

Aplicación de herramienta SMED en el proceso de empresa dedicada a la fabricación de instrumentos electrónicos en Reynosa Tamaulipas

Application of SMED tool in the process of a company dedicated to the
manufacture of electronic instruments in Reynosa Tamaulipas.

Mario Alberto Morales Rodríguez ¹

Gabriela Cervantes Zubirías ²

Priscilla Viridiana Hernández Rodríguez ³

Lisset Anel Alva Rocha ⁴

Cristian Iram Hernández López ⁵

RESUMEN

Actualmente, las empresas reciben constantemente demandas de una gran variedad de productos por parte de los clientes, pero la cantidad ya no es lo único que se toma en cuenta, los clientes esperan una alta calidad, buen precio y mayor rapidez a la hora de la entrega. Pero, aquí surge la pregunta sobre ¿cómo puede lograr una empresa cumplir con estos objetivos?, es simple es solo pensar cómo se puede mejorar sus procesos y lograr adaptarse a las necesidades del cliente. Para eso existe un método que ayudara a la empresa a poder lograr todo esto sin tener que gastar muchos recursos durante la marcha: la metodología SMED.

La metodología SMED es una técnica que se enfoca a la reducción de tiempos de cambio de lote, o los cambios de herramienta. Este cambio se define como el tiempo que pasa desde que se produce la última pieza buena de un lote hasta que se produce la primera pieza buena del lote posterior. Si bien es cierto que este método no es una solución garantizada, si nos ayuda a tomar mejores decisiones para poder aumentar la productividad de la empresa.

¹ Profesor de Tiempo Completo de la Universidad Académica Multidisciplinaria Reynosa- Aztlán de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT-Reynosa-Aztlán). mmorales@docentes.uat.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-1342-297X>

² Profesora de Tiempo Completo de la Universidad Académica Multidisciplinaria Reynosa- Aztlán de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT-Reynosa-Aztlán). gabriela.cervantes@docentes.uat.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-9912-5035>

³ Profesora de Tiempo Completo de la Universidad Académica Multidisciplinaria Reynosa- Aztlán de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT-Reynosa-Aztlán). phrodriguez@docentes.uat.edu.mx

⁴ Profesora de Tiempo Completo de la Universidad Académica Multidisciplinaria Reynosa- Aztlán de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT-Reynosa-Aztlán). lalva@docentes.uat.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0003-3785-1143>

⁵ Ingeniero Industrial Universidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-Aztlán de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT-Reynosa-Aztlán).

Aplicación de herramienta SMED en el proceso de empresa dedicada a la fabricación de instrumentos electrónicos en Reynosa Tamaulipas

PALABRAS CLAVES: SMED, Prueba eléctrica, Fixture, Reducción de tiempo de ciclo, Estándar de trabajo, 5s.

Fecha de recepción: 04 de marzo, 2025.

Fecha de aceptación: 11 de abril, 2025.

ABSTRACT

Nowadays, companies constantly receive demands for a wide variety of products from customers, but quantity is no longer the only thing that is taken into account, customers expect high quality, good price and faster delivery. But here the question arises as to how a company can achieve these objectives, it is simple, it is only to think about how to improve its processes and adapt to customer needs. For that there is a method that will help the company to achieve all this without having to spend a lot of resources along the way: the SMED methodology.

The SMED methodology is a technique that focuses on the reduction of batch changeover times, or tool changes. This changeover is defined as the time from when the last good part of a batch is produced until the first good part of the subsequent batch is produced. While it is true that this method is not a guaranteed solution, it does help us to make better decisions in order to increase the company's productivity.

KEYWORDS: SMED, Electric proof, Fixture, Cycle time reduction, Working standard, 5s.

INTRODUCCIÓN

Los cambios de modelo en un proceso de producción suelen generarse dudas como: ¿Cuáles son los pasos donde más tiempos muertos existen?, pues en estos se encuentran operaciones que toman más tiempo del necesario si existe un factor que impide su correcta realización, puesto que; además de tiempos muertos, intervienen otros agentes como actividades innecesarias y falta de orden y comunicación. El SMED fue hecho para reducir estos tiempos muertos a través de la mejora de los procesos productivos.

La idea principal de este proyecto fue reducir los tiempos de cambio de modelo de fixtures en por lo menos un 50%, en el área de pruebas eléctricas de las tabllas electrónicas de la empresa dedicada a fabricación de instrumentos electrónicos, mediante la aplicación y desarrollo de los 5 pasos de los que se componen la metodología SMED las cuales son Identificar, Analizar, Planear, Implementar y Evaluar; ayudándose con las herramientas que los fundamentan, como las 5 S, pruebas de medición de tiempo de cambio de modelos, gráfica de Gantt, Diagramas de proceso y de espagueti, clasificación de actividades internas y externas y herramientas de sistema Andon. El tiempo que se tomó para realizar este proyecto fue desde su inicio en el mes de septiembre del 2022, hasta su culminación en enero del 2023.

Al finalizar, los resultados obtenidos reflejaron un impacto positivo significativo en línea con nuestros objetivos iniciales. Específicamente, logramos una reducción del 50% en los tiempos de cambio de modelo en el área de pruebas eléctricas, alineándonos con el objetivo principal del proyecto.



Aplicación de herramienta SMED en el proceso de empresa dedicada a la fabricación de instrumentos electrónicos en Reynosa Tamaulipas

Además, se observó una disminución notable en la incidencia de defectos en los productos, evidenciando una mejora en la calidad general del proceso. Estos resultados no solo validan la eficacia de las técnicas SMED implementadas, sino que también subrayan la importancia de una planificación y ejecución cuidadosa en la mejora de procesos de producción.

METODOLOGÍA

De acuerdo con la hipótesis que se planteó esta investigación fue cuantificable y experimental, en la cual se evaluó si al implementar el método de cambio de modelo SMED coadyuva en la reducción de tiempos de inactividad durante los cambios de herramientas incremento el tiempo disponible en la producción. Esto se planteó basado en el área de PCBA (Printed Circuit Board Assembly) en la división de ISC, elabora placas de circuitos impresos (tableros electrónicos); sus características en general son: una pieza de material aislante con pistas de cobre intercaladas de formas diferentes, lleva montados componentes como diodos, transistores, condensadores, resistencias y sobre ellas se sitúan componentes los cuales son circuitos integrados con tecnología SMT, instalados manualmente por personal operativo.

De acuerdo con (ANLA, 2018), hace mención que el área que influye en la identificación de los impactos ambientales tiene una relación con el autoaprendizaje interno debido a que el proceso es lento y siempre se está verificando que se esté aplicando correctamente las metodologías disponibles para lograr la estandarización del proceso mediante la organización.

Las fases que siguieron en esta investigación se basan en una propuesta en la cual se pusieron en marcha acciones necesarias para mejorar la productividad, eficiencia y flexibilidad optimizando cada proceso identificado en la empresa, utilizando la implementación de la metodología SMED.

Para solucionar el problema de comunicación con el personal para que la máquina recibiera mantenimiento o ayuda en caso de que algo saliera mal y se requiera la asistencia del técnico de mantenimiento, el operador tenía que ir a buscarlo, una actividad que le podía tomar mucho tiempo al operador, pues el técnico no tiene idea que se le necesita en esa área en ese momento. Para evitar esta pérdida de tiempo, se implementó una torreta de iluminación Andon como se muestra en la figura 1. Con esta herramienta se puede aplicar perfectamente para este propósito. La implementación de un sistema ANDON, establece una comunicación sencilla, de tal manera que los operadores conozcan que las actividades deben realizar durante un problema presentado en la línea, de una manera eficiente, es ayudará a Incrementar los niveles de calidad y productividad con mínimo costo posible, también evitar que los defectos pasen a la siguiente línea de producción. (MARTÍNEZ et al, 2025).



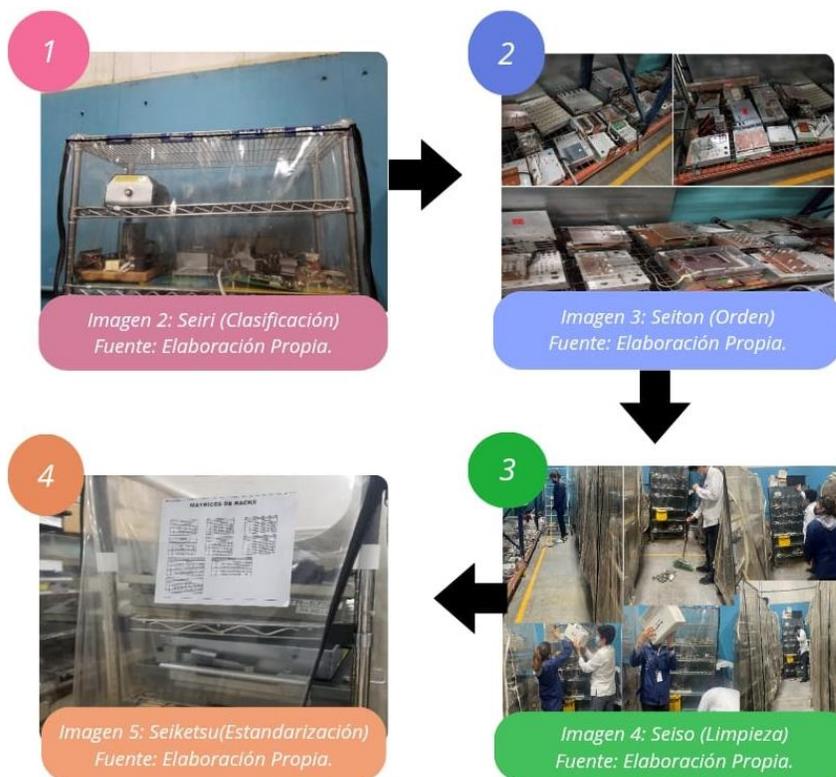
Figura1: Control visual de tableros de arranque directo de motores con el uso del Andon

Fuente: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)

Aplicación de herramienta SMED en el proceso de empresa dedicada a la fabricación de instrumentos electrónicos en Reynosa Tamaulipas

Se llevó a cabo la aplicación de una de las herramientas más importantes dentro de la metodología SMED, la cual es la herramienta 5S, que, como bien sabemos, esta herramienta se puede aplicar a cualquier sector en donde se necesite realizar un mejoramiento continuo. En este caso, esta herramienta se aplicó en el área de almacenamiento de fixtures, en la cual se llevaron a cabo algunas tareas para poder realizar el mejoramiento a esta área. Para esto, se dividirán las tareas que se realizaron dentro del área de acuerdo con el orden de las 5S.

1. Seiri (clasificación): se retiraron todos los elementos que parecían inservibles dentro de esta área como se puede ver en la imagen 2 (punto 1), desde cajas vacías, charolas sin uso, cables sueltos, papeles y cartón. En el uso de las charolas, se devolvieron a su respectiva área para que puedan seguir siendo usadas. Mientras que los demás elementos fueron desechados a los contenedores de basura.
2. Seiton (orden): se ordenaron los fixtures dentro de los racks como se puede ver en la imagen 3 (punto 2) aprovechando los espacios libres que quedaron gracias a la implantación del paso 1.
3. Seiso (limpieza): se limpió el área por completo empezando de los más básico a los más difícil. Como se puede apreciar en la siguiente imagen 4 (punto 3) se limpió el área barriendo el piso de los pasillos racks, sacudiendo el polvo encima de los racks y limpiando los fixtures que habían acumulado suciedad.
4. Seiketsu (estandarización): se debe de mantener todo lo que se ha logrado hacer y prevenir que la variación cause defectos y errores, se organizaron para dar seguimiento a los pasos anteriores como se puede ver en la imagen 5 (punto 4).



5. Shitsuke (Disciplina). El último paso consiste en mantener la práctica vigente sobre todo lo que se ha realizado para mantener todo en buen estado y seguir el plan de asignado para que se siga realizando y que no solo se haga una vez. Las 5S no tienen un fin definido, es un

Aplicación de herramienta SMED en el proceso de empresa dedicada a la fabricación de instrumentos electrónicos en Reynosa Tamaulipas

ciclo que se define continuamente y que se debe de disponer de una disciplina para mantener al área limpia y ordenada, de ahí el nombre disciplina o “Shitsuke”

Para evitar el asunto de los errores de cambio de modelo en un futuro se le dio seguimiento al proyecto, capacitando al personal sobre el funcionamiento de cómo funciona la matriz de localización de herramientas y como se plantea seguir teniendo ordenando el área mediante un documento de control. Se implementó un plan diario sobre la cuestión de prioridades para evitar desviaciones y tiempo muerto.

Se realizó un diagrama de flujo donde se muestra el nuevo orden que se hizo en el proceso de cambio de fixtures, tomando en cuenta el proceso anterior se modificó después de la implementación del SMED.

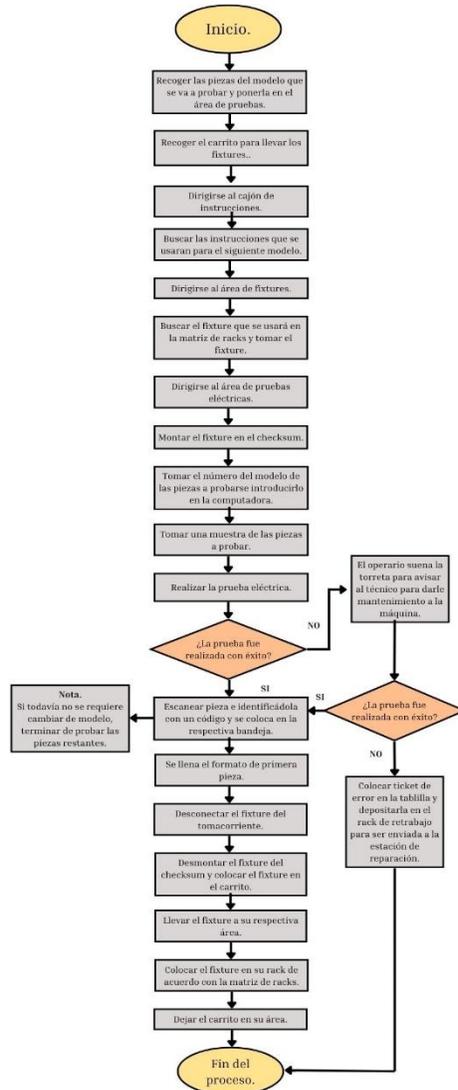


Figura 5. Diagrama de flujo del proceso de cambio de modelo después de la implementación del SMED.

Fuente: Elaboración propia.



Aplicación de herramienta SMED en el proceso de empresa dedicada a la fabricación de instrumentos electrónicos en Reynosa Tamaulipas

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con respecto a la aplicación de esta herramienta de manufactura esbelta, SMED se puede decir que fue la adecuada porque se especializa en reducción de cambios de modelo y después de su implementación se notó la diferencia del tiempo de ciclo, de tener 40.3 minutos fue posible a reducirlo a 14.3 minutos lo que es un 65% menos, como podemos observar en la imagen 6.

Esta aplicación de SMED se empezó, con la separación de actividades internas y externas que es donde se hizo mayor número de actividades internas a actividades externas, que son las actividades que se pueden hacer mientras la máquina se encuentre funcionando. Antes del análisis, se tenían 9 actividades externas y 24 internas, ya con la implementación quedaron 12 actividades externas, 15 internas y 6 se eliminaron, al igual se realizó un estándar para la realización de proceso de cambio de modelo.

Durante el análisis de la separación de actividades interna a externas, fue detectado el detalle de la comunicación con el personal de mantenimiento, que tardaban mucho para atender al operador o simplemente luego no se lo encontraba con el personal y lo que llevaba que el operario se descuidaba de la tarea de seguir procesando por irlo a buscar al técnico, es por ello por lo que se implementó la torreta como ayuda visual.

Posteriormente se realizó la aplicación de las 5S se pudo tener un mejor orden del área de fixtures para el momento que el operario fuera, ya no diera más vueltas a la vez perdiera tiempo por la búsqueda de fixture y por ello que se estandarización una matriz de los racks para que tuvieran una ubicación exacta donde se encuentran los fixtures que llegaron a ocupar al igual se volvió a etiquetar los fixtures que no tuviera identificación o estuviera dañadas.

Para culminar con este proyecto se elaboró una instrucción de trabajo para dar entrenamiento de personal, de esta manera dar seguimiento y enseñar el nuevo proceso para el cambio de modelo; por último, para detectar un cambio en el proceso se implementó una hoja para llevar el control del tiempo perdido como se muestra en la figura 6.

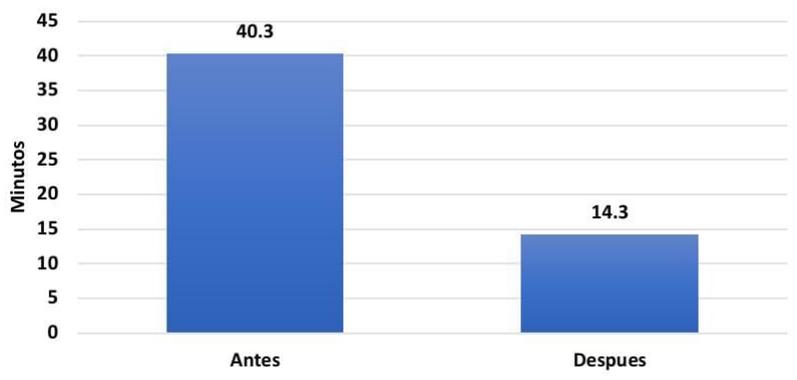


Figura 6: Tiempos de ciclo antes y después dl SMED

Fuente: Elaboración propia.

El objetivo de una de las fases implementadas en esta investigación como era organizar el área donde están almacenados los fixtures, mediante la aplicación de la herramienta 5S, se cumplió en su debida forma siguiendo cada paso de esta herramienta. Como segunda fase se planteó definir un proceso para controlar todas las herramientas e implementaciones realizadas en el área a mejorar, dando un breve entrenamiento al personal operativo, para este punto se cumplió; con la creación de

Aplicación de herramienta SMED en el proceso de empresa dedicada a la fabricación de instrumentos electrónicos en Reynosa Tamaulipas

una instrucción de trabajo y toma video de la manera adecuada de realizar dicho cambio de modelo y así dar dicho entrenamiento.

Los resultados obtenidos en el cumplimiento de los objetivos como minimizar tiempos de respuesta en los cambios de modelo de herramientas a un 50%, de lo actual que es 40.3 minutos, en el área de producción de la división ISC del área PCBA, en la empresa dedicada a la fabricación de instrumentos electrónicos en Reynosa, Tamaulipas; mediante la aplicación de la metodología SMED, en un periodo de cuatro a seis meses que corresponden del año 2022-2023.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos después de implementación del SMED, se considera que es una herramienta eficiente, aplicándose correctamente para los cambios de modelo, debido a se observa la diferencia de tiempo de ciclo, que se pudo lograr en la empresa, se apreció la diferencia de un 65% menos; la cual de acuerdo con esto proyecto es lo que se podía obtener si aplicáramos de manera correcta esta metodología. La aplicación de un SMED asegura que las actividades se desarrollen de manera precisa y por lo tanto se eliminan los ajustes posteriores, garantizando la calidad de los productos y el reinicio de los procesos a la máxima eficiencia aumentando tiempo disponible de los equipos, y la flexibilidad de los procesos.

Es por lo que, la aplicación de esta metodología en este proyecto se puede llevar a cabo en cualquier empresa o área que tenga procesos de maquinaria y de esta manera disminuir los tiempos de cambios de formato o referencia e identificar las actividades que agregan valor, identificar pérdidas y desperdicios, disminuir los tiempos de parada de equipos o procesos en los cambios de formato y reiniciar los procesos a su capacidad normal evitando la producción de elementos defectuosos.

Fue posible llevar a cabo este proyecto gracias a la colaboración y experiencia laboral de los miembros del equipo también por su asesor interno – externo, así mismo se contó con internet y fuentes de información confiables en donde pudimos llevar a cabo consultas para la elaboración de nuestra implementación, de igual manera se tuvo comunicación e iniciativa al realizar las actividades asignadas por los mismo los mismos integrantes del equipo, lo cual fue fundamental para poder concluir con nuestra investigación.

De acuerdo con (Berna, 2011) en la aplicación de la metodología SMED para preparar un procedimiento estándar óptimo para las operaciones de cambio, siempre se debe de tomar en cuenta las cuestiones de ergonomía y seguridad durante las configuraciones para poder facilitarle al operador las operaciones, utilizando un diseño de experimentos para determinar los parámetros,

La implantación de sistemas como el SMED, dan como resultado un incremento de la flexibilidad de la operación, logrando así varios beneficios tales como: 1) incremento en la velocidad de respuesta, 2) disminución de los niveles de inventario, e 3) incremento de la capacidad productiva. Uno de los ingredientes vitales para que la técnica del SMED logre ser exitosa, es el apoyo de la dirección en el proyecto, la capacitación al personal para que todos conozcan la técnica y aporten ideas en este sentido y el trabajo en equipo, para lograr una armonía y alineación de objetivos de todas las áreas para lograr la reducción de tiempos muertos. (Cruz, 2004).

Aplicación de herramienta SMED en el proceso de empresa dedicada a la fabricación de instrumentos electrónicos en Reynosa Tamaulipas

REFERENCIAS

- ACMP. (2022). *Qué es el OEE y por qué es importante medirlo y analizarlo*. Obtenido de acmplean.com: <https://acmplean.com/que-es-el-oeo-y-por-que-es-importante-medirlo-y-analizarlo/>
- ANLA. (2018). *Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia*. Colombia: Autoridad Nacional de Ciencias Ambientales.
- Belohlaven, P. (2006). *OEE: Overall Equipment Effectiveness (1ra edición)*. Buenos Aires: Blue Eagle Group.
- Berwyn, P. (21 de enero de 2023). *AMETEK*. Obtenido de <https://www.ametek.com/>
- Boltronic. (11 de abril de 2022). *boltronic.com*. Obtenido de <https://blog.boltronic.com.mx/que-es-un-fixture>
- Bosch, R. (2005). *Manual de la técnica del automóvil (4ta edición)*. Alemania: Reverte.
- CHECKSUM. (2022). *In-Circuit and Functional Test System*. Obtenido de checksum.com: https://www.cps.com.pl/wp-content/uploads/2019/03/analyst_emsft.pdf
- Dessler, G., & Varela, R. (2011). *Administración de recursos humanos*. México: Pearson Educación.
- Electronic Manufacturing Services Group, inc. (2022). *emsginc.com*. Obtenido de <https://emsginc.com/resources/what-is-the-difference-between-pcba-and-pcb/#:~:text=A%20PCB%20is%20a%20blank,used%20in%20an%20electronic%20device>.
- EMSG. (2022). *What Is the Difference Between PCBA and PCB?* Obtenido de emsg.com: <https://emsginc.com/resources/what-is-the-difference-between-pcba-and-pcb/#:~:text=A%20PCB%20is%20a%20blank,used%20in%20an%20electronic%20device>.
- ESERP. (2023). *Departamento de calidad*. Obtenido de eserp.com: <https://es.eserp.com/articulos/departamento-de-calidad/>
- Fernandez Ros, M., Soler Ortiz, M., Novas Castellano, N., & Garcia Salvador, R. (2020). *Manual de diseños de circuitos impresos con Cricuit Design Suite v09 de National Instruments*. España: Universidad de Almería.
- Gonzalez Correa, F. (2007). *Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing). Principales Herramientas*. ResearchGate. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/46531895_Manufactura_Esbelta_Lean_Manufacturing_Principales_Herramientas
- Groover, M. P. (1996). *Fundamentos de manufactura moderna. Materiales, procesos y sistemas*. Pennsylvania: Prentice Hall.
- Hernandez Matias, J., & Vizan Idoipe, A. (2013). *Lean manufacturing. Concepto, técnicas e implantación*. Madrid: Escuela de Organización Industrial.
- Hernandez, J. (11 de Julio de 2023). *eserp business & law school*. Obtenido de <https://es.eserp.com/articulos/departamento-de-calidad/>



Aplicación de herramienta SMED en el proceso de empresa dedicada a la fabricación de instrumentos electrónicos en Reynosa Tamaulipas

- IONOS. (29 de junio de 2020). *ionos.com*. Obtenido de <https://www.ionos.mx/startupguide/productividad/proceso-de-mejora-continua/>
- Kanban Tool. (2023). *¿Qué son las 5S en Lean?* Obtenido de [kanbantool.com: https://kanbantool.com/es/guia-kanban/que-son-las-5s](https://kanbantool.com/es/guia-kanban/que-son-las-5s)
- Martinez, M. (18 de junio de 2022). Abriran en Nuevo Laredo nueva maquila. *EL MANANA*.
- Metro de Quito. (noviembre de 2012). *Capítulo 07 Área de Influencia*. Obtenido de <https://www.jbic.go.jp/>: https://www.jbic.go.jp/ja/business-areas/environment/projects/pdf/56262_4.pdf
- MEXCALUX. (2022). *Takt Time: producir al compás que marca el cliente*. Obtenido de [mecalux.com: https://www.mecalux.com.mx/blog/takt-time](https://www.mecalux.com.mx/blog/takt-time)
- Orellana, P. (11 de abril de 2020). *economipedia.com*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/proceso-de-mejora-continua.html>
- Perez Gomez , L. (2019). *Lean Manufacturing paso a paso*. Barcelona : Marge books.
- Press, S. J. (1994). *International Directory of Company Histories, Vol 9*. Pennsylvania: Penn State University.
- Ramirez, L. (04 de abril de 2022). *iebschool.com*. Obtenido de <https://www.iebschool.com/blog/que-es-lean-manufacturing-negocios-internacionales/>
- RH. (3 de enero de 2023). *CHECKSUN*. Obtenido de <https://checksum.com/>
- Sanchez, A. (1 de abril de 2022). *ELECTRONIC MANUFACTURING SERVICES GROUP, INC*. Obtenido de <https://emsginc.com/resources/what-is-the-difference-between-pcba-and-pcb/#:~:text=A%20PCB%20is%20a%20blank,used%20in%20an%20electronic%20device.>
- Vizcarra, E. (17 de junio de 2022). Emplean maquiladoras a 37 mil trabajadores; en beneficio de 130 mil familias de Nuevo Laredo. *OVACIONES*.
- Vizcarra, E. (17 de junio de 2022). *OVACIONES*. Obtenido de <https://ovaciones.com/emplean-maquiladoras-a-37-mil-trabajadores-en-beneficio-de-130-mil-familias-de-nuevo-laredo/>
- wiki. (2022). *AMETEK*. Obtenido de [hmong.es/wiki/Ametek: https://hmong.es/wiki/Ametek](https://hmong.es/wiki/Ametek)
- Shingo, S. (1989). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Productivity Press.
- Bing Maps. (2023). Mapas de Reynosa. Recuperado de <https://www.bing.com/maps?q=ametek+reynosa>
- Equipo de Mejora Continua de AMETEK. (2022). *CURRENT LAYOUT AMETEK parque del norte Reynosa, Tamps*. Documento interno de AMETEK.
- AMETEK. (s.f.). *Productos finales a los que se les ensambla productos AMETEK [Fotografía]*. Elaboración de publicidad AMETEK.

