



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA

COLEGIO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA

“Proyecto: reducción de reclamos stitching is
coming apart”

TESIS

para obtener el grado de

LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA

PRESENTA: León González Iván

DIRECTOR DE LA TESIS

Carlos Roberto Ibáñez Juárez

ASESORES

Juan Carlos Carmona Rendon

Beatriz Aguilar Romero

FECHA DE ENTREGA

Puebla, Pue; a 04 de junio del 2024



Oficio No. SAC/1699/2024

**C. León González Iván -201805852-
Pasante de la Licenciatura en Ingeniería
Mecánica y Eléctrica
Presente.**

En atención al Tema de Tesis que puso Usted a consideración de la Coordinación de Área y de esta Secretaría Académica en coordinación con la Dirección de ésta Facultad de Ingeniería, dentro del marco de Titulación por Examen Profesional, como medio de Titulación se dio revisión y se ha autorizado el tema denominado:

“PROYECTO: REDUCCIÓN DE RECLAMOS STICHING IS COMING APART”

Por lo anterior hago de su conocimiento que se asigna como Director de tema al Mtro. Carlos Roberto Ibáñez Juárez.

Sin más por el momento, le envío la seguridad de mi consideración más distinguida.

Atentamente
“Pensar bien, para vivir mejor”
H. Puebla de Z. a 08 de octubre de 2024

M. I. Angel Cecilio Guerrero Zamora
Director

M'ACGZ/M'VGL/barv
C.c.p. Archivo

Facultad
de Ingeniería

Bld. Valsequillo y Av. San Claudio
s/n, edif. ING - 4, Col. San Manuel,
Ciudad Universitaria,
Puebla, Pue. C.P. 72570
222 229 55 00 Ext. 7610

M. I. Angel Cecilio Guerrero Zamora
Director de la Facultad de Ingeniería
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
P r e s e n t e.


El que suscribe: Mtro. Carlos Roberto Ibáñez Juárez, director del tema de tesis:

"PROYECTO: REDUCCIÓN DE RECLAMOS STICHING IS COMING APART"

Presentada por el C. León González Iván -201805852-, pasante del Colegio de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, y en atención al oficio No. SAC/1699/2024 con fecha de emisión 08 de octubre de 2024, me permito informar a Usted que después de haber revisado cuidadosamente el contenido temático, metodología, redacción y ortografía de la tesis correspondiente, no tengo inconveniente en autorizar la impresión del mismo.

Sin otro particular, le reitero la seguridad de mi más atenta y distinguida consideración.

A t e n t a m e n t e
"Pensar bien, para vivir mejor"
H. Puebla de Z. a de 26 de septiembre de 2024


M.Sc.A. Carlos Roberto Ibáñez Juárez
Mtro. Carlos Roberto Ibáñez Juárez
Director de Tema

M'CARIJ/BARV
C.c.p. Archivo

RESUMEN

En este trabajo se presenta la implementación de un plan de mejora en la empresa Forvia/Faurecia-planta Corte y Costura, ubicada en Puebla, México, con el fin de reducir el impacto en las reclamaciones de garantías a través de una mejora productiva en el desarrollo de las piezas que se producen en las líneas de W33/T33 para el cliente Nissan, satisfaciendo las demandas de calidad de dichas piezas. La empresa Forvia/Faurecia S.A de C.V. se dedica a la fabricación de piezas en el sector automotriz, la planta de corte y costura tiene como foco la producción de fundas de asientos para diversos modelos, entre los cuales destacan: Rogue y Altima de NISSAN, ID4 y Atlas de VW y WS de STELLANTIS. Para el desarrollo de este proyecto se requirió analizar las reclamaciones realizadas en los últimos años 2021-2023, identificando los tipos de fallas que se presentan en las fundas, localizando las fallas que se llegan a presentar con más frecuencia y descartando aquellas piezas que ya no siguen en producción. Una vez realizado dicho análisis, se procedió a realizar acciones de contramedida con el fin de reducir estas fallas en las líneas de producción. Este plan de mejora será una herramienta que ayudará a reducir las fallas presentadas en las piezas, mejorando la calidad del producto y aumentando la productividad de las líneas de W33/T33 dentro de la empresa Forvia/Faurecia.

ABSTRACT

This paper presents the implementation of an improvement action plan in the company Forvia/Faurecia – Cut and Sew plant, located in Puebla, Mexico, in order to reduce the impact on warranty claims through a productive improvement in the development of the parts that are produced on the W33/T33 lines for the Nissan customer, satisfying the quality demands of said parts. The company Forvia/Faurecia S.A de C.V. is dedicated to the manufacture of parts in the automotive sector, the cutting and sewing plant focuses on the production of seat covers for various models, among which are: Rogue and Altima from NISSAN, ID4 and Atlas from VW and WS from STELLANTIS. For the development of this project, it was necessary to analyze the claims made in recent years (2021-2023), identifying the types of failures that occur in the covers, locating the failures that occur most frequently and discarding those pieces that are no longer in production. Once this analysis was made, countermeasure actions were carried out in order to reduce the failures in the production lines. This improvement plan will be a tool that will help us reduce the failures on the pieces, improving product quality and increasing the productivity of the W33/T33 lines within the Forvia/Faurecia company.

Índice

Capítulo 1. Apertura del proyecto.....	8
1.1 Introducción.....	8
1.2 Antecedentes	10
1.3 Planteamiento del problema.....	12
1.4 Justificación	13
1.5 Objetivos	14
1.5.1 Objetivo General:	14
1.5.2 Objetivo Específico:	14
1.6 Alcances y limitaciones del reporte técnico.....	14
1.6.1. Alcances.....	14
1.6.2 Limitaciones	15
Capitulo 2. Marco Teórico	16
2.1 Introducción.....	16
2.2 Evolución de la calidad en los últimos años	17
2.3 La Estadística y la Calidad.....	18
2.3.1 Muestreo estadístico.....	19
2.3.2 Muestreo de aceptación.....	19
2.4 Garantías.....	21
2.5 Proceso esbelto (lean)	23
2.6 Las 5 S (cinco eses)	24
2.7 Metodología para la solución de problemas	26
2.8 El ciclo de Deming o ciclo PHVA	28
2.9 Metodología A3.....	30
2.10 Ocho disciplinas para el proceso de resolver un problema (8D).....	32
2.11 El diagrama de Pareto (DP)	33
2.12 Diagrama de Ishikawa o diagrama de causa-efecto.....	34
2.12.1 Método de las 6M	35
2.13 METODOLOGIA DE LOS 5 PORQUES	39
2.14 MAPA DE CALOR.....	41
2.15 TRABAJO ESTANDARIZADO.....	41
2.16 Análisis SMART.....	43

Capítulo 3. Metodología	47
3.1 Metodología del proceso	47
3.2 Pasos de la metodología utilizada	48
3.3 Implementación	50
3.3.1 Título	50
3.3.2 Antecedentes	51
3.3.3 Condición Actual.....	52
Capítulo 4. Caso Práctico (Desarrollo del Proyecto)	59
4.1 Introducción.....	59
4.2 Objetivo	59
4.3 Causa Raíz	62
4.4 Contramedidas	72
4.5 Confirmación del efecto	75
4.6 Acciones de seguimiento	78
.....	1
5. Conclusiones	1
Bibliografía	3

Índice de tablas

Tabla 1 Reclamaciones de W33/T33 años 2021-2023	51
Tabla 2 Defectos reportados por clientes.....	53
Tabla 3 Análisis 5 porques: mal empalme.....	67
Tabla 4 Análisis 5 porques: over visible.....	67
Tabla 5 Análisis 5 porques: muescas corridas	68
Tabla 6 Análisis 5 porques: guía desajustada	69
Tabla 7 Análisis 5 porques: over visible.....	69
Tabla 8 Análisis 5 porques: terminación de hilo	70
Tabla 9 Piezas producidas y reportadas en el mismo año.....	76
Tabla 10 Piezas producidas y reportadas 2021	77
Tabla 11 Piezas producidas y reportadas 2022	77
Tabla 12 Piezas producidas y reportadas 2023	77

Índice de figuras

Figura 1 Grafica de Reclamaciones vs meses en servicio	51
Figura 2 Diagrama de fallas clientes.....	54
Figura 3 Diagrama de fallas planta	56
Figura 4 Representación de falla "Material Crack"	57
Figura 5 Diagrama de causa-efecto: material crack.....	63
Figura 6 Mapa de calor	64
Figura 7 Diagrama de causa-efecto: retrabajos.....	65
Figura 8 Diagrama de causa-efecto: Over visible.....	65
Figura 9 Diagrama de causa-efecto: Terminación de hilo	66
Figura 10 Botón de alternancia	73
Figura 11 Guía fija.....	73
Figura 12 Enrutamiento de hilo	74
Figura 13 Contador de puntadas	74
Figura 14 Dispositivo para chequeo de carrete.....	74

Capítulo 1. Apertura del proyecto

1.1 Introducción

En este reporte detesis se presenta el desarrollo de la implementación de un plan de mejora aplicado en la empresa Forvia/Faurecia- planta Corte y Costura, ubicada en Puebla, México, con el fin de reducir el impacto en las reclamaciones de garantías a través de una mejora productiva en el desarrollo de las piezas que se producen en las líneas de W33/T33 para el cliente Nissan, satisfaciendo las demandas de calidad de dichas piezas. La empresa Forvia/Faurecia S.A de C.V. se dedica a la fabricación de piezas en el sector automotriz, la planta de corte y costura tiene como foco la producción de fundas de asientos para diversos modelos, entre los cuales destacan: Rogue y Altima de NISSAN, ID4 y Atlas de VW y WS de STELLANTIS.

Pero para poder abordar este tema tenemos que entender el contexto general de lo que representan las reclamaciones de garantías.

Como se explicará a detalle más adelante, las garantías de producto son acuerdos establecidos entre el fabricante o vendedor del producto y el consumidor, con el fin de protegerlo en caso de que el producto no cumpla con las expectativas o presente problemas después de la compra. Las garantías le aseguran al comprador que dicho producto funcionará según lo anunciado durante cierto período de tiempo especificado y pueden variar en términos de duración, cobertura y condiciones, de tal forma que pueden incluir reparación gratuita, reemplazo o reembolso total o parcial del producto.

Que el cliente realice reclamaciones de garantías indica que el producto no cumplió con lo que se le anuncio o que el cliente no está satisfecho con el desempeño de este. Es de suma importancia el tomar conciencia de estas reclamaciones ya que afectan a la marca o la empresa que ofrece el producto en diferentes maneras.

Atender las reclamaciones de los clientes demuestra un compromiso con su satisfacción, al resolver los problemas de los clientes de manera efectiva y oportuna, se fortalece la relación con ellos y se mejora la percepción de la marca y/o de la empresa, a la vez, dar soluciones a las

reclamaciones de manera satisfactoria, aumenta la probabilidad de retener a los clientes en el futuro ya que sienten que sus preocupaciones son tomadas en serio y hay mayor probabilidad de que sigan haciendo negocios con la empresa.

Ahora, por el contrario, ignorar o tratar de evadir las reclamaciones puede dañar la reputación de la empresa y afectar su credibilidad con los clientes, provocando que estos se alejen y no quieran seguir consumiendo el producto.

Un punto adicional que hay que tener en cuenta es que las reclamaciones de los clientes proporcionan información valiosa sobre los productos y/o servicios ofrecidos por empresa y que, al abordarlas y manejarlas, la empresa puede identificar áreas donde pueden realizar ajustes con el fin de mejorar la calidad de sus productos y/o servicios y así ofrecer una mejor experiencia al cliente en el futuro.

Las reclamaciones pueden tener diferentes impactos en una empresa, tanto positivos como negativos, dependiendo del cómo se aborden.

Como se mencionó previamente al abordar las reclamaciones de manera efectiva, se pueden identificar áreas donde se requiera realizar ajustes o innovaciones con el fin de mejorar los servicios y procesos de la empresa, además de que se pueden analizar las reclamaciones recurrentes para identificar tendencias y problemas subyacentes que requieren atención.

Otros puntos donde las reclamaciones pueden tener un impacto significativo en una empresa a pesar de los ya mencionados previamente como la reputación y la relación con los clientes, es en los costos operativos; si las reclamaciones de los clientes no se manejan adecuadamente, pueden resultar en costos adicionales para la empresa, siendo estos el costo de reemplazar productos defectuosos, ofrecer reembolsos o compensaciones, y dedicar recursos adicionales para resolver problemas.

Una vez que tenemos una mejor comprensión del contexto general del problema que se presenta, podemos hablar de él más a detalle.

A través de la implementación de un plan de acción se buscará reducir en un 30% el impacto que se tiene en las reclamaciones de garantías por dicho defecto.

Para el desarrollo de este proyecto se requirió analizar las reclamaciones realizadas en los últimos años 2021-2023, identificando los tipos de fallas que se presentan en las fundas, localizando las fallas que se llegan a presentar con más frecuencia y descartando aquellas piezas que ya no siguen en producción. Una vez realizado dicho análisis, se procedió a realizar acciones de contramedida con el fin de reducir estas fallas en las líneas de producción. Este plan de mejora será una herramienta que nos ayudará a reducir las fallas presentadas en las piezas, mejorando la calidad del producto y aumentando la productividad de las líneas de W33/T33 dentro de la empresa Forvia/Faurecia.

El proyecto en cuestión contó con una duración de implementación de 3 meses para establecer las acciones a considerar y aplicarlas en las líneas. Dicho plan se realiza como un proceso de mejora en el área de producción de las líneas del modelo Rogue (W33/T33) de Nissan. Dicho plan se derivó por un impacto reflejado en las reclamaciones por garantías recibidas en los años 2021-2023. Lo realizado tiene un beneficio en el área de garantías y a su vez en el área de producción ya que al reducir los defectos que se producen en las piezas, se reducen los retrabajos que se tienen que realizar en las líneas, aumentando la capacidad de producción de estas y a su vez reduciendo el impacto en las reclamaciones de garantías.

El reporte técnico tiene como finalidad el mostrar el desarrollo de dicho plan de mejora implementando las acciones de contramedida en las líneas de producción dentro de una empresa manufacturera.

1.2 Antecedentes

En 1914, Bertrand Faure abrió su primer taller en Levallois-Perret, en las afueras de París, fabricando asientos para tranvías y el metro de París. Posteriormente, en 1929, Faure adquiere la patente de proceso “EPEDA” para la mejora del confort del asiento. (Faurecia F. , 2024)

Mas adelanta en 1946, en Normandy Francia, se crea “COUSIN FRÉRES”, una empresa dedicada a la reparación de vehículos ligeros y camiones, siendo que, una década después la empresa seria comparada por Bertrand Faure. (Faurecia F. , 2023)

Unos años después, hasta 1987, la empresa automotriz PEGUGEOT, crea ECIA, un fabricante de piezas independiente, y en1997, con la adquisición de Bertrand Faure por parte de ECIA, se unen estas dos entidades para crear una empresa automotriz mundial. Y así en 1998 nace Faurecia. (Faurecia F. , 2023)

Faurecia México inició operaciones en Puebla en 1997, en el Parque Industrial FINSA, como Industrias Sommer Allibert para la fabricación de interiores. Extendiéndose sus zonas de producción hasta abarcar diferentes estados como a Puebla, Querétaro, Guanajuato, San Luis Potosí, Coahuila, Sonora y Nuevo León. (Faurecia F. , 2024)

Mas adelante, en 2008, el grupo Volkswagen se convierte en el cliente número uno a nivel mundial de Faurecia. Sin embargo, esto cambia en 2021, con la fusión de PEUGEOT (PSA) y FIAT CHRYSLER AUTOMOBILES (FCA) PARA la creación de Stellantis, comenzó un nuevo capítulo en la historia de Faurecia, siendo este último el convertirse el cliente número uno de Faurecia a nivel mundial. (Faurecia F. , 2023)

Con la adquisición de una participación mayoritaria en HELLA, Faurecia y HELLA se han unido para formar FORVIA, un proveedor global de automoción con una cartera de tecnología avanzada y capacidad de innovación. Faurecia y HELLA presentaron oficialmente FORVIA, el nombre del grupo recién fusionado, el 31 de enero de 2022. (Faurecia F. , 2023)

A finales del 2020 debido a la inmensa cantidad de gastos que Faurecia estaba enfrentando debido a cargos por reclamaciones, ya que estas se debían a fallas que se presentaban en sus los productos de Faurecia pertenecientes a distintas divisiones como por ejemplo fundas y estructuras de asiento y que, hasta ese momento, la planta no se encargaba de analizarlas, únicamente hacían el pago por dichas reclamaciones. Debido a esto se tomó la decisión de crear un departamento enfocado a el análisis y resolución de dichas reclamaciones, y así en 2021 nace el departamento de garantías.

1.3 Planteamiento del problema

Conforme al avance en la sociedad, toda empresa está sujeta a estar en constante renovación para seguir dentro del mercado y poder competir con las demás empresas dedicadas al mismo ramo, junto con ello lograr satisfacer las necesidades del cliente, así como la entrega en tiempo y forma de sus productos.

En la empresa Forvia/Faurecia S.A de C.V. el problema a solucionar es la reducción de reclamos de garantías debido a defectos presentados en las fundas de asiento de automóviles.

Actualmente del total de reclamaciones de la empresa, el programa que presenta un mayor impacto es el programa de W33 de Nissan, estos defectos muestran una tendencia en incremento a través de los últimos años, siendo las líneas de asientos delanteros (conductor y pasajero) las que se muestran con el mayor número de reclamos por parte de los clientes.

En los reclamos reportados, se presenta un patrón en cuanto a los defectos que se presentan en las piezas, siendo el top offender el defecto denominado como stitching is coming apart (la costura se rasga o rompe), en la zona denominada como unión u oreja de la funda del asiento.

La resolución a este problema será a través de la implementación un plan de acción mediante el uso de diferentes recursos, tales como la metodología 8Ds, diagramas de Ishikawa, Pareto, etc. Pero especialmente, centrándonos en el uso de la metodología A3 la cual es un enfoque estructurado utilizado para resolver problemas, tomar decisiones y comunicar soluciones de manera efectiva. Dicha metodología se deriva el ciclo PDCA o también conocido como ciclo de Deming.

El ciclo de Deming es el sistema más utilizado para implantar dicho plan de mejora continua. Recibe el nombre de Edwards Deming, quien fue su principal impulsor, pero también se conoce como ciclo PHVA que son las siglas de Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, o PDCA en inglés, como se mencionó previamente (Plan, Do, Check, Act). (testing, 2023)

Este ciclo es de gran utilidad para estructurar y ejecutar proyectos de mejora de la calidad y la productividad en cualquier nivel jerárquico en una organización

A través de los distintos pasos que se implemente en la metodología A3 se planea analizar las diferentes causas que producen el aumento en el índice de reclamos que se ha presentado en la planta a través de los últimos años, identificar la causa principal e idear acciones de contramedida que nos ayuden a controlar o erradicar, dicha causa, implementarlas y comprobar su efectividad. Así una vez comprobada la efectividad de dichas acciones, realizar un seguimiento continuo en el comportamiento de los reclamos con el fin de verificar si la implementación de este proyecto, alcanzo los objetivos deseados.

1.4 Justificación

El presente proyecto tiene la finalidad de implementar un plan de acción que erradique uno de los defectos que presenta el mayor número de incidencias en el área de garantías para el programa de W33 de Nissan. Este defecto ha ido incrementando conforme el paso de los años, siendo tal que el número de reclamos incrementa en más del triple en comparación con el año anterior, y esto se ve reflejado a la par con la cantidad de cargos que la planta ha recibido en los últimos años. Si no se toman acciones que ponga fin a este defecto, el impacto que va a seguir recibiendo la planta va a ir incrementado progresivamente, afectando tanto la economía de la empresa, su imagen y la confianza de los clientes con la misma.

Este proyecto es factible de realizar ya que se cuenta con la información necesaria para realizar el análisis del defecto que se presenta, ya que se cuenta con los antecedentes del programa, que nos ayudaran a conocer cuál ha sido la tendencia de dicha falla, , a su vez, se cuenta con la información de piezas que han sido retornadas a planta para su análisis que ayudaran a determinar la causa raíz del defecto, en que líneas se ha presentado con mayor tendencia y si dicha falla se puede llegar a repetir en algún otra línea o proyecto, además de que al estar en contacto con el equipo de diseño y producción se puede llegar a acuerdo en cuanto a las acciones que se deben tomar para eliminar dicho defecto.

Con el fin de que el proyecto tenga un impacto tangible en la empresa, se busca hacer una reducción en el número de reclamaciones en el programa de W33 en un mínimo del 30%, ya que dicho programa representa el top offender en cuanto a reclamos de garantías.

1.5 Objetivos

Dentro de los objetivos del proyecto se tienen los siguientes:

1.5.1 Objetivo General:

Reducir las reclamaciones de piezas reportadas por los clientes para el año 2024 en el modelo de W33 de Nissan en un 30%.

1.5.2 Objetivo Específico:

- Conocer los antecedentes del proyecto W33.
- Analizar el registro de reclamaciones de garantías del proyecto.
- Analizar los defectos por los cuales se están presentado dichas reclamaciones.
- Centrarse en el defecto que presente el mayor impacto en el proyecto.
- Implementar un plan de acción con el fin de reducir en un 30% el impacto que se tiene en las reclamaciones de garantías dicho defecto.

1.6 Alcances y limitaciones del reporte técnico

Dentro de los alcances y limitaciones se puede mencionar.

1.6.1. Alcances

- Se desarrollará un plan de mejora que permita una reducción de defectos en la producción de piezas para satisfacer la demanda a la que le empresa está sujeta actualmente a cumplir.

- Identificación de fallas que se presentan con mayor frecuencia para analizar.
- El departamento de garantías trabajará de la mano con el departamento de diseño y el equipo de la UAP3 (Unidad autónoma de producción) del proyecto W33

1.6.2 Limitaciones

- El proyecto se enfocará en la marca Nissan
- Se implementará para el modelo W33-Rogue
- El proyecto se enfocará en las líneas de asiento

Capítulo 2. Marco Teórico

2.1 Introducción

Hoy en día, los retos son cada vez mayores. Debido, a la intensa competencia en muchos sectores de la sociedad, tanto a nivel nacional como internacional, en el campo educativo, en investigación científica, en aplicaciones de la tecnología, en el campo militar, y por supuesto, en el campo empresarial. Las organizaciones que permanecen son la que implementan, entre otras prácticas, la calidad. No solo la calidad de un producto o servicio, sino la calidad en todos sus procesos internos, y en la relación con clientes y proveedores. La calidad dentro de una empresa es un factor clave que produce satisfacción a sus clientes, empleados y accionistas. El fin de la calidad en una empresa es proveer de herramientas prácticas a la organización para una gestión integral. Y si esta gestión es ágil y fácil de ejecutar, ¡mejor!

Pero a todo esto, ¿Qué es calidad?

Las definiciones de calidad, siendo esta un aspecto subjetivo y variante según la percepción de quien la analiza, pueden ser diversas. Algunas se centran en las características del producto, mientras que otras se centran en la satisfacción del cliente. Por ejemplo, Según ESG Innova Group (2016), para Juran, la calidad consiste en no tener deficiencias, para él, la calidad es “la adecuación para el uso satisfaciendo las necesidades del cliente”.

Por su parte, La American Society for Quality Control señala calidad como: "el conjunto de funciones y características de un producto, proceso o servicio que le confieren la capacidad necesaria para satisfacer las necesidades de un determinado usuario". (Serrano, 2003)

En un sentido técnico, la calidad puede tener dos significados: 1) son las características de un producto o de un servicio que influyen en su capacidad de satisfacer necesidades implícitas o específicas; 2) Es un producto o un servicio libre de deficiencias”. Por su parte, la norma ISO-9000:2005 define calidad como: “el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”, entendiendo requisito como una necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria. (Pulido, 2010)

Según (Pulido, 2010) Si queremos dar una definición un poco menos formal, podemos definir qué, la calidad se define por la percepción del cliente, quien evalúa un producto o servicio, generalmente aprobándolo o rechazándolo. Por lo tanto, podemos decir que, la calidad se centra en la satisfacción del cliente, que está estrechamente relacionada con las expectativas que tiene sobre el producto o servicio. Estas expectativas se forman en función de diversos factores, tales como sus necesidades, experiencias previas, precio, etc. La satisfacción del cliente se logra cuando se cumplen o superan sus expectativas del producto.

2.2 Evolución de la calidad en los últimos años

Buscar que un producto reúna los atributos de calidad que desea el cliente ha sido una realidad desde la época artesanal, cuando la calidad del producto se establecía a través de la relación directa entre el artesano y el usuario. El cliente, en el momento en que el artesano le entregaba el producto, revisaba si éste tenía las características deseadas. (Pulido, 2010)

A finales del siglo XIX se observa un aumento en la producción en grandes series, lo que impulsa el crecimiento de las fábricas y la necesidad de optimizar su eficiencia. Promoviendo la necesidad de implementar una división de trabajo, ya que, en este contexto, los trabajadores en muchas ocasiones pierden la conexión con el producto final en el que están trabajando y su interés en el resultado disminuye. Surge así la necesidad de contar con un proceso de verificación posterior por parte de alguien en la cadena de fabricación para asegurar que lo producido cumpla con Las especificaciones del producto. Aquí es donde se empieza a responsabilizar a ciertos empleados (inspectores) para que evalúen el trabajo realizado por los trabajadores que realizan tareas similares (Serrano, 2003)

En el inicio del siglo XX, la inspección por estándares se volvió crucial en la producción, especialmente en la línea de ensamblaje de Henry Ford y en el modelo administrativo de Frederick W. Taylor. Este enfoque separó la producción de la inspección, dando lugar a la creación de departamentos de "Control de Calidad" para asegurar la separación de productos defectuosos, A pesar de que se vio una mejora en cuanto a la productividad, se fomentó la idea de que la calidad

era materia de los departamentos especializados en la inspección de la calidad, siendo así que durante la década de 1920 se limitó a contar y detectar la mala calidad. (Consultores, 2018)

2.3 La Estadística y la Calidad

En el desarrollo de los métodos de control de calidad dieron un giro significativo con los estudios de Walter A. Shewhart, quien, durante su tiempo en los Laboratorios Bell Telephone en la década de 1920, inició el perfeccionamiento del control de la calidad, introduciendo el muestreo estadístico de los procesos. Definió el concepto en términos de variaciones debidas a causas asignables y aleatorias, además de desarrollar los gráficos de control de proceso como una herramienta esencial para discernir entre estos dos tipos de variaciones (Consultores, 2018)

En 1931 Shewhart, dio un fundamento científico a la calidad mediante la publicación del libro *Economic Control of Quality of Manufactured Product*. En este texto se dieron a conocer las cartas de control y el estudio de la calidad a través de variables. Establece que el conocimiento obtenido con la realización de estudios estadísticos puede usarse para mejorar el control mediante la estabilización y reducción de la variación en el proceso. (Pulido, 2010)

En la misma época otros dos compañeros de Shewhart, Harold F. Dodge y Harry G. Roming, iniciaron la aplicación de la teoría estadística a la inspección por muestras y desarrollaron el muestreo de aceptación como sustituto de la inspección al 100%.

Pero a todo esto, ¿qué es la estadística?

Según Gini (1953, citado por Navarro S. 2018) “La estadística es una técnica especial apta para el estudio cuantitativo de los fenómenos de masa o colectivo, cuya mediación requiere una masa de observaciones de otros fenómenos más simples llamados individuales o particulares”

Por lo anterior podemos definir que la estadística es una ciencia que nos ayuda a la recolección, análisis, presentación e interpretación de datos

2.3.1 Muestreo estadístico

El muestreo estadístico es de vital importancia al momento de querer realizar un análisis ya sea a un lote fabricado, servicios o mediciones de un proceso debido a la inmensa cantidad de información que esto puede proveer, ya que nos permite interpretar la situación general de una población al analizar una pequeña parte de ella a la que se le denomina muestra. (López, 2018)

El muestreo estadístico es una técnica que permite elegir una muestra dentro de una población con el fin de que, al estudiarla, se puedan inferir sus conclusiones sobre la población. (López, 2018)

2.3.2 Muestreo de aceptación

La inspección por muestreo de aceptación es una medida estadística utilizada en el control de calidad. Permite a una empresa determinar la calidad de un lote de productos seleccionando un número específico para las pruebas, cuyo propósito es verificar que el fabricante entrega una calidad igual o superior a la establecida de común acuerdo con el cliente, de modo que este último reciba una calidad aceptable. Debido a la inmensa cantidad de muestras a inspeccionar dentro de un lazo de tiempo determinado y que a su vez llevar a un costo determinado, una empresa no puede probar todos y cada uno de sus productos en todo momento, al analizar a una parte del total de muestra se puede obtener un estimado del estado del producto. Esto significa que, si el fabricante aplica los procedimientos de muestreo recomendados por las diferentes normas de muestreo de aceptación, le estaría garantizando a su cliente un nivel de calidad aceptable de acuerdo con lo acordado entre las partes. (HAYES, 2023)

Entre 1943 y 1945, se impartió un curso sobre control estadístico de calidad, auspiciado por la Oficina de Investigación y Desarrollo de la Producción, diseñado por el Dr. W. Edwards Deming, influenciado por Shewhart, junto con los profesores Eugene L. Grant y Holbrook Working (Duncan, 1989). Este curso conto con la participación de 810 organizaciones, las cuales enviaron representantes para este evento, el cual marcó el inicio de la transferencia de conocimientos y metodologías estadounidenses sobre calidad hacia Japón, un país devastado por la Segunda Guerra

Mundial. En Japón, se experimentó una adopción plena del control estadístico de calidad, dando un gran salto en cuanto a la adquisición de nuevos conceptos sobre calidad. (Pulido, 2010)

En 1949 la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros (JUSE – Union of Japanese Scientists and Engineers) constituye un grupo de investigación sobre control de calidad, posteriormente, en el verano de 1950, el estadístico estadounidense W. Edwards Deming es invitado a impartir varias conferencias a altos directivos de empresas japonesas y les planteó las ventajas del control estadístico de calidad. Siguiendo sus recomendaciones, algunos de ellos empezaron a reportar incrementos en la productividad y en la disminución de las causas asignables de variación de los procesos, y en la reducción del personal encargado de efectuar la inspección. (Consultores, 2018)

Las conferencias y cursos del doctor Deming consolidaron algunas actividades previas sobre control de calidad y desencadenaron una serie de tareas a favor de la calidad de los productos japoneses, hasta convertirse en un movimiento que generó aportes clave al trabajo por la calidad.

Deming enseñó a los ejecutivos e ingenieros japoneses a estudiar y reducir la variación mediante la aplicación de cartas de control. Asimismo, mostró los principios del pensamiento científico con el ciclo PHVA: Planear, Hacer, Verificar y Actuar. (Pulido, 2010)

A pesar de que el ciclo PHVA fue introducido por primera vez por Walter Shewhart, en su libro, Control económico de la calidad de productos manufacturados, fue Deming quien posteriormente amplió y desarrolló la tesis de Shewhart. Deming no solo aplicó el método científico al control de la calidad, sino que también lo extendió a la mejora de los procesos. Deming se encargó de enseñar este enfoque, que denominó el ciclo Shewhart, a ingenieros japoneses. Fue en este contexto donde el ciclo Shewhart se fusionó con el método Kaizen, el sistema de producción de Toyota y el modelo Lean de manufactura para dar forma a como lo conocemos hoy. (Martins, 2024)

Bajo la influencia de destacados líderes japoneses como Kaoru Ishikawa, Genichi Taguchi, Shigeo Shingo y Taichi Ohno, entre otros, se perfeccionó continuamente el ciclo PHVA y se introdujeron diversas técnicas para respaldar la mejora continua, centrándose en los medios (causas) en lugar del producto final (los resultados). (Pulido, 2010)

2.4 Garantías

De acuerdo con etimologías.dechile.net, (2024) la palabra garantía tiene su origen de la palabra francesa “garant”, lo que significa “asegurar”, además, también se asocia al término germánico “waren”, que quiere decir “proteger”.

Podemos definir a las garantías como promesas o compromisos que los fabricantes hacen a los consumidores con respecto a la calidad, durabilidad y funcionamiento de un producto que tienen como fin proteger al consumidor en caso de que el producto no cumpla con las condiciones previamente mencionadas. Las garantías tienen antecedentes que se remontan a prácticas comerciales históricas y han evolucionado en respuesta a las necesidades y expectativas de los consumidores. A continuación, se presentan algunos de los eventos más importantes en la historia de las garantías de productos:

Mesopotamia y Código de Hammurabi: En la antigua Mesopotamia, ya existían ciertas disposiciones que protegían a los consumidores. El Código de Hammurabi, uno de los conjuntos de leyes más antiguos conocidos, proporciona una visión de la sociedad babilónica en ese período. Este código estaba tallado en una gran estela de diorita y se colocaba en un lugar público para que todos pudieran verlo. Contenía alrededor de 282 leyes que regulaban diversos aspectos de la vida cotidiana, incluyendo asuntos civiles, comerciales y penales. Estipula un castigo para cada transgresión de la ley, así como regulaciones que establecían responsabilidades para comerciantes y castigos por productos defectuosos. (CODHEM, Sin fecha)

En términos de comercio y relaciones comerciales, el Código de Hammurabi abordaba cuestiones de responsabilidad y garantías de productos. Algunas leyes específicas se referían a la calidad de los bienes y establecían principios de compensación en caso de que un bien resultara defectuoso. Por ejemplo, en la ley 229 menciona que, si un arquitecto construía una casa y esta se derrumbaba, el constructor podía enfrentar la pena de muerte si el colapso resultaba en la muerte del propietario. Esto refleja una forma temprana de responsabilidad por la calidad de los productos o servicios. (FRANCO, sin fecha)

Hay que tomar en cuenta que tenía reglas que seguían la idea de "ojo por ojo, diente por diente", lo que significa que las penas eran proporcionales a los daños causados. Aunque son diferentes de las leyes modernas, este código ofrece información valiosa sobre cómo las antiguas civilizaciones manejaban temas legales y de justicia, incluyendo asuntos relacionados con la calidad y garantías de productos en transacciones comerciales. (CODHEM, Sin fecha)

Posteriormente, durante el período que abarca aproximadamente desde el siglo II a.C. hasta el V d.C., la ley romana influyó significativamente en el desarrollo del derecho y tuvo impactos duraderos en muchas áreas, incluido el comercio. Uno de los principios legales importantes que se desarrolló durante este tiempo fue la "Regla de Caveat Emptor".

Regla de Caveat Emptor: En latín, "Caveat Emptor" significa "que el comprador tenga cuidado". Este principio establecía que el comprador asumía la responsabilidad de evaluar la calidad y la idoneidad de un bien antes de la compra. En otras palabras, el vendedor no estaba obligado a revelar información sobre posibles defectos, y era responsabilidad del comprador asegurarse de que el producto fuera adecuado para sus necesidades. (AEB, 2021)

Mas adelante, durante la Edad Media, que abarcó aproximadamente desde el siglo V hasta el siglo XV los gremios y las corporaciones de artesanos jugaban un papel crucial en la producción y venta de bienes. Estos gremios establecían estándares de calidad, lo que contribuía a la reputación del gremio y protegía los intereses de los consumidores, a su vez influían en la formación y capacitación de nuevos artesanos, lo que se llenaban de un sentido de orgullo e identidad para lograr productos de calidad y asumían ciertas responsabilidades para garantizar la integridad de los productos vendidos. Esto contribuía a construir la confianza del público en los bienes producidos por los artesanos del gremio. (Lifeder, 2020)

Posteriormente, durante los siglos XIX y XX la evolución de las leyes de garantías refleja cambios significativos en la protección de los derechos de los consumidores y en la regulación de las transacciones comerciales, durante esta época comenzaron a surgir leyes más específicas sobre garantías de producto. Por ejemplo, en los Estados Unidos, la ley Magnuson-Moss Warranty Act,

promulgado en 1975, fue un hito importante en la regulación de las garantías de productos. Esta ley federal establece requisitos para las garantías escritas y garantiza a los consumidores el acceso a información clara sobre los términos y condiciones de las garantías. La ley exige que las garantías escritas sean claras y fáciles de entender para los consumidores. Los términos y condiciones deben estar disponibles para los compradores antes de realizar la compra. (FTC, 2006)

Los fabricantes deben proporcionar información clara sobre la duración de la garantía y qué aspectos del producto están cubiertos. Esto ayuda a los consumidores a comprender sus derechos y expectativas en caso de problemas con el producto. (FTC, 2006)

Siendo así conforme avanzaba el siglo XX, se consolidó el principio de responsabilidad del fabricante. Esto implica que los fabricantes son responsables de garantizar que sus productos sean seguros y cumplan con ciertos estándares de calidad, y pueden ser responsables legalmente por daños causados por productos defectuosos. A lo largo de este periodo, las garantías de producto evolucionaron más allá de la mera reparación o reemplazo de productos defectuosos. Se introdujeron garantías extendidas, garantías de satisfacción del cliente y otras formas de protección para los consumidores. (González, 2019)

Posteriormente con la globalización, las empresas se volvieron más interconectadas y surgieron estándares internacionales para las garantías de productos. Organizaciones como la Organización Internacional de Normalización (ISO) desarrollan estándares que abordan la calidad y seguridad de los productos a nivel global.

Y finalmente, en la era moderna, muchas empresas han adoptado un enfoque centrado en el cliente, reconociendo la importancia de su satisfacción y la gestión efectiva de garantías para mantener la lealtad de este.

2.5 Proceso esbelto (lean)

La filosofía del lean manufacturing, también conocida como proceso esbelto o lean thinking en inglés, nació en los años 60 en la búsqueda de mejorar los sistemas de producción de la fábrica

Toyota (SPT), desarrollado principalmente por los japoneses Taiichi Ohno y Shigeo Shingo, como se detalla en Ohno (1988). (Pulido, 2010)

Ohno empezó a trabajar en Toyota en 1937 observando que antes de la guerra la productividad japonesa era muy inferior a la estadounidense. Después de la guerra, Ohno visitó Estados Unidos, donde estudió los principales pioneros de productividad y la reducción de desperdicio de ese país, como Frederick Taylor y Henry Ford. Haciendo uso de lo aprendido sobre cómo manejar inventarios reducidos, eliminar pasos innecesarios y controlar las actividades primarias, dio a nacer la metodología lean. (Tovar, 2017)

Los principios del proceso esbelto se centran en optimizar el flujo de los procesos eliminando los desperdicios y las operaciones que no agregan valor a través de herramientas que ayuden a aumentar el valor de cada actividad realizada.

Algunos de los beneficios que se obtienen al emplear esta metodología son:

- Reducción de inventario para evitar el exceso de stock
- Reducción de los costos de producción en un 50%
- Reducción de la mano de obra
- Maquinarias funcionando el mayor tiempo posible
- Disminución de desperdicios: sobreproducción, transporte, almacenaje, inventario, recursos, tiempo de entrega.
- Mayor calidad de los productos
- Menor tiempo de entrega
- Detección temprana de los problemas

2.6 Las 5 S (cinco eses)

La estrategia para aplicar la Manufactura Esbelta o Lean Manufacturing es conocida como “Las 5S”, un programa desarrollado por Toyota para conseguir mejoras duraderas en el nivel de organización, orden y limpieza, además de aumentar la motivación del personal. (Tovar, 2017)

Las 5s es una metodología cuyo enfoque principal es que para que haya calidad se requiere antes que todo orden, limpieza y disciplina. Con esto se pretende atender problemáticas en oficinas, espacios de trabajo e incluso en la vida diaria, que se producen ya que objetos tales como y útiles y herramientas de trabajo, equipos, documentos, etc., se encuentran en los lugares incorrectos y entremezclados con basura y otras cosas innecesarias, que generan desorden y desperdicios frecuentemente. (Pulido, 2010)

El nombre de la metodología de las 5 S proviene de los siguientes términos japoneses:

- a) Seiri (seleccionar): Seleccionar lo necesario y eliminar del espacio de trabajo lo que no sea útil.
- b) Seiton (ordenar): Cada cosa en su sitio y un sitio para cada cosa. Organizar el espacio de trabajo.
- c) Seiso (limpiar): Esmerarse en la limpieza del lugar y de las cosas.
- d) Seiketsu (estandarizar): Cómo mantener y controlar las tres primeras S. Prevenir la aparición de desorden.
- e) Shitsuke (autodisciplinarse): Convertir las 4 S en una forma natural de actuar

Seiri (seleccionar)

Este principio implica reconocer y categorizar los materiales esenciales necesarios para llevar a cabo el proceso. El objetivo es eliminar los elementos como piezas, documentos, muebles y herramientas que no son necesarios para realizar el trabajo y que solo obstaculizan el flujo de este.

Seiton (ordenar)

La implementación de esta segunda S se enfoca en establecer una disposición específica para cada objeto con el fin de reducir la pérdida de tiempo y energía en el movimiento de empleados y materiales. Se requiere identificar claramente la ubicación de cada material, componente o herramienta, utilizando etiquetas, dibujos, señales, entre otros métodos.

Seiso (limpiar)

Durante esta etapa, se pone énfasis en la limpieza y la inspección tanto del área de trabajo como de los equipos, con el propósito de evitar la acumulación de suciedad, lo que ayuda a mejorar la seguridad y el entorno laboral. La tarea de mantener los espacios limpios no solo tiene beneficios estéticos y ayuda a reducir la contaminación, sino que también facilita la detección de posibles problemas, como incendios o fallos en el funcionamiento de equipos.

Seiketsu (estandarizar)

El objetivo de esta fase es preservar la limpieza y la organización logradas a través de las primeras tres S mediante su aplicación continua. Se emplean varios métodos, como la visualización de imágenes y la instauración de reglas detalladas para establecer las responsabilidades de cada empleado en su entorno laboral.

Shitsuke (disciplina)

Se trata de mantener los procedimientos establecidos y asegurar su adherencia a través de la autodisciplina. A través de la supervisión periódica, inspecciones sorpresa, autoevaluación por parte de los empleados se puede promover el respeto, y contribuir a una mejora en la calidad del ambiente laboral.

2.7 Metodología para la solución de problemas

Para lograr mejores resultados en el trabajo por la calidad y la productividad es necesario que las personas que realizan acciones y proyectos de mejora apliquen metodologías de solución de problemas que han demostrado ser útiles para guiar los esfuerzos y para orientar los análisis. (Pulido, 2010)

Errores en la forma de intentar resolver problemas

Los problemas de calidad y productividad en las organizaciones son comúnmente reconocidos, y se han realizado intentos para corregirlos. No obstante, es frecuente que estos desafíos persistan sin mejoras significativas. Este estancamiento en la resolución de problemas se debe, en parte, a errores comunes que suelen ocurrir al intentar abordar y corregir las situaciones problemáticas, los cuales pueden ser:

- Atacar los efectos y los síntomas en vez de las causas raíz de los problemas. Con la corrección de los síntomas tal vez se obtienen beneficios a corto plazo, pero el problema muy posiblemente se volverá a presentar, con lo cual crece la presión.
- Se trata de resolver los problemas por reacción, por impulsos, ocurrencias y regaños, no mediante un plan de solución sustentado en métodos y herramientas de análisis. Esto hace que las soluciones sean las mismas de siempre, y no se llegue a una solución contundente.
- En ocasiones, cuando al resolver un problema sí se logra una mejora real, ésta no se alcanza a percibir en la productividad, debido a que esta acción se aplica de forma aislada y no se en toda la organización.
- Se cree que las soluciones son definitivas, al atacar al síntoma en vez de la causa raíz, haciendo pensar que de momento se ha solucionado el problema, por lo que no se generan aprendizajes, se cae en el conformismo y no se estandarizan soluciones ni se aplican medidas preventivas para que el problema no se vuelva a presentar y el avance logrado sea irreversible.

- Se sostiene una perspectiva equivocada que atribuye la mayoría de los problemas en una empresa no a su cultura organizacional, estilos de dirección, métodos de trabajo, capacitación, diseño de productos y sistemas, así como a la toma de decisiones, sino más bien a la falta de atención de los empleados, insuficiencia de recursos económicos para implementar soluciones tecnológicas, falta de respaldo gubernamental, entre otros factores.

(Pulido, 2010)

Una forma de atender estos errores es conocer las estrategias y los métodos de la calidad y la productividad, y promover que más equipos de mejora apliquen el ciclo PHVA en la solución de problemas y en la ejecución de proyectos de mejora. (Pulido, 2010)

2.8 El ciclo de Deming o ciclo PHVA

Las organizaciones deben configurar planes de gestión y mejora continua con los que consigan mejorar su competitividad y calidad de sus procesos, reduciendo costes y fallos, optimizando la productividad y eliminando riesgos. El ciclo Deming es el sistema más utilizado para implantar dicho plan de mejora continua. Recibe el nombre de Edwards Deming, quien fue su principal impulsor, pero también se conoce como ciclo PHVA que son las siglas de Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, o PDCA en inglés (Plan, Do, Check, Act). (testing, 2023)

Este ciclo es de gran utilidad para estructurar y ejecutar proyectos de mejora de la calidad y la productividad en cualquier nivel jerárquico en una organización. En este ciclo, también conocido como el ciclo de Shewhart, Deming o el ciclo de la calidad, se desarrolla de la siguiente manera:

PLAN (Planificar)

Esta etapa posee la mayor influencia. A través de estrategias como la formación de equipos de trabajo, la realización de encuestas entre los empleados y la exploración de tecnologías innovadoras es necesario determinar:

- El problema o actividad que mejorar.
- Los objetivos que alcanzar.
- Los indicadores de control.
- Los métodos y herramientas para llevarlo a cabo.

Las herramientas comúnmente utilizadas son:

Diagrama de Gantt: planificación y seguimiento de actividades y proyectos.

Método de diseño intuitivo Poka-yoke: diseño a prueba de errores.

AMFE: análisis modal de fallos y efectos.

Lluvia de ideas (brainstorming): participación de todas las partes implicadas.

(testing, 2023)

DO (Hacer)

Se ejecuta lo acordado en el plan de mejora normalmente a través de una prueba piloto.

. Esta fase incluye:

- Verificar y aplicar las correcciones planificadas.
- Introducir las modificaciones al plan inicial si el resultado de las correcciones no ha sido positivo.
- Registrar lo desarrollado y los resultados obtenidos.
- Formar al personal que deba aplicar las soluciones desarrolladas.

(testing, 2023)

CHECK (Controlar)

Mediante herramientas de control como Diagrama de Pareto check lists, se comprueba si la mejora implementada ayudo a alcanzar el objetivo deseado. (testing, 2023)

ACT (Actuar)

Si se logra la meta prevista, la mejora se incorporará de manera permanente. En caso contrario, se revisará el progreso para identificar errores y se iniciará un nuevo ciclo PDCA. Con esto, se concluye el ciclo, marcando la última de las fases, donde se ajusta el plan de mejora. La solución al problema se estandariza y se establecen condiciones para su mantenimiento, cerrando así el ciclo y retroalimentándolo al regresar a la primera fase. (testing, 2023)

La filosofía de este ciclo lo hace de gran utilidad para perseguir la mejora mediante diferentes metodologías. Actualmente hay muchas metodologías de desarrollo de un proyecto que de alguna forma incorporan la filosofía del ciclo PHVA, y esto se puede ver tanto en los pasos recomendados para ejecutar un proyecto de proceso esbelto o de mejora continua (Pulido, 2010)

2.9 Metodología A3

Una de estas metodologías es la denominada A3, la cual es un enfoque estructurado utilizado para resolver problemas, tomar decisiones y comunicar soluciones de manera efectiva. Derivado del sistema de gestión Lean. Esta metodología se originó en Toyota y es una parte integral del sistema de producción de la compañía, que es conocido como el Sistema de Producción Toyota (TPS). Isao Kato (ex gerente de Toyota) lo describe como un híbrido entre el ciclo PDCA y la filosofía de Toyota para hacer las cosas visibles. Este método se caracteriza por presentar toda la información esencial en una sola página, conocida como "A3", el nombre A3, proviene del tamaño de papel A3 europeo que corresponde a 11 pulgadas por 17 pulgadas o 29.7 cm x 42 cm. (Tsonev, SIN FECHA)

La metodología A3 jugó un papel importante en el éxito comercial de Toyota. En consecuencia, este se convirtió en una herramienta de amplio uso, actualmente utilizada en varias industrias. A continuación, se explicará de manera más detallada en que consiste la metodología A3:

1. Definición del Problema (Planificar):

Identifica y define claramente el problema u oportunidad de mejora. Es fundamental entender el contexto y la importancia del problema. Describe la brecha entre la situación actual y la deseada.

2. Análisis de la Situación Actual (Planificar):

Recopila datos y realiza un análisis para comprender la situación actual. Utiliza herramientas como diagramas de flujo, diagramas de Ishikawa (espina de pescado), diagramas de Pareto, etc.

3. Establecimiento de Objetivos (Planificar):

Define metas específicas y medibles para abordar el problema. Establece criterios claros para el éxito. Los objetivos deben ser alcanzables y alineados con la visión general de la organización.

4. Análisis de Causa Raíz (Planificar):

Profundiza en las causas fundamentales del problema utilizando herramientas como los "5 Por Qué" o diagramas de Ishikawa. Busca abordar las causas subyacentes en lugar de los síntomas.

5. Desarrollo de Contramedidas (Hacer):

Propone soluciones y acciones correctivas para abordar las causas raíz identificadas. Define quién hará qué y cuándo. Se centra en acciones específicas y realistas.

6. Plan de Implementación (Hacer):

Detalla cómo se llevarán a cabo las contramedidas. Define un plan de acción específico, incluyendo recursos, plazos y responsabilidades. Es importante asegurar la viabilidad y factibilidad de la implementación.

7. Seguimiento y Evaluación (Verificar):

Implementa las contramedidas y realiza un seguimiento de los resultados. Evalúa si las acciones han tenido el impacto esperado en función de los objetivos establecidos.

8. Estandarización (Actuar):

Si las contramedidas son efectivas, documenta y estandariza los nuevos procesos para prevenir la recurrencia del problema. Asegura que las lecciones aprendidas se incorporen al sistema.

9. Lecciones Aprendidas y Reflexión (Actuar):

Reflexiona sobre el proceso de mejora. Identifica lecciones aprendidas y cómo se puede mejorar el enfoque en el futuro. Busca oportunidades para aplicar estas lecciones en otras áreas.

2.10 Ocho disciplinas para el proceso de resolver un problema (8D)

El proceso 8D es una metodología que igualmente incorpora la filosofía del ciclo PHVA, esta metodología tiene como principio guiar a una solución de un problema que requiere, primeramente, una respuesta urgente e inmediata a manera de contención y, en seguida, una solución de fondo. (Pulido, 2010)

Los pasos a seguir en esta metodología son:

D1. Formar el equipo adecuado al problema: Formar un equipo que tengan las habilidades, experiencia y autoridad para resolver el problema e implementar las soluciones.

D2. Describir y delimitar el problema: Se debe tener una descripción clara del problema y delimitar exactamente lo que se atenderá.

D3. Implementar una solución provisional a manera de contención: implementar una solución tanto para buscar que el problema no empeore como para atenuar un poco los efectos negativos, permitiendo ganar tiempo para abordar el problema con profundidad.

D4. Encontrar la causa raíz: Con un análisis y reflexión más profundos es necesario encontrar la verdadera causa raíz del problema, apoyándose en datos para verificar que efectivamente se ha encontrado dicha causa.

D5. Implementar acciones correctivas efectivas: es decir, decidir qué tipo de medidas se tomarán para atender la causa del problema. Asegurarse de que las acciones correctivas propuestas no tengan efectos no deseado y que estas ayuden a disminuir el problema.

D6. Implementar una solución permanente: con la experiencia del punto anterior, decidir soluciones principales y complementarias, que ayuden a eliminar la cusa raíz del problema, monitoreando los resultados en el proceso.

D7. Evitar que el problema se repita: transversalizando los aprendizajes adquiridos del proceso, procedimientos e instrucciones de trabajo.

D8. Reconocer al equipo: Comunicar lo hecho y los logros obtenidos, reconociendo en todo momento a las personas que conforman el equipo. Intentar replicar los aprendizajes en otras áreas de la organización.

(Pulido, 2010)

2.11 El diagrama de Pareto (DP)

Los problemas que se presentan dentro de una organización, el 80% de ellos se deben a causas comunes, es decir, a problemas o situaciones que afectan de forma continua los procesos. Sin embargo, en cualquier proceso, solo unos pocos problemas o situaciones críticas contribuyen significativamente a la problemática general de una empresa o proceso. Lo anterior es el principio del diagrama de Pareto, el cual es un gráfico de barras especializado en el análisis de datos categóricos. Como se mencionó previamente, el objetivo de dicho diagrama es el de identificar los problemas críticos y las causas de estos. La idea es, al buscar mejorar un proceso o resolver sus problemas, no se deben abordar todos los problemas y causas a la vez, sino que se deben establecer prioridades y dirigir los esfuerzos hacia donde puedan tener el mayor impacto, basándose en datos analizados. (Román & Humberto , 2013)

El Diagrama de Pareto no solo ayuda a identificar el problema que presenta un mayor impacto, sino que también facilita la comunicación, fomenta la colaboración y sirve como un recordatorio constante de la falla principal. Aplicable a diversos ámbitos, este enfoque permite evaluar objetivamente las mejoras logradas en un proyecto, observando la reducción en la altura de la barra

correspondiente. En términos generales, resulta más viable reducir a la mitad una barra alta que llevar una barra pequeña a cero. (Pulido, 2010)

Pasos para la construcción de un diagrama de Pareto

1. Decidir y delimitar el problema a solucionar, recolectar datos y seleccionar lo que se analizará.
2. Discutir y decidir el tipo de datos que se van a necesitar y los posibles factores que sería importante clasificar la información por orden de prioridad.
3. Definir el periodo de tiempo del que se tomarán los datos.
4. Al terminar de obtener los datos, construir una tabla en la que se cuantifique la frecuencia con la que se presenta cada defecto, su porcentaje y demás información
5. Construir una gráfica de barras para representar los datos, ordenando las categorías por su impacto.
6. Con la información del porcentaje acumulado, graficar una línea acumulada
7. Documentar los datos correspondientes, como títulos, periodo, área de trabajo, etcétera.
8. Interpretar la gráfica y, si existe una categoría que predomina, hacer un análisis de Pareto de segundo nivel para localizar los factores que influyen más en la misma

(Román & Humberto , 2013)

2.12 Diagrama de Ishikawa o diagrama de causa-efecto

Una vez que queda bien definido, delimitado y localizado dónde se presenta un problema importante, es momento de investigar sus causas. Una herramienta de especial utilidad para esta

búsqueda es el diagrama de Ishikawa: El diagrama de Ishikawa, o diagrama de pescado, es una herramienta que identifica problemas de calidad y les da solución al representar de forma gráfica los factores que involucran la ejecución de un proceso. También es conocido como diagrama de causa-efecto o de las 6 M. (Pulido, 2010)

Kaoru Ishikawa es el creador de esta metodología que desarrolló en 1943. El gran valor que tuvo su idea fue elaborar un análisis gráfico para que fuera más comprensible. Este esquema también se basa en la premisa de que todo problema tiene una causa; de algo que está mal en un proceso. Entonces hay que identificar de dónde surgen las acciones que están conformando ese problema. (Rodrigues, 2024)

Ishikawa hablaba de seis métodos o grandes bloques que todo negocio posee para su funcionamiento. Los 6 bloques o grandes áreas donde se pueden alojar las causas de un problema son:

2.12.1 Método de las 6M

El método de las 6 M es ampliamente utilizado y se basa en la clasificación de posibles causas en seis categorías principales: métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Estas seis categorías abarcan de manera integral todos los aspectos de un proceso, y cada una contribuye a la variabilidad del producto final. Por lo tanto, es razonable suponer que las causas de un problema estarán asociadas con alguna de estas seis categorías. (Román & Humberto , 2013)

Las 6M que pueden ser causas potenciales de problemas en manufactura se dividen en:

1.- Mano de obra o gente

Se evalúa las habilidades, capacitaciones, motivaciones y eficiencias del personal que está involucrado en el proceso.

- Conocimiento: ¿la gente conoce su trabajo?
- Entrenamiento: ¿están entrenados los operadores?
- Habilidad: ¿los operadores han demostrado tener habilidad para el trabajo que realizan?
- Capacidad: ¿se espera que cualquier trabajador pueda llevar a cabo de manera eficiente su labor?
- ¿La gente está motivada?, ¿sabe la importancia de su trabajo por la calidad?

2.- Métodos

Aquellos procedimientos mediante los cuales se lleva a cabo esa determinada actividad ya que normalmente, los problemas se generan cuando no hay un proceso claro a seguir.

- Estandarización: ¿las responsabilidades y los procedimientos de trabajo están definidos clara y adecuadamente o dependen del criterio de cada persona?
- Excepciones: cuando el procedimiento estándar no se puede llevar a cabo, ¿existe un procedimiento alternativo claramente definido?
- Definición de operaciones: ¿están definidas las operaciones que constituyen los procedimientos?, ¿cómo se decide si la operación fue hecha de manera correcta?

La contribución a la calidad por parte de esta rama es fundamental, ya que por un lado cuestiona si están definidos los métodos de trabajo, las operaciones y las responsabilidades, y por el otro, en caso de que sí estén definidos, cuestiona si son adecuados.

3.- Máquinas o equipos

Incluye aquello relacionado con el equipo, maquinaria o herramienta utilizada en el proceso de trabajo. En muchas ocasiones, lo que provoca un problema se relaciona con los defectos en los equipos utilizados.

- Capacidad: ¿las máquinas han demostrado ser capaces de dar la calidad que se les pide?
- Condiciones de operación: ¿las condiciones de operación en términos de las variables de entrada son las adecuadas?, ¿se ha hecho algún estudio que respalde esta afirmación?

- ¿Hay diferencias?: al hacer comparaciones entre máquinas, cadenas, estaciones, instalaciones, etc., ¿se identificaron grandes diferencias?
- Herramientas: ¿hay cambios de herramientas periódicamente?, ¿son adecuados?
- Ajustes: ¿los criterios para ajustar las máquinas son claros y se determinaron de forma adecuada?
- Mantenimiento: ¿hay programas de mantenimiento preventivo?, ¿son adecuados?

4.- Material

Los materiales empleados en algunos casos no son de la calidad que se necesita para desempeñar la producción.

- Variabilidad: ¿se conoce cómo influye la variabilidad de los materiales o materia prima sobre el problema?
- Cambios: ¿ha habido algún cambio reciente en los materiales?
- Proveedores: ¿cuál es la influencia de múltiples proveedores?, ¿se sabe si hay diferencias significativas y cómo influyen éstas?
- Tipos: ¿se sabe cómo influyen los distintos tipos de materiales?

5.- Mediciones

Se debe analizar la recolección de los datos y la medición de los resultados alcanzados hasta el momento, muchas veces, los problemas que se generan debido a esta razón tienen que ver con mediciones imprecisas o el uso de sistemas de análisis inadecuados

- Disponibilidad: ¿se dispone de las mediciones requeridas para detectar o prevenir el problema?
- Definiciones: ¿están definidas operacionalmente las características que se miden?
- Tamaño de muestra: ¿se han medido suficientes piezas?, ¿son lo bastante representativas como para sustentar las decisiones?
- Repetibilidad: ¿se tiene evidencia de que el instrumento de medición es capaz de repetir la medida con la precisión requerida?

- Reproducibilidad: ¿se tiene evidencia de que los métodos y criterios usados por los operadores para tomar mediciones son los adecuados?
- Calibración o sesgo: ¿existe algún sesgo en las medidas generadas por el sistema de medición?

6.- Medio ambiente

Se analizan las condiciones medioambientales en las que se realiza el proceso, como la temperatura, humedad e iluminación. Estas condiciones pueden llegar a afectar la ejecución de la actividad.

- Ciclos: ¿existen patrones o ciclos en los procesos que dependen de las condiciones del medio ambiente?
- Temperatura: ¿la temperatura ambiental influye en las operaciones?

(Román & Humberto , 2013)

Pasos para la construcción de un diagrama de Ishikawa

- 1.- Definir el problema o tema a analizar. Es importante tener claridad en la importancia del problema.
- 2.- Diseñar el diagrama, creando una línea horizontal en el centro de la hoja, siendo esta línea será la columna vertebral del pez y en el extremo se debe colocar el problema que se busca solucionar.
- 3.- A través de una lluvia de ideas y usando el método de las 6M, buscar todas las causas probables del problema en cuestión. Agregando estas causas en las espinas a lo largo de la línea horizontal.
- 4.- Representar en el DI las ideas obtenidas y, al analizar el diagrama, preguntarse si faltan algunas otras causas aún no consideradas; si es así, agregarlas.

5.- Analizar las causas de forma específica, tomando en cuenta todos los factores que se relacionan a cada categoría investigada, como la falta de capacitación, motivación, medio ambiente, etc. y decidir cuáles son las causas más importantes.

6.- Decidir sobre qué causas se va a actuar tomando en cuenta que tan factible que resulta corregir cada una de las causas más importantes y que tanto impacto representara la corrección de estas.

7.- Preparar un plan de acción para cada una de las causas a investigarse o corregirse, de tal forma que se determinen las acciones que se necesitan realizar.

(Capitalbolsa, 2023)

2.13 METODOLOGIA DE LOS 5 PORQUES

Otra herramienta comúnmente utilizada en el análisis de un problema para encontrar su causa raíz es la metodología de los 5 porques, la cual es una técnica que consiste en realizar preguntas repetitivas, usadas para explorar las relaciones de causa y efecto en cuanto a un problema en específico. El objetivo principal de la técnica es determinar la causa raíz de un defecto o problema repitiendo la pregunta "¿Por qué?". Cada respuesta forma la base de la siguiente pregunta. El "5" en el nombre se deriva del número de preguntas requeridas que se tiene que realizar para poder determinar la causa raíz. (Rodriguez, 2019)

La técnica fue originalmente desarrollada por Sakichi Toyoda y fue usada dentro de Toyota Motor Corporation durante la evolución de sus metodologías de fabricación. El arquitecto del sistema de producción Toyota, Taiichi Ohno, describió el método de los 5 ¿Por qué? como las bases de un enfoque científico de Toyota mediante la repetición de los 5 ¿por qué?, la naturaleza del problema, así como su solución se hace clara. La herramienta ha tenido un uso extendido más allá de Toyota, y ahora es usada dentro de Kaizen, Lean Manufacturing; Lean Construction y Six Sigma. (Medina, 2021)

Las características más destacadas en cuanto a esta metodología son las siguientes:

- Mantiene la investigación basada en hechos preguntando: ¿por qué ocurrió?
- Genera muchas ideas enfocadas en el camino de la causa más probable
- Si hay más de una causa raíz, se deberá desarrollar más de una acción correctiva
- Es más eficaz cuando se usa para analizar incidentes simples con pocas causas
- Se debe iniciar las preguntas con el hecho último que generó el incidente (acción o condición)

Pasos a seguir en la metodología de los 5 porqués:

- Paso 1: Reunir al equipo de participantes para trabajar los 5 porqués

Esta técnica 5 porqués se utiliza mejor en equipos pequeños (5 a 10 personas). La idea es tener todos los puntos de vista, ideas y contribuciones por parte de todo el equipo al momento de empezar con la primera pregunta: ¿Por qué ocurre el problema?

- Paso 2 – 2do ¿por qué? en 5 porqués

Una vez que las causas probables hayan sido identificadas, empezar a preguntar “¿Por qué es así...?” o “¿Por qué está pasando esto...?”

- Paso 3 – Preguntar los 5 porqués

Continuar preguntando «¿Por qué?» al menos cinco veces. Esto retará al equipo a buscar más a fondo del problema y no conformarse con causas ya «probadas y ciertas»

- Paso 4 – Seguir preguntando más de 5 porqués

Habrán ocasiones en las que se podrá ir más allá de las cinco veces preguntando «por qué» para poder obtener las causas principales y otras en las que no será posible llegar a cinco veces pues la causa raíz ya fue encontrada.

- Paso 5 – Causa raíz con 5 porqués

Llevar a cabo las preguntas necesarias hasta que el equipo considere que ya se encontró la causa raíz. La técnica 5 Porqués requiere que el equipo pregunte «¿Por qué?» aproximadamente cinco veces, o trabaje a través de cinco niveles de detalle aproximadamente. Una vez que sea difícil para

el equipo responder al último de los “Porqués”, la o las causas más probables habrán sido identificadas

2.14 MAPA DE CALOR

Un mapa de calor se asemeja a una tabla organizada en rectángulos que emplea colores en lugar de números para representar los valores de las celdas. El eje x generalmente refleja una medida de tiempo, aunque puede ser cualquier variable, mientras que el eje y representa una variable que define las categorías de los datos. Todos los rectángulos tienen el mismo tamaño y se colorean para visualizar la magnitud de una tercera variable. Comúnmente, se utiliza el color rojo intenso y brillante para denotar el valor más alto, mientras que el gris indica un valor bajo. La cifra en cada celda es la media de los campos o variables continuas correspondientes a cada par de categorías. (IBM, 2021)

Aunque en sus inicios se empleaban para representar temperaturas, los mapas de calor se utilizan en la actualidad para diversos tipos de datos. Resultan especialmente útiles para conjuntos de datos extensos, ya que permiten visualizar la variabilidad a lo largo de múltiples variables, revelar patrones, mostrar similitudes entre variables y detectar posibles correlaciones entre estas. (JPM, 2024)

2.15 TRABAJO ESTANDARIZADO

El trabajo estandarizado es una práctica clave en la gestión de la calidad y la eficiencia en muchas organizaciones, especialmente en el contexto de Lean Manufacturing y otras metodologías de mejora continua. Se refiere a la creación y documentación de procesos y procedimientos específicos que describen de manera detallada cómo se deben realizar las tareas y actividades dentro de una organización.

El Trabajo Estandarizado (standard work) es de muy fácil comprensión desde el punto de vista teórico, pero su complejidad es mostrada al momento de su aplicación, que es donde en realidad

se aprende, con diferentes formas de variantes, o demanda del cliente, dependiendo del proceso en que se aplique. (SGC, sin fecha)

Dentro de sus objetivos están los siguientes:

1. **Documentación detallada:** El trabajo estandarizado implica la creación de documentación detallada que describe cada paso de una tarea o proceso. Esto puede incluir instrucciones, ilustraciones, listas de verificación y otra información relevante.
2. **Consistencia:** El objetivo principal del trabajo estandarizado es asegurarse de que las tareas se realicen de manera consistente y de alta calidad cada vez que se ejecutan. Esto es esencial para garantizar que los productos o servicios cumplan con los estándares de calidad y las expectativas del cliente.
3. **Facilita la formación:** El trabajo estandarizado es una herramienta valiosa para la capacitación de nuevos empleados. Les proporciona un conjunto claro de instrucciones para aprender y seguir, lo que acelera su proceso de incorporación y reduce los errores.
4. **Identificación de problemas:** Cuando los procesos están estandarizados, los problemas y las anomalías son más fáciles de identificar. Si algo no está funcionando según lo esperado, es más fácil rastrear el problema hasta su origen y tomar medidas correctivas.
5. **Mejora continua:** El trabajo estandarizado no es estático; se espera que evolucione con el tiempo a medida que se identifiquen oportunidades de mejora. Los empleados y equipos pueden sugerir actualizaciones a los procedimientos para hacerlos más eficientes o efectivos.
6. **Ahorro de tiempo y recursos:** Al tener procesos bien definidos, se evitan errores costosos y se ahorra tiempo que de otro modo se gastaría en solucionar problemas causados por la falta de estandarización.

7. **Reducción del estrés y la ambigüedad:** Los empleados se sienten más seguros y menos estresados cuando tienen procedimientos claros y predecibles para seguir. También se reduce la ambigüedad en cuanto a cómo se deben realizar las tareas.
8. **Mejora la comunicación:** El trabajo estandarizado facilita la comunicación entre los miembros del equipo y las diferentes partes de la organización al establecer una terminología y un conjunto común de prácticas.
9. **Cumplimiento de normativas y estándares:** En ciertas industrias, especialmente aquellas reguladas, el trabajo estandarizado es esencial para cumplir con normativas y estándares de calidad y seguridad.
10. **Gestión eficaz del cambio:** Cuando se realizan cambios en los procesos, el trabajo estandarizado proporciona una base sólida para implementar y medir el impacto de esos cambios.

En resumen, el trabajo estandarizado es una herramienta esencial para garantizar la calidad, la eficiencia y la mejora continua en una organización. Facilita la consistencia, la formación, la identificación de problemas y la comunicación, lo que conduce a una operación más efectiva y una mayor satisfacción del cliente.

2.16 Análisis SMART

SMART es un acrónimo del inglés Specific, Measurable, Acceptable, Realistic, and Time-bound, lo que significa específico, medible, aceptable, realista y con límite de tiempo. Es una metodología utilizada para establecer objetivos realistas, definidos y alcanzables. (Martins, 2024)

¿Qué son los objetivos SMART y qué significan sus siglas?

A) Específico/Specific

Formula tu objetivo lo más preciso y específico posible. Cualquier persona debe entender el objetivo. Preferiblemente se vincula a un número, cantidad o porcentaje. (Martins, 2024)

Preguntas de apoyo:

- ¿Qué queremos lograr?
- ¿Quiénes y qué están involucrados?
- ¿Cuándo es la fecha límite?
- ¿Qué es esencial para que esto sea un éxito?
- ¿Por qué es tan urgente este objetivo?

B) Medible/ Measurable

Los objetivos deben ser medibles, ya que esto ayudará a evaluar el éxito o el fracaso de tu proyecto, ya que, sin ningún progreso visible, no hay forma de evaluar si se logra tu objetivo. Se debe establecer un punto de referencia o una medición de referencia para rastrear la mejora ya sea una fecha límite, un número, un cambio porcentual o algún otro elemento cuantificable. (Martins, 2024)

Preguntas de apoyo:

- ¿Cómo sabes que se logra el objetivo?
- ¿Qué esfuerzos tenemos que hacer?
- ¿Cómo puede ser medido?

C) Aceptable/Acceptable

En otros acrónimos del modelo SMART, el A es a veces una abreviatura de Asignable, Alcanzable o Aceptable: debes asegurarte de que estás estableciendo objetivos realistas que se puedan alcanzar. Los objetivos no deben estar totalmente fuera del ámbito de lo posible. (Martins, 2024)

Preguntas de apoyo:

- ¿Estamos todos de acuerdo en que este es el objetivo?
- ¿Cómo se logra el objetivo?
- ¿Quién participará en esto?
- ¿Cuáles son los pasos concretos a seguir para lograr esto?

D) Realista/Realistic

Las letras “A” y “R” de SMART mantienen cierta relación. Además de establecer objetivos ‘alcanzables’ o “aceptables”, también se debe buscar que estos sean ‘realistas’. Un objetivo realista es factible y debe ser relevante para todos aquellos que están trabajando en él, que tienen los recursos adecuados en tiempo, dinero y capacidad. (Martins, 2024)

Preguntas de apoyo:

- ¿Es un objetivo que vale la pena?
- ¿Tenemos los recursos adecuados para comenzar esto?
- ¿Este objetivo se alinea con mi misión y visión?

E) Limitación de tiempo/Time-bound

El último aspecto de una meta SMART es el del tiempo. Crea un tiempo claro de inicio y una fecha límite. Sin un plazo de tiempo definido, tu proyecto podría prolongarse, tener métricas de éxito poco claras y podría surgir alguna complicación en el proceso. Se debe asegurar de tener suficiente tiempo en caso de que ocurran circunstancias imprevistas. (Martins, 2024)

Preguntas de apoyo:

- ¿Cuánto tiempo llevará alcanzar esta meta?
- ¿Cuándo voy a trabajar en este objetivo?

- ¿Cuándo se debe completar la meta?

Capítulo 3. Metodología

3.1 Metodología del proceso

Dentro del ambiente de diseño tanto de productos o de procesos debemos tener métodos y técnicas para resolver problemas que se nos presenta en el desarrollo de un prototipo, especialmente en ingeniería cuando se trata de sistemas que se involucra más de una disciplina, es necesario la combinación de varias tecnologías para la solución de un problema. (Emilio, 2005)

El propósito de utilizar una metodología es proporcionar un marco sistemático y organizado para llevar a cabo el estudio de la problemática a solucionar. La metodología es esencial en cualquier investigación porque ayuda a estructurar el proceso de investigación, garantizando que se sigan pasos lógicos y que se recopile información de manera precisa y confiable, llegando así a una solución clara y precisa.

Para el desarrollo de este proyecto, se utilizará la metodología de resolución de problemas A3, la cual se basa en el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar. Aunque parece ser un proceso gradual, el método tiende a utilizarse de manera iterativa, actualizándose cíclicamente las secciones de problemas y soluciones.

¿Por qué usar el enfoque A3 para solucionar problemas?

La metodología A3 es un enfoque estructurado utilizado para resolver problemas, tomar decisiones y comunicar soluciones de manera efectiva. Como se mencionó previamente, esta metodología se deriva del sistema de gestión Lean, y a su vez se basa en el ciclo PDCA y la filosofía de Toyota para hacer las cosas visibles. Lean proporciona una ventaja competitiva y beneficios estratégicos y operacionales a partir de su objetivo de aumentar el valor entregado al cliente y reducir el desperdicio. Participar en un proceso que permite al equipo encontrar la mejor solución correcta en el menor tiempo posible es extremadamente beneficioso.

Es comprensible que algunos informes y propuestas deban contener cientos de páginas de datos, y tienen su lugar en un entorno empresarial. Pero a su vez el valor y la ventaja que tiene destilar esta información a una página, y aumentando la rapidez con la que se pueden tomar decisiones en base a ello es igual de importante. Además del ahorro de tiempo, la oportunidad de utilizar el enfoque sistemático del Ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar suplementa la capacidad de resolución de problemas que se requiere para proponer buenas soluciones.

3.2 Pasos de la metodología utilizada

Los pasos a seguir para la implementación de la metodología son las siguientes

Paso 1: El título

Debe centrarse en el problema que está tratando de resolver, y no en la solución que está tratando de transmitir. Ejemplos de títulos son: “Disminuir el malentendido del equipo en las instrucciones de la tarea” o “Reducir las quejas de los clientes con el producto XYZ”.

Paso 2: Antecedentes

La sección de antecedentes del informe transmite importantes hechos relacionados, y cómo el problema se alinea con los objetivos estratégicos de la empresa. Presentar esto justo ahí en la página ayuda a minimizar el costo que una junta de ejecutivos altamente remunerados tendría que gastar en ver un problema, sin la garantía de que lo entiendan, ni de que lleguen a la solución correcta. Considere esta lista de verificación para su sección de antecedentes:

- ¿Conozco las necesidades de la audiencia de mi informe?
- ¿He proporcionado suficiente contexto?
- ¿Lo que estoy presentando se ajusta a los objetivos estratégicos de la audiencia?
- ¿Puede explicarse el contexto en 30 segundos?

Paso 3: Condición actual

Una definición correcta y una buena comprensión del problema es la vía para encontrar la solución correcta. Eso hace que trabajar en la definición de la condición actual sea el 90% del esfuerzo de la A3.

El objetivo aquí es asegurarse de que todo el mundo es consciente de cuál es el problema, si el informe lo documenta correctamente, o si hay algo que la gente sabe para cuestionar los hallazgos del informe. El uso de gráficos, tablas u otras ayudas visuales es beneficioso.

Paso 4: Objetivo

El blanco al que estás apuntando. Si le das a este blanco, sabes que tu esfuerzo por resolver problemas ha sido un éxito. Pero necesitas saber qué métrica se usará para medir el éxito, y cuál es la definición de éxito. Un ejemplo podría ser reducir las quejas de los clientes en un 15%, medido por las estadísticas del centro de llamadas.

Paso 5: La causa raíz

El enfoque de la sección de la causa raíz debe ser diferenciar entre los hechos y las opiniones con respecto a la causa y el efecto de un problema. Puedes incluir tus hallazgos de Ejercicio de los 5 Por Qué, un diagrama Ishikawa, o cualquier otro resultado de tus esfuerzos de Análisis de Causa Raíz. Si la causa raíz no está definida con corrección, el problema probablemente resurgirá, causando desperdicio, y por lo tanto negando los principios de Lean.

Paso 6: Contramedidas

Las contramedidas sugeridas deberían ser las medidas correctivas a adoptar, para que se resuelva la causa fundamental del problema. Si no es posible - sin una revisión del proceso - se pueden utilizar acciones de contención en su lugar para evitar que el problema afecte directamente al cliente. Está bien abordar los problemas complejos de forma iterativa, junto con los valores de mejora continua.

La sección puede incluir una tabla con las causas del problema, las acciones realizadas, los propietarios de las acciones y los resultados obtenidos.

Paso 7: Confirmación del efecto

Dado que el ejercicio A3 se basa en el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar, esta sección de su informe debe mostrar el esfuerzo que ha realizado para confirmar sus conclusiones, la prueba de que ha resuelto el problema. Por ejemplo, los ingenieros de software tienden a incluir muestras de la réplica de los errores originales y de la verificación de que ya no se presentan después de un arreglo.

Si el ejercicio no se ha realizado todavía, es decir, cuando se presenta un plan para obtener la aprobación, se debe esbozar qué ejercicios se realizarán para comprobar si el plan ha tenido éxito.

Paso 8: Acciones de seguimiento

La sección final debe incluir cualquier otra acción que desee que se considere. Un principio al que vale la pena adherirse aquí es el paso “Shitsuke – Sustain - Sostener” de las 5S. Considere lo que debe hacer para asegurar que los beneficios de este ejercicio se mantengan, y ¿Podrían ser traducidos a otras áreas de la compañía?

3.3 Implementación

3.3.1 Título

Para del desarrollo del proyecto siguiendo los pasos de la metodología mencionada previamente, lo primero que se realizo fue definir el nombre del proyecto:

 **Proyecto: reducción de reclamaciones de garantías por el defecto “Stitching is coming apart”**

3.3.2 Antecedentes

Con el fin de dar una breve explicación del contexto en el que se encuentra la empresa, se realizó un análisis del número de reclamaciones que se reportaron para las líneas de W33 (Rogue-NISSAN) en los últimos años (2021-2023):

Años	Piezas Reportadas
2021	22
2022	113
2023	476
Total	611

Tabla 1 Reclamaciones de W33/T33 años 2021-2023

Como se muestra en la tabla, el número de reclamaciones ha ido incrementando de manera que cada año incrementa a más del cuádruple en comparación con el año anterior

Se hizo un análisis en el cual se muestra que dependiendo del tiempo que lleve la pieza en servicio, se llega a presentar el defecto. En la siguiente gráfica se muestra la relación de a los cuántos meses de servicio que llevaba la pieza se presentó el defecto.

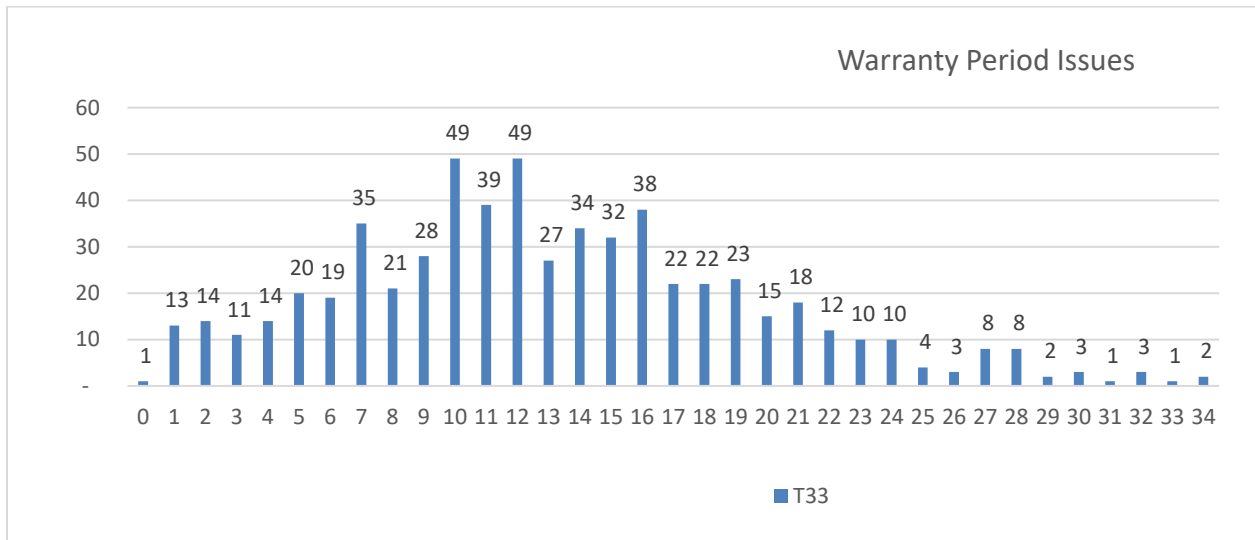


Figura 1 Grafica de Reclamaciones vs meses en servicio

Como se logra apreciar, las piezas que están dentro de los 5 a los 21 meses en servicio, son las que muestran el mayor número de defectos presentados. Siendo estas sobre las que nos vamos a enfocar para realizar los respectivos análisis.

3.3.3 Condición Actual

Una vez comprendido el contexto general, se procede a explicar la situación actual en la que nos encontramos.

Como se pudo apreciar previamente, el año en el cual se presenta el mayor impacto de reclamaciones es el 2023, el cual cuenta con un total de 476 reclamaciones las cuales representan el 77% de las reclamaciones totales.

Para el programa de W33 se producen las siguientes piezas:

- PRIMERA FILA

Asiento delantero conductor (FC LH)

Asiento delantero pasajero (FC RH)

Respaldo delantero conductor (RB LH)

Respaldo delantero pasajero (RB RH)

- SEGUNDA FILA

Asiento trasero 100% / Banca

Respaldo Trasero 40%

Respaldo Trasero 60%

Coderas

De las piezas producidas en el programa, en cuanto a reclamaciones para el año 2023 se registró lo siguiente:

Asientos primera fila: 422 reclamaciones reportadas

Respaldos primera fila: 54 reclamaciones reportadas

Con lo anterior podemos concluir que el 90% de las reclamaciones son pertenecientes a los asientos de la primera fila y el 10% restante a los respaldos, ya que nuestro top offender es la línea de asientos de la primera fila, nos enfocaremos en los asientos.

Con las reclamaciones reportadas por los clientes, podemos conocer los defectos que se llegan a presentar en las piezas, las cuales son los siguientes:

Defectos	Traducción	Cantidad
Stitching is coming apart	Costura rota	298
Seam Separating	Costura separándose	61
Loose Seam	Costura floja	31
Splitting at the seam	Apertura en la costura	29
Tear Seam	Costura desgarrándose	25
Ripping on the seam	Desgaste en la costura	13
Coming loose	Costura deshilándose	8
Cracking	Material desgarrado	5
Open Zipper	Cierre abierto	2
Delaminated	Delaminado	1
Deformed Material	Material Deformado	1
Frying Cloth	Tela Desgastada	1
No sew	Sin costura	1
Total		476

Tabla 2 Defectos reportados por clientes

La tabla que podemos apreciar menciona los defectos que se llegaron a presentar en las piezas en el último año, esta lo podemos apreciar de mejor manera a través de un diagrama de Pareto el cual se presenta a continuación.

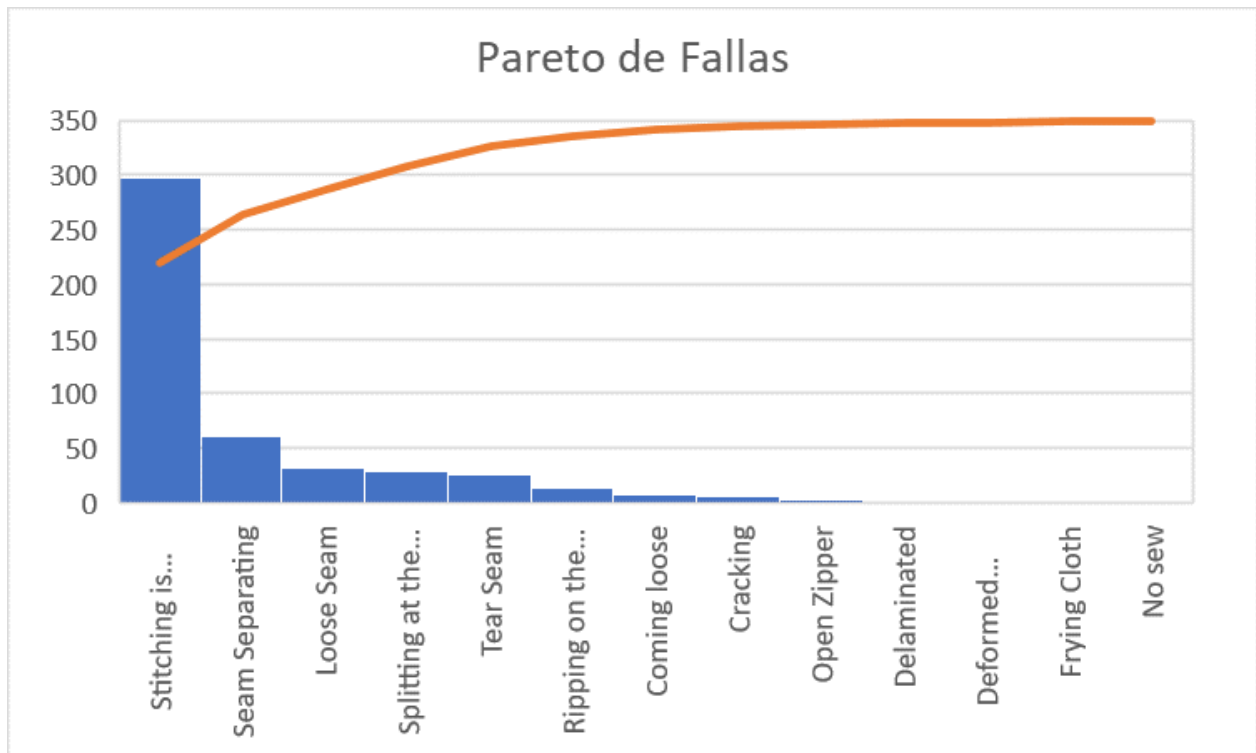


Figura 2 Diagrama de fallas clientes

Basándonos en la información presentada, si nos enfocamos en los dos primeros defectos que presentan el mayor impacto, se estarían atacando un 75% del total de reclamaciones, además de que ambos defectos presentan cierta similitud entre sí.

Ahora bien, cabe mencionar que, los defectos mencionados previamente son la denominación que suele dar el cliente al ver el defecto.

Se realiza un muestro estadístico de las piezas reclamadas por los clientes, del total de reclamaciones reportadas, con el fin de poder tener un panorama general de lo que sucede con las reclamaciones, alrededor del 10% de las piezas reclamadas son retornadas a la planta para su análisis.

Una vez la funda es retornada a planta, se le hace un análisis con el fin de determinar cuál es la verdadera falla presentada en la pieza. A través de un muestreo de aceptación se determina que piezas presentan defectos producidos debido a problemas de la planta y cuales se deben debido a

factores externos (mal uso del cliente, mala instalación, etc.) y así determinar cuáles son útiles para los análisis que se desean realizar.

A través de la metodología 8Ds se hace un análisis de estas piezas y se determinan las causas que originaron los defectos que presentan. Si las piezas presentan defectos por temas relacionados con la planta, se implementan medidas de contención para evitar que otras piezas que están próximas a ser enviadas al cliente pudieran llegar a presentar dicho defecto, posteriormente se analizan las causas que pudieron provocar el defecto reportado y se implementan acciones de contramedida para erradicarlo.

De un total de 50 piezas retornadas en el año 2023 se tienen que:

35 piezas presentan defectos debido a problemas de planta

15 debido a factores externos

En base a lo anterior se determinó que solo se aceptarían las piezas que presentan defectos debido a problemas de planta para su estudio.

Una vez realizado el muestreo de aceptación, se tiene lo siguiente:

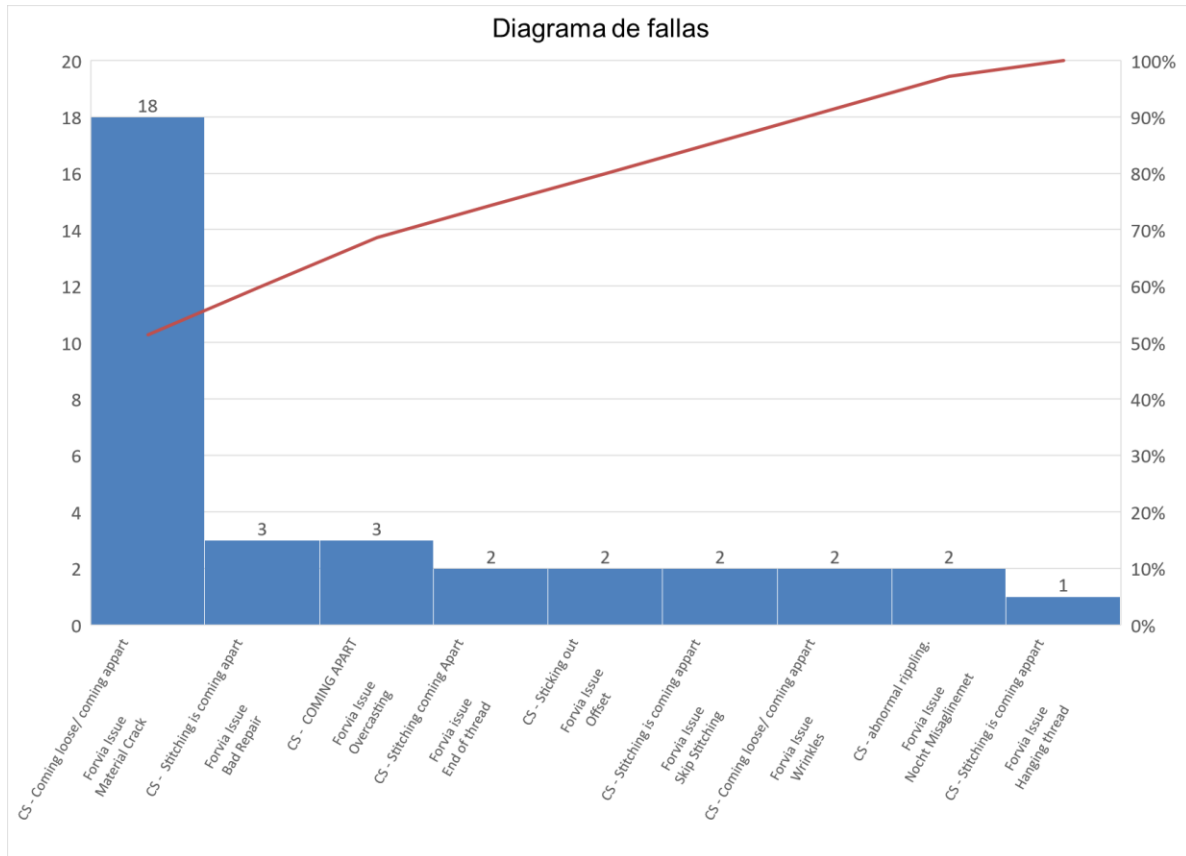


Figura 3 Diagrama de fallas planta

Se realizó un diagrama de Pareto de segundo nivel con el fin de catalogar las diferentes fallas analizadas por la planta y así poder determinar cuál es el defecto que tiene una mayor incidencia. Como se pudo apreciar en el diagrama anterior, la información se categorizó de forma en que podemos ver el defecto descrito por el cliente y el defecto el cual es determinado por el análisis de la empresa.

El defecto que presenta el mayor número de incidencias es “stitching is coming apart” el cual se presenta en la mayoría de las categorías, esta denominación la da el cliente cuando observa que la costura se desgarró, se rompió, se separa, etc., pero, basándonos en el análisis realizado por la planta, el verdadero defecto que mayormente se presenta es “MATERIAL CRACK”, este defecto se refiere a que la costura no es la que se rompe, sino que el material que está unido a la costura, es el que se llega a desgarrar, como se puede ver a continuación:



Figura 4 Representación de falla "Material Crack"

Del total de piezas retornadas, aquellas que presentan el defecto “MATERIAL CRACK” son un total 18 piezas, las cuales representan el 51% del total de piezas aceptadas, mientras que el otro 49% muestran fallas debido a problemas en la costura (malos retrabajos, over visible, terminación de hilo etc.)

En base a esto podemos dirigir nuestro enfoque en atacar estas dos causas, defectos producidos por temas del material y defectos provocados por el proceso de costura.

De las 422 reclamaciones pertenecientes a las filas de asientos tenemos que:

Asientos primera fila:

Material-LEATHER B = 376 piezas reportadas (90%)

Material-LEATHER C = 14 piezas reportadas (3%)

Material- CLOTH B = 32 piezas reportadas (7%)

Siendo que el material denominado como “LEATHER” representa más del 90% de las reclamaciones por parte de los asientos, a su vez, las 18 piezas que presentan el defecto de “material crack” lo presentan en el material de leather B, por lo tanto, dirigiremos el enfoque a este material.

Gracias a la información recabada de los análisis realizados, tenemos información más detallada que nos ayuda a determinar cuál es el defecto que presenta el mayor número de incidencias y en

que líneas se presenta, así proceder a determinar la causa raíz que hace que se produzca este defecto.

Una vez que conocemos la situación actual, se puede establecer el objetivo.

Capítulo 4. Caso Práctico (Desarrollo del Proyecto)

4.1 Introducción

Como se ha mencionado anteriormente, la empresa Forvia/Faurecia- planta Corte y Costura, ubicada en Puebla, México se dedica a la fabricación de piezas en el sector automotriz, la planta tiene como enfoque, la producción de fundas de asientos para diversos modelos, los cuales son: Rogue, Altima y Titan de NISSAN, ID4 y Atlas de VW y JEEP de STELLANTIS.

En los últimos años, el proyecto de W33 de Nissan, ha presentado un incremento en el número de reclamaciones hechas por los clientes debido a rasgaduras en las costuras de las fundas. Para reducir el impacto producido por las reclamaciones que se presentan en el área de garantías se implementara un plan de acción con el fin de reducir los defectos que se presentan en las piezas producidas en las líneas de producción del programa W33.

4.2 Objetivo

Realizar la reducción de un 30% de las reclamaciones reportadas por defecto en las fundas de asientos delanteros para el programa de W33/T33 de Nissan por el defecto de “Stitching is coming apart” para el año 2024 en base al promedio de reclamos reportados en los años 2021-2023.

Indicador SMART

Utilizando la metodología SMART para poder determinar que el objetivo que se planteo es realista, bien definido y alcanzable se analizó los siguiente:

A) Specific

- ¿Qué queremos lograr?

La reducción de un 30% promedio anual de las reclamaciones reportadas por defecto en las fundas de asientos delanteros para el programa de W33/T33 de Nissan por el defecto de “Stitching is coming apart”

- ¿Quiénes y qué están involucrados?

Al gerente de planta, el equipo de calidad del programa de W33 de Nissan, el equipo de garantías y el equipo de diseño.

- ¿Por qué es tan urgente este objetivo?

Si no se implementa una solución a este problema el número de reclamaciones seguirá incrementando, representando un impacto negativo tanto en la economía de la empresa, la satisfacción de los clientes y la imagen de la empresa

B) Medible/Mesurable

Se procede a establecer una métrica para evaluar el progreso de la meta

- ¿Cómo sabes que se logra el objetivo?

Verificando que el total de reclamaciones relacionadas al defecto por “stitching coming apart” se reducirán en un 30%

- ¿Cómo puede ser medido?

Ya que tenemos el total de reclamaciones registradas bajo el defecto mencionado en el año anterior, podemos hacer la comparación con las reclamaciones recibidas en el año actual

C) Aceptable/Aceptable

Definimos si el objetivo es alcanzable y aceptable

- ¿Estamos todos de acuerdo en que este es el objetivo?

Después de discutir el objetivo con los equipos y el gerente de planta, todos estuvieron de acuerdo con el objetivo presentado

- ¿Cómo se logra el objetivo?

- ¿Cuáles son los pasos a seguir para lograr esto?

Hacer un análisis de las piezas que presentan el defecto mencionado, determinando cuales son las posibles causas que produzcan este defecto e implementando acciones de contramedida con el fin de eliminar el defecto.

D) Realista/Realistic

Se analiza si el objetivo a seguir es realista

- ¿Es un objetivo que vale la pena?

Si ya que al eliminar el defecto o reducir las reclamaciones que presentan dicho defecto, se incrementa la calidad de nuestros productos, aumentando las satisfacciones de nuestros clientes y reduciendo la cantidad de cargos que paga la empresa debido a estas reclamaciones.

- ¿Tenemos los recursos adecuados para comenzar esto?

Si, ya que contamos con la información necesaria para dar un análisis detallado y preciso para encontrar la causa raíz del problema y dar una solución.

E) Limitación de tiempo/Time-bound

Definir el periodo de tiempo que tomará realizar el proyecto y alcanzar el objetivo previsto

- ¿Cuánto tiempo llevará alcanzar esta meta?

Se estima que se empiece a ver resultados a partir de los siguientes 6 meses de haber implementado las acciones de contramedida

- ¿Cuándo voy a trabajar en este objetivo?

El tiempo determinado para la implementación de este proyecto es de aproximadamente 2 meses iniciando en diciembre y terminando en febrero

- ¿Cuándo se debe completar la meta?

Una vez alcanzado la reducción de las reclamaciones por el defecto “stitching is coming apart” en un 30%

Una vez establecido el objetivo procedemos analizar las posibles causas que originan el defecto mencionado.

4.3 Causa Raíz

Como mencionamos previamente, los defectos presentados en las piezas se deben a dos distintos factores:

- Problemas con el material.
- Problemas en el proceso de costura.

De este último como se pudo apreciar en el diagrama de Pareto, los factores más determinantes en cuanto a temas de costura son los siguientes:

- Malos retrabajos.
- Over visible.
- Terminación de hilo.

A través de un diagrama de Ishikawa se analizaron los distintos factores mencionados, con el fin de determinar las posibles causas raíz que los ocasionan.

Diagrama de Ishikawa

Utilizando el método de las 6M, definimos los factores que pueden influir en la generación de defectos para cada factor mencionado:

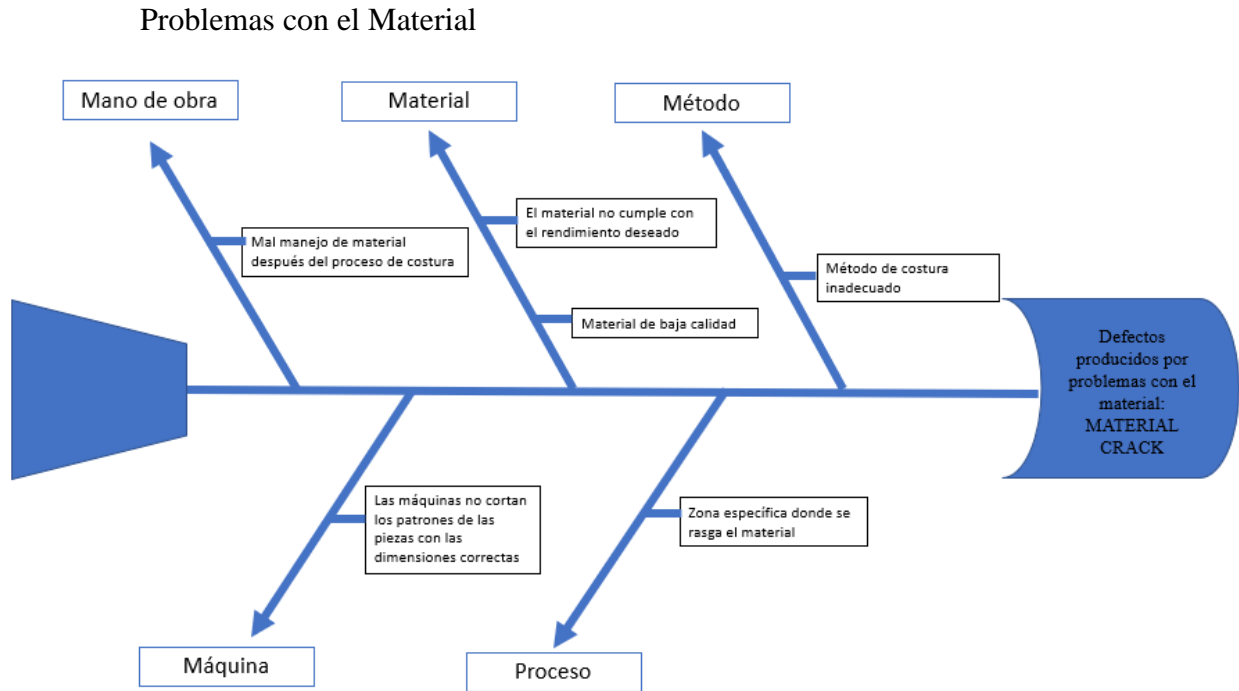


Figura 5 Diagrama de causa-efecto: material crack

Como se mencionó anteriormente, el material denominado como “LEATHER” es el que presenta el mayor número de incidencias en cuanto a defectos presentados, junto con el equipo de diseño se discutió las diferentes causas por las cuales el material puede llegar a desgarrarse.

Con el fin de determinar si los defectos que se producen en las piezas se presentan en una zona específica o si tienen variabilidad, se realizó un análisis denominado mapa de calor, en el cual se analizan las piezas que han sido retornadas a planta con el fin de mostrar en que zonas se han presentado el mayor número de defectos, el cual se muestra a continuación:

MAPA DE CALOR:

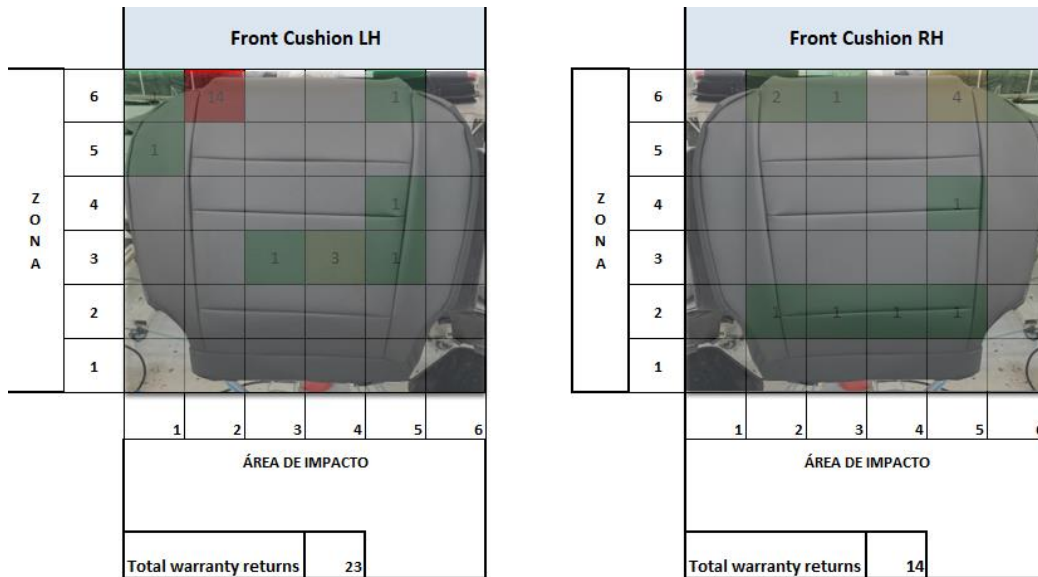


Figura 6 Mapa de calor

En las zonas que se muestran en el mapa de calor, aquellas que estas marcadas de color rojo y amarillo, presentan un mayor número de incidencias, estas zonas son las que están pegadas a la parte de donde la persona hace el ingreso al automóvil, la funda está en mayor contacto con el cliente, por ende, con el uso constante del mismo, estas zonas tienden a desgastarse con más facilidad, además de ser la zona delantera del automóvil que a su vez es la fila que mayormente se utiliza.

Se concluyó la principal razón es que el material, es de una calidad no óptima en cuanto a términos de resistencia y durabilidad, además de que, en las zonas donde se presenta el mayor número de incidencias, el método de costura deja la unión del material en un estado de poca resistencia y a esto sumado los defectos que se lleguen a producir en el proceso de costura, deja al material en un estado vulnerable provocando que se desgarre con mayor facilidad.

Problemas en el proceso de costura

A) Retrabajos

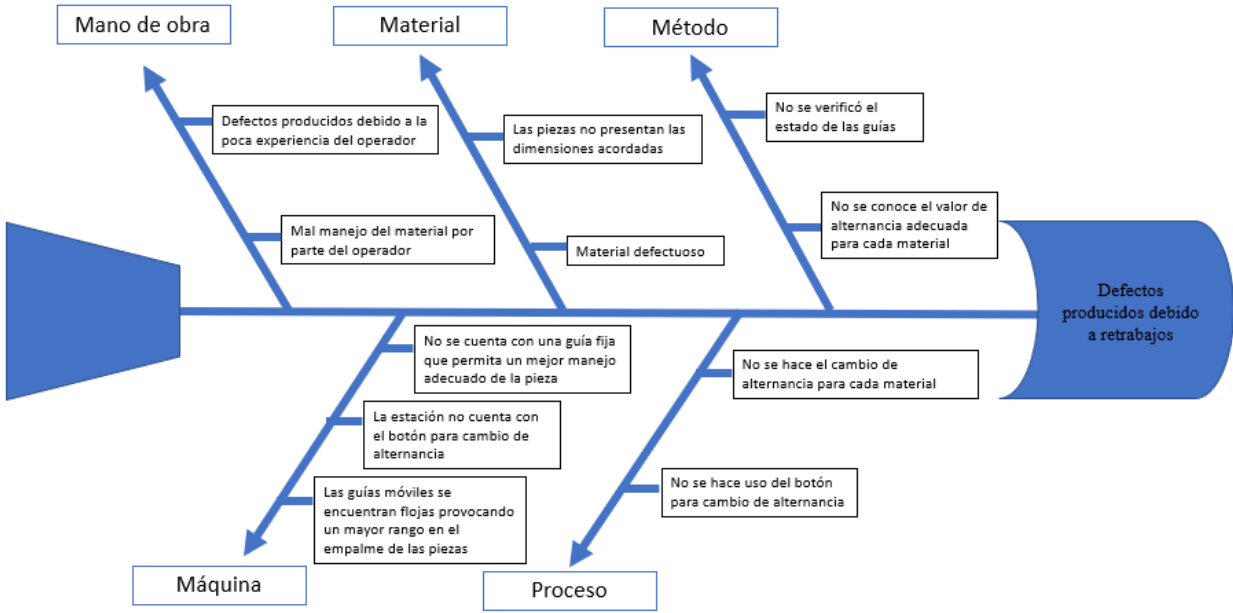


Figura 7 Diagrama de causa-efecto: retrabajos

B) Over visible

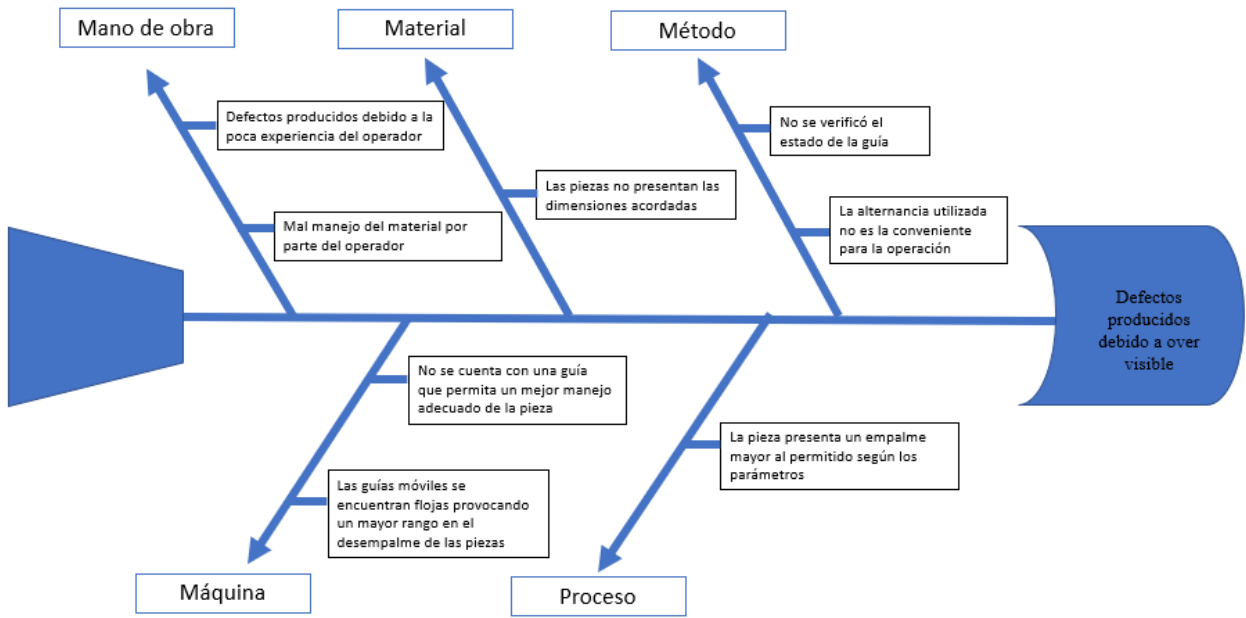


Figura 8 Diagrama de causa-efecto: Over visible

C) Terminación de hilo

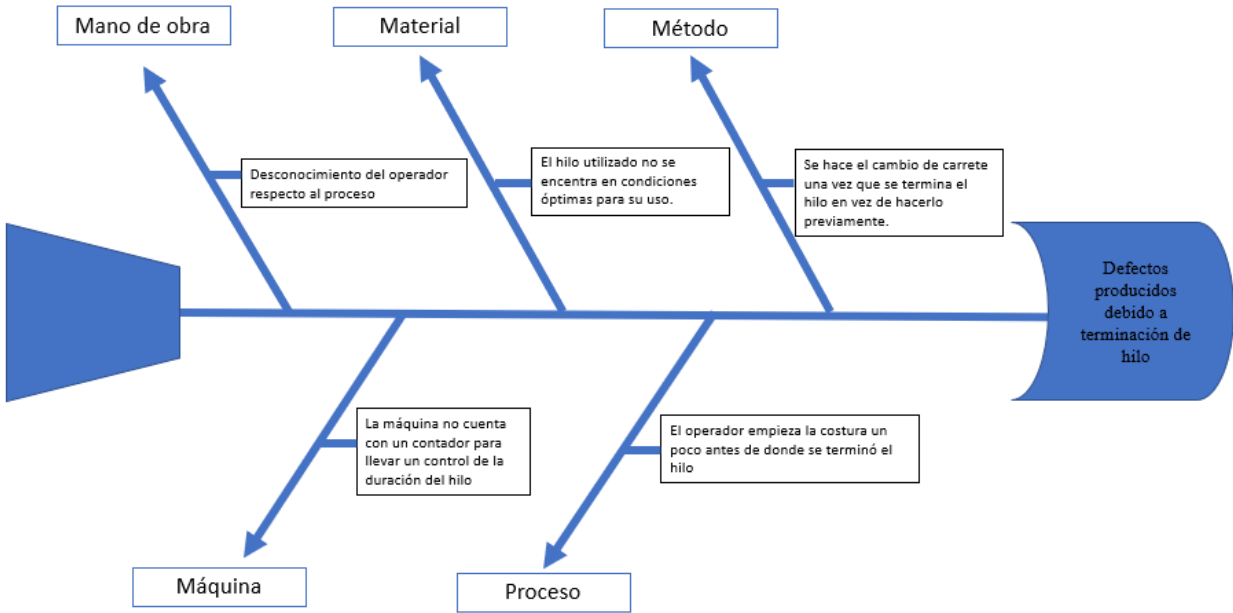


Figura 9 Diagrama de causa-efecto: Terminación de hilo

Em base a la información recabada, se procedió a hacer un análisis de las causas que presentan un mayor impacto en el proceso a través de la metodología de los 5 por qué, con la finalidad de profundizar y encontrar la verdadera causa raíz.

Final Analysis: Mal empalme				
5 POR QUÉ Análisis para identificar la causa raíz				
1	¿Por qué se produjo la no conformidad?		¿Por qué no se detectó la no conformidad?	
Why?	La pieza presentaba un mal empalme en la zona de uniones.	Why?	La pieza presentaba un mal empalme en la zona de uniones.	Why?
Why?	El operador no empalmó las piezas de la manera correcta.	Why?	El operador no detectó que el rango de desempalme de las piezas era mayor al permitido.	Why?
Why?	El operador no realizó el cambio de alternancia correspondiente.	Why?	El operador no reviso su pieza al finalizar la operación.	Why?

Why?	El operador no conoce el valor de alternancia que se debe de utilizar para el material tela, piel y vinyl.	Why?	El operador no realiza su check do check.	Why?
Why?	La máquina no cuenta con una ayuda visual que le permita al operador conocer la alternancia correspondiente para cada material.	Why?	No se ha capacitado al operador para realizar la actividad	Why?

Tabla 3 Análisis 5 porques: mal empalme

Final Analysis: Over visible				
5 POR QUÉ Análisis para identificar la causa raíz				
1	¿Por qué se produjo la no conformidad?		¿Por qué no se detectó la no conformidad?	
Why?	La pieza presentaba costura visible.	Why?	La pieza presentaba costura visible.	Why?
Why?	La pieza presentaba un desempalme mayor al permitido en la zona reportada.	Why?	El operador no detectó que el rango de desempalme de las piezas era mayor al permitido.	Why?
Why?	El operador no alineó las piezas correctamente para evitar el desempalme.	Why?	El operador no revisó su pieza al finalizar la operación.	Why?
Why?	La estación no cuenta con una guía que ayude al operador a controlar el rango de desempalme.	Why?	El operador no realiza su check do check.	Why?
Why?	No se ha implementado el dispositivo a la máquina.	Why?	No se ha capacitado al operador para realizar la actividad	Why?

Tabla 4 Análisis 5 porques: over visible

Final Analysis: Muestras Corridas				
5 POR QUÉ Análisis para identificar la causa raíz				
1	¿Por qué se produjo la no conformidad?		¿Por qué no se detectó la no conformidad?	
Why?	La pieza presenta muescas corridas.	Why?	La pieza presenta muescas corridas.	Why?
Why?	El operador no cazo las muescas durante el proceso de costura.	Why?	El operador no detectó que las muescas estaban corridas.	Why?
Why?	La alternancia entre la pieza y la aguja es muy corta, dificultando la manipulación de las piezas.	Why?	El operador no revisó su pieza al terminar su operación.	Why?
Why?	La máquina no cuenta con un dispositivo que permita el cambio de alternancia.	Why?	El operador no realiza su check do check.	Why?
Why?	No se ha implementado el dispositivo a la máquina.	Why?	No se ha capacitado al operador para realizar la actividad	Why?

Tabla 5 Análisis 5 porques: muescas corridas

Final Analysis: Guía desajustada				
5 POR QUÉ Análisis para identificar la causa raíz				
1	¿Por qué se produjo la no conformidad?		¿Por qué no se detectó la no conformidad?	
Why?	La guía móvil estaba floja, provocando un mayor rango en el desempalme de las piezas.	Why?	La pieza presentaba desempalme mayor al permitido en los patrones costurados.	Why?
Why?	Deterioro de la guía debido a uso constante.	Why?	El operador no detectó que el rango de desempalme de las piezas era mayor al permitido.	Why?

Why?	No se le dio mantenimiento a la guía.	Why?	El operador no revisó su pieza al término de su operación.	Why?
Why?	El operador no detectó el estado de la guía.	Why?	El operador no realiza su check do check.	Why?
Why?	El operador no realizó su mantenimiento de primer nivel.	Why?	No se ha capacitado al operador para realizar la actividad	Why?

Tabla 6 Análisis 5 porques: guía desajustada

Final Analysis: Over visible				
5 POR QUÉ Análisis para identificar la causa raíz				
1	¿Por qué se produjo la no conformidad?		¿Por qué no se detectó la no conformidad?	
Why?	La pieza presenta over visible.	Why?	El patrón de corte no viene acorde a las especificaciones.	Why?
Why?	El patrón de corte no viene acorde a las especificaciones.	Why?	El operador no detectó que la dimensión de los patrones no era la especificada.	Why?
Why?	Las dimensiones son de un tamaño distinto al especificado.	Why?	El operador no revisó su pieza al finalizar la operación.	Why?
Why?	La máquina no realizó el corte del material de la manera correcta.	Why?	El operador no realiza su check do check.	Why?
Why?	Fallo en la programación de la máquina.	Why?	No se ha capacitado al operador para realizar la actividad	Why?

Tabla 7 Análisis 5 porques: over visible

Final Analysis: Terminación de hilo				
5 POR QUÉ Análisis para identificar la causa raíz				
1	¿Por qué se produjo la no conformidad?		¿Por qué no se detectó la no conformidad?	
Why?	La pieza presenta terminación de hilo en la costura.	Why?	La pieza presenta un desempalme mayor al permitido.	Why?
Why?	Al carrete se le termino el hilo a mitad de la operación.	Why?	El operador no detectó que el rango de desempalme de las piezas era mayor al permitido.	Why?
Why?	El operador no hizo el cambio de carrete.	Why?	El operador no revisó su pieza al finalizar la operación.	Why?
Why?	El operador no notó que el carrete tenía poco hilo.	Why?	El operador no realiza su check do check.	Why?
Why?	La máquina no cuenta con un contador que avise al operador cuando haya que cambiar de carrete.	Why?	No se ha capacitado al operador para realizar la actividad	Why?

Tabla 8 Análisis 5 porqués: terminación de hilo

De las causas analizadas previamente, ya que la mayoría comparten similitudes en cuanto al contexto en el que se presentan se concluyó lo siguiente:

a) Personal:

La empresa al tener un gran flujo en rotación del personal ya sea debido a ausencias de este, y que se tome prestado personal de otras líneas, o por contratación de personal nuevo, el tiempo que les toma adaptarse al proceso provoca que haya una mayor probabilidad de que se produzca una mayor cantidad de defectos en dicho periodo de tiempo.

b) Máquina:

No todas las máquinas cuentan con el equipamiento adecuado que le permite al operador desempeñar su operación de la manera más óptima, (guías, botones de alternancia, contador de puntadas, etc.). Dependiendo de la función que se realice en cada estación, el equipo de trabajo debe de estar adaptado para cumplir con la funcionalidad requerida, en caso de ser necesario se debe de agregar aditamentos con el fin de mejorar la producción de las piezas.

El personal no hace el seguimiento del plan de mantenimiento de sus máquinas, provocando el desgaste de sus componentes, el cual influye en la generación de defectos en las piezas. Se debe de dar el mantenimiento requerido a la máquina con el fin de que esta desempeñe su función sin ningún inconveniente.

c) Método:

No se cuenta con un control estandarizado de todos los parámetros utilizados en el proceso, provocando que haya cierta variabilidad en las especificaciones de las piezas, influyendo en la generación de defectos. Además de que no se realizan auditorias de producto, provocando que no se lleve un control de las piezas que se entregan a los clientes.

d) Proceso:

Los operadores no inspeccionan su pieza al terminar el proceso de costura, permitiendo que pasen por alto detalles tales como: hilos largos, mal empalme, ancho de costura fuera de especificación, muescas corridas, costura desalineada y puntada brincada, los cuales pueden llegar a producir un defecto mayor en la funda.

Los operadores no respetan los parámetros establecidos, al sentir que la forma en la que ellos manejan la pieza es mejor que a como establecen los parámetros, provocan que las piezas no cumplan con las especificaciones requeridas afectando la calidad de la pieza y provocando la generación de defectos.

No todas las máquinas de costura cuentan con una ayuda visual que indique los parámetros a seguir para el manejo correcto de la pieza, provocando que el operador se guíe por la forma en la que está más acostumbrado.

4.4 Contramedidas

Una vez que conocemos las causas raíz por las cuales se presenta los defectos, podemos planificar las acciones de contramedida para solucionarlo.

Para contrarrestar el tema relacionado a problemas con material se acordó lo siguiente:

1.- Ya que se definió que el top offender es el material “LATHER” y que la parte donde se suele presentar el defecto es en la zona de unión o como se conoce en planta como zona de oreja, se acordó el desarrollo de un refuerzo en la parte interna de la zona mencionada, con el fin de reforzar esta unión y que no se desgarre el material con tanta facilidad.

Se realizó la prueba del refuerzo en la zona mencionada y este le proporciono una mayor resistencia al momento de aplicarle una fuerza para producir su desgarre, se le hizo la propuesta al equipo de Nissan para su implementación y estamos en espera de su aprobación.

Para problemas relacionados al proceso de costura:

1.- En base a los resultados obtenidos gracias al mapa de calor, pudimos identificar las zonas en donde mayormente se presentaban los defectos. A las estaciones que se encargan de realizar la costura en dichas zonas se les denominó como estaciones críticas.

Sumado a lo analizado en el análisis de las causas raíz, se determinó que en estas estaciones es donde se presentaba el faltante de aditamentos que influían en la generación de defectos.

Una vez detectadas dichas estaciones y que aditamentos se requerían para cada operación, se implementaron las siguientes acciones:

- - Implementación de botón de alternancia en la máquina de cerrado de lateral para permitir un mejor manejo de las piezas reduciendo el riesgo de desempalme de las piezas



Figura 10 Botón de alternancia

- Implementación de guía fija en máquinas de cerrado de lateral y caras para controlar el ancho de costura, de este modo se evita el mal empalme.



Figura 11 Guía fija

- Enrutamiento de hilo en la máquina de cerrado de laterales, a través de los canales de hilo correspondientes, con el fin de evitar el enrede del mismo y que esto pueda provocar defectos por costura tensa y ya sea al momento de ensamblar la pieza o con el uso constante del cliente la funda se pueda llegar a desgarrar.



Figura 12 Enrutamiento de hilo

- Implementación de contador de puntadas con el fin de tener un control de la duración del carrete, para así evitar defectos y/o retrabajos ocasionados por terminación de hilo.



Figura 13 Contador de puntadas

- Refuerzo en el uso del dispositivo para chequeo de carrete de hilo, con el fin de evitar posibles defectos provocados por costura tensa.



Figura 14 Dispositivo para chequeo de carrete

2.- Validar que los parámetros de costura estén estandarizados en todas las operaciones de la línea (alternancia, tensión de hilo en la costura, puntadas por pulgada, forma de realizar retrabajos), validando que los parámetros estén acuerdo a lo especificado del IKNOW (base de datos de Forvia)

- Alternancia para el material piel: acuerdo a lo especificado del IKNOW
- Tensión de hilo: acuerdo a lo especificado del IKNOW
- Puntadas por pulgada: acuerdo a lo especificado del IKNOW
- Retrabajos: en caso de que se deba de realizar algún retrabajo debido a terminación de hilo a mitad de la costura, hilo atrapado, etc., se debe de descoser la pieza totalmente e iniciar de nuevo.
- Campaña stop work: se le instruirá al operador que al momento de presenciar un defecto o problema que afecte a la producción de las piezas, debe detener la operación que este realizando e informar inmediatamente a su superior para revisar y solucionar dicho problema.

3.- Realizar auditorías en la línea, validando la calidad de las piezas que salen de la línea de producción, analizando los parámetros de costura (muescas, empalmes, anchos de costura, puntadas por pulgada, etc.).

A su vez, validar que el operador haga el seguimiento correspondiente de su manual de mantenimiento, además de verificar con ellos si las máquinas llegan a presentar algún otro defecto que requiera de atención.

Las acciones anteriores se implementaron en enero de 2024

4.5 Confirmación del efecto

Una vez que se determinaron las causas que influían en la generación de defectos y se implementaron las acciones de contramedida, se analizan los reclamos que se han reportado a planta en los siguientes meses.

Hasta el momento en que se hace la recolección de estos datos es el 24 de mayo de 2024. Los resultados obtenidos son los siguientes:

	Año reportado				
Año de prod.	2021	2022	2023	2024	Total
2021	5	71	150	30	256
2022		17	287	111	415
2023			20	21	41
Grand Total	5	88	457	162	712

Tabla 9 Piezas producidas y reportadas en el mismo año

En la tabla anterior se muestra las piezas reportadas por los clientes en base a su fecha de producción. Como se puede apreciar, la cantidad de piezas reportadas y producidas en el mismo año ha ido en incremento a través de los últimos años. Empezando el 2021 con 5 piezas producidas y reportadas en este mismo, seguido por el 2022 con 17 piezas producidas y reportadas en el mismo año, terminando con 2023 con un total de 20 piezas producidas y reportadas en el mismo año.

Si bien con la información obtenida previamente podemos decir que se ha hecho un decremento en las reclamaciones de piezas reportadas por clientes, ya que a partir de la fecha posterior a haber implementado las acciones de contramedida (fecha de punto limpio) no se han reportado más piezas hasta la fecha. Pudiendo concluir en que se alcanzó el objetivo de reducir los reclamos en más del 30%.

Sin embargo, esto es solo una predicción ya que debido a que el periodo de garantías es de 3 años, no podemos darnos el lujo de esperar dicho tiempo para la recolección de resultados del total de las piezas que se producen después de la fecha de punto limpio, por lo tanto, se optó por hacer un análisis adicional.

Para este análisis de datos se tomó en cuenta las piezas que se produjeron y reportaron en el mismo año que bien ya se mencionaron previamente. Solo que, para esta ocasión, se tomaran en cuenta únicamente la cantidad de piezas que se produjeron hasta mayo de cada año.

Año de pro.	Piezas reportadas
2021	
feb	1
mar	3
may	1
Grand Total	5

Tabla 10 Piezas producidas y reportadas 2021

Año de pro.	Piezas reportadas
2022	
ene	2
mar	9
abr	2
may	3
Grand Total	16

Tabla 11 Piezas producidas y reportadas 2022

Año de pro.	Piezas reportadas
2023	
ene	6
mar	1
abr	2
may	1
Grand Total	10

Tabla 12 Piezas producidas y reportadas 2023

Haciendo un promedio de los datos obtenidos, tenemos que el promedio hasta el momento de las piezas que se producen y se reportan en el mismo año es de 10 piezas. Con base a esto y que hasta el momento de realizar este análisis (24 de mayo del 2024) no se han reportado piezas que se produjeron después de la fecha de punto limpio (enero 2024), podríamos concluir que las acciones implementadas han tenido el impacto deseado, disminuyendo en gran medida los defectos relacionados a “stitching is coming apart” en más del 30%, sin embargo, como se mencionó previamente, el periodo de garantías abarca 3 años, por lo tanto se tendrá que seguir haciendo un monitoreo de los reclamos consiguientes para poder determinar si el impacto de las acciones persiste.

4.6 Acciones de seguimiento

En el transcurso del año, seguir con la revisión de reclamaciones, analizando cual es el defecto que se llega a presentar en la pieza, en qué zona y cuál es el defecto que el cliente describe, para verificar si fue posible erradicar el defecto de “Stitching is coming apart”

Realizar auditorías de producto 2 veces al día para validar que la pieza cumpla con las especificaciones requeridas y así asegurar que el operador respeta los parámetros que se establecieron.

1.- Antecedentes

El programa W33 de Nissan empezó su producción a finales del 2021, desde ese entonces, hasta la fecha, el número de reclamaciones ha ido incrementando de manera que cada año incrementa a más del cuádruple en comparación con el año anterior, terminando el año 2023 con un total de 476 reclamaciones realizadas por los clientes.

Las garantías cubren un periodo de 3 años o 60,000 km y de estas las piezas que están dentro de los 5 a los 21 meses en servicio, son las que muestran el mayor número de defectos presentados.

2.- Condición Actual

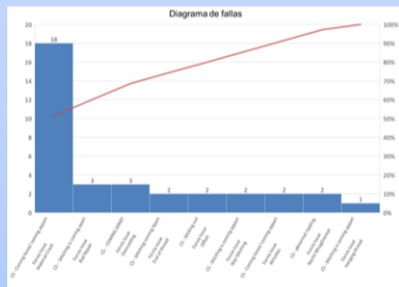
El 90% de los reclamos son pertenecientes a asientos delanteros y el 10% restante a los respaldos.

Defecto con mayor incidencia reportada por cliente: "stitching is coming apart".

Defecto con mayor incidencia analizado en planta: "Material crack".

Del total de piezas retornadas, 51% defectos relacionados con el material, 49% relacionado a temas de costura (malos retrabajos, mal empalme, muescas corridas, etc.).

El material denominado como "LETAHER" representa más del 90% del total de reclamaciones reportadas por los asientos.



Defectos	Traducción	Cantidad
Stitching is coming apart	Costura rota	298
Seam Separating	Costura separándose	61
Loose Seam	Costura floja	31
Splitting at the seam	Apertura en la costura	29
Tear Seam	Costura desgarrándose	25
Ripping on the seam	Desgaste en la costura	13
Coming loose	Costura deshilándose	8
Cracking	Material desgarrado	5
Open Zipper	Cierre abierto	2
Delaminated	Delaminado	1
Deformed Material	Material Deformado	1
Fading Cloth	Tela Desgastada	1
No sew	Sin costura	1
Total		476



3.- Objetivo

Reducción de un 30% de las reclamaciones reportadas por defecto en las fundas de asientos delanteros para el programa de W33/T33 de Nissan por el defecto de "Stitching is coming apart" a partir de la fecha del punto limpio (enero 2024)

4.- Causa Raíz

51% problemas con el material

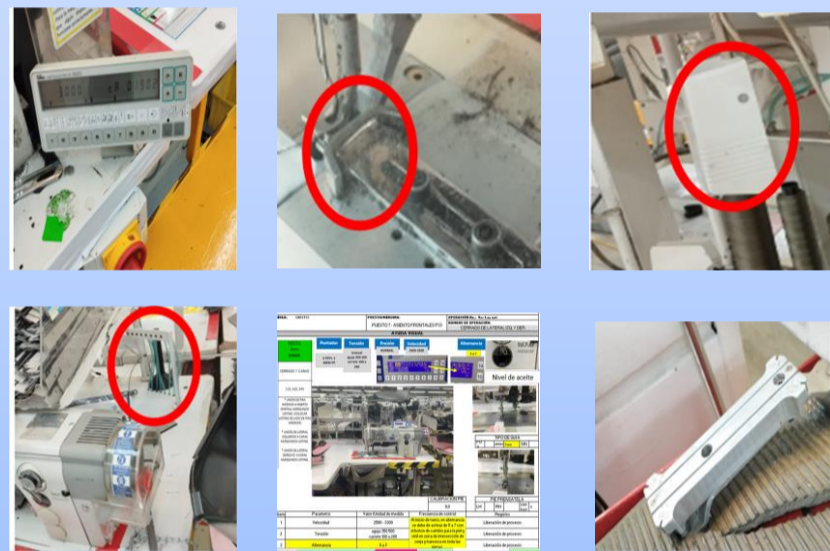
-La calidad del material no es optima para cumplir con el desempeño deseado

49% temas relacionados con costura

- Malos retrabajos
- Terminación de hilo
- Over visible

5.- Contramedidas

- 1.- Desarrollo de refuerzo en zona de oreja (en espera de aprobación)
- 2.- Auditorías de producto en línea de producción 2 veces al día
- 3.- Validación de parámetros de costura en base a lo especificado en el IKNOW
- 4.- Implementación de contador de puntadas
- 5.- Implementación de guía fija
- 6.- Implementación de botón de alternancia
- 7.- Enrutamiento de hilo
- 8.- Refuerzo en el uso de dispositivo para chequeo de carrete de hilo



6.- Confirmación del efecto

- Promedio de piezas reportadas y producidas en el mismo año: 10 piezas
- Piezas reportadas producidas después de punto limpio (enero 2024): 0
- Reducción de reclamos en más del 30%

Año de pro.	Piezas reportadas
2021	
feb	1
mar	3
may	1
Grand Total	5

Año de pro.	Piezas reportadas
2022	
ene	2
mar	9
abr	2
may	3
Grand Total	16

Año de pro.	Piezas reportadas
2023	
ene	6
mar	1
abr	2
may	1
Grand Total	10

7.- Acciones de seguimiento

1.- Realizar auditorías de producto 2 veces al día para validar que la pieza cumpla con las especificaciones requeridas y así asegurar que el operador respeta los parámetros que se establecieron.

2.- En el transcurso del año, seguir con la revisión de reclamaciones, analizando cual es el defecto que se llega a presentar en la pieza, en que zona y cuál es el defecto que el cliente describe, para verificar si fue posible erradicar el defecto de "Stitching is coming apart"

5. Conclusiones

El proyecto de implementación de un plan de mejora en la empresa Forvia/Faurecia para la planta de Corte y Costura ha sido fundamental para abordar y reducir el impacto en las reclamaciones de garantías presentadas por los clientes en los últimos años. A través de una mejora productiva en el desarrollo de piezas producidas en las líneas de W33/T33 para el cliente Nissan, situada en Puebla, México, esta planta desempeña un papel crucial en la fabricación de piezas para el sector automotriz, con un enfoque especial en la producción de fundas de asientos para una variedad de modelos, que incluyen destacados como Rogue y Altima de NISSAN, ID4 y Atlas de VW, y WS de STELLANTIS.

Una vez finalizada la implementación de las acciones de contramedida, se estima que después de un período de seis a 12 meses podamos observar resultados tangibles, ya que como se mencionó previamente es en este lapso de tiempo que el número de reclamaciones presenta un mayor impacto, lo que nos indica que es un momento crucial para evaluar el impacto de las medidas adoptadas.

Sin embargo, en los últimos meses, las auditorías de producto llevadas a cabo como parte de las acciones de seguimiento han revelado una mejora notable en cuanto a las especificaciones de las piezas producidas. Se ha notado una reducción en los defectos presentados en los aspectos críticos como el mal empalme, muescas corridas y ancho de costura fuera de especificación. Estos resultados indican un avance prometedor hacia el cumplimiento de las demandas de calidad del cliente.

Al concluir el año 2024, se podrá realizar una comparación exhaustiva con el año predecesor para evaluar si se ha cumplido el objetivo establecido de reducir las reclamaciones de "stiching is coming apart" en un 30%. Esta evaluación proporcionará información valiosa sobre la efectividad de las medidas implementadas y permitirá identificar áreas adicionales de mejora para el futuro.

Este proyecto de mejora representa un compromiso continuo con el cumplimiento de la calidad y la satisfacción del cliente, a través de medidas específicas y un enfoque proactivo en la resolución de problemas, la empresa está demostrando su capacidad para adaptarse y mejorar en un entorno altamente competitivo del sector automotriz.

Por otra parte, por el lado personal, durante la elaboración de este proyecto, he tenido la oportunidad de experimentar y aplicar diversas técnicas y metodologías que han sido fundamentales para abordar los desafíos planteados. El conocimiento que he adquirido a lo largo de este proceso ha sido de suma importancia, ya que me ha permitido desarrollar nuevas habilidades y obtener una comprensión más profunda de los procesos de mejora continua en el ámbito profesional.

Además, el trabajo en equipo y la colaboración con los demás compañeros han sido aspectos cruciales que me han recalado la importancia de la comunicación y la coordinación en la búsqueda de llegar a una meta en común.

En resumen, este proyecto ha sido una experiencia enriquecedora que ha influido positivamente en mi formación profesional, ha ampliado mi perspectiva y mis conocimientos, y a su vez ha fortalecido mis habilidades que me permitirán avanzar hacia nuevos retos y desafíos en mi trayectoria profesional futura.

Bibliografía

- AEB. (3 de Diciembre de 2021). *Caveat Emptor*. Obtenido de Asociación Española de Banca: <https://www.aebanca.es/presidencia/caveat-emptor/>
- Aernoudts, R. (5 de Octubre de 2022). *Guía para aplicar El Trabajo Estandarizado en una Transformación Lean*. Obtenido de Lean Institute Chile: <https://institutolean.cl/2022/05/10/guia-trabajo-estandarizado/>
- Alvarado, S. (11 de Octubre de 2017). *¿Qué es un análisis SMART y cómo puede ayudar plantear objetivos realistas?* Obtenido de Escuela Emprendedores: https://escuela-emprendedores.alegra.com/productividad/que-es-un-analisis-smart-y-como-puede-ayudar-plantear-objetivos-realistas/?mwg_rnd=4185923
- Capitalbolsa. (12 de Septiembre de 2023). *¿Cómo utilizar el método de las 6M para el diagrama de Ishikawa?* Obtenido de Bolsamanía Web financiera Group: <https://www.bolsamania.com/capitalbolsa/noticias/empresas/como-utilizar-el-metodo-de-las-6m-para-el-diagrama-de-ishikawa--14669808.html>
- CETYS. (11 de Marzo de 2021). *¿Qué es la manufactura esbelta y el método KAIZEN?* Obtenido de CETYS UNIVERSIDAD EDUCACIÓN CONTINUA: https://www.cetys.mx/educon/que-es-la-manufactura-esbelta-y-el-metodo-kaizen/?mwg_rnd=2002234
- CODHEM. (Sin fecha). *CÓDIGO HAMMURABI*. Obtenido de COMISION DE DERECHOS HUMANOS DEL ESTADO DE MÉXICO: <https://www.codhem.org.mx/codigo-hammurabi/>
- Consultores, A. (26 de Agosto de 2018). *Historia de la Calidad: de la Inspección a la Excelencia*. Obtenido de Aiteco Consultores: <https://www.aiteco.com/historia-de-la-calidad/>
- Crosby, P. B. (1987). *QUALITY IS FREE. THE ART OF MAKING QUALITY CERTAIN*. México: MCGRAW HILL BOOK COMPANY .
- Eby, K. (9 de Enero de 2019). *The Essential Guide to Writing SMART Goals*. Obtenido de smartsheet: <https://www.smartsheet.com/blog/essential-guide-writing-smart-goals>
- Emilio, V. S. (2005). *Metodología en Proyectos Mecatrónicos*. Obtenido de Metodología en Proyectos Mecatrónicos: <https://www.mecatronica.net/emilio/ArtCongInt/23-2005.PDF>

erikalopezblog. (6 de Julio de 2016). *TEMA 1: HISTORIA DE LA CALIDAD*. Obtenido de erickandresblog: <https://erickandresblog.wordpress.com/>

ESGinnova. (13 de Septiembre de 2016). *Desarrollo del concepto calidad*. Obtenido de ESGinnova Group: [https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2016/09/desarrollo-concepto-calidad/#:~:text=Juran%20\(1993\)%20supuso%20que%20la,satisfaciendo%20las%20necesidades%20del%20cliente%E2%80%9D](https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2016/09/desarrollo-concepto-calidad/#:~:text=Juran%20(1993)%20supuso%20que%20la,satisfaciendo%20las%20necesidades%20del%20cliente%E2%80%9D).

ESGinnova. (25 de Agosto de 2020). *¿Qué es la gestión de la calidad?* Obtenido de ESGINNOVA Group: <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2020/08/que-es-la-gestion-de-la-calidad/>

Faurecia. (2024). *Acerca de nosotros FORVIA EN MÉXICO*. Obtenido de FORVIA Faurecia: <https://www.faurecia-mexico.mx/acerca-de-nosotros/descubre-faurecia-mexico>

Faurecia, F. (11 de Septiembre de 2023). *Bienvenid@ a FORVIA Faurecia!* Obtenido de Digital Workplace: <https://faurecia.sharepoint.com/sites/RBUHRFAS>

Faurecia, F. (2024). *OUR HISTORY*. Obtenido de FORVIA Faurecia: <https://www.faurecia.com/en/group/about-us/our-history>

FRANCO, G. (sin fecha). *LAS LEYES DE HAMMURABI*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/268241993.pdf>

FTC. (Diciembre de 2006). *Businessperson's Guide to Federal Warranty Law*. Obtenido de FEDERAL TRADE COMMISSION: <https://www.ftc.gov/business-guidance/resources/businesspersons-guide-federal-warranty-law#top>

González, J. Q. (10 de Mayo de 2019). *La responsabilidad del fabricante*. Obtenido de vlex Información Jurídica inteligente: <https://vlex.es/vid/responsabilidad-fabricante-781661789>

Haughey, D. (26 de Octubre de 2021). *How to Drive Project Success Using SMART Goals*. Obtenido de projectsmart: <https://www.projectsmart.co.uk/smart-goals/smart-goals.php>

HAYES, A. (23 de Abril de 2023). *Acceptance Sampling: Meaning, Types, and FAQ*. Obtenido de INVESTOPEDIA: <https://www.investopedia.com/terms/a/acceptance-sampling.asp>

Hudiel, S. J. (2018). *Estadística (Teoría de Probabilidades y más)*. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN: <https://sjnavarro.wordpress.com/wp-content/uploads/2018/05/documento-final-estadc3adsticas.pdf>

- IBM. (17 de Agosto de 2021). *Ejemplo: Mapa de calor*. Obtenido de IBM:
<https://www.ibm.com/docs/es/spss-modeler/saas?topic=examples-example-heat-map>
- institutolatinoame. (31 de Diciembre de 2021). *¿Qué es el PHVA?* Obtenido de ILEP:
<https://www.ilep.mx/post/qu%C3%A9-es-el-phva>
- Investigadores. (27 de Febrero de 2020). *Técnicas de Investigación*. Obtenido de Técnicas de Investigación: <https://tecnicasdeinvestigacion.com/investigacion-exploratoria/>
- JPM. (2024). *Mapa de calor*. Obtenido de JMP STATISTICAL DISCOVERY:
https://www.jmp.com/es_es/statistics-knowledge-portal/exploratory-data-analysis/heatmap.html?mwg_rnd=4215260
- Lifeder. (12 de Agosto de 2020). *Historia y evolución de la calidad*. Obtenido de Lifeder:
<https://www.lifeder.com/historia-calidad/>
- Lopéz, D. C. (2018). *CALIDAD PARA LA PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD*. Pereira: Universidad Católica Pereira.
- Martins, J. (15 de Febrero de 2024). *¿Qué es el Ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA)?* Obtenido de asana: <https://asana.com/es/resources/pdca-cycle>
- Martins, J. (1 de Febrero de 2024). *Qué son los objetivos SMART con ejemplos y plantilla*. Obtenido de asana: <https://asana.com/es/resources/smart-goals>
- Maseda, Á. P. (1988). *Gestión de la calidad*. Marcombo: American Medical Assoc.
- Medina, G. J. (5 de Febrero de 2021). *LA TÉCNICA DE LOS 5 ¿POR QUÉ?, ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ DE LOS PROBLEMA*. Obtenido de LEAN CONSTRUCTION MÉXICO:
https://www.leanconstructionmexico.com.mx/post/la-t%C3%A9cnica-de-los-5-por-qu%C3%A9-an%C3%A1lisis-de-la-causa-ra%C3%ADz-de-los-problema?mwg_rnd=5370556
- Michael, R. (23 de Enero de 2023). *10 SMART Goals Examples for Small Businesses (+ Free Template)*. Obtenido de FitSmallBusiness: <https://fitsmallbusiness.com/smart-goals-examples/>
- Pulido, H. G. (2010). *CALIDAD TOTAL Y PRODUCTIVIDAD*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Rodrigues, N. (4 de Abril de 2024). *Qué es el diagrama de Ishikawa, para qué sirve, cómo crearlo y ejemplos*. Obtenido de hubspot: <https://blog.hubspot.es/sales/diagrama-ishikawa>
- Rodrigues, N. (2 de Abril de 2024). *Qué es el diagrama de Ishikawa, para qué sirve, cómo crearlo y ejemplos*. Obtenido de hubspot: <https://blog.hubspot.es/sales/diagrama-ishikawa>

- Rodriguez, J. (8 de Noviembre de 2019). *5 Porqués ¿Cómo aplicar correctamente esta metodología?* Obtenido de SPC Consulting Group: <https://spcgroup.com.mx/5-porque-como-aplicar-correctamente-esta-metodologia/>
- Roldán, P. N. (1 de Julio de 2020). *Garantía*. Obtenido de economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/garantia.html>
- Roldán, P. N. (1 de July de 2020). *Garantía*. Obtenido de economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/garantia.html>
- Román, D. S., & Humberto , G. P. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Serrano, S. C. (2003). *Los costes de calidad como estrategia empresarial en las empresas certificadas en la norma ISO 9000 de la CV*. Valencia: Universidad de Valencia.
- SGC. (sin fecha). *TRABAJO ESTANDARIZADO (MANUFACTURA)*. Obtenido de SGC SIGMA GRUPO CONSULTOR: https://sigmagrupococonsultor.com/trabajo-estandarizado.html?mwg_rnd=2637988
- Sin-autor. (14 de Mayo de 2024). *Garantias*. Obtenido de Etimologias de chile: <https://etimologias.dechile.net/?garanti.a>
- SPCGROUP. (17 de Agosto de 2015). *TRABAJO ESTANDARIZADO*. Obtenido de SPC CONSULTING GROUP: <https://spcgroup.com.mx/trabajo-estandarizado/>
- testing, E.-E. (10 de Agosto de 2023). *El ciclo Deming: en qué consiste y cómo ayuda en la gestión y mejora de procesos*. Obtenido de Eurofins-Enviorement testing: <https://www.eurofins-environment.es/es/el-ciclo-deming-que-consiste-y-como-ayuda-gestion-procesos/>
- Tool, K. (2024). *¿Qué es la Solución de Problemas A3?* Obtenido de Kanban Tool: <https://kanbantool.com/es/guia-kanban/solucion-de-problemas-a3>
- Tovar, E. (1 de Noviembre de 2017). *Qué es la manufactura esbelta o lean manufacturing*. Obtenido de Modern Machine México Shop: <https://www.mms-mexico.com/columnas/que-es-manufactura-esbelta-o-lean-manufacturing>
- Tsonev, N. (sin fecha). *¿Qué es el Pensamiento A3?* Obtenido de businessmap: <https://businessmap.io/es/gestion-lean/mejora-continua/resolucion-de-problemas-a3>
- Tsonev, N. (SIN FECHA). *¿Qué es el Pensamiento A3?* Obtenido de businessmap: <https://businessmap.io/es/gestion-lean/mejora-continua/resolucion-de-problemas-a3>