEE a 74 % y reducción del desperdicio a 25 %. Estos resultados coinciden con investigaciones previas que documentan mejoras sostenidas en eficiencia y calidad al aplicar metodologías de mejora continua de manera integrada (Calvo, 2022; Ramírez, 2022; Pyzdek & Keller, 2014).

El impacto en los factores humanos también fue notable. Las encuestas post intervención reflejaron un aumento en la percepción de liderazgo, compromiso, cultura de mejora continua, estandarización de procesos y comunicación interna. Esto evidencia que la metodología aplicada no solo optimizó aspectos técnicos del proceso, sino que también fortaleció la motivación y participación del personal, alineándose con los principios de TQM y EFQM (European Foundation for Quality Management, s.f.; Hananta & Susyanti, 2024).

VI. CONCLUSIONES

La integración de Lean Manufacturing, Six Sigma, TQM y el modelo EFQM demostró ser un enfoque efectivo para optimizar procesos productivos y fortalecer la cultura organizacional, abordando de manera simultánea aspectos técnicos y humanos.

La implementación de herramientas como 5S, mini-Kaizen, DMAIC y la estandarización de procesos generó mejoras operativas significativas: reducción de tiempos de ciclo en 27 %, disminución de defectos en 54 %, aumento del OEE a 74 % y reducción del desperdicio en 40 %.

Los indicadores organizacionales y la percepción del personal mejoraron notablemente, evidenciando mayor liderazgo, compromiso, cultura de mejora continua, estandarización y comunicación interna, lo que refuerza la importancia de considerar el factor humano en cualquier estrategia de mejora continua.

Los hallazgos confirman la validez de la literatura existente sobre la efectividad de la combinación de metodologías de mejora continua y modelos de excelencia, y ofrecen un modelo replicable para otras empresas manufactureras que buscan aumentar eficiencia, calidad y sostenibilidad de procesos.

Se recomienda mantener la cultura de mejora continua mediante capacitación constante, seguimiento a indicadores de desempeño y auditorías periódicas, asegurando la sostenibilidad de las mejoras implementadas y consolidando el liderazgo organizacional en la gestión de la calidad.

REFERENCIAS

- Abonce, Z. E. (2020). Propuesta de un plan estratégico de mejora en la calidad de servicio al cliente en productores agrícolas de Santiago Maravatío SPR de RL (Tesis de licenciatura). Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra, Tecnológico Nacional de México.
<https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/5817/1/GE15110386%20ZARET%20ADAENA%20MART%C3%8DNEZ%20ABONCE.pdf>
- Azha, N. A. B., & Mislam, M. Y. B. (2025). Systematic literature review: The implementation of TQM in enhancing leadership effectiveness within TVET institutions. *International Journal of Research and*

Innovation in Social Science, 9(03), 2222–2237.
<https://doi.org/10.47772/IJRISS.2025.903SEDU0173>

- Calvo, O. F. (2022). Implementación de la metodología Kaizen para optimizar el proceso de trazabilidad en el área de almacén del giro alimenticio (Tesis de licenciatura). Tecnológico de Estudios Superiores de Tianguistenco, Tecnológico Nacional de México. <https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/4914>
- Carballo Molina, A., & Fausto Málaga, A. M. (2021). Plan de fidelización de clientes para la empresa Movere Sport (Tesis de licenciatura). Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla, Tecnológico Nacional de México. <https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/1215>
- Cecias Moreno, J. M., & Polo Meza, D. K. (2019). Desarrollo de manufactura esbelta en la empresa ITEMSA Perú SAC, Chimbote 2018 (Tesis de licenciatura). Universidad San Pedro. <https://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/14227>
- Durazo Moreno, K. A. (2022). Integración de Lean SIX SIGMA a un sistema de gestión de la calidad aeroespacial como herramienta competitiva en la industria de la automatización (Tesis de maestría). Instituto Tecnológico de Hermosillo, Tecnológico Nacional de México. <https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/5188>
- Eckes, G. (2006). El Six Sigma para todos. Grupo Editorial Granica.
- European Foundation for Quality Management. (s.f.-a). Modelo EFQM de excelencia y calidad. <https://www.efqm.es/>
- European Foundation for Quality Management. (s.f.-b). Modelo EFQM de excelencia. <https://www.efqm.org/es/el-modelo-efqm/>
- García Garza, M. E. (2019). Reducción del inventario en proceso en empresas manufactureras mediante un enfoque de teoría de restricciones y simulación de eventos discretos (Tesis de maestría). Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico de Celaya. <https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/809>
- García Martínez, A. G. (2015). Aplicación de la metodología de logística esbelta para la reducción del tiempo total de proceso en la empresa: Caso de estudio (Tesis de maestría). Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Apizaco. <https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/663/1/33256-2015.pdf>
- Godínez Salazar, P. E. (2019). Aplicación del método DMAIC para reducir la variabilidad en la característica de RUNOUT en la cara de la brida en el proceso de maquinado del árbol de levas (Tesis de licenciatura). Instituto Tecnológico de Celaya, Tecnológico Nacional de México. <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/812>
- Gutiérrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2004). Control estadístico de calidad y Seis Sigma. McGraw-Hill.
- Guzmán Herrera, A. G. (2022). Reducción de tiempos muertos y desperdicios en los moldes de inyección (Tesis de licenciatura). Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Sur de Guanajuato. <https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/5341>
- Hananta, S. A., & Susyanti, J. (2024). Implementation of Total Quality Management (TQM) in organizations and business. International Journal of Engineering, Management and Research (IJEMR), 3(2), 15–23. <https://ijemr.asia/index.php/ijemr/article/view/227Heflo>. (2025, marzo 15). An in depth look at Total Quality Management (TQM). <https://www.heflo.com/blog/total-quality-management>

- Jiménez Jiménez, C. R. (2019). Implementación del modelo de calidad de las 5 "S" en el Colegio de Bachilleres de Tabasco Plantel No. 49 (Tesis de licenciatura). Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de la Región Sierra. <https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/3232>
- Jiménez, L. B. (2021). Trabajo de investigación para optar al grado [Tesis no publicada]. Lima, Perú.
- Madariaga, F. (2013). Lean manufacturing. Bubok Publishing.
- México. https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/5454/1/2016_MA_DIANA%20LUCIA_ACU%C3%91A_FIMBRES.pdf
- Molina Ibarra, K. B. (2019). Mejora continua en las líneas del área de producción de la empresa COSTUMEX (Tesis de licenciatura). Tecnológico Nacional de México — Instituto Tecnológico Superior de Sur de Guanajuato. <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/3673>
- Monsiváis, E. O. (2019). Implementación de rutas de material en una empresa manufacturera automotriz (Tesis no publicada). H. Matamoros, México.
- Navarro Albert, E., Gisbert Soler, V., & Pérez Molina, A. I. (s.f.). Metodología e implementación de Six Sigma. 3C Empresa.
- N. D. Romero. (2020). Propuesta de un plan de conservación industrial [Tesis no publicada]. Teziutlán, Puebla, México.
- Ovalles Acosta, J. D., Gisbert Soler, V., & Pérez Molina, A. I. (2017). Herramientas para el análisis de causa raíz...
- Polo García, U. P. (2018). Generación de un plan de acción para la optimización del proceso de llenado de Gas L.P. cilíndrico y estacionario mediante el modelado de líneas de espera en el área de andén (Tesis de licenciatura). Instituto Tecnológico de Apizaco, Tecnológico Nacional de México. <https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/632>
- Pyzdek, T., & Keller, P. (2014). The Six Sigma handboo (3rd ed.). McGraw-Hill Education.
- Rajadé Carreras, M., & Sánchez García, J. L. (2010). Lean manufacturing... Ediciones Díaz Santos.
- Ramírez Barragán, E., & Rodríguez, C. Á. (2019). Reducción de scrap en la empresa automotriz Unique Fabricating de México (Tesis de licenciatura). Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Misantla. <https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/5305>
- Ramírez Escamilla, M. F. (2022). Metodología para incrementar la productividad mediante el desarrollo de proyectos Kaizen en MIPYMES (Tesis de licenciatura). Tecnológico de Estudios Superiores de Tianguistenco, Tecnológico Nacional de México. <https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/4915>
- Rodríguez, A. I. (2018). Diagnóstico del sistema de manufactura esbelta [Tesis no publicada]. Apizaco, Tlaxcala, México.
- Rojas, M. G. (2019). Metodología para la gestión de inventarios [Tesis no publicada]. Atlixco, Puebla, México.
- Salvador, R. S. (2022). Mejora de la calidad en el proceso de producción aplicando la metodología Six Sigma en la empresa Diseños & Transformaciones S.A. de C.V. (Tesis de licenciatura). Instituto Tecnológico Superior de Álamo Temapache, Tecnológico Nacional de México. <https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/5505>
- Santos Escalante, V. E. (2022). Reducción de desperdicio en el proceso de llenado manual aplicando la metodología Seis Sigma DMAIC (Tesis/Informe). Instituto Tecnológico de Tijuana, Tecnológico Nacional de México. <https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/6094>

- Tepepa, M. T. (2018). Propuesta de implementación del modelo Lean Six Sigma Logistics en una empresa: Caso de estudio (Tesis de licenciatura). Instituto Tecnológico de Apizaco, Tecnológico Nacional de México. <https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/628>
- Turin Scharff, D. C. (2020). Análisis de la implementación del pensamiento lean en empresas latinoamericanas y diferencias entre Lean Service y Lean Manufacturing (Trabajo de grado). Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/18257>
- Vicencio Espíndola, M. K. (2023). Aplicación de Seis Sigma para la reducción de defectos en una empresa automotriz (Tesis de licenciatura). Instituto Tecnológico Superior de Álamo Temapache, Tecnológico Nacional de México. <https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/5667>
- VistaProjects. (2025, enero 30). What are the key principles of TQM? VistaProjects. <https://www.vistaprojects.com/understanding-tqm-what-it-is-and-its-importance/>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). Lean thinking... Simon & Schuster.