

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4699

Aplicación de la metodología DMAIC para mejorar el proceso de fabricación de reguladores en la industria automotriz

Jorge Varela Pérez

jvarela@itesg.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0003-2204-973X>

Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato
Guanajuato, México

Ana Gabriela López Ortega

alopez@itesg.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-3220-912X>

Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato
Guanajuato, México

Alexis Franco Camargo

alexisfrancocamargo@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-3057-7284>

Guanajuato, México

Blanca Yasmín García Morales

19111235@tecguanajuato.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-0190-4154>

Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato
Guanajuato, México

RESUMEN

El principal objetivo de este proyecto es la aplicación de la metodología DMAIC de la herramienta seis sigma para el proceso de manufactura en el área de inspección de regulador automotriz, con el objetivo de reducir el defectivo "Falla alarma 130" a través de esta metodología.

La aplicación de esta metodología permitirá identificar la situación del proceso de manufactura y conocer el comportamiento de las variables de proceso por medio de registros de datos y análisis estadísticos para determinar las principales causas que generan el problema.

Palabras clave: metodología DMAIC; seis sigmas; medidas de control.

Correspondencia: jvarela@itesg.edu.mx

Artículo recibido 05 diciembre 2022 Aceptado para publicación: 05 enero 2023

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

Todo el contenido de **Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar**, publicados en este sitio están disponibles bajo

Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 

Cómo citar: Varela Pérez, J., López Ortega, A. G., Franco Camargo, A., & García Morales, B. Y. (2023). Aplicación de la metodología DMAIC para mejorar el proceso de fabricación de reguladores en la industria automotriz. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 3885-3902. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4699

Application of the DMAIC methodology to improve the manufacturing process of regulators on the automotive industry

ABSTRACT

The main objective of this project is to apply the DMAIC methodology of six sigma tools on the manufacturing process for the automotive regulators inspection department. In order to reduce the alarm 130 faulty, this methodology will be applied at the manufacturing area to identify the situation and know the behavior of the process variables through statistical analysis and data records.

Keywords: *DMAIC methodology; six sigma; control measures.*

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el cliente es quien emite un juicio sobre la calidad, por lo tanto, su satisfacción real o percibida con un producto o servicio es lo que debe constituir el fundamento principal (De Ciencias & De F. s/f). Durante el año 2021, se observa que, en una empresa del sector automotriz, mundialmente reconocida por la fabricación de alternadores, recibió varios reclamos de clientes por defectos. Se sabe que esos defectos han estado presentes desde hace tiempo y que a pesar de que se ha trabajado en ellos para su disminución no se han obtenido los resultados deseados. Existen alrededor de 10 modos de falla en alarmas para un regulador, y la Alarma 130 es el principal defectivo a atacar en esta investigación. La alarma consiste en la falta de soldadura en una de las terminales del regulador con el chip, la cual es detectada en la máquina de inspección, eventualmente los errores son detectados al final del proceso o cuando se produce una devolución, de manera que será conveniente identificar puntos de control de calidad en el proceso productivo (La empresa Maquinarias Espín. s.f), esto es importante debido a que el problema afecta directamente a las líneas de ensamble final generando tiempos muertos en re trabajos, re inspecciones, paros de línea ya que los colaboradores no realizan sus actividades porque los lotes están retrasados o los equipos detenidos (Mejía, M., & Miguel, J. s/f), pérdidas monetarias por el desperdicio de material generado baja productividad, así como también afecta de forma directa al cliente, pues los productos de mala calidad pueden tener un impacto duradero en la reputación de una empresa, lo que en última instancia también podría afectar las oportunidades comerciales futuras (Impacto del control de calidad en los resultados a largo plazo, 2021) en definitiva, cada vez que un cliente formula una queja o reclamación la empresa observa el hecho como una oportunidad para mejorar y satisfacer al consumidor, conservando al cliente (Camisón C, Cruz S y González T, 2006).

La utilización de una herramienta u otra dependerá del objetivo perseguido, por lo que resulta necesario conocer todas para saber cuál aplicar en cada momento y situación concreta (Camisón C, Cruz S y González T, 2006), por lo tanto en la presente investigación se muestra el desarrollo e implementación de la metodología seis sigma, que se utiliza para eliminar los costos de no calidad (desperdicios, reprocesos, etc.), reducir la variación de un aspecto o característica de un producto, acortar los tiempos de respuesta a las peticiones de los clientes, mejorar la productividad y acortar los tiempos de ciclo de

cualquier tipo de proceso, centrándose en aquellas características o atributos que son clave para los clientes y, por tanto, mejorando notablemente su satisfacción. Para ello, la dirección identifica las cuestiones que más incidencia tienen en los resultados económicos y asigna a los mejores profesionales, tras formarlos intensivamente, a trabajar en los mismos (Stephen, 2004).

En forma consistente, la literatura sugiere que el 85% de los problemas de calidad tienen que ver con los materiales y los procesos, y no con el desempeño del empleado. Por lo tanto, la tarea consiste en diseñar el equipo y los procesos que produzcan la calidad deseada (Carro, 2012). Un proceso es un conjunto de actividades realizadas por un individuo o grupo de individuos cuyo objetivo es transformar entradas en salidas que serán útiles para un cliente (Cisneros, B., Ruiz, W & Calderón, E., s/f)

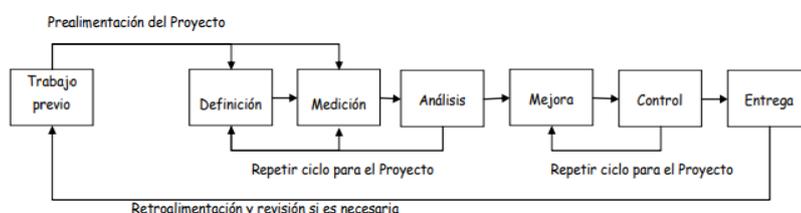
El objetivo de la investigación es aplicar la metodología DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar, y controlar) que es un método de procesos usada por seis sigma que sigue un formato estructurado y disciplinado basado en el planteamiento de una hipótesis la realización de experimentos y su subsecuente evaluación para confirmar o rechazar la hipótesis previamente planteada (Vidal, Celis & García, 2012) para minimizar el defectivo generado por el modo de falla Alarma 130 en las líneas de inspección del área de regulador.

METODOLOGÍA

SEIS SIGMA es un método de gestión de calidad combinado con herramientas estadísticas cuyo propósito es mejorar el nivel de desempeño de un proceso mediante decisiones acertadas, logrando de esta manera que la organización comprenda las necesidades de sus clientes (Herrera E, Fontalvo T, 2015).

La metodología seleccionada para esta investigación está en el procedimiento estructurado de solución de problemas asociados a la calidad o a la optimización de procesos, denominado DMAIC por sus siglas en inglés, por las fases que implica: “Define”, “Measure”, “Analyze”, “Improve” y “Control” (Saglimbeni, E. 2015).

Imagen 1. Herrera E, Fontalvo T. 2015. Operacionalización de DMAIC.



Definir. Es la fase inicial de la metodología, en donde se identifican posibles proyectos de mejora dentro de una compañía y en conjunto con la dirección de la empresa (Ocampo J, Pavón A, 2012), por lo tanto esta investigación surge de la necesidad de minimizar la cantidad de scrap generada por las anomalías presentadas durante el proceso de inspección ya que se identificó un incremento en el último trimestre del año 2021, en la Tabla 1 se puede observar que la “Alarma 130” es el defecto que se presenta mayormente, por lo que se aplicara una mejora en el proceso.

Tabla 1. Creación propia. Priorización del defectivo en un período de 3 meses.

Defectivo	Cantidad de defectivo
Alarma 130	347
Silicon con partículas extrañas	205
Burbuja en el condensador	107
Remache quebrado	96
Alarma 201-202	83
Silicón dañado en el IC-Chip	71
Gap en plate	60
Case dañado	41
Silicón bajo en el condensador	40
Terminal dañada o doblada	39
Silicón bajo en el IC-Chip	34
Fin tapado	33
Silicón dañado en el condensador	21
Alarma 427	19
Fin levantado/dañado	12
Otros	10

Se realizó una carta de equipo para definir colectivamente el propósito del proyecto, aclarando los factores que conllevan al éxito, tales como, los objetivos, resultados alcanzar coma las responsabilidades coma entre otros.

Los beneficios de un team charter son numerosos, incluyendo:

- Garantizar la aceptación de todos los miembros del equipo.
- Hacer responsables a todos los miembros del equipo.
- Aclarar roles y responsabilidades.
- Demostrar el propósito del equipo al resto de la organización.
- Proporcionar claridad en el proyecto.

A continuación, se muestra el Team charter que se implementó en el proyecto desarrollado:

Imagen 2.

Creación propia. Team charter.

Team Charter	<Defectivo Alarma 130>	Proyecto No. <4880>
Problema		Oportunidades del proyecto.
*En el proceso de inspección de la prueba funcional de un regulador se ha detectado una acumulación de defectos por el modo de falla "Alarma 130". Este defecto genera re-trabajos e inutilidades, es decir, genera gastos para la empresa. El proyecto se enfoca inicialmente a resolver estos problemas de calidad		* La reducción de los defectos de calidad respecto al proceso de prueba funcional reducirá costos operativos de tiempo y material. * Se han detectado grandes cantidades de números en defectos en los últimos meses y en algún otro caso se ha tenido que inutilizar la línea de ensamble final por exceso de defectos por este mismo modo de falla.
Objetivos		Alcance
* Reducir la aparición de no conformidades o defectos en el área de regulador por el modo de falla "Alarma 130" * Diminuir el tiempo en re- inspección en las piezas generadas por este modo de falla. * Aumentar las eficiencias en el área de regulador. * Mantener el margen de los indicadores de productividad		* Cumplir con la elaboración de los siguientes entregables: concluir el proyecto en el plazo solicitado, tendencias de los indicadores de productividad y eficiencia. * Elaboración de un plan de mejora continua.
Miembros clave del equipo		Roles y responsabilidades
Ingeniero de Producción (PR)	Desarrollar un plan de proyecto, emitir reuniones y programar horarios establecidos para pruebas piloto, emitir informes de resultados,	
Ingeniero de Inspección Final de Ensamble (F)	Organizar equipo, desarrollar la carta de equipo, emitir reuniones y programar horarios establecidos para juntas de resultados, monitoreo de	
Ingeniero del departamento de Ingeniería en Procesos (PE)	Desarrollar diagramas de flujo de investigación, desarrollar un prototipo si es necesario, ayudar con las especificaciones funcionales de los	
Ingeniero en Control de Calidad. (QC)	Desarrollar un plan de prueba, gestionar el proceso de prueba. Mantenga al equipo al tanto de las consideraciones de control de calidad y posibles	
Ingeniero del departamento de Aseguramiento de Calidad. (QA)	Elaborar documentos de calidad, Desviaciones estándar, hojas de proceso controlado, mostrar avances y conseguir firmas con gerencia.	
Ingeniero en Mantenimiento (MTTO)	Aplicar ajustes preventivos y correctivos en la máquina de prueba funcional, planes de mantenimiento a las líneas de regulador	
Ingeniero en el departamento de logística (L)	Implementar 5's en el área de recibo de componentes, seguimiento a la metodología FIFO (Primeras entradas y primeras salidas).	
Amenazas del proyecto		
* Los resultados del proyecto no sean entregados y validados en tiempo y forma		
* Los informes de avance mensual no sean aprobados por gerencia.		
* Paros de línea por faltantes de componentes.		
* Plan de recuperación por fluctuaciones de cliente.		
* Falta de presupuesto para implementar nuevos sistemas.		

Medir. Es importante destacar que las mediciones cobran su importancia cuando las decisiones se basan en hechos objetivos. Por lo tanto, en esta instancia resulta fundamental el conocimiento que la organización tenga acerca de la aplicación de los métodos estadísticos (Herrera E, Fontalvo T. 2015).

Después de que se detectó el principal generador de defectivo ("Modo de falla alarma 130"), el siguiente paso es identificar el modelo de regulador más afectado. Para esto se llevó a cabo una recopilación de registros arrojados por la máquina de inspección final.

A continuación, se muestran los gráficos que ayudaron a obtener la información:

Imagen 3. Creación propia. Gráfica de pastel que representa el mayor modo de falla en el modelo A.

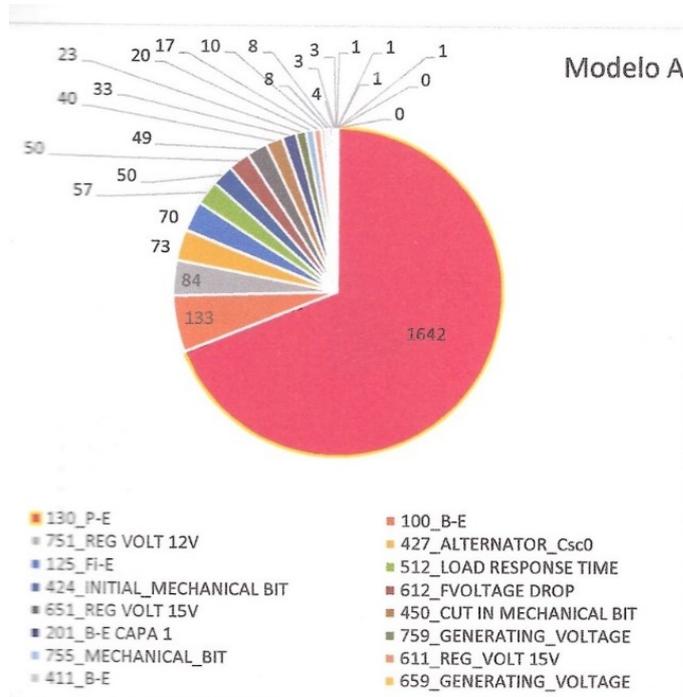


Imagen 4. Creación propia. Gráfica de pastel que representa el mayor modo de falla en el modelo B.

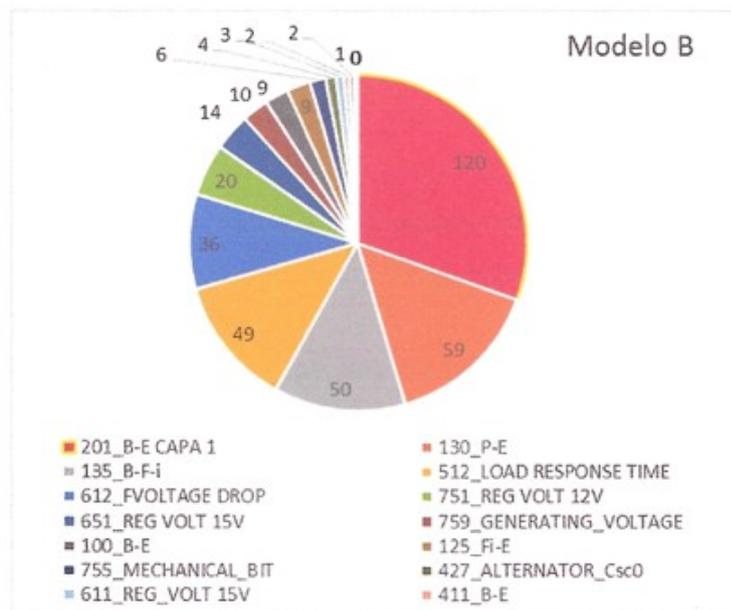
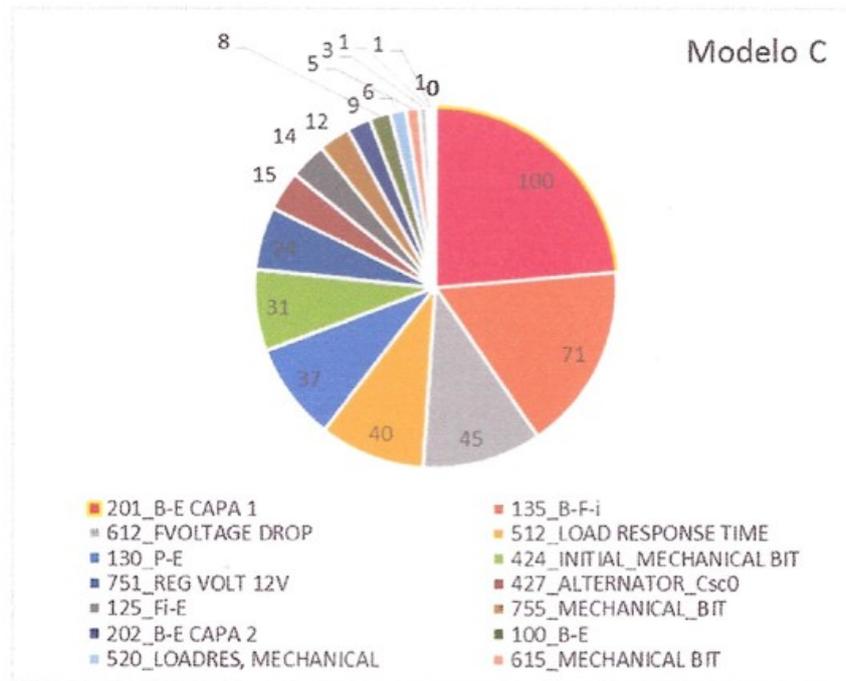


Imagen 5. Creación propia. Gráfica de pastel que representa el mayor modo de falla en el modelo C.



Analizando las gráficas se determina que el modelo que mayor presenta defectivo en el modo de falla Alarma 130 es el modelo A.

Se realiza una evaluación de los rangos de aceptación de la máquina de inspección final, para la detección y aplicación de nuevos parámetros de control. Se recaudan los valores de una muestra de 30 piezas del modelo A arrojados de la máquina para observar la variabilidad del proceso funcional. Los resultados fueron registrados en una tabla para posteriormente ser graficados.

Muestra	Data	Upper limit	Lower limit
1	184.3	165	96
2	177.7	165	96
3	174.1	165	96
4	194.1	165	96
5	180.8	165	96
6	185	165	96
7	154.7	165	96
8	175.6	165	96
9	181.3	165	96
10	177.7	165	96
11	180	165	96
12	174.7	165	96
13	180.4	165	96
14	175	165	96
15	174.6	165	96
16	176.9	165	96
17	174.5	165	96
18	183.4	165	96
19	180.4	165	96
20	192.4	165	96
21	194.2	165	96
22	178.8	165	96
23	177	165	96
24	184	165	96
25	194.1	165	96
26	180.9	165	96
27	177.6	165	96
28	180.5	165	96
29	183.7	165	96
30	177.6	165	96

Tabla 2. Valores arrojados de la muestra de 30 piezas.

Analizar. En esta tercera etapa, ante los resultados obtenidos en la etapa anterior, se lleva a cabo un análisis donde se llega hasta las causas primeras que han originado el problema (Carrillo, M., Severiche, C., Peralta, J., & Vélez, V. 2022).

Después de recopilar la información de la muestra de 30 piezas es importante conocer el estado del proceso esto con el fin de ver la tendencia de variabilidad de los parámetros y así poder identificar oportunidades de mejora.

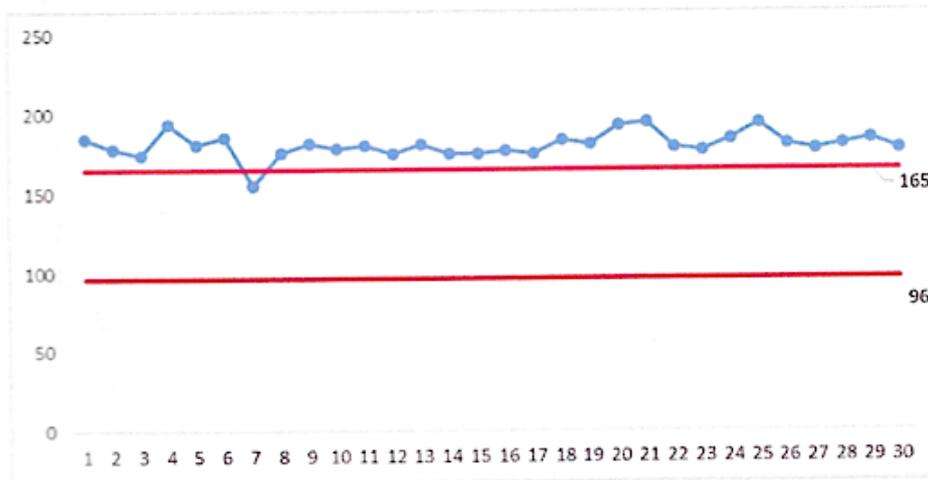


Imagen 6. Creación propia. Gráfico de control de la variación de la muestra de 30 piezas.

Como se puede observar en la gráfica solamente el 3.33% de reguladores se encuentran dentro de los límites de control, por lo tanto, con esta información se puede determinar que los datos de cada regulador inspeccionado están por encima del límite del control de superior. Es por ello por lo que se pretende evaluar parámetros de la máquina para que las piezas estén dentro de aceptación. Cabe mencionar que estos límites están establecidos de manera predeterminada por la empresa.

Se realiza un diagrama de Ishikawa elaborado para el proceso descrito en este proyecto, este diagrama se ha generado utilizando el método de las 6M's. Ha sido elaborado a partir de una lluvia de ideas por parte de todo el equipo y como se puede observar da una lista general de todas las causas raíz del problema en cuestión.

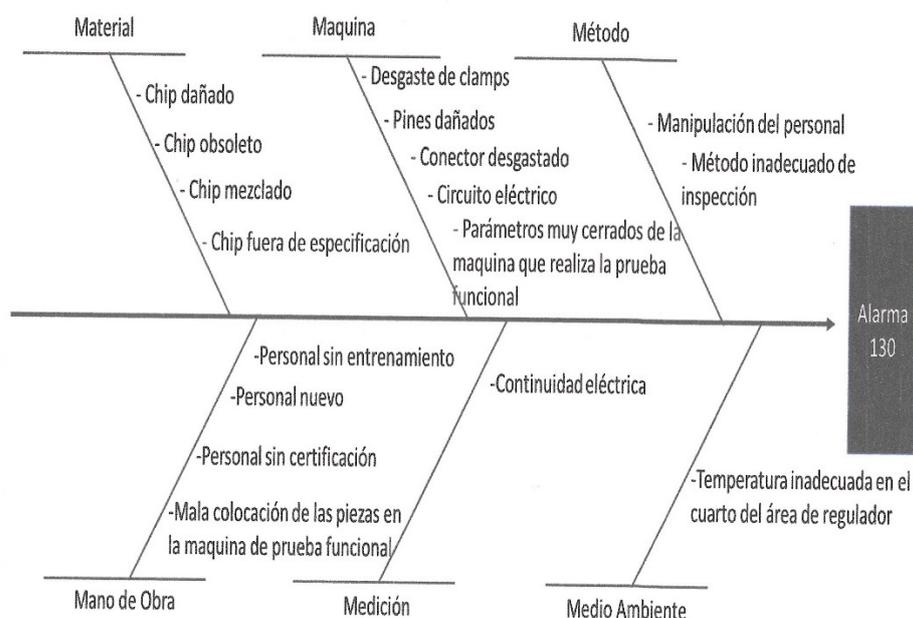


Imagen 7. Creación propia. Diagrama Ishikawa de modo de falla Alarma 130.

Después de analizar por separado cada una de las posibles causas, se detectó que el mantenimiento de la máquina de inspección influía en la calidad de la prueba funcional, ya que solamente se le daba mantenimiento a la máquina una vez al mes, es decir, después de más de 10,000 ciclos o cuando fallaba. Por otra parte, se detecta que los datos del chip reflejados en la máquina de inspección se encuentran fuera de especificación ya que el número de lote es antiguo y también podría ser una causa raíz. Hasta este punto se decide hacer un Análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF). Este análisis permite identificar, caracterizar y asignar una prioridad a las fallas potenciales de un proceso o producto (Duque MC, Leidy P., & Romero J. s/f).

Aplicación de la metodología DMAIC para mejorar el proceso de fabricación de reguladores en la industria automotriz

Operación	Fallos potenciales			Controles actuales	Valoración				
	Modo de fallos potenciales	Efectos de fallos potenciales	Causas de fallos potenciales		O	S	D	NPR	
Inspección funcional del regulador	Incumplimiento en 5's en el área de logística componentes	*Incumplimiento de las especificaciones críticas del cliente. *Desgaste mayor en la vida útil de un alternador. *Rechazo de cliente. *Sin continuidad constante en el automóvil. *Paros de línea y baja productividad	Chip obsoleto	Metodología FIFO en componentes	7	8	2	112	
	Falta de preventivos en la máquina de inspección en regulador		Desgaste de pines en la máquina de inspección	Mantenimiento preventivo y correctivo de máquina de inspección	7	5	1	35	
			Desgaste de clamps en la máquina de inspección		7	4	1	28	
			Continuidad eléctrica de la máquina de inspección		7	4	2	56	
			Falso contacto en el conector de la máquina de inspección		7	4	1	28	
	Seteo en el programa		*Rechazo de cliente.	Parámetros más cerrados en la máquina de inspección	Seteo de programa	7	8	8	448
	Incumplimiento en la HIT de proceso		*Sin continuidad constante en el automóvil. *Paros de línea y baja productividad	Manipulación del personal	Entrenamiento	5	4	3	60
				Método inadecuado del personal		5	4	3	60
				Personal nuevo		4	4	2	32
				Mezcla de componentes		2	8	4	64
Sin climatización en el área		Temperatura inadecuada del área de regulador	Climatización/ Aire acondicionado	2	2	1	4		

Imagen 8. Creación propia. AMEF del proceso de la inspección funcional del regulador.

Se puede observar en el AMEF de proceso, el número de prioridad de riesgo mayor (NPR) es el chip obsoleto. Esta es considerada como la principal causa de falla potencial del problema, aun así, cabe mencionar que se realizó un análisis para aplicar acciones recomendadas o contramedidas de todas las posibles causas potenciales.

Mejorar. Una vez analizados los datos se procede a decidir y diseñar las acciones de mejora que hay que implementar para atacar las causas raíz de los problemas para así lograr los resultados esperados (Vidal, P., Soler, G., & Molina, A. 2018).

Las soluciones determinadas para cada causa raíz enumeran a continuación en un plan de acciones o contramedidas.

1. Implementación de primeras entradas y salidas en el área de logística, con la finalidad de que el departamento contribuya a los componentes de manera que no quede material rezagado en su área.
2. Implementación de 5's en el área de componentes. Se determinó que se debe de realizar un acomodo en el área de logística con el fin de evitar que se acumule material rezagado.

3. Seguimiento a la implementación del sistema SIPOC. Para reforzar la metodología FIFO.
4. Reemplazo de jig deposición de piezas en la máquina de inspección en regulador, con la finalidad de que el nuevo conector tenga una vida útil más duradera y que a su vez este sea más eficiente de utilizar.
5. Plan semanal de preventivos para la máquina de inspección.
6. Check list preventivo de la máquina de inspección. Se elaboró para antes de iniciar el turno.
7. Actualización de hojas de instrucción de trabajo (HIT) para la máquina de inspección.
8. Implementación de reporte de entrenamiento.
9. Ajuste de parámetros de la máquina de inspección en el área del regulador.
10. Implementación de ayudas visuales para evitar la mezcla de chip en la línea de regulador.
11. Implementación de Poka Yoke en la línea del regulador para la detección de una posible mezcla de chip.

Por parte del departamento de ingeniería se realizó un ajuste de parámetros aplicando un 3 σ de la desviación estándar de una muestra que se obtuvo de los datos de las piezas del regulador. A continuación, se muestra el plan que se llevó a cabo durante la implementación de las mejoras.

Plan de acciones y contramedidas				Enero				Febrero				Marzo			
Anormalidad	Departamento responsable	Contramedida	Fecha límite	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Alarma 130	Logística	Implementación de FIFO's en los componentes	18-ene												
	Logística	Implementación de 5's en el area de componentes	semanal												
	Mantenimiento	Reemplazo de jig de posicion de pieza en la maquina de inspe	22-ene												
	Mantenimiento	Plan semanal de preventivos para la maquina de inspección	semanal												
	Calidad	Actualización de HIT para la maquina de inspección	05-feb												
	Calidad	Retroalimentación al personal para el nuevo uso del conecto	semanal												
	Ingeniería	Ajuste de parametros de la maquina de inspección	13-feb												
	Ingeniería	Presentación de resultados	27-mar												

Imagen 9. Creación propia. Tabla de acciones y contra medidas implementadas.

Controlar. Finalmente, una vez que encontrada la manera de mejorar el desempeño del sistema, se necesita encontrar como asegurar que la solución pueda sostenerse sobre un período largo de tiempo (Ocampo J, Pavón A, 2012).

A continuación, se muestra en la AMEF de proceso en donde se observa que el NPR disminuyó aplicando las acciones de mejora.

Operación	Fallos potenciales			Controles actuales	Valoración				Resultado de acciones				
	Modo de fallos potenciales	Efectos de fallos potenciales	Causas de fallos potenciales		O	S	D	NPR	Implementación de acciones	O	S	D	NPR
Inspección funcional del regulador	Incumplimiento en 5's en el área de logística componentes	*Incumplimiento de las especificaciones críticas del cliente. *Desgaste mayor en la vida útil de un alternador.	Chip obsoleto	Metodología FIFO en componentes	7	8	2	112	1-Implementación de 5's en el área de logística componentes. 2- Seguimiento al sistema SIPOC.	4	5	4	80
	Falta de preventivos en la máquina de inspección en regulador		Desgaste de pines en la máquina de inspección	Mantenimiento preventivo y correctivo de máquina de inspección	7	5	1	35	1- Check list de preventivo para la máquina de inspección para el inicio de turno.	4	4	1	16
			Desgaste de clamps en la máquina de inspección		7	4	1	28	2- Piezas de recambio (Spare Part) para la máquina de inspección: conectores, pines, claps.	4	3	1	12
			Continuidad eléctrica de la máquina de inspección		7	4	2	56	3- Registro de preventivos semanales.	4	3	1	12
	Falso contacto en el conector de la máquina de inspección	7	4		1	28		4	3	1	12		
	Seteo en el programa	*Rechazo de cliente.	Parametros más cerrados en la máquina de inspección	Seteo de programa	7	8	8	448	1- Aplicación de 3 sigma en parametros de la máquina de inspección, (ampliación del límite de control superior).	3	4	4	48
	Incumplimiento en la HIT de proceso	*Sin continuidad constante en el automóvil. *Paros de línea y baja productividad	Manipulación del personal	Entrenamiento	5	4	3	60	1- Ayudas visuales del metodo correcto de la máquina de inspección.	2	2	1	4
			Metodo inadecuado del personal		5	4	3	60	2- Entrenamiento dummy test (Prueba ficticia) para el correcto metodo de uso de la máquina de inspección en el nuevo personal	2	2	2	8
			Personal nuevo		4	4	2	32	3- Ayudas visuales de componentes para evitar la mezcla.	2	2	1	4
			Mezcla de componentes		2	8	4	64	4- Implementación de polkayote en el rack.	2	3	2	12
Sin climatización en el área		Temperatura inadecuada del área de regulador	Climatización/ Aire acondicionado	2	2	1	4	1- Regulador de temperatura	1	1	1	1	

Imagen 10. Creación propia. AMEF del proceso de la inspección funcional el regulador con los resultados de las acciones implementadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Basado en la aplicación de las mejoras sugeridas se realizó un análisis de la comparativa del mayor defectivo generado en el primer trimestre del año 2021 con el último trimestre del año 2022 para reflejar la tendencia de modo en falla Alarma 130 del área del regulador y con esto poder mostrar con mayor claridad los resultados obtenidos.

En la imagen 11 y 12 se muestra la tabla y el gráfico de Pareto en la que se puede observar la priorización del defectivo de enero a marzo.

Defectivo	Cantidad de defectivo		
Alarma 130	78	78	19.1%
Silicon con partículas extrañas	69	147	35.9%
Silicon dañado en el IC-Chip	55	202	49.4%
Burbuja en el condensador	44	246	60.1%
Silicon bajo en el IC-Chip	41	287	70.2%
Remache quebrado	28	315	77.0%
Silicon dañado en el condensador	25	340	83.1%
Gap en plate	15	355	86.8%
Alarma 201-202	11	366	89.5%
Alarma 427	9	375	91.7%
Case dañado	9	384	93.9%
Terminal dañada o doblada	8	392	95.8%
Silicon bajo en el condensador	7	399	97.6%
Otros	5	404	98.8%
Fin tapado	3	407	99.5%
Fin levantado/ dañado	2	409	100.0%

Imagen 11. Creación propia. Tabla de priorización de defectivo en un periodo de 3 meses enero a marzo 2022.

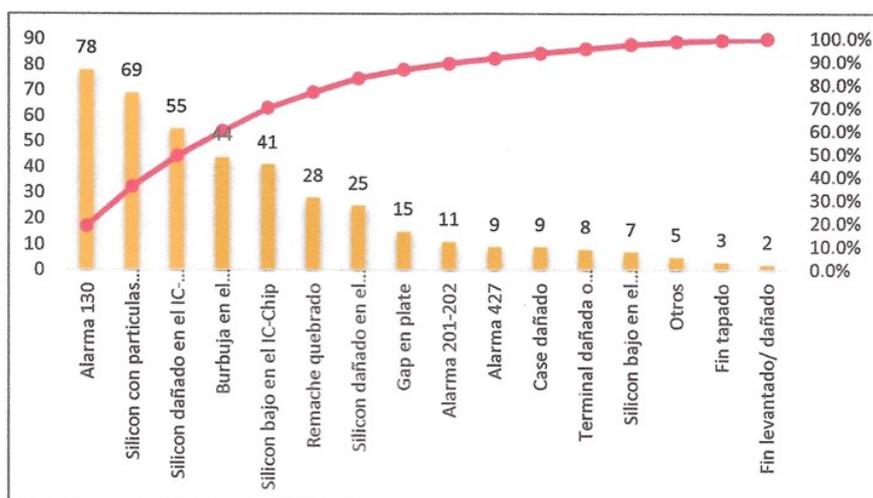


Imagen 12. Creación propia. Gráfico de Pareto para la priorización del mayor de efectivo en el primer trimestre del año 2022.

Se puede observar con las gráficas anteriores que las contramedidas y mejoras aplicadas durante la metodología fueron eficientes ya que se logró disminuir el defectivo principal en un 77.5%.

CONCLUSIONES

La mejora continua es para las empresas una estrategia fundamental para el aumento de la calidad de sus productos y servicios convirtiéndose con esto en un ente competitivo en el mercado.

La metodología seis sigma asegura la rentabilidad y el éxito de las empresas, ya que, mediante su procedimiento claro, ordenado y completo, nos permite llegar al

mejoramiento de la calidad que a su vez conlleva a la satisfacción del cliente. En este caso su aplicación surge de la necesidad de reducir el defectivo que se producía en la línea de regulador por el modo de falla Alarma 130.

En esta investigación se plasma la implementación de mejoras de la calidad basada en la metodología DMAIC y de la herramienta seis sigma, ya que el problema surge en un proceso existente que debe ser mejorado.

Basado en lo anterior se determina que la correcta aplicación de la metodología seis sigma logró que los objetivos fueran cumplidos, ya que el defectivo correspondiente al modo de falla Alarma 130 tuvo una reducción del 77.5%, lo siguiente es la correcta aplicación de controles para lograr mantener el nivel de calidad obtenido.

LISTA DE REFERENCIAS

Camisón C, Cruz S & González T, (2006). Gestión de la Calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN, S. A

<https://clea.edu.mx/biblioteca/files/original/64db843c11c52aaf913a5322feafd3d8.pdf>

Carrillo, M., Severiche, C., Peralta, J., & Vélez, V. (2022). Metodología DMAIC de Lean Seis Sigma: Una revisión en el contexto del ruido industrial-sector metalmeccánico. <https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/2081/3009>

Carro, R. (2012). Administración de la Calidad Total. México: Universidad Nacional de Mar del Plata. http://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/1614/1/09_administracion_calidad.pdf

Cisneros, B., Ruiz, W & Calderón, E. (s/f). MAESTRÍA EN SISTEMAS INTEGRADOS DE CALIDAD, AMBIENTE Y SEGURIDAD. Edu.ec. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1903/13/UPS-GT000260.pdf>

De Ciencias, F., & De, F. (s/f). UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. Edu.ec. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1436/1/258%20Ing.pdf>

Duque, MC, Leidy, P., & Romero Molina, J. (s/f). MEJORA DE LA CALIDAD EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA INALMEGA. Edu.co. https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/77938/3/TG00823.pdf

Garza Ríos, RC, González Sánchez, CN, Rodríguez González, EL, & Hernández Asco, CM (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=233148815002>

- Herrera E, Fontalvo T. (2015). Seis Sigma: Métodos Estadísticos y Sus Aplicaciones. México. http://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros_internet/55821.pdf
- Impacto del control de calidad en los resultados a largo plazo. (2021, noviembre 25). VYNMSA. <https://www.vynmsa.com/blog/es/industria/impacto-del-control-de-calidad/>
- La empresa Maquinarias Espín., El Sistema de Control de Calidad y. su Incidencia en el en. (s/f). 1.1. Tema de Investigación. Edu.ec. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1585/1/117%20Ing.pdf>
- Luis, J., Mercado, A., Cristina, M. I., & Trujillo, O. (s/f). "REDUCCIÓN DE TIEMPO EN ENTREGA DE MATERIALES A LÍNEAS DE PRODUCCIÓN". Tecnm.mx. <https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/3671/1/007203DOC1.pdf>
- Mejía, M., & Miguel, J. (s/f). Propuesta de mejora del proceso de producción en una empresa que produce y comercializa microformas con valor legal. Edu.pe. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/606233/MEJIA_MJ.pdf?sequence=1
- Neira, E. (s/f). PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA SERVIOPTICA LTDA. Edu.co. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7118/tesis139.pdf>
- Ocampo J, Pavón A, (2012). Integrando la Metodología DMAIC de Seis Sigma con la Simulación de Eventos Discretos en Flexsim. Honduras. <http://laccei.org/LACCEI2012-Panama/RefereedPapers/RP147.pdf>
- Pérez Domínguez, L. (2020). Aplicación de metodología DMAIC en la resolución de problemas de calidad. Instituto de Ingeniería y Tecnología. <http://cathi.uacj.mx/bitstream/handle/20.500.11961/15888/Paper-MunduFesc.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pérez-López, E., & García-Cerdas, M. (2014). Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v27n3/a10v27n3.pdf>
- Saglimbeni, E. (2015). Aplicación de metodología DMAIC (six sigma) para la reducción de reproceso de información estadística de control nutricional. México. <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/97941/D-CD71865.pdf>
- Varas Acuña, C. A. (2010). Aplicación de metodología DMAIC para la mejora de procesos y reducción de pérdidas en las etapas de fabricación de chocolate.

[https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/111645/varas_ca.PDF?sequence=1
&isAllowed=y](https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/111645/varas_ca.PDF?sequence=1&isAllowed=y)

Vidal, B. P., Soler, V. G., & Molina, A. I. P. (2018). Metodología Six Sigma. Comparación entre ciclo PDCA y DMAIC. <file:///C:/Users/User/Downloads/Dialnet-CuadernosDeInvestigacionAplicada-741309.pdf>

Vista de Metodología DMAIC de Lean Seis Sigma: Una revisión en el contexto del ruido industrial - sector metalmecánico. (s/f). Ciencialatina.org. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/2081/3009>