

Reducción de Tiempos Muertos Aplicando Ciclo de Deming en una Línea de Producción de una Empresa Textil de Uniformes Quirúrgicos

Luna- García. E.¹; Huizar-Vargas, O.¹; García-Hernández, V.C.¹; Salas-Rodríguez, D.R.¹

Datos de Adscripción:

¹ Esmeralda Luna García. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Lerdo. 202310434@itslerdo.edu.mx.
<https://orcid.org/0009-0002-6373-7352>

¹  Oscar Huizar Vargas. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Lerdo. oscar.hv@itslerdo.edu.mx.
<https://orcid.org/0009-0001-3708-9315>

¹ Violeta del Carmen García Hernández. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Lerdo. violeta.gh@itslerdo.edu.mx.
<https://orcid.org/0009-0008-7852-5030>

¹ Diana Rosa Salas Rodríguez. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Lerdo. Diana.sr@itslerdo.edu.mx.
<https://orcid.org/0009-0006-5381-0877>

Resumen – La empresa Textil de Uniformes Quirúrgicos. La línea 2 de producción está encargada de la elaboración de overoles de mezclilla, cuenta con un proceso que requiere aproximadamente 83 operaciones distribuidas en cuatro subprocesos: partes chicas, delantero, trasero y ensamble. Además, tiene una capacidad instalada para producir 1200 unidades diarias; sin embargo, debido a tiempos muertos recurrentes, la producción efectiva se ha reducido a un promedio de 816 unidades diarias, lo que representaba un incumplimiento del 32% respecto a las metas de producción. Por lo tanto, el objetivo de este proyecto se enfocó en reducir los tiempos muertos mediante la implementación del Ciclo de Deming y el método acción-reacción, ya que los tiempos muertos eran uno de los principales factores que impedían alcanzar las metas de producción. La implementación de estas metodologías conlleva a la reducción de los tiempos muertos por falta de abastecimiento de material, fallas de las máquinas y mal asignación de tareas hacia los cargadores en el subproceso delantero. Como resultado, se logró una disminución del 32.9% en los tiempos muertos, un aumento del 8.74% en la eficiencia y con ello el incremento en el cumplimiento de las metas de producción, alcanzando una producción diaria de 916 unidades, al mejorar el desabasto de materiales en la línea.

Palabras Clave: Ciclo de Deming, Eficiencia, Inactividad, Producción.

Abstract - The Textile Company manufactures surgical uniforms, dress pants, flame-retardant pants, and coveralls. Production Line 2, dedicated to denim coveralls, involves approximately 83 operations distributed across four subprocesses: small parts, front, back, and assembly. Although its installed capacity allows for 1,200 units per day, recurring downtime has limited effective output to an average of 816 units per day, reflecting a 32% shortfall in meeting production targets. This project aimed to reduce downtime through the application of the Deming Cycle and

the action-reaction method, given that downtime was one of the primary obstacles to achieving production goals. The implementation of these methodologies addressed issues related to material shortages, machine failures, and misallocation of tasks among loaders in the front-end process. Consequently, downtime was reduced by 32.9%, efficiency improved by 8.74%, and production targets were reached, with daily output increasing to 916 units by mitigating material shortages on the line.

Keywords: Deming Cycle, Efficiency, Inactivity, Production.

I. INTRODUCCIÓN

En los años setenta, México comenzó a desarrollar la Industria Maquiladora de Exportación, que se creó gracias a un programa del gobierno para impulsar la industria en las zonas fronterizas. A partir de 1975, el gobierno empezó a recopilar información sobre esta industria y continuó haciéndolo hasta diciembre de 2006. Las estadísticas recogidas durante ese periodo incluían datos clave sobre las empresas maquiladoras, como el número de empleados, los insumos que utilizaban y el valor agregado que generaban. Esta información era importante para planear y tomar decisiones, sobre todo en temas como la creación de empleos y la entrada de divisas. Además, se recogía mensualmente y se tenían datos específicos desde 1990 hasta 2006 para todo el país, así como para cada estado y municipio (INEGI, 2024).

Por otra parte, la maquila es una parte clave del desarrollo industrial y del comercio exterior en el país. Hasta junio del 2020, había 5,184 empresas activas en el programa IMMEX, que incluye industrias importantes como la aeroespacial, automotriz, energía alternativa, electrónica y dispositivos médicos. Sin embargo, algunos de los retos para la maquila radican en que las empresas que ya están en México o que quieran establecerse tendrán que mejorar el control de sus operaciones. Esto incluye el manejo de inventarios y la documentación relacionada con las aduanas. Sin embargo, es importante que puedan rediseñar sus procesos para que sean más simples y eficientes, e invertir en tecnología para tener un mejor control y tomar decisiones basadas en buena información. Por último, capacitar al personal de forma continua es clave para mantener un equipo preparado y actualizado (Galaz, 2020).

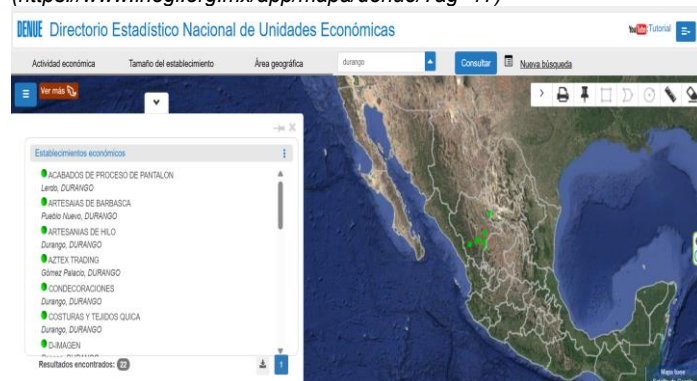
Por otra parte, se realizó una búsqueda en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (INEGI, 2024) con el objetivo de visualizar la región Laguna de Durango. Los resultados, mostrados en la Figura 1, indican que existen trece unidades económicas dedicadas a la fabricación de prendas de vestir en el estado de Durango, dos ubicadas en el municipio de Lerdo, tres en Gómez Palacio, dos en la ciudad de Durango y las seis restantes en diferentes comunidades del estado, todas con una plantilla de 251 o más empleados. Esta información ayuda a

entender mejor cómo están organizadas y distribuidas las empresas del sector textil en la región. Al identificar cuántas empresas existen y cuántas personas emplean, se puede deducir que tan grande es la competencia y cuánta producción pueden manejar.

Figura 1

Ubicación de empresas dedicadas a la fabricación Textil en el estado de Durango.

(<https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/?ag=17>)



Nota: se muestra gráficamente la cantidad de empresas de industria textil en el estado de durango y la cercanía con la región Laguna.

La empresa Textil de Uniformes Quirúrgicos, se dedica a la fabricación de pantalones de vestir, pantalones anti - flama y overoles, cuenta con una problemática en su línea de producción 2, la cual se encarga de la elaboración de overoles de mezclilla. Esta línea de producción, que debería tener una capacidad instalada de 1200 unidades diarias, registró una producción promedio de solo 816 unidades en el mes de septiembre 2024, lo que representa un incumplimiento del 32% respecto a las metas establecidas. Uno de los principales factores que contribuyen a esta situación son los tiempos muertos recurrentes en el proceso productivo. Estos tiempos muertos se manifiestan en diversas formas, incluyendo paradas inesperadas en la línea, problemas en el flujo de trabajo, problemas de mantenimiento de maquinaria, el ausentismo del personal, falta de materiales o trabajo, desorganización, retrabajos, lo que afecta no solo la cantidad de producción, sino también la calidad del producto final y la moral del equipo de trabajo. La empresa Textil de Uniformes Quirúrgicos tuvo como objetivo la reducción de tiempos muertos mediante la implementación del Ciclo de Deming en la línea de producción 2, abordando dicha problemática mediante la implementación conjunta del Ciclo de Deming y el método acción-reacción (Ñaupas et al., 2018). Estas metodologías, permitieron identificar y analizar las causas de los tiempos muertos, así como establecer acciones para su reducción y validar o no, si fue significativa la implementación.

El Ciclo de Deming denominado como PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar), es un método empleado para la mejora continua en organizaciones. Este método consiste en llevar a cabo cuatro etapas, primeramente, la etapa de Planificar en la que se Identifica un problema y desarrollan hipótesis sobre posibles causas y soluciones. Posteriormente, la de Hacer, donde se Implementan los cambios o soluciones planteadas, la otra es Verificar que consiste en evaluar los resultados obtenidos tras la implementación y por último Actuar, es decir, realizar

ajustes del plan en caso de que los resultados no sean satisfactorios o estandarizar en caso de que los resultados sean positivos. Por ende, el Ciclo de Deming, al considerar constantemente estas fases, permite la mejora continua, minimizando pérdidas y optimizando la satisfacción del cliente (Suárez y Zeña, 2022).

Fases del ciclo DEMING:

- Planear es la primera etapa del Ciclo de Deming, lo primero que se hace es identificar los problemas que enfrenta la organización y proponer posibles soluciones. Esta es clave ya que se analizan las causas del problema y se formulan hipótesis sobre cómo solucionarlo. Para hacer esto, se usan herramientas como los diagramas de Ishikawa y hojas de recolección de datos, que ayudan a desglosar el problema en partes más manejables. El objetivo de esta fase es tener un plan claro y bien pensado que permita abordar el problema de manera efectiva y tener las bases para las siguientes etapas del ciclo, siempre con el fin de mejorar los procesos y cumplir con los estándares de calidad (Benites et al., 2021).

- Segunda etapa: hacer en el ciclo de Deming, se lleva a cabo la aplicación del plan previamente desarrollado. Esto implica ejecutar las acciones y cambios planificados para mejorar el proceso o resolver los problemas identificados. Además, se deben recoger datos continuamente para monitorear los resultados iniciales, lo que permitirá evaluar si las acciones están produciendo los efectos esperados y enfocándose en la implementación práctica, poniendo a prueba las mejoras bajo condiciones controladas, manteniendo la atención en posibles ajustes o imprevistos que puedan surgir (Moyano y Villamil, 2021).

- Verificar es la fase de llevar a cabo el seguimiento y análisis de los resultados obtenidos tras aplicar el plan. Esto implica medir y monitorear el desempeño de este para asegurarse de que los cambios implementados están funcionando como se esperaba. Además, se analizan los datos obtenidos para ver si las mejoras están cumpliendo con los objetivos fijados. De esta forma, se puede confirmar si los ajustes realizados son efectivos o si es necesario hacer más cambios para alcanzar el resultado deseado (Gracida et al., 2020).

- Actuar es la fase donde se toman las acciones necesarias para mejorar el desempeño del proceso, basándose en los resultados obtenidos durante la fase de verificar. Si los cambios implementados han sido exitosos, se estandarizan y se integran permanentemente en el proceso. Sin embargo, si los resultados no fueron los esperados, se hacen ajustes o correcciones para abordar los problemas detectados. Esta fase asegura que el ciclo de mejora continua, adaptando las acciones según sea necesario para optimizar los resultados y alcanzar los objetivos planteados (Ollague et al., 2020).

Como parte de la solución de los problemas en las empresa, es necesario aplicar diferentes metodologías, más sin embargo se define una sola como principal y se utilizan algunas otras como el método de acción reacción (Naupas et al., 2018), donde analizas el problema y posterior a este, aplicas algunos cambios a variables controladas de tal forma de medir un antes y un después de manipular las variables involucradas, pero

para esto es importante tener un liderazgo (Huizar y García, 2024), en donde el factor humano a tratar en una línea de producción es fundamental para obtener los resultados en la modificación de las variables, ya que se requiere un liderazgo servicial de los encargados de la línea antes de llegar a los hallazgos que lleven a la estandarización del proceso con las mejoras observadas en cada operación de la línea 2.

II. PARTE TÉCNICA DEL ARTÍCULO

Se implementó el ciclo de mejora continua apoyados de la metodología de ciclo de Deming (PHVA) / acción reacción, con una reducción de los tiempos muertos en la línea de producción 2 de la empresa Textil de Uniformes Quirúrgicos en la producción del mes de septiembre y comparándose con octubre 2024 después de las acciones del plan de mejora.

2.1 Planear

La primera parte fue Analizar las causas que generan la problemática de los tiempos muertos en la línea de producción 2, se llevó a cabo la primera etapa del Ciclo de Deming donde fue necesario realizar recorridos, observaciones y preguntas principalmente a los operadores que conforman cada uno de los subprocesos que son necesarios para producir el overol. En relación con esto, también se involucró al personal encargado de la línea, como lo son los supervisores y la coordinadora, además del personal de calidad. Posteriormente se desarrolla Análisis de causas utilizando el Diagrama de Ishikawa y con la información obtenida se utilizó la herramienta del Diagrama de Ishikawa para plasmar las causas identificadas, mostradas en la figura 2.

Figura 2

Diagrama de Ishikawa mostrando las causas de los tiempos muertos en la línea 2.



Nota. La ilustración presenta las causas de los tiempos muertos clasificadas en materiales, método, maquinaria, medio ambiente, mano de obra y medición. Fuente: propia, 2024.

Posterior al diagrama de causa efecto se desarrolló un análisis de Pareto con la información logrando identificar diversas causas las que generan la problemática de los tiempos muertos observados y que generan más impacto afectando la producción, así como también la eficiencia general de la línea 2, mostrados en la tabla 1. Donde se tiene que el retrabajo con 16.83% y los problemas en el flujo de trabajo con 15.35% son las causas más

frecuentes, seguidas por la falta de personal con 13.37% y las fallas de la máquina con 12.87%. Otras causas significativas incluyen los traslados innecesarios por lay-out desactualizado, siendo 11.63%, la falta de materiales o insumos con 10.64%, la inactividad por conversar o el uso del celular con 9.90% y la falta de capacitación con 9.41%. Estas cifras permiten identificar áreas clave para intervenciones que puedan mejorar la eficiencia operativa.

Tabla 1

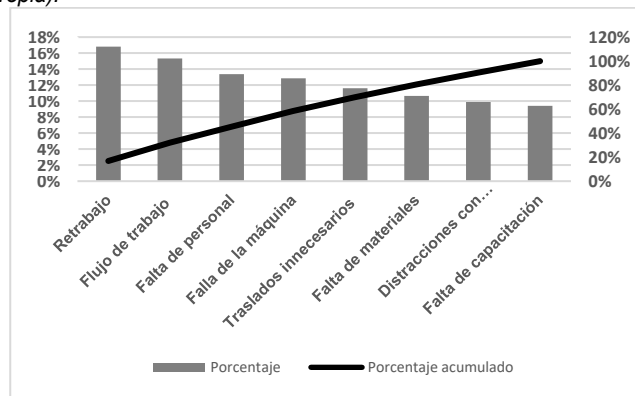
Análisis de principales causas de tiempos muertos en línea 2 (autoría propia).

Causa	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Retrabajo	68	16.83%	16.83%
Problema en flujo de trabajo	62	15.35%	32.18%
Falta de personal	54	13.37%	45.54%
Falla de la máquina	52	12.87%	58.42%
Traslados innecesarios por lay-out desactualizado	47	11.63%	70.05%
Falta de materiales/insumos	43	10.64%	80.69%
Inactividad por conversar, uso del celular	40	9.90%	90.59%
Falta de capacitación	38	9.41%	100%

Nota. El retrabajo, problemas en flujo de trabajo, falta de personal, fallas en las máquinas, traslados de materiales por inadecuado lay-out y falta de materiales e insumos como principales causas de tiempos muertos en la línea 2.

Figura 3

Pareto de principales causas de tiempos muertos en línea 2 (autoría propia).



Nota. Causas de los tiempos muerto de la línea 2.

Con la información del análisis de Pareto se decidió en conjunto con el personal encargado de la línea 2 enfocarse en la causa de problemas por flujo de trabajo principalmente del subproceso delantero. Esto es debido a que los 5 operadores que llevan los materiales a las máquinas y que no están coordinados por lo tanto desconocen cuáles son sus tareas definitivas; también fue necesario trabajar con la otra causa que consiste en la falta de abastecimiento de los materiales de los operadores, ya que existen demoras cuando el operador espera a que se lo lleven a su lugar o cuando el mismo se dirige hacia el almacén de avíos por hilos, herraje, inclusive tiene que esperar piezas que le hacen falta para continuar con la operación, como por mencionar bolsas traseras, provenientes de otras operaciones. Asimismo, también

se consideró una última causa haciendo referencia a fallas de la maquinaria. En resumen, se trabajó en la línea 2 con algunas de las causas que ocasionaron los tiempos muertos siendo el problema de flujo de trabajo, falla de las máquinas y falta de materiales.

2.2 Hacer

En la etapa de hacer del ciclo de Deming y dando respuesta en disminuir los tiempos muertos en la línea 2 de la empresa Textil de uniformes quirúrgicos se muestra en la figura 4 la cantidad de reprocesos de forma gráfica que corresponden a la principal aportación de tiempos perdidos como son subprocesos de partes chicas, subproceso en delantero, subproceso en delantero y subproceso en ensamble de los overoles.

Figura 4

Uniformes en reproceso que impactan en tiempos muertos en la línea 2.
Fuente propia

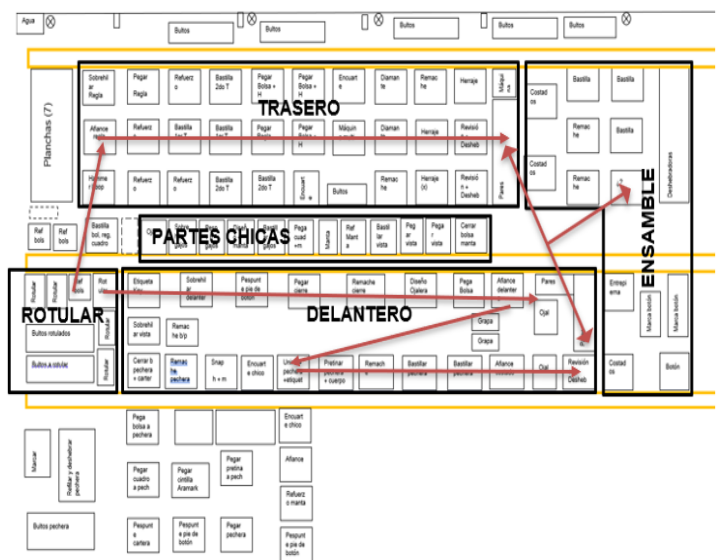


Nota. La ilustración presenta gráficamente el 10 % de retrabajos adicionales a la meta de producción diaria.

Respecto al flujo de trabajo es normal las urgencias y la falta de una secuencia cronológica de las operaciones en la figura 5 se presenta la distribución del trabajo de la línea 2 y cabe señalar que cada cuadro es la representación de una operación. De manera general, para elaborar un overol, es necesario que primero se rotule el panel delantero y el panel trasero, según el corte, indicando el número de la pieza y el número de bulto los cuales una vez terminados pasan hacia su respectivo subproceso. Asimismo, existen piezas que necesitan ser planchadas, como lo son la bolsa pechera y la bolsa trasera las cuales deben abastecer a operaciones de trasero y delantero, siendo necesario hacer el recorrido a esta área de planchas que se observa al inicio del subproceso trasero de la Figura 5 presentada. Una vez que el panel delantero y el trasero están terminados, es decir que pasaron por todo el resto de las operaciones y tienen número de secuencia correcto, se mandan a ensamble para que se puedan unir, bastilla, agregar botón, revisar y quitar hebras. La figura 5 muestra el recorrido de los materiales sin planeación alguna, sólo siguen de operación en operación sin importar un lay-out secuencial y de corta distancia, precisamente el "problema de flujo en el trabajo" es la segunda causa principal de los tiempos muertos. En esta etapa se ordenaron las operaciones de forma secuencial y se dio seguimiento secuencial a los cargadores de material, estas personas son las abastecen de materiales en el proceso de la elaboración del overol.

Figura 5

Distribución y flujo de operaciones en la línea 2 (autoría propia).



Nota. Se muestran los subprocesos que conforman la línea 2 de la empresa Textil de uniformes quirúrgicos, así como también flechas que indican el flujo de materiales sin un lay-out eficiente.

Dentro de las fallas de máquinas de costura que fue otra causa importante del análisis se hicieron acciones de implementación de un programa de mantenimiento preventivo y reducción de los tiempos de atención en los mantenimientos preventivos, se desarrolló una matriz de calidad para estandarizar las variables de tensiones y usos de hilos en las máquinas y las operaciones, donde el mecánico en turno tiene gran participación en los ajustes para lograr reducir los tiempos muertos de la línea 2. El tiempo muerto registrado por mantenimiento en el mes de septiembre era de 592 minutos y en el mes de octubre fue de 473 minutos, estas implementaciones de la mejora continua representan un 20% reducción de tiempos muertos por fallas de las máquinas.

La carga de trabajo estaba desbalanceada y los operadores que desempeñan la operación de operador que mueve los bultos de piezas entre operaciones les quedaba mucho tiempo libre, la acción de mejora fue diseñar tablas con el objetivo de optimizar la coordinación entre los 5 cargadores y evitar las demoras generadas por la falta de instrucciones claras específicamente en delantero, que, a comparación con el subproceso de trasero, solo existen 2 cargadores y en ensamble 1 cargador. Hasta ese momento, la supervisora no les asignaba operaciones específicas dependiendo de la cantidad disponible de cargadores, lo cual provocaba que ellos actuaran de manera desorganizada, generando cuellos de botella y tiempos muertos en el flujo de trabajo, o bien, no hacían su trabajo.

Como parte de la etapa Hacer en la metodología y para dar cumplimiento a los objetivos, se presentaron las implementaciones de las acciones para reducir los tiempos muertos según las causas, siendo así que en la actividad de abastecimiento de materiales frecuentes se obtuvo que los tiempos muertos en el mes de septiembre por falta de materiales fueron de 603 min y en el mes de octubre 446 min tras la colocación de una mesa y cajas de cartón con hilos y herraje necesarios para la línea de producción 2 en los subprocesos

trasero y delantero, al respecto, la actividad listado de máquinas que fallan frecuentemente consistió en hacer una lista de las máquinas que fallaban frecuentemente y entregarle diario al gerente de planta y al jefe de mecánicos, el reporte les facilitaba las máquinas a intervenir y destinadas a mantenimiento preventivo con un seguimiento de acuerdo a los registros de formatos de reportes de fallas de máquina y observaciones del técnico de la línea 2. Con esto, se obtuvo en el mes de septiembre 938 min y en el mes de octubre 476 min. Por último, con la actividad asignación de operaciones de acuerdo con el número de cargadores disponibles enfocada en asignar a determinada cantidad de cargadores un área determinada para evitar problemas por flujo de trabajo en el subproceso delantero, se obtuvo 704 min en el mes de septiembre y 588 min en el mes de octubre. De esta forma se dio cumplimiento al segundo objetivo específico implementando la metodología. En relación con esto, en la tercera fase del Ciclo de Deming siendo 3.3 Verificar, para dar cumplimiento al tercer objetivo, en la actividad 3.3.1 se compararon los tiempos muertos antes y después considerando los meses de septiembre y octubre, además de la eficiencia de la línea 2 de producción correspondiente.

2.3 Verificar

En esta fase del Ciclo de Deming, el objetivo principal fue evaluar el impacto de las acciones implementadas para reducir los tiempos muertos en la línea de producción 2. Para ello, se realizó una comparación de los tiempos muertos registrados antes y después de las acciones implementadas mostrados en la tabla 2, tomando como referencia tres causas principales: fallas de máquinas, falta de materiales y problemas en el flujo de trabajo debido a la mala organización y asignación de tareas a los cargadores. Las cuales fueron abordadas con la programación de mantenimiento preventivo, la mejora del sistema de abastecimiento de materiales y la reorganización de las tareas asignadas a los cargadores, con apoyo de hojas de verificación y formatos.

Tabla 2

Comparativa de tiempos muertos en la línea de producción 2 (autoría propia).

Causa	Antes (min)	Después (min)	Reducción absoluta (min)	Reducción Relativa %
Falta de material	603	446	157	26%
Falla en las máquinas	938	473	465	49.6%
Problema en flujo de trabajo (demora por cargados)	704	588	116	16.5%
Total (min)	2245	1507	738	32.9%

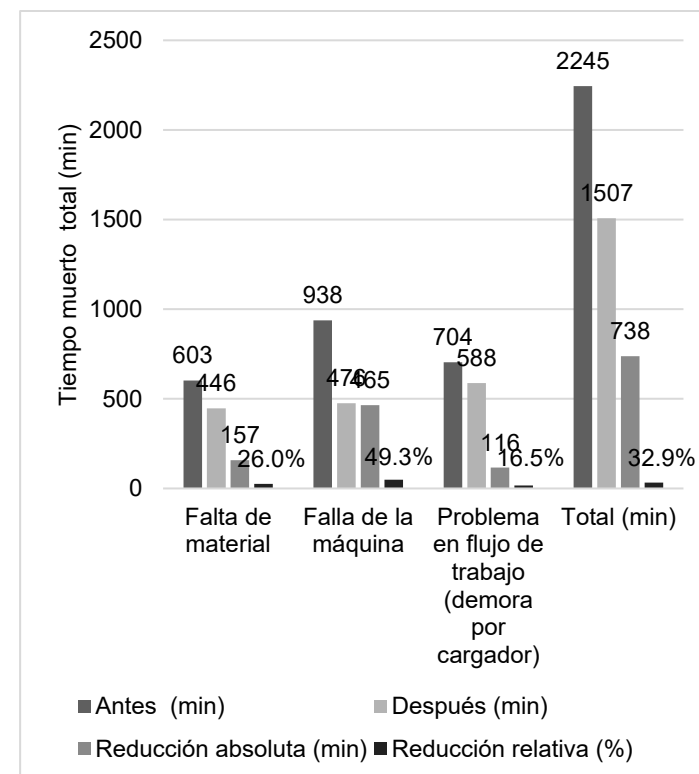
Nota. La tabla muestra la implementación de acciones en las tres causas que generan tiempos muertos en la línea 2, resultando en una reducción total de 738 minutos, lo que representa una disminución del 32.9%.

En la figura 6, se muestra la comparación de los tiempos muertos antes y después de la implementación de acciones en las tres principales causas identificadas: fallas de máquinas, falta de

materiales y problemas en el flujo de trabajo. En el gráfico, se observa que las fallas de máquinas representaron la mayor disminución absoluta y relativa, con una reducción del 49.25%, lo que refleja el impacto del mantenimiento preventivo y del control en los registros de fallas. Por otro lado, la falta de materiales mostró una reducción del 26%, gracias a la implementación de un sistema de abastecimiento más eficiente. Los problemas en el flujo de trabajo, aunque con una reducción menor del 16.5%, indican que la asignación de tareas y la coordinación entre los cargadores aún tienen áreas de oportunidad.

Figura 6

Comparativa de tiempos muertos en la línea de producción 2 (autoría propia).



Nota. Se muestra la comparación de los tiempos muertos antes y después de la implementación de acciones en las tres principales causas identificadas: fallas de máquinas, falta de materiales y problemas en el flujo de trabajo, además del total.

2.4 Actuar

En la implementación de la acción abastecimiento de materiales frecuente, se garantizó el abastecimiento de materiales mediante un formato proporcionado a los cargadores del subproceso delantero y trasero, lo que permitió la reducción de tiempos muertos derivados de la problemática de falta de material. Con la Implementación de la hoja de verificación realizada al cargador del subproceso trasero, se detectó y se le reconoció la manera de trabajar, esta es ordenada y atenta, lo que favorece el abastecimiento continuo del material para los operadores, asimismo las puntuaciones obtenidas fueron perfectas con un total de 14/14 puntos durante todo el mes de octubre, por lo que se recomendó que se siguiera este formato en los meses posteriores. En cuanto al cargador del subproceso delantero, al inicio obtuvo puntuaciones de 10/13 puntos en promedio en el mismo mes, sin embargo, tras haberle hecho las

recomendaciones al cargador, sobre atender su trabajo con mejor desempeño y atención, en no dejar de abastecer al operador y se observa que a finales de octubre la puntuación fue perfecta de 14 puntos, se le recordó seguir manteniendo la secuencia que deben tener las bolsas pecheras, dicha información fue recuperada de un instrumento de medición de habilidades y necesidades del cargador en función a las necesidades del equipo.

En cuanto a la implementación de la acción del listado de máquinas que fallan frecuentemente, fue de utilidad crear un formato de mantenimiento preventivo programado, el cual sirvió para dar enfoque a los mecánicos y pronta respuesta a las máquinas solicitadas de la línea 2, sin embargo, aunque algunas seguían fallando se les daba seguimiento durante el turno y de esa forma se fueron reduciendo los tiempos muertos durante el mes, por lo que se indicó, el continuar llenando los reportes de fallas de máquinas y recopilarlos para crear un historial y en base a ello generar los programas de mantenimiento preventivo para las máquinas de las próximas semanas. Para minimizar los tiempos muertos derivados de esta problemática, se inició recolectando formatos proporcionados por el gerente de planta a los supervisores.

El mantenimiento preventivo al inicio del estudio se clasificó como casi nulo en la empresa y en su mayoría prevalecía el mantenimiento correctivo y esto generaba documentación para el seguimiento de las fallas por medio de formularios. Estos formularios permitieron a los supervisores reportar a los mecánicos las máquinas y sus principales fallas para lograr desarrollar un mantenimiento preventivo y/o predictivo para repararlas y así llevar un control con registros diarios, uno de los datos más importantes de este formato fue el tiempo, tanto como el tiempo de inicio de la falla y el tiempo de terminación de la falla. Para la implementación de la acción asignación de operaciones de acuerdo con el número de cargadores disponibles y para abordar la causa de demoras por el cargador (operador que mueve los bultos de piezas entre operaciones) y de esta forma tener mejora continua en el flujo de trabajo para evitar pérdidas de tiempo. Para ello se diseñaron tablas con el objetivo de optimizar la coordinación entre los 5 cargadores y evitar las demoras generadas por la falta de instrucciones claras específicamente en delantero, que, a comparación con el subproceso de trasero, solo existen 2 cargadores y en ensamble 1 cargador. Hasta ese momento, la supervisora no les asignaba operaciones específicas dependiendo de la cantidad disponible de cargadores, lo cual provocaba que ellos actuaran de manera desorganizada, generando cuellos de botella y tiempos muertos en el flujo de trabajo, o bien, no hacían su trabajo.

En la figura 7, se observa un ejemplo del puesto de cargador, este puesto es clave para la eficiencia de cada integrante de la línea y de la línea de producción día a día, al no estar atento al flujo de trabajo, genera tiempos muertos y demoras que afectan al siguiente proceso, ya que el trabajo es pieza a pieza y se va pasando la producción para su siguiente proceso de costura, en este caso fueron 15 minutos en un evento. Esta actividad impacta directamente a la variable, los problemas de flujo de trabajo (demora por cargado), la edad y la actitud del operario afecta directamente a la organización.

Figura 7

Ejemplo de cargador no realizando su actividad

Nota. Se muestra que el cargador no está desempeñando su función (cultura organizacional actual).



III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

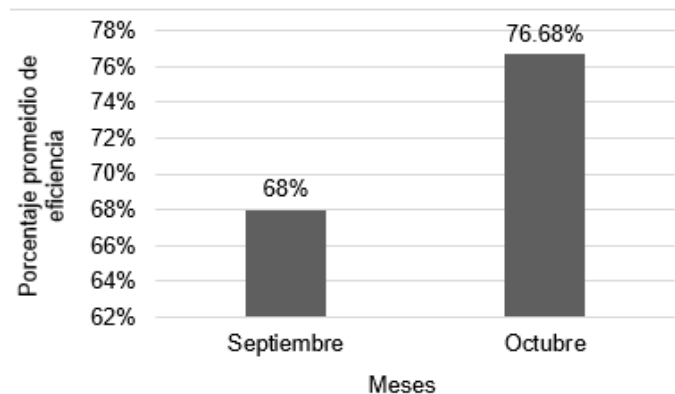
Los resultados alcanzados en esta investigación confirman y fortalecen los planteamientos teóricos y prácticos desarrollados en los antecedentes. En primer lugar, las herramientas de análisis empleadas en la etapa de planificación, tales como el diagrama de Ishikawa y el análisis de Pareto, permitieron identificar tres causas prioritarias de los tiempos muertos en la línea de producción 2: fallas de maquinaria, falta de materiales, desorganización del flujo de trabajo con reprocesos, falta del personal. Estas causas fueron coherentemente abordadas en las fases subsiguientes del Ciclo de Deming, validando su impacto crítico en la eficiencia del sistema productivo. En relación con las fallas de maquinaria, los antecedentes señalan una alta dependencia del mantenimiento correctivo, con consecuencias negativas en la continuidad operativa. Esta hipótesis fue confirmada por los resultados: el tiempo muerto por fallas mecánicas pasó de 938 minutos en septiembre a 473 minutos en octubre, representando una reducción del 49.25%. La implementación de un programa de mantenimiento preventivo y la sistematización del reporte de fallas demostraron ser estrategias altamente efectivas para disminuir fallas. Respecto al problema del abastecimiento de materiales, los antecedentes revelaban desorganización en la provisión de insumos y cuellos de botella derivados de tiempos de espera por parte de los operarios. Tras la aplicación de medidas como la instalación de estaciones de suministro más cercanas y el uso de formatos de verificación y coaching a personal que mueve los materiales, los tiempos muertos se redujeron de 603 minutos a 446 minutos, una mejora del 26%. Este resultado validó la importancia de una logística interna adecuada como eje de optimización.

En lo que respecta a la asignación de tareas y al flujo de trabajo, la problemática era especialmente evidente en el subproceso delantero, donde la falta de claridad operativa entre los cargadores generaba demoras y retrabajos. Las intervenciones realizadas permitieron disminuir los tiempos muertos de 704 a 588 minutos (reducción del 16.5%), demostrando que una redistribución eficiente de funciones operativas tiene efectos positivos, aunque moderados, si se compara con otros factores. La figura 8, muestra la implementación del Ciclo de Deming ya que no solo permitió reducir los tiempos muertos en un 32.9%,

sino que también elevó la eficiencia de la línea de producción del 68% al 76.68%, con un aumento de la producción diaria de 816 a 916 unidades. Estos hallazgos ratifican la validez de los planteamientos teóricos expuestos en los antecedentes y evidencian la efectividad del enfoque metodológico seleccionado.

Figura 8

Incremento de eficiencia en la línea 2 de producción en septiembre vs octubre.



Nota. Se observa que el promedio de la eficiencia en octubre es generalmente más alto en comparación con septiembre. Fuente: propia, 2024

Esta metodología y los resultados medidos aplicando acción reacción muestra evidencia de viabilidad en aplicación de la metodología Ciclo de Deming de una manera funcional y muy económica dentro de la empresa con cambios de proceso, falta de personal, falta de materiales, fallas por falta de mantenimiento a la maquinaria y una serie de problemáticas comunes en la industria textil.

En la **fase Verificar del Ciclo de Deming**, se desarrollan pruebas estadísticas para darle rigor metodológico a la aplicación del Ciclo de Deming y acción-reacción, se compararon los tiempos muertos antes y después considerando los meses de septiembre y octubre, además de la eficiencia de la línea 2, como se muestra en la Tabla 2. Con el propósito de evaluar cuantitativamente el impacto de las acciones implementadas para la reducción de los tiempos muertos y la mejora de la eficiencia de la línea de producción 2, se realizaron pruebas T para muestras relacionadas. Debido a esto se compararon los tiempos muertos y la eficiencia antes y después de la implementación del Ciclo de Deming, considerando una muestra de 23 días en cada caso.

En la actividad de **abastecimiento de materiales frecuente** que se implementó y estuvo enfocada en mejorar el abastecimiento de materiales, con el objetivo de reducir los tiempos de espera de los operadores. Tras realizar la corrida en el software SPSS, los resultados se presentan en la tabla 3, muestran análisis comparativo del tiempo muerto debido a la falta de material en los meses de septiembre y octubre.

Tabla 3

Comparativa de tiempos muertos (septiembre/ octubre) en la línea de producción 2 (autoría propia).

Causa	Media	N	Desviación estándar	Mediana del error	t	gl	Sig. (Bilateral)
Tiempo muerto por fallas de máquinas(septiembre)	40.7	23	5.334	1.112	15.19	22	0.001
Tiempo muerto por fallas de máquinas(octubre)	20.5	23	5.525	1.152	14.99	22	0.006

Nota. Se observa el tiempo muerto por fallas de máquinas en el mes de septiembre con una media de (M=40.7), (DS= 5.334), comparado con el tiempo muerto por fallas de máquinas en el mes de octubre (M=20.5), (DS= 5.525), t (22) =15.194, p= (0.001).

La implementación del mantenimiento preventivo resultó en una disminución significativa de los tiempos muertos por fallas de máquinas (M=40.78 minutos en septiembre vs. M=20.57 minutos en octubre, t (22) =15.194, p=0.006). Estos resultados confirman que el mantenimiento oportuno contribuyó a mejorar la continuidad operativa y la eficiencia de la línea de producción. Finalmente, se evaluó el impacto global de las acciones implementadas en la eficiencia de la línea de producción 2. En la tabla 3 muestra el análisis de los porcentajes de eficiencia registrados en los meses de septiembre y octubre, analizados mediante una prueba T para muestras relacionadas, de igual forma con una muestra de 23.

Tabla 4

Comparativa de eficiencias (septiembre/ octubre) en la línea de producción 2 (autoría propia).

Causa	Media	N	Desviación estándar	Mediana del error	t	gl	Sig. (Bilateral)
Tiempo muerto por fallas de máquinas(septiembre)	68	23	8.78	1.832	4.615	22	0.001
Tiempo muerto por fallas de máquinas(octubre)	76.7	23	3.37	0.774	14.99	22	0.006

Nota. Se observa eficiencia de la línea 2 de producción en el mes de septiembre con una media de (M=68.00), (DS= 8.78), comparado con la eficiencia de la línea 2 de producción en el mes de octubre (M=76.74), (DS= 3.37), t (22) = -4.615, p= (0.000). Fuente: propia, 2024.

Con estos resultados se mostró un incremento en la eficiencia de la línea 2 de producción tras la implementación de las mejoras (M=68.00% en septiembre vs. M=76.74% en octubre, t (22) = -4.615, p=0.006).

Con esto, al observar un aumento del 8.74% en eficiencia y se valida que el impacto de la implementación del Ciclo de Deming que abarcó tres actividades para dar cumplimiento al objetivo

general, por lo cual, también se acepta la hipótesis planteada de que la implementación del Ciclo de Deming en la línea de producción 2 permitió una reducción significativa de los tiempos muertos, incrementando la eficiencia en un 8.74% y logrando una producción diaria de 916 unidades, acercándose a las metas establecidas de 1200 unidades.

La tabla 4 muestra la comparativa de los tiempos de las principales causas analizadas en el diagrama de Ishikawa, muestra el antes y el después de aplicar Ciclo Deming para darle validez con una prueba T para muestras relacionadas realizadas.

Tabla 5

Comparativo de principales causas (septiembre/ octubre) en la línea de producción 2 (autoría propia).

Acción	Medi a antes (min)	Media despu és(mi n)	Dife renc ia (min)	t	gl	p valor	Reduc ción
Abastecim iento	26.22	19.39	5.16	5.1	22	0.001	26%
Mantenimi ento preventivo	40.78	20.57	20.2	15.1	22	0.001	49.25%
Reorganiz ar flujo de trabajo	30.61	25.57	5.04	2.7	22	.001	16.5%
Eficiencia de la línea (%)	68%	76.7%	8.74	-4.61	22	.000	8.74% increme nto

Nota. La tabla muestra una comparativa de los resultados de las pruebas T para muestras relacionadas realizadas con el objetivo de evaluar el impacto de las acciones implementadas en la línea de producción 2. Las medias antes y después representan los tiempos muertos (en minutos) o la eficiencia (%) observados en septiembre y octubre, respectivamente.

IV. CONCLUSIONES

A partir del desarrollo de la presente investigación, orientada a reducir los tiempos muertos en la línea de producción 2 de una empresa textil mediante la implementación del Ciclo de Deming, se tiene las siguientes conclusiones:

Identificación precisa de las causas críticas

El análisis de causa-efecto permitió identificar que las principales fuentes de tiempos muertos eran: las fallas en las máquinas, la falta de materiales y el desorden en el flujo de trabajo, particularmente en la coordinación de los cargadores del subproceso delantero. Estas causas fueron validadas mediante herramientas como el diagrama de Ishikawa y el análisis de Pareto.

Eficacia del Ciclo de Deming como metodología de mejora continua

La aplicación sistemática de las fases del Ciclo de Deming (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar) resultó ser una herramienta efectiva para reducir los tiempos muertos en un 32.9%, mediante la implementación de acciones correctivas específicas en las áreas críticas identificadas.

Incremento significativo de la eficiencia operativa

Tras la intervención, la eficiencia promedio de la línea de producción se incrementó de 68% a 76.74%, lo que representa una mejora del 8.74 puntos porcentuales. Este incremento se

reflejó también en el aumento de la producción diaria de 816 a 916 unidades, acercándose a la capacidad instalada de 1200 unidades.

Impacto positivo del mantenimiento preventivo

La reducción de los tiempos muertos por fallas de maquinaria fue la más significativa (49.25%), confirmando la relevancia de adoptar un enfoque preventivo frente al tradicional correctivo. La programación de mantenimientos, junto con el uso de formatos de reporte, fue clave en esta mejora.

Importancia de la reorganización logística y operativa

La mejora en el abastecimiento de materiales (reducción del 26% en tiempos muertos) y la asignación estructurada de tareas a los cargadores (reducción del 16.5%) demostraron que una planificación organizativa clara puede minimizar retrasos y aumentar el flujo productivo.

Validación de la hipótesis de investigación

Los resultados obtenidos permiten aceptar la hipótesis planteada: la implementación del Ciclo de Deming en la línea de producción 2 permitió una reducción significativa de los tiempos muertos y un incremento comprobado en la eficiencia productiva.

A partir de los resultados obtenidos y con el objetivo de consolidar las mejoras alcanzadas, así como de fomentar la sostenibilidad del proceso productivo en la empresa textil, se proponen las siguientes recomendaciones:

1. Mantener y fortalecer el programa de mantenimiento preventivo
Se recomienda institucionalizar el uso de formatos de reporte y registro de fallas como parte del programa de mantenimiento preventivo. Esto permitirá mantener la reducción de tiempos muertos por fallas de maquinaria, además de generar una base de datos histórica para implementar mantenimientos predictivos a mediano plazo.
2. Estandarizar el sistema de abastecimiento de materiales
Las mesas de suministro y cajas de hilos/herrajes implementadas deben mantenerse como parte del lay-out estándar. Se sugiere incorporar un inventario mínimo por estación de trabajo y capacitar al personal encargado para evitar interrupciones por desabasto.
3. Optimizar la asignación de tareas a cargadores y operarios
La tabla de asignación operativa debe ser revisada periódicamente para ajustar la distribución del trabajo según cambios en el volumen de producción o número de operarios disponibles. Además, se recomienda incorporar criterios de rotación, rendimiento y capacitación al momento de realizar estas asignaciones.
4. Capacitación continua del personal operativo
Se debe establecer un programa mensual de capacitación que refuerce el conocimiento sobre el flujo de trabajo, manejo de materiales y responsabilidades individuales, promoviendo una cultura de mejora continua y trabajo en equipo.
5. Monitoreo y seguimiento con indicadores clave
Se aconseja crear un tablero de control visual con indicadores como tiempo muerto diario, eficiencia por subproceso y número de fallas recurrentes. Esto facilitará la toma de decisiones en tiempo real y la identificación oportuna de desviaciones.

6. Expandir la aplicación del Ciclo de Deming a otras líneas de producción Dado el éxito demostrado en la línea 2, se recomienda replicar el modelo de intervención en otras líneas de producción o áreas de la empresa. Esta acción permitirá evaluar el alcance de la metodología y su capacidad de adaptación en contextos similares.
7. Fomentar la investigación aplicada dentro de la empresa Finalmente, se sugiere establecer un vínculo formal con instituciones educativas para fomentar proyectos de mejora continua liderados por estudiantes y docentes, fortaleciendo así el vínculo academia-empresa y potenciando la innovación organizacional.

V. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Instituto Tecnológico Superior de Lerdo / Tecnológico Nacional de México, por las facilidades otorgadas en el desarrollo de la tesis. Se da un agradecimiento a la empresa Textil en la Laguna por las facilidades otorgadas de esta investigación y el poder participar en una mejora continua. Agradezco a mis asesores el Dr. Oscar Huizar Vargas, a la Dra Violeta del Carmen García Hernández y a la maestra Diana Rosa Salas Rodríguez.

VI. REFERENCIAS

- Benites, A., Javez, S., Benites, R., y Ulloa, S. (2021). Application of the PHVA cycle to increase productivity in the Frescor production área of ARY Servicios Generales S.A.C, 2020. redalyc.org, 5(3), 1-8.
<https://doi.org/https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81606112>
- Galaz. (2020). Sector maquilador: Cambian las reglas, también los retos. Deloitte.com:
<https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/dnoticias/articles/retos-del-sector-maquilador.html>
- García, L. E. (2025). Reducción de los tiempos muertos mediante la implementación del ciclo de Deming en la línea de producción 2 de la empresa ARRELS DE LA LAGUNA S.A. DE C.V. [Tesis de licenciatura no publicada]. Instituto Tecnológico Superior de Lerdo.
- Gracida, E. M., Vázquez, C., y Maya, I. (2020). Mejora Continua en una empresa en México: estudio desde el ciclo Deming. Revista venezolana de gerencia, 25(1315-9984), 1863-1883.
<https://doi.org/https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29065286036>
- Huizar, O., García, V. (2024). Liderazgos y Comunicación Efectiva en Universitarios para el desarrollo de las organizaciones. CIENCIA, INGENIERÍA Y DESARROLLO TEC LERDO, 1(10), 53-61. <https://doi.org/10.62805/cid2024.CID014>
- INEGI. (2024). Subsistema de Información Económica. inegi.org.mx:
<https://www.inegi.org.mx/programas/indmaq/>
- INEGI. (2024). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE).<https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/?ag=17>
- Lanza, J., Pozo, J., y Zamora, T. (2020). CONTRIBUCIÓN A LA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN EMPRESAS DE PROYECTOS. Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, 18(1).
https://doi.org/https://www.eumed.net/rev/oel/2020/01/produccion-empresas-proyectos.html#google_vignette
- López, L., & Pérez, J. (2020). Diseño e implementación de un sistema integrado para disminuir tiempos muertos en líneas de producción industrial. Conciencia Digital, 3(3.1), 126-141.
<https://doi.org/https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i3.1.1372>
- Moyano, F., & Villamil, D. (2021). ANÁLISIS DEL CICLO PHVA EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS, UNA REVISIÓN DOCUMENTAL. Revista Politécnica, 17(34), 55-69.
<https://doi.org/https://doi.org/10.33571/rpolitec.v17n34a4>
- Ñaupas, H. P., Palacios, J., Romero, H. E., y Valdivia, M. R. (2018). Metodología de la investigación. Cuantitativa – Cualitativa y redacción de la tesis. Ediciones de la U.
- Ollague, K. S., Mora, N., y Wilton, R. (2020). Diagnóstico de la aplicación del ciclo PHVA según. Digital Publisher CEIT, 5(2588-0705), 459-472.
<https://doi.org/doi.org/10.33386/593dp.2020.6-1.440>
- Suárez, K., & Zeña, J. (2022). El ciclo Deming y la productividad: Una Revisión Bibliográfica y Futuras Líneas de Investigación. Revista Científica y Tecnológica QANTU YACHAY, 2(1), 63-79.
<https://doi.org/https://doi.org/10.54942/qantuyachay.v2i1.21>