



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

Escuela Politécnica Superior de Alcoy

Grado en Ingeniería Mecánica – 4º Curso

Trabajo de Fin de Grado

*Aplicación de herramientas Lean
para el análisis y resolución de
incidencias en una empresa del
sector automovilístico.*



Alumno: Pablo Palomares Catalá

Tutor: David Peidro Paya

Convocatoria de defensa: Julio 2019

Con la realización de este proyecto pongo fin a mi etapa universitaria, que será, sin duda, una de las mejores etapas de mi vida. En ella he conocido muy buenos amigos y profesores, de los que siempre me acordaré, así como de los buenos momentos que he vivido estos últimos cuatro años.

Quiero agradecer también a mi familia todo el apoyo que me han mostrado, ya que, a día de hoy, soy quien soy gracias a ellos, los que siempre han confiado en mí.

Por supuesto, agradecer a KH Vives por darme la oportunidad de realizar las prácticas en sus instalaciones, permitiéndome crecer personal y profesionalmente. Mi especial reconocimiento para S. Serrano y G. Carbonell, por la ayuda que me han prestado durante todos estos meses en la empresa.

Por último, mencionar también el trabajo de mi tutor, guiándome como es debido en la realización de este proyecto.

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Formato en castellano

Resumen

En primer lugar, se da una explicación de la empresa KH, describiendo su historia y como ha ido creciendo y evolucionando a lo largo del tiempo, así como sus objetivos principales y los valores que la rigen. También se explican las distintas unidades de negocio que forman parte de KH, definiendo de este modo los clientes a los que van enfocados los productos fabricados.

Una vez realizada esta toma de contacto con el mundo del sector de la automoción y, en concreto, con las operaciones y productos realizados en KH, se define en que se basa la cultura del Lean Manufacturing. Se centra sobre todo en aquellas herramientas Lean que utilizaremos para analizar las distintas incidencias ocurridas en la empresa, definiéndolas y documentándolas de la mejor manera posible.

La parte principal del trabajo se centra en el análisis de incidencias ocurridas en las distintas áreas que conforman la empresa, mediante su registro en los 8D. Se analiza la causa raíz y los puntos de fuga del incidente, justificándolo mediante evidencias, y el área de aparición del mismo. Además, también se analizan las distintas acciones implementadas para resolver el problema, y como evitar que el mismo incidente no vuelva a ocurrir.

Del mismo modo, se realiza un balance económico a raíz de las incidencias detectadas, conociendo el coste de las acciones implementadas y el ahorro que supone el hecho de evitar las determinadas incidencias.

Palabras clave

Lean Manufacturing; incidencias; análisis; resolución; 8D.

Formato en inglés

Resumen

First, an explanation of the KH company is given, describing its history and how it has been growing and developing over time, as well as its main objectives and the values that govern it. It also explains the different business units that are part of KH, defining the customers to whom the manufactured products are focused on.

Once this contact has been made with the automotive world and, in particular, with the operations and products made in KH, the culture of Lean Manufacturing is defined. It focuses mainly on those Lean tools that we will use to analyse the different incidents that occurred in the company, defining and documenting them in the best possible way.

The main part of the work is focused on the analysis of incidences occurred in the different areas that make up the company, through its registration in the 8D. The root cause and escape points of the incident are analysed, justifying it by documentary evidences, and the area of appearance of these. In addition, the different actions implemented to solve the problema are analysed, and how to prevent the same incident from happening again.

Similarly, an economic balance is drawn up as a result of the incidents detected, knowing the cost of the actions implemented and the savings involved in avoiding these incidents.

Palabras clave

Lean Manufacturing; incidents; analysis; resolution; 8D.

JUSTIFICACIÓN

Objetivo del proyecto

El objetivo del presente proyecto es explicar y concienciar a la plantilla de una empresa del sector de la automoción sobre la metodología utilizada en el análisis y resolución de problemas, de manera que se pueda comprender por cualquier usuario. Además, gracias al análisis de esta metodología, se pueden llegar a plantear diversas acciones de mejora en este ámbito.

De este modo, nos aseguraremos de que las personas responsables de aplicar esta metodología con miras a la resolución de problemas dentro de la empresa, lo lleven a cabo de manera correcta, siguiendo las diferentes fases estipuladas, para así alcanzar las metas propuestas.

Todos los métodos empleados en este proyecto están basados en la filosofía del Lean Manufacturing, lo cual supone una gran ventaja, puesto que su uso implica una gran probabilidad de éxito en cuanto a la resolución de problemas se refiere.

En algunos casos, el método para resolver problemas en el ámbito laboral no está estandarizado, de modo que no se puede tener la certeza de conocer si todas las incidencias podrán ser resueltas como es debido. Por ello, es de vital importancia contar con una metodología que nos asegure una eficaz resolución de cualquier problema que se pueda presentar, sea o no de gran importancia.

Alcance del proyecto

Para que todo el personal implicado en la resolución de incidencias conozca el modo de trabajar en este aspecto, es necesario realizar una explicación detallada sobre la metodología utilizada, así como las distintas herramientas empleadas y la forma de aplicar cada una de ellas.

Del mismo modo, para una mejor comprensión por parte de los usuarios, se deberán ejemplificar estos métodos, para que, cuando se vean en la situación de emplearlos, conozcan perfectamente los pasos a seguir.

A su vez, será necesaria la colaboración por parte de todo el personal, creando un buen clima de trabajo, mostrando comprensión y respeto hacia los demás, ya que la mayoría la metodología expuesta se fundamenta en el trabajo en equipo.

SUMARIO

Este proyecto sigue la estructura principal que se define a continuación:

- En el capítulo 1 se realiza una descripción de la empresa, explicando las distintas unidades de negocio existentes, y analizando los productos fabricados y secuenciados, así como los procesos empleados para llevarlo a cabo.
- En el capítulo 2 se define la filosofía Lean Manufacturing, explicando sus orígenes, y se introducen las herramientas Lean que serán utilizadas a lo largo del proyecto.
- En el capítulo 3 se explica la metodología 8D para el análisis y resolución de incidencias, explicando en profundidad cada una de sus 8 disciplinas o fases, así como las herramientas Lean empleadas en cada una de ellas.
- En el capítulo 4 se exponen algunos ejemplos reales de incidencias resueltas por el método 8D en KH, de modo que se ejemplifiquen las diferentes herramientas Lean.
- En el capítulo 5 se realiza un análisis económico de las incidencias expuestas, aportando cifras sobre las pérdidas ocasionadas debido a la aparición de las incidencias ejemplificadas, así como del ahorro generado gracias a la metodología de resolución de problemas empleada.
- En el capítulo 6 se plasman las conclusiones obtenidas de la realización del proyecto, así como las líneas futuras del mismo, mostrando la confianza de la empresa en la utilización de herramientas Lean.

ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	10
1.1 HISTORIA	10
1.2 OBJETIVO EMPRESARIAL Y VALORES	12
1.3 CENTRO PRODUCTIVO Y DATOS DE INTERÉS	13
1.4 UNIDADES DE NEGOCIO	17
2. LEAN MANUFACTURING	27
2.1 DEFINICIÓN	27
2.2 ORÍGENES	28
2.3 HERRAMIENTAS LEAN	31
3. METODOLOGÍA 8D	34
3.1 INTRODUCCIÓN	34
3.2 CRITERIOS DE APLICACIÓN DE LOS 8D's	35
3.3 LAS 8 DISCIPLINAS	35
3.3.1 D0: Detectar el problema y realizar acciones de emergencia	37
3.3.2 D1: Definir el equipo de trabajo.....	37
3.3.3 D2: Definir y describir el problema	38
3.3.4 D3: Implementar acciones de contención	41
3.3.5 D4: Identificar la causa raíz y los puntos de escape	43
3.3.6 D5: Elegir y verificar acciones correctivas	48
3.3.7 D6: Implantar y validar acciones correctivas	49
3.3.8 D7: Prevenir la reincidencia del problema	51
3.3.9 D8: Reconocimiento de las contribuciones individuales y del equipo	55
4. APLICACIÓN DE LOS 8D's A LA EMPRESA	57
4.1 INTRODUCCIÓN	57
4.2 EJEMPLOS REALES DE 8D's EN KH	57
4.2.1 Incidencia 1: Pintado en el lado opuesto de la varilla	57
4.2.2. Incidencia 2: Piezas P51004031/32 dimensionalmente NOK	75

5. BALANCE ECONÓMICO	102
5.1 INTRODUCCIÓN	102
5.2 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA INCIDENCIA 1	102
5.3 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA INCIDENCIA 2	105
6. CONCLUSIONES	110
BIBLIOGRAFÍA	112
PUBLICACIONES	112
DOCUMENTACIÓN WEB	112

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

1. Evolución del logotipo de la empresa.	11
2. Certificados otorgados a KH.	11
3. Valores de KH.	12
4. Plano de KH.	13
5. Plano de KHS.	14
6. Mapa de procesos de KH.	15
7. Cifras significativas de KH.	16
8. Varillas metálicas individuales.	17
9. Frame completo.	18
10. Bobina de cable de acero.	21
11. Malla de fliselina troquelada.	22
12. Bobina de fliselina.	23
13. Parabrisas con componentes montados.	24
14. Elementos del P2V.	25
15. Fundamentos del cross-docking.	26
16. Beneficios del Lean Manufacturing.	28
17. Sakichi y Kiichiro Toyoda.	29
18. Método Kaizen.	30
19. Pasos a seguir en el método 8D.	31
20. Ventajas de la aplicación del método 8D.	34
21. Plantilla de un 8D empleada en KH.	36
22. Fundamentos del 5W+2H.	39
23. Ejemplo de diagrama de Pareto.	40
24. Etapas del ciclo Deming.	42
25. Tipos de cambio en el desarrollo de una operación.	43
26. Ejemplo 5 porqués.	44
27. Estructura de un Diagrama Ishikawa.	45
28. Plantilla para el análisis ES/NO ES utilizada en KH.....	47

29. Ejemplo de Poka-Yoke del robot soldador Largoiko.	50
30. Etapas de un AMFE.	52
31. Símbolos principales empelados en la realización de un Diagrama de Flujo.	55
32. Alerta emitida por Grupo COPO sobre la aparición de la incidencia.	58
33. Varillas 302733, 302735, 302737, 302738.	59
34. Paquete de 50 unidades de la referencia 302733.	60
35. Galga para comprobar dimensionalmente la varilla 302733.	60
36. Modo de pintado de las varillas COPO.	61
37. Paquete de varillas listo para enviar al cliente, con pintado OK.	61
38. Varillas COPO con pintado NOK.	62
39. Información de retrabajos acerca de la revisión de las 3 salidas.	63
40. Área de trabajo de la máquina BT 3.4 Wafios.	64
41. Área de pintado de las varillas COPO.	64
42. Método de marcado antes de la resolución de la incidencia.	67
43. Utillaje generado para el correcto marcado de varillas COPO (302733).	68
44. Utillaje realizado para la referencia 302735.....	68
45. Modo de uso del nuevo utillaje para la referencia 302733.	69
46. Explicación del nuevo utillaje realizado.	70
47. Modificación del AMFE para el pintado de varillas COPO.	71
48. Modificación de la HP para la fabricación de varillas COPO.	72
49. Modificación del PC para el pintado de varillas COPO.	72
50. Modificación de la PI para el pintado de varillas COPO.	73
51. Modificación del RPI para el pintado de varillas COPO.	73
52. Utillaje realizado para la referencia 302737.	74
53. Utillaje realizado para la referencia 302738.	74
54. Varillas de las referencias P51004031 (dcha.) y P51004031 (izqda.) sin soldar.	75
55. Utillaje de soldadura para la referencia P51004031.	76
56. Utillaje de soldadura para la referencia P51004032.	76
57. Varillas de las referencias P51004031 (izqda.) y P51004032 (dcha.) soldadas.	77
58. Varilla de la referencia P51004031 NOK sobre espuma.	79
59. Área de trabajo de la máquina Numalliance R2108.	80

60. Galgas para las varillas con referencias P51004031 (izqda.) y P51004032 (dcha.).	80
61. Plano de la referencia P51004031.	81
62. Detalle del defecto de la varilla P51004031, NOK sobre la galga.	82
63. Plano de la referencia P51004032.	82
64. Detalle del defecto de la varilla P51004032, NOK sobre la galga.	83
65. Modo de embalaje de las varillas P51004032.	84
66. Área de trabajo del robot soldador Largoiko.	85
67. Galga de la referencia P51004031 realizada mediante impresión 3D.	85
68. Ayuda visual para comprobar la altura de las varillas P51004032.	86
69. Checking aid nueva galga de impresión 3D de la pieza P51004032.	87-88
70. Diagrama Ishikawa realizado para el problema de la referencia P51004031.	89
71. Análisis ES/NO ES realizado para el problema de la referencia P51004032.	90
72. Nuevas galgas para las referencias P51004031 (dcha.) y P51004032 (izqda.).	91
73. Instrucción de Proceso 09070.	93-94
74. Nueva pauta de embalaje para la referencia P51004032.	95
75. Requerimientos para el diseño de las galgas de las piezas P51004031 y P51004032.	96-97
76. Modificación del PC para Border Wires de 4,5 mm de diámetro.	98
77. Modificación de la PI para Border Wires de 4,5 mm de diámetro.	98
78. Nueva pauta de embalaje para la referencia P51004031.	100

1. Descripción de la empresa

1.1 Historia

El año 1998 se funda Know How Logistic S.L. en el polígono Industrial de Almussafes. Su actividad principal es la subcontratación de servicios logísticos y ensamblajes para proveedores de Ford. En ese momento, los proveedores de Ford, buscan empresas flexibles para subcontratar ciertos procesos transferidos por Ford, de forma que los costes estructurales se vieran reducidos.

Dos años después, en el año 2000, KH decide diversificar su actividad comercial, introduciéndose en el área del troquelado de espumas técnicas. Este sector cuenta con gran demanda, pero con escasa competencia local, lo que ayuda a aumentar la actividad comercial.

El año 2001 la empresa opta por ampliar la gama de servicios ofrecidos, dedicando recursos a la realización de inspecciones de calidad y retrabajos en las empresas del polígono.

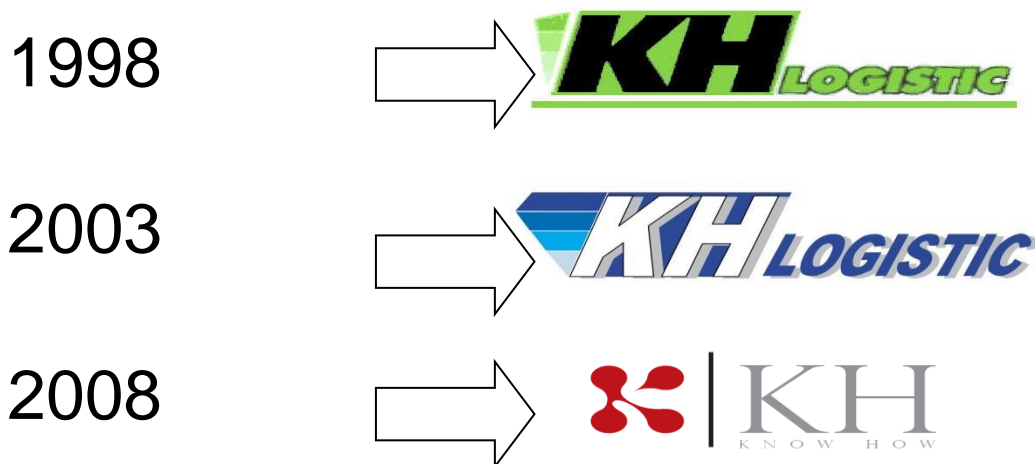
La empresa cambia de propietario en 2002, momento en el que cambia también la cultura y el rumbo de la empresa. En ese momento, las 4 áreas de negocio existentes son las siguientes: ensamblajes, servicios logísticos, troquelado de espumas técnicas e inspecciones de calidad y retrabajos.

Seis años después, KH diversifica sus actividades fuera del sector automoción, ofreciendo a la industria local los mismos servicios que a la industria del automóvil, transportando así una exitosa forma de trabajo al tejido de la pequeña empresa valenciana.

En esas fechas, KH pone en marcha su propio laboratorio para el ensayo de materiales destinados a la sección de espumas técnicas, ampliando su capacidad técnica y resolutive, llegando a clientes como Mercedes Benz o Seat. Además, KH es designada por Ford como "Long Term Supplier" para el proceso de ensamblaje y secuenciado de cristales para la planta de Valencia, asignando el 100% de la producción durante los siguientes 8 años.

De la mano de un nuevo enfoque estratégico, KH decide cambiar la imagen corporativa. Este cambio de imagen tiene 3 objetivos principales:

- Ampliar la visión que se percibe de la empresa; para lo que se elimina la palabra "Logistic" del logotipo, la cual restringía en muchas ocasiones la percepción de KH, cuyas capacidades de producción van más allá de los servicios logísticos.
- Llegar a clientes fuera del sector automóvil, a través de una imagen que proponga seriedad y solvencia.
- Modernización.



1. Evolución del logotipo de la empresa.

Fuente: Elaboración propia

El año 2010 es muy importante para la evolución de esta empresa. En ese momento, KH descubre y patenta un nuevo proceso de fabricación de alambres de asiento de 2 mm de grosor; dicho proceso elimina los puntos de soldadura.

Ese mismo año, la empresa es seleccionada para coordinar actividades de lanzamiento para el nuevo C-MAX. Desde ese momento, KH ha sido responsable de la coordinación de estas actividades en todos sus lanzamientos.

Desde el año 2013, KH cuenta también con un equipo de ingeniería destinado a la búsqueda de mejoras para diferentes componentes automovilísticos y la investigación en nuevos materiales. El objetivo de este equipo es la mejora continua de procesos y materiales, así como la innovación. Ser una empresa innovadora es uno de los objetivos estratégicos de la compañía y una de las características principales de la misma para asegurar la diversificación de mercado.

Gracias a esa fuerte determinación que impregna a todo el equipo que compone la empresa, se le otorgó en el año 2016 el máximo distintivo dentro de la industria de la automoción, la certificación Q1 (Quality One). Se trata de una distinción que entrega la compañía Ford Motor Company a sus proveedores preferentes, que cumplen con las certificaciones y mejoras más allá de los requerimientos estándares de la industria, y con la cual reconoce la alianza entre la multinacional y sus proveedores para obtener vehículos más seguros, de mejor calidad y con unos precios más competitivos.



2. Certificados otorgados a KH.

Fuente: www.grupokh.com

1.2 Objetivo empresarial y valores

El objetivo de KH es ser una empresa líder dentro del sector de fabricación de componentes y servicios para la industria del automóvil. Gracias a la diversidad de productos que fabricamos y a nuestra rapidez y eficacia, distribuimos nuestros productos a grandes marcas mundialmente reconocidas, lo que nos permite seguir creciendo como proveedores en el sector de la automoción, siendo así más competitivos.

Nuestra misión es diversificar nuestra capacidad tecnológica y mejorar constantemente nuestro know-how para superar las expectativas de nuestros clientes, en diseño, desarrollo y fabricación de componentes, procesos y servicios industriales, principalmente relacionados con el sector de la construcción de automóviles. Aspiramos ser el socio proveedor preferido de nuestros clientes, innovando y siendo reconocidos por una ejecución excelente.

En KH pensamos que los valores que nos mueven son la base de nuestra cultura empresarial:



Innovación e inversión en
I + D + i



Equipo humano



La confianza de nuestros
clientes

3. Valores de KH.

Fuente: www.grupokh.com

-Innovación e inversión en I+D+i: En KH pensamos que, para aumentar el grado de competitividad en nuestro mercado, es fundamental dedicarle atención a la investigación y el desarrollo de nuestros productos, así como a la innovación de los mismos, para de este modo cumplir con las necesidades y requerimientos del cliente.

-Equipo humano y trabajo en equipo: En nuestra empresa creemos que el equipo humano es una de las claves del éxito empresarial, así como el fomento del trabajo en equipo, ya que contribuye a la eficiencia, compromiso y satisfacción en el trabajo. Es por ello que en KH promovemos la cooperación y la mejora de las relaciones interpersonales.

-Confianza de nuestros clientes: En KH pensamos que la confianza con nuestros clientes es imprescindible, porque al fin y al cabo es el que va a determinar nuestros beneficios. Por eso, nos ganamos y mantenemos la confianza con nuestros clientes mediante la transparencia, honestidad y profesionalidad.

1.3 Centro productivo y datos de interés

El grupo KH cuenta con 3 instalaciones industriales:

-KH: Esta es la instalación más grande, y la que cuenta con un mayor número de empleados, entre los cuales me incluyo.

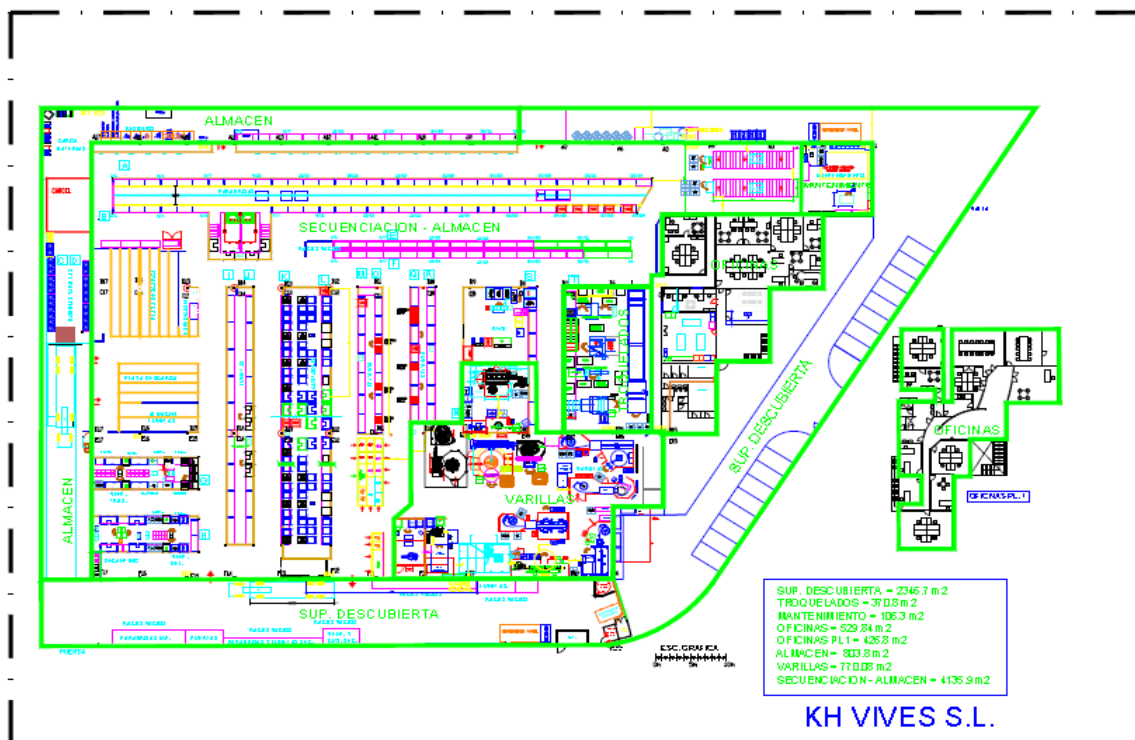
Es en su planta de fabricación donde se producen varillas metálicas, mediante doblado y posterior soldadura, que formarán la estructura de refuerzo de los asientos de los vehículos.

En esta planta también se transforman espumas, plásticos y caucho mediante procesos de troquelado, utilizadas en aplicaciones como aislamiento térmico y acústico, refuerzos, embellecedores...

En esta instalación se encuentra el área de retrabajos (reworks), donde se modifican las piezas ya fabricadas, normalmente por la existencia de algún problema en la pieza que hace que esta sea inservible para su aplicación.

De esta instalación también forma parte una de las áreas de secuenciación. En KH Vives se secuencian todo tipo de vidrios para automóviles (parabrisas, lunetas, custodias, ventiletes), puertas, tapas para el salpicadero y amortiguadores automáticos para el portón (maletero) del Ford Kuga.

Aquí se encuentran también las oficinas del grupo KH, distinguiendo diversas áreas para cada uno de los departamentos que forman la empresa; yo formo parte del Departamento de Calidad.



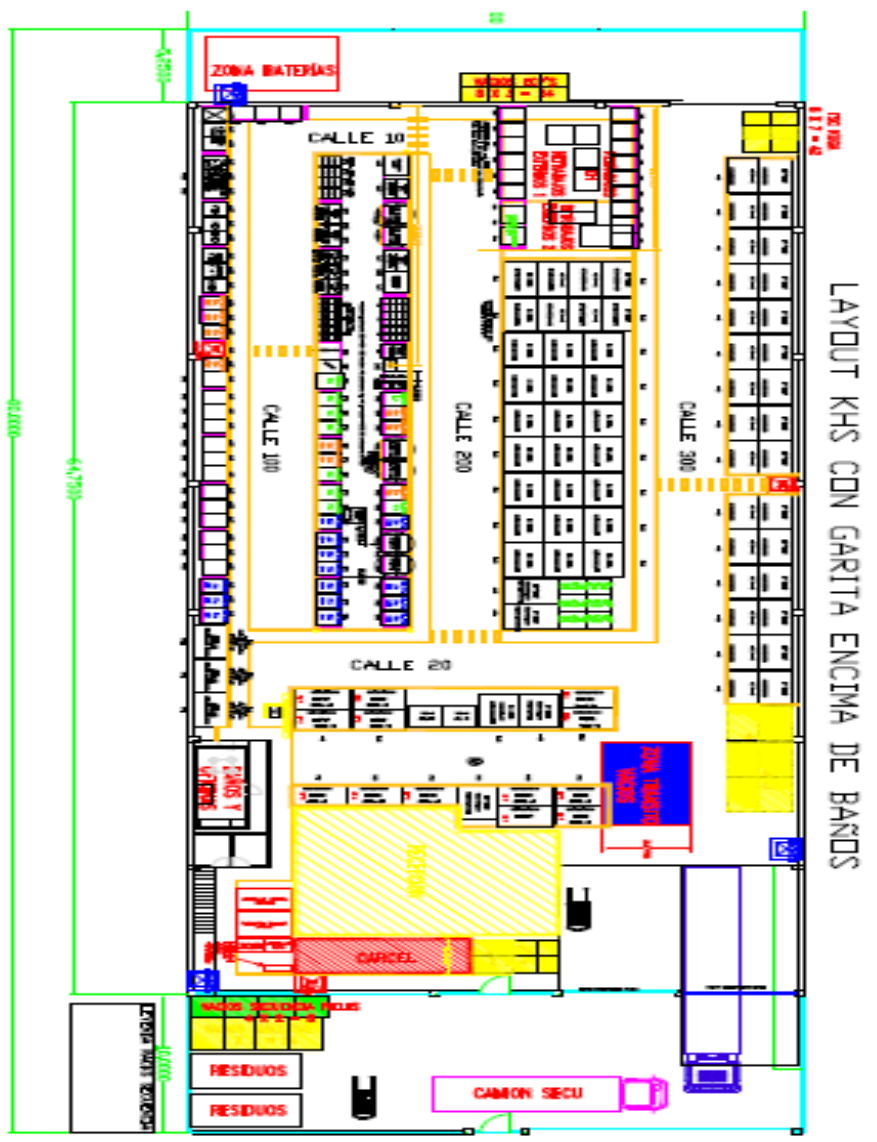
4. Plano de KH.

Fuente: Interno KH Vives

Descripción de la empresa

-**KHS**: En esta instalación solamente se llevan a cabo tareas de secuenciación, pero los productos secuenciados son diferentes de los que se manipulan en KH. Aquí se secuencian volantes, las tapas situadas bajo los mismos ECP's (carátulas del panel de las radios) y salpicaderos.

Al igual que en KH, aquí también se almacenan los productos a la espera de enviarlos a nuestros clientes.



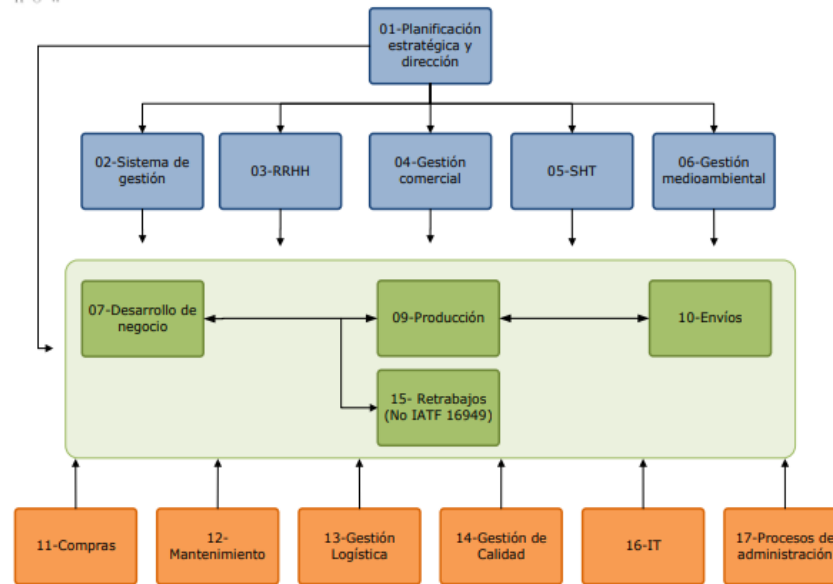
5. Plano de KHS.

Fuente: Interno KH Vives

-**KHG**: Se utiliza como almacén de los productos fabricados, cuando no pueden ser ubicados en KH. Aquí también se encuentra el gimnasio de la empresa, del que todos los empleados podemos hacer uso.



MAPA DE PROCESOS



PROCESOS SUBCONTRATADOS:	
- 02. Sistema de gestión: Auditorías externas (DNV)	- 10. Envíos: Transportes específicos
- 03. RRHH: ETT (Iman), Formadores específicos	- 12. Mantenimiento: Mantenimientos específicos de instalaciones/ máquinas
- 05. SHT: Servicio de prevención ajeno (Preving)	- 14. Gestión de calidad: Calibraciones y ensayos
- 06. Gestión medioambiental: Gestión de residuos	- 16. IT: Mantenimiento de apps informáticas, backup en la nube, consultoría
- 09. Producción: Pintado cataforesico (Pincasa)	

F01010_Mapa de procesos_Ed08/06/2018

6. Mapa de procesos de KH.

Fuente: Interno KH Vives

KH es una empresa altamente eficiente y que presenta soluciones innovadoras. Es por ello que, a lo largo de su historia, ha ido creciendo e implementando nuevas aportaciones para mejorar la calidad de sus productos y ahorrar en costes. Las innovaciones más significativas de la empresa son:

-La creación y patente de la varilla en forma de “H”, que eliminó el proceso de soldadura, suponiendo un ahorro económico en la producción.

-El desarrollo de las aplicaciones (APPs) para acciones de contención, que permiten informar a nuestros clientes y dirigir nuestras operaciones en tiempo real.

-El diseño de un sistema para el ensamblaje de pines en cristales, consiguiendo tolerancias inferiores a 0,5 mm.

-La eliminación del 30% de las operaciones sin valor añadido mediante la eliminación de desplazamientos en los procesos de secuenciación, agilizando así el proceso y disminuyendo la pérdida de tiempo.

-La aplicación de pinturas ferromagnéticas a fieltros troquelados, que permitió fabricar piezas 3D con tecnología 2D, lo cual supuso un gran avance tecnológico en el sector.

-El desarrollo de sistemas de reconocimiento por voz, que permiten optimizar y estandarizar los procesos de montaje y secuenciación.



7. Cifras significativas de KH.

Fuente: www.grupokh.com

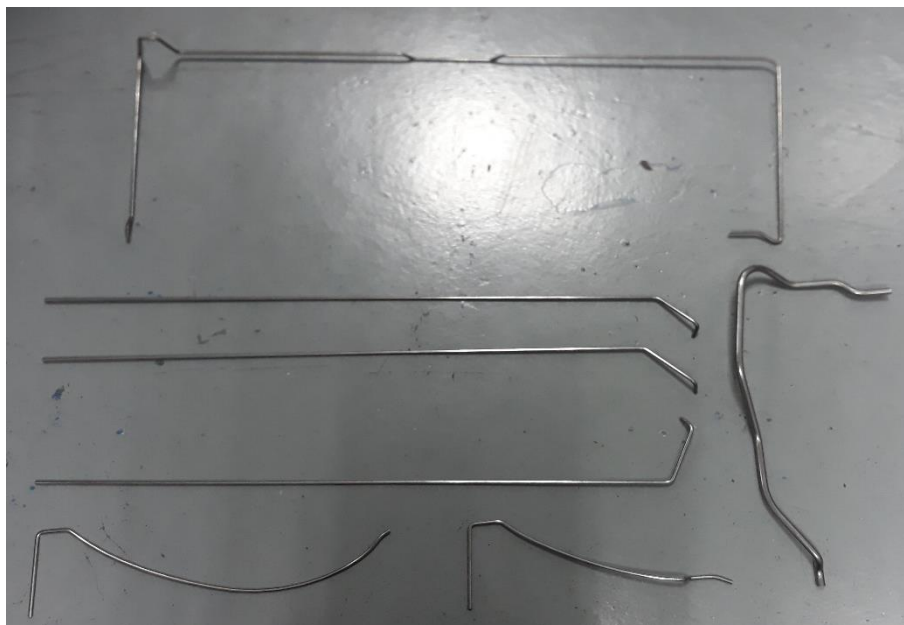
1.4 Unidades de negocio

En KH no se fabrica y/o secuencia solamente un tipo de producto, ya que nos centramos en la diversidad de los mismos, para así tener una mayor competitividad en diferentes áreas. Es por ello que en 2 de las 3 plantas que pertenecen a la empresa, se producen y secuencian diversos tipos de productos, contando de este modo con diferentes áreas y unidades de negocio diferenciadas para cada una de las actividades que se llevan a cabo.

-Estructuras metálicas

De todos los servicios que KH ofrece, enunciados anteriormente, el que más peso tiene es la fabricación de varillas metálicas para formar las estructuras metálicas de los asientos de los automóviles. Esto se debe, en gran parte, a un suceso que tuvo lugar en el año 2010, cuando se diseñó una nueva pieza que redujo el coste de producción en un 50 %, eliminando los puntos de soldadura y costes de utillaje, suponiendo una gran revolución en el mundo de la fabricación de varillas metálicas.

Existen una gran cantidad de referencias en cuanto a varillas metálicas se refiere, contando con una enorme variabilidad de geometrías, dependiendo de los requerimientos del cliente. Las varillas salen de las máquinas de conformado de acero individualmente, es decir, no obtenemos la estructura completa en un solo paso:



8. Varillas metálicas individuales.

Fuente: Elaboración propia

Una vez dispuestas las varillas sobre el utillaje e introducidas en la célula de soldadura para unir las entre sí, se obtiene la estructura metálica (frame) que posteriormente se introducirá entre la espuma de los asientos de los automóviles:



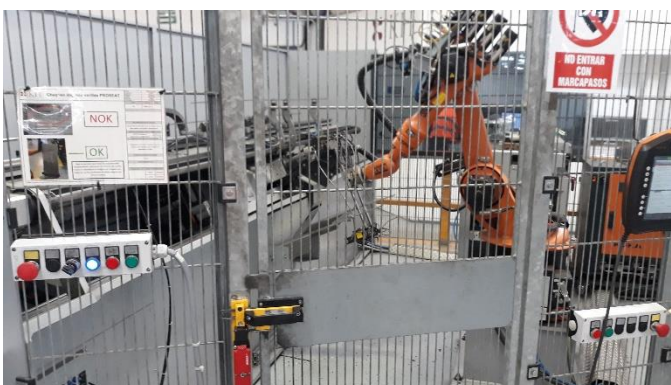
9. Frame completo.

Fuente: Elaboración propia

KH ha seguido incorporando innovaciones e invirtiendo en maquinaria para esta área, lo que incluye soldadura automatizada o maquinaria de doblado de última generación. Actualmente, la empresa cuenta con 10 máquinas destinadas a la fabricación de varillas metálicas y a su posterior unión para formar la estructura metálica resistente completa:



CNC BM30 Wafios: dotada de un cabezal regulable, dobla y corta la varilla según la referencia que se trate.



CNC BMS31 Wafios + Robot KUKA: con dos cabezales regulables en paralelo, dobla y corta la varilla. Además, el robot lleva la varilla a la célula de soldadura, donde la suelda por resistencia eléctrica y la deposita en el lugar de recogida por parte del operario.



Numalliance R2108: cuenta con dos cabezales en paralelo, dobla y corta la varilla.



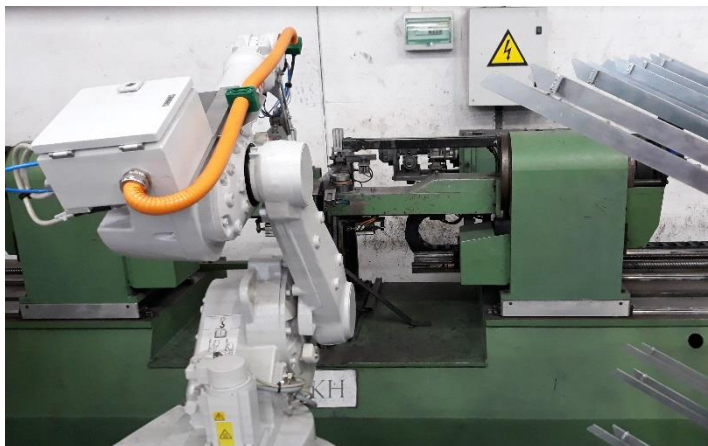
Numalliance R2105: los brazos de la máquina sitúan el alambre sobre los dos cabezales en paralelos, que lo doblan. Una vez cortado, se deposita la varilla sobre los ganchos (en este caso, la estructura en círculo permite depositar una mayor cantidad de varillas).



BT 3.4 Wafios (derecha e izquierda, RH y LH): cuenta con dos cabezales regulables, pero situados a distinto nivel uno del otro. Doblado y cortado de varillas.



Dobladora CNC BUCH pequeña: para fabricación de varillas cortas y diámetro pequeño (de entre 1 y 3 mm). Varillas



Dobladora CNC BUCH grande + Robot ABB: dotado de dos cabezales en paralelo, dobla y corta la varilla. El robot ABB coge la varilla terminada y la deposita en el lugar de recogida por parte del operario.



Turbobender + máquina soldadora: cuenta con dos cabezales en paralelo que actúan al mismo tiempo, doblando la varilla. Después de cortarla, se sitúa la varilla sobre la máquina soldadora, que la suelda por resistencia eléctrica y deposita en el lugar de recogida por parte del operario.

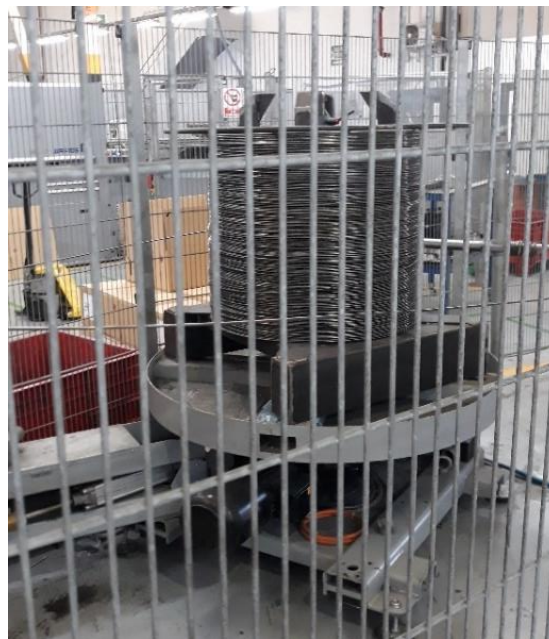


Robot soldador LARGOIKO: el operario posiciona las varillas sobre el utillaje correspondiente. Suelda las varillas por MIG.



Soldador CargoHook: trabaja del mismo modo que el anterior, soldando las varillas por MIG. En cada uno de los soldadores se disponen unos utillajes determinados, de forma que cada máquina tiene referenciadas unas determinadas referencias a soldar.

Todas las máquinas destinadas a la producción de varillas individuales, se abastecen con materia prima (acero) a partir de bobinas de alambre de este material, con un diámetro determinado, dependiendo de la referencia que se vaya a fabricar. Todas éstas máquinas son capaces de fabricar varillas de distintos diámetros, dependiendo de los cabezales (utillajes de máquinas de conformado de varillas) utilizados.



10. Bobina de cable de acero.

Fuente: Elaboración propia

Actualmente, en KH se producen más de 12 millones de varillas al año, transformando una distancia superior a 8.000 km de acero. Estas estructuras se montan en todos los coches Ford fabricados en Europa.

-Espumas técnicas

En KH se transforman y troquelan espumas técnicas y tejidos, abordando más de 1.000 referencias, todas de altos requerimientos técnicos, que presentan una gran variedad

de tamaños y formas. En un año, se consumen 33.000 horas de trabajo y 2 millones de m² de varios materiales técnicos, para producir más de 50 millones de piezas.



11. Malla de poliéster troquelada.

Fuente: Elaboración propia

Estos materiales van desde el caucho y el poliéster al polipropileno, polietileno o al más simple algodón, pasando por diversas telas, moquetas y fieltros. Estos materiales son troquelados en la fábrica, sellados o incluso, como sucede en un caso muy singular, pintados con pintura ferromagnética.

En el área de troquelados contamos con 3 máquinas para su producción:



Troqueladora Sysco: se inserta el material en láminas, las cuales troquea de una forma determinada (dependiendo de la referencia que se fabrique) aplicando presión. Esta es regulable, según el material utilizado y la forma de la pieza, se elegirá la presión idónea.



Máquina de corte Lectra: corta mediante una sierra el material según la forma que le corresponda a la referencia a fabricar.

Al igual que en las máquinas destinadas a la producción de varillas, la máquina se abastece de materia prima (en este caso, telas o moquetas) a partir de una bobina de uno de estos materiales, dependiendo de la referencia que se vaya a fabricar.



12. Bobina de poliéster en malla.

Fuente: Elaboración propia

Las piezas fabricadas están diseñadas para para cumplir funciones muy diversas dentro de un automóvil, como pueden ser: absorción de ruidos, servir como filtro o aislantes térmicos, asegurar la estanqueidad de determinadas zonas, limitar impactos, servir como refuerzo, aislar, sellar, reducir peso o, simplemente, con una función estética.

-Montaje de módulos y secuenciación

KH dispone de un innovador sistema de operaciones para la línea de montajes y secuenciación por voz, que logra una perfecta sincronización con los procesos de fabricación. Se suministran a Ford diariamente y en secuencia más de 20.000 componentes, gestionando más de 500 referencias en componentes.

Entre los componentes que KH ensambla y suministra en secuencia al punto de uso dentro de la planta de montaje de Ford, destacan: vidrios, volantes, salpicaderos y carátulas de la consola central (ECP's). El montaje y secuenciación de vidrios es el más

complejo, ya que, dependiendo del tipo de vidrio que se trate (lunetas, parabrisas, custodias o ventiletes), se debe hacer una acción distinta.

Por ejemplo, se les debe dar una capa de imprimación a los bordes de las custodias para que, una vez enviadas a Ford, la masilla que le ponen para fijarlas a su sitio en el vehículo quede bien arraigada. En el caso de los ventiletes, es necesario insertarles su determinado embellecedor antes de enviarlos a Ford. En cuanto a los parabrisas, dependiendo del requerimiento de cada uno de ellos, se les acopla el sensor de lluvia, el clip de sujeción del mismo, la placa de sujeción del GPS y el ACS, así como el cableado necesario para el correcto funcionamiento de todo ello.



13. Parabrisas con componentes montados.

Fuente: Elaboración propia

El resto de productos que KH secuencia (puertas, volantes, ECP's, salpicaderos...), no requieren ningún montaje aparte, así que simplemente se descargan y se colocan en la posición y contenedor correspondiente para ser enviados a Ford.

El área de montaje y secuenciación cuenta con un sistema de trabajo guiado por voz (P2V, pick to voice) que facilita las tareas a los operarios, reduce los errores humanos, acorta el tiempo de reacción de los ingenieros ante posibles cambios y garantiza la estandarización de cualquier operación. Los operarios llevan unos auriculares con micrófono, y una computadora previamente programada les va diciendo donde colocar que artículo en que ubicación, así como los chequeos que el operario tiene que realizar en cada caso, contestando si es correcto o no; en el caso de que los productos requieran algún montaje, el P2V también se lo indica. Este proceso operacional, al igual que la mayoría de los implantados en KH, está fundamentado en la filosofía Lean Manufacturing.



14. Elementos del P2V.

Fuente: Elaboración propia

-Soluciones de ingeniería aplicada

La excelencia de los ingenieros de KH y los innovadores procedimientos de gestión, nos permiten ofrecer los mejores servicios de reingeniería logística y representación del sector, como ha quedado demostrado en los últimos lanzamientos realizados por Ford en España. Los ingenieros residentes totalmente focalizados en los retrabajos y la seguridad de los componentes que entran en la cadena de montaje reflejan el espíritu innovador de KH.

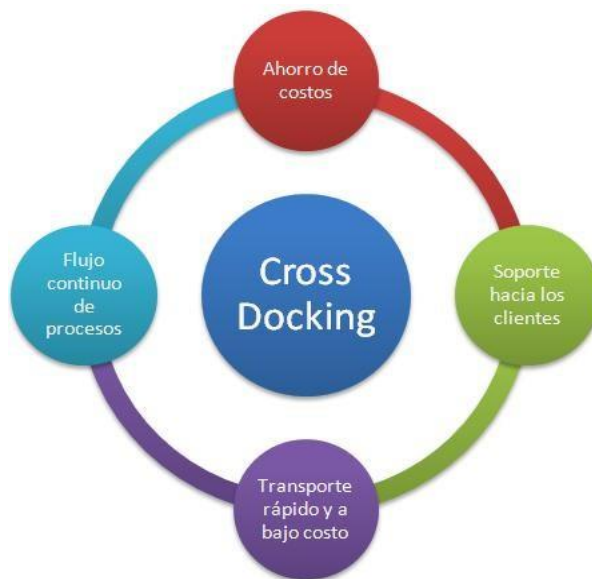
La empresa desarrolla tecnologías propias para coordinar las actividades de cientos de empleados velando por la estandarización de las operaciones y la obtención de la información sobre los resultados a tiempo real, mediante aplicaciones para smartphones, tablets y PC's.

El equipo que forma parte de esta empresa aplica procesos de reingeniería simultánea para resolver problemas de diseño y calidad en la producción de cualquier vehículo, con capacidad para desplazarse cuando y donde el cliente lo requiera.

-Servicios logísticos

La subcontratación de servicios logísticos ha ido en aumento en los últimos años, debido a la globalización y la deslocalización de los mercados y fabricantes, así como la flexibilidad requerida para mantener la competitividad.

El servicio logístico globalizado de KH ofrece almacenamiento, control de stock y distribución *cross-docking* (los productos recibidos no son almacenados, sino que son preparados para su transporte inmediato al cliente). También incluyen asistencia especializada para secuenciación, para entregas *Just In Time* o *Just In Sequence*, o para líneas de suministro tipo Kanban.



15. Fundamentos del cross-docking.

Fuente: www.ingenieriaindustrialonline.com

Asimismo, también se ocupa del trasvase para la optimización del transporte, y ofrece a sus clientes servicios de almacenaje y depósito aduanero.

-Diseño de componentes de automoción

La investigación sobre componentes para el mundo de la automoción es un servicio que se nutre de las capacidades que KH ha ido desarrollando gracias a su diversificación, y que incluye análisis de mercados e identificación de nuevas aplicaciones tecnológicas.

Estas aportaciones, unidas a los laboratorios, a su departamento de I+D+i y a sus equipos de ingeniería, se convierten en excelentes recursos para la innovación que sus clientes están utilizando de modo creciente.

2. Lean Manufacturing

2.1 Definición

El principal problema que nos encontramos a la hora de definir el significado de Lean Manufacturing es el gran número de términos en castellano con los que las empresas se refieren a estas técnicas. Dependiendo de la industria podemos encontrar traducciones como fabricación ágil, ajustada o esbelta. Por otra parte, las empresas que han implantado la filosofía Lean, han adaptado de forma universal palabras inglesas y/o japonesas, que han pasado a formar parte de su vocabulario técnico. Otro problema es la inclusión o no de determinadas técnicas o herramientas en el Lean Manufacturing, que también dependerá del autor o la industria pertinentes.

El Lean Manufacturing es, en definitiva, una serie de principios, conceptos y técnicas diseñadas para eliminar el desperdicio y establecer un sistema de producción eficiente que permita realizar entregas a los clientes de los productos requeridos, cuando son requeridos, en la cantidad requerida y sin ningún tipo de defectos. Eliminando el desperdicio, es decir, eliminando las actividades que no añadan ningún valor al proceso productivo, conseguimos la mejora y optimización del mismo, consiguiendo así la máxima eficiencia en todos los procesos.

El objetivo principal del Lean Manufacturing es el de generar una nueva cultura de mejora basada en la comunicación y en el trabajo en equipo, por lo que resulta primordial adaptar el método a cada caso concreto.

Lean Manufacturing no es un concepto estático, que se pueda definir de una manera directa, ni tampoco es una filosofía que rompa con todo lo conocido. Su novedad consiste en la combinación de distintos elementos y técnicas surgidas del estudio a pie de máquina, y apoyadas por la dirección, convenciéndoles de la necesidad de su aplicación. La filosofía Lean evoluciona permanentemente debido al aprendizaje, que se va adquiriendo sobre la implementación y adaptación de sus diferentes técnicas a los entornos industriales.



16. Beneficios del Lean Manufacturing.

Fuente: www.jazzsolutions.es

2.2 Orígenes

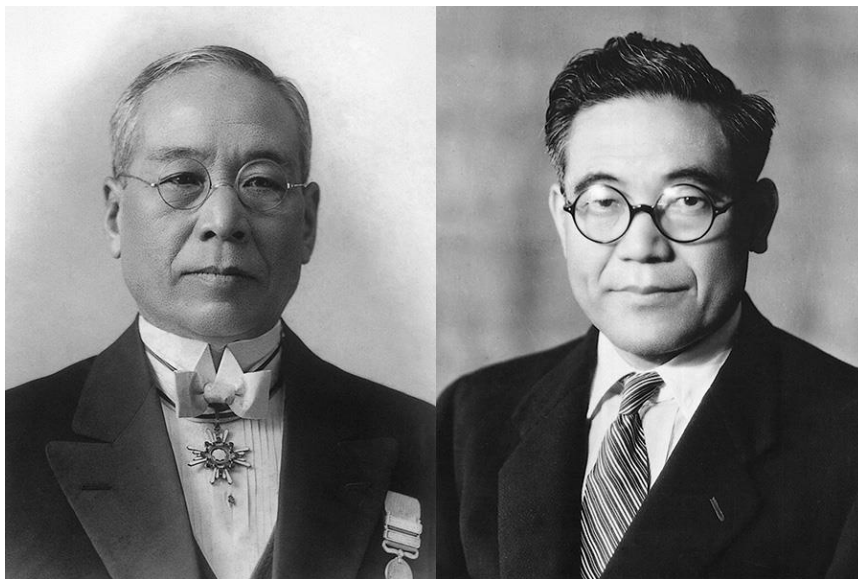
A principios del año 1900 los japoneses mantuvieron una dura competencia con los británicos en la producción textil. Sakichi Toyoda, fundador del grupo Toyota, inventó en 1902 un telar que se paraba cuando el hilo se rompía; esto permitió a las empresas japonesas producir paños de alta calidad y sin pérdidas con menos operarios. Mientras tanto, los fabricantes británicos competían con altos costes de producción y mala calidad.

La producción japonesa pronto superó a la del Reino Unido, donde fue desapareciendo este tipo de industria.

El concepto de parar la producción ante un problema se hizo clave en el sistema de producción de Toyota. En el año 1930, el hijo de Sakichi, Kiichiro, se encargó del recién creado negocio de fabricación de coches de Toyota. Kiichiro decidió visitar los EEUU para aprender in-situ los sistemas de producción de automóviles, y copió muchos aspectos, pero los adaptó a la producción de pequeños lotes, que en ese momento era lo que requería Japón.

Después de la Segunda Guerra Mundial, había severas presiones financieras sobre las empresas japonesas. Sólo se les permitía producir vehículos en pequeñas series y hasta que éstos no se vendieran no se les financiaba con más fondos. Esto condujo a Kiichiro

Toyota a crear el sistema “JIT” (Just In Time), que demostró ser una solución excelente para el problema del flujo de caja.



17. Sakichi y Kiichiro Toyoda.

Fuente: www.toyota-industries.com

En 1956, Taichi Ohno, directivo de Toyota, hizo una visita a los EEUU para identificar otra vez las mejores prácticas que ellos podrían imitar. Estando Taichi en un supermercado, observó que cuando había un problema en la caja, la cajera presionaba un botón que encendía una luz (linterna, o ANDON en japonés) e inmediatamente acudía un supervisor para ayudarla. Así mismo notaron que, inmediatamente después de que se retirara una lata de frijoles de las estanterías, ésta era repuesta por un empleado, manteniéndose de esta manera un flujo continuo de los productos entre el almacén, las estanterías y los clientes.

Toyota adoptó estos conceptos y con el tiempo los adaptó a la producción de automóviles.

Taichi Ohno documentó la manera en que la compañía trabajaba, convirtiéndose en el “Sistema de Producción de Toyota”: tan sólo 26 páginas mostraban cómo de simple es la forma de producir de Toyota.

En los años 50, Toyota no aparecía entre las 10 empresas más importantes del sector del automóvil, que era liderado por las tres grandes empresas del momento: General Motors, Ford y Chrysler.

En los años 70, Toyota ya aparecía en sexta posición, y en 2004 desbanca a Ford de la segunda posición poniendo, en jaque el liderazgo de General Motors. En 2009, Toyota finalmente consigue superar a General Motors en ventas globales.

Las actividades llevadas a cabo en Japón para la mejora de la productividad atrajeron el interés de Jim Womack y Dan Jones, autores de los libros que iniciaron la difusión de la

cultura Lean Manufacturing, como "The Machina that changed the World, Lean Thinking y Lean Solutions", que estuvieron en los años 80 en Japón estudiando el sistema Toyota. Quedaron sorprendidos con el nivel de productividad con el que se encontraron.

El libro "La Máquina que cambió el mundo" fue editado por Womack, Jones y Roos en 1990; esto actuó como un despertador para la industria occidental. Muchas personas vieron el libro como una manera rápida para mejorar la productividad y obtener mayores beneficios. Ahora bien, si las empresas se limitan a aplicar las herramientas sin entender el fondo de la filosofía Lean no conseguirán ganar la carrera de la competitividad. Las razones por las que muchas organizaciones apostaron por un sistema Lean son las siguientes:

- Necesita menos recursos humanos para diseñar, fabricar y servir los productos.
- Necesita un menor volumen de inversión para conseguir un volumen determinado de capacidad productiva.
- Fabrican productos con un menor nivel de defectos y retrabajos.
- Utilizan menos proveedores, pero más cualificados.
- Pueden fabricar una mayor gama de productos con menor coste para mantener precios y ganar cuota de mercados.
- Necesita menos nivel de inventario en cada fase del proceso.

Es decir, se necesita menos de todo para crear una cantidad determinada de valor.

Por todo ello, podemos decir que, en el entorno empresarial, Japón ha contribuido de forma importante con conceptos que representan herramientas de mejora continua (Kaizen) y con diversas filosofías de producción.



18. Método Kaizen.

Fuente: www.gruposhine.com

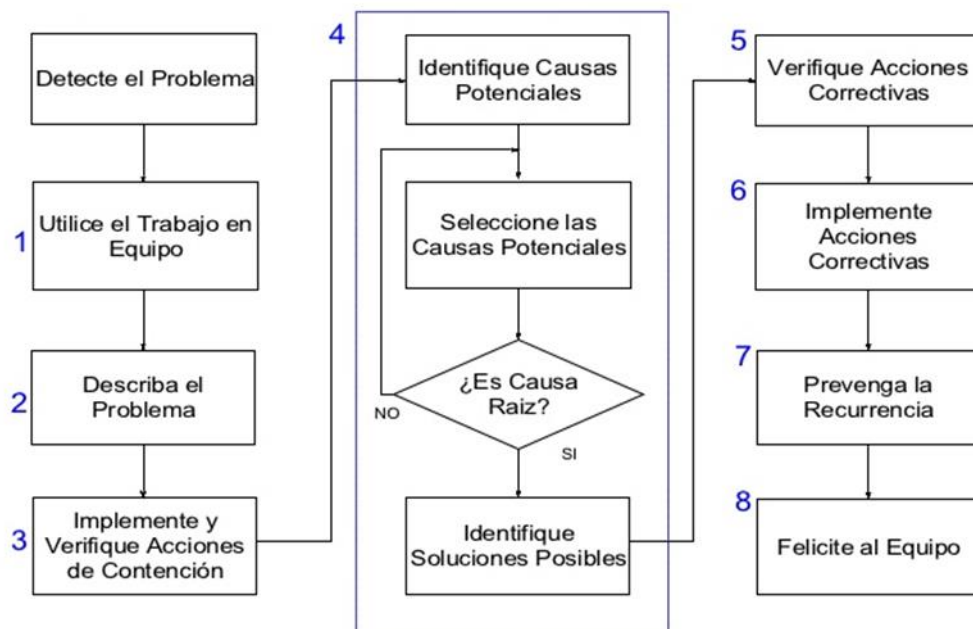
2.3 Herramientas Lean

La cultura Lean cuenta con una gran cantidad de herramientas destinadas a conseguir una mejora continua eliminando el desperdicio, estableciendo de este modo un sistema de producción eficiente. Estas técnicas se pueden aplicar de forma independiente o conjunta, siempre que se tenga un excelente conocimiento y una metódica aplicación de las mismas.

Las herramientas Lean que utilizaremos a lo largo de este trabajo son las siguientes:

- **8D:** Es un método para la identificación y posterior resolución de problemas. Está basado en 8 disciplinas o pasos a seguir:

- D1. Definir un equipo de trabajo.
- D2. Describir el problema.
- D3. Implementar acciones de contención.
- D4. Identificar la causa raíz y los puntos de escape.
- D5. Verificar acciones correctivas.
- D6. Implantar acciones correctivas.
- D7. Prevenir la reincidencia.
- D8. Reconocer el buen trabajo al equipo.



19. Pasos a seguir en el método 8D.

Fuente: www.qualityway.wordpress.com

La utilización del método 8D es fundamental en KH para reconocer cualquier tipo de incidencia y corregirla de manera efectiva.

Hay que destacar que esta será la herramienta principal entorno a la cual girarán el resto de herramientas o técnicas, aplicadas a la filosofía del Lean Manufacturing. De este modo, en cada una de las disciplinas enunciadas anteriormente, utilizaremos algunas de estas herramientas para conseguir llevarlas a cabo de manera eficiente, dependiendo de su función y objetivo principal.

-5W+2H: Es una técnica de mucha utilidad en la descripción de un problema, permitiendo obtener información muy clara y ordenada. Consiste en responder a 7 preguntas estipuladas, obteniendo así la información que nos interesa a la hora de describir un problema.

-Gemba: Técnica que consiste en ir al lugar físico donde ha tenido lugar el problema y recoger los datos necesarios para describirlo, haciéndolo de este modo con mayor conocimiento real y, por lo tanto, con más precisión y detalle.

-Diagrama de Pareto: Gráfico que indica la frecuencia con la que ocurre un problema determinado, así como su nivel de gravedad y su impacto económico en la empresa.

-5 porqués: Herramienta utilizada para conocer la causa raíz de un problema, mediante la formulación de la pregunta “¿Por qué?” a un enunciado previamente establecido. La respuesta a esa primera pregunta se someterá de nuevo a la misma pregunta, hasta que se encuentre la causa raíz de la incidencia.

-Diagrama Ishikawa: Herramienta que también se utiliza con la finalidad de conocer la causa raíz de un problema, pero tiene diferente metodología. Consiste en indicar las posibles causas principales del problema, para hacer un proceso inverso, buscando las causas de esas causas, hasta encontrar la causa raíz.

-Análisis ES/NO ES: Técnica empleada con el fin de determinar la causa raíz de un problema. Consiste en decir que es cierto y que no lo es acerca de unos enunciados previamente determinados, en relación con la aparición del problema.

- Poka-Yoke: Son dispositivos que tienen como objetivo principal anular o reducir al máximo los errores que puedan aparecer en la realización de una actividad en concreto. Pueden ser de control o de aviso.

-AMFE: Es una herramienta que se emplea para prevenir los fallos potenciales durante el desarrollo y la fabricación de un producto. Se estudian los posibles fallos que pueda presentar un producto, clasificándolos según su relevancia.

-Plan de Control: Documento donde se indica el modo, frecuencia y responsable, así como todas las especificaciones necesarias, de la realización de los controles que se describen en el AMFE.

-Pauta de Inspección: Documento donde se describen las acciones y chequeos que debe de realizar el operario durante la fabricación de una determinada pieza. Estas acciones vienen registradas en el Plan de Control.

-Registro de la Pauta de Inspección: Documento donde los operarios van marcando los chequeos indicados en la Pauta de Inspección, según los vayan realizando.

-Hoja de procesos: Documento donde se indican los pasos y acciones necesarias, referentes a un proceso de producción determinado, para llevar a cabo correctamente la fabricación de un producto en concreto.

-Diagrama de flujo: Herramienta utilizada para describir las diferentes etapas por las que pasa un producto, desde que entra en KH hasta que se envía al cliente.

3. Metodología 8D

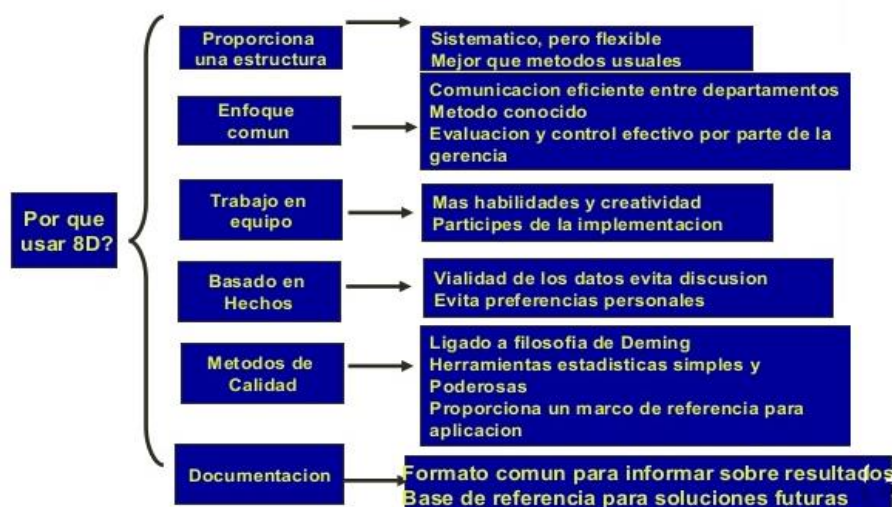
3.1 Introducción

Ya que la parte principal de este trabajo se centra en el análisis y la resolución de problemas dentro de una empresa del sector del automóvil, vamos a explicar con detalle el método basado en la filosofía Lean utilizado para poder llevar a cabo con éxito las dos acciones anteriores: el 8D.

El 8D (8 disciplinas) es una metodología sistemática empleada para la determinación de soluciones efectivas, con el fin de obtener la mejor calidad en nuestro producto o servicio. Gracias a este método podemos identificar, corregir y eliminar los problemas, permitiéndonos así desarrollar ventajas competitivas al solucionar de manera rápida y efectiva los problemas que se puedan plantear.

El gobierno de los EEUU utilizó un proceso parecido al 8D durante la Segunda Guerra Mundial, conocido como el estándar militar 1520 (sistema de acción correctiva y disposición del material no conforme). Ford Motor Company documentó el método 8D en 1987, refiriéndose a él como en una resolución de problemas orientada, a petición de la gerencia de la organización de autogestión Power Train, que estaba frustrada por tener problemas recurrentes año tras año.

Mediante la constitución de un equipo especializado en el tema a tratar, y siguiendo un proceso de análisis y toma de decisiones estructuradas en 8 pasos, permite resolver los problemas, focalizándose en los hechos (objetividad) y no en las opiniones (subjetividad). Tiene su uso a gran escala dentro de las organizaciones debido a su simplicidad y eficacia, y en el que el trabajo en equipo juega un papel fundamental.



20. Ventajas de la aplicación del método 8D.

Fuente: Universidad de León - Jesús Sanchez, 2014

3.2 Criterios de aplicación de los 8D's

La aplicación del método de los 8D's puede resultar de gran ayuda a nivel de grandes empresas, para identificar y solventar un problema lo antes posible, para que así la pérdida en dinero y tiempo se vea minimizada al máximo.


En general, se debe aplicar un 8D cuando:

- Exista una definición de los síntomas del problema, es decir, cuando el problema ha sido cuantificado.
- Las medidas tomadas para cuantificar estos síntomas demuestran que la prioridad (urgencia, gravedad) del síntoma justifican el inicio del proceso.
- La causa del problema sea desconocida.
- La dirección de la empresa se haya comprometido a dedicar los recursos que hagan falta para solucionar el problema y prevenir la reincidencia del mismo.
- La complejidad de los síntomas excede la capacidad de una persona para resolver el problema por sí solo.

Al aplicar este método en la empresa, cambia el enfoque de la misma. Se implementa fácilmente y, una vez instaurado, es cuestión de darle seguimiento y no perder el enfoque.

3.3 Las 8 disciplinas

Como ya hemos comentado, 8D es la abreviatura de 8 Disciplinas, en las cuales se basa esta metodología para poder identificar las causas del problema, y realizar las acciones necesarias para resolverlo de manera eficaz.

 G8D REPORT			
Title:		Date Opened:	Last Updated:
Product/Process Information:	Organisation Information:		
D0 Symptom(s):			
D0 Emergency Response Action(s):		% Effective:	Date Implemented:
Verification / Validation:			
D1 Team (Name, Dept., Phone)	D2 Problem Problem Statement: Problem Descripción:		
D3 Interim Containment Action(s):	Responsible	% Effective:	Date Implemented:
D4 Root Cause(s) and Escape Point(s):			% Contribution:
D5 Chosen Permanent Corrective Action(s):	Responsible	% Effective:	Date Implemented:
D6 Implemented Permanent Corrective Action(s):	Responsible	% Effective:	Date Implemented:
Validation			
D7 Prevent Actions:	Responsible	% Effective:	Date Implemented:
D7 Sistémica Prevent Recommendations:			Responsibility:
D8 Team and Individual Recognition:		Date Closed:	Reported by:

21. Plantilla de un 8D empleada en KH.

Fuente: Interno KH Vives

3.3.1 D0: Detectar el problema y realizar acciones de emergencia

Esta no es una disciplina en sí misma, pero debemos dejar constancia de ella, ya que también resulta fundamental a la hora de aplicar este método. Debemos darnos cuenta de la existencia del problema, bien porque nos lo comunique el cliente al hacerle llegar un envío que no cumple con los requerimientos establecidos, o bien de manera interna, porque alguien de la empresa se haya dado cuenta de que hay algo que no funciona como es debido.

Una vez identificado el problema al que nos enfrentamos, debemos realizar una planificación total alrededor del mismo: será necesario recolectar toda la información posible acerca del problema al que se pretende dar solución, buscando sus síntomas y las evidencias que lo respaldan.

Si es necesario, se deberá aplicar las acciones de emergencia correspondientes. Estas son acciones inmediatas, realizadas nada más conocer que existe un problema, para asilar y proteger a los clientes de un síntoma del mismo. Por ejemplo: el cliente nos dice que un lote de varillas de una determinada referencia le han llegado mal embaladas, entrecruzadas. La acción de emergencia sería bloquear los stocks de dicha referencia de la misma orden de fabricación que las enviadas al cliente, para así evitar su salida y proceder a revisarlas.

Hay que decir que, normalmente, los pasos se siguen en orden y sucesivamente, aunque puede que haya algún caso aislado en el que no sea así. Por ejemplo, mientras se está describiendo el problema, una vez identificado el mismo y decidido qué miembros van a formar parte del equipo, nos podemos dar cuenta que sería mejor contar con otra persona que no forme parte del equipo en ese momento. Una vez analizado a fondo el problema, decidimos que sería mejor prescindir de un miembro del equipo actual para incorporar a otro con más experiencia en el tema a tratar. De este modo, pasamos del paso 2 al 1, iniciando de nuevo el proceso.

3.3.2 D1: Definir el equipo de trabajo

Una vez hayamos detectado el problema al que nos vamos a enfrentar, se debe formar un equipo de personas para lograr la resolución del mismo.

Este equipo tiene que estar integrado por un número reducido de personas (normalmente, 5 como máximo), que tengan conocimientos en distintas disciplinas, para así tener una visión más amplia del problema en cuestión y, con ello, dar mejores soluciones. Puede estar formado por personas de distintos departamentos, para así atacar al problema de forma transversal, ya que éste puede afectar a más de un departamento dentro de la empresa.

Dentro del equipo, se asignará un líder, el cual conozca completamente la metodología 8D y guíe al resto de miembros para su implementación; del mismo modo, se asignará

un secretario, responsable de redactar las actas de las reuniones. Es muy importante que el equipo utilice enfoques o técnicas basadas en datos reales y actuales sobre el problema, así como realizar lluvias de ideas para la observación y estudio del mismo.

A la hora de escoger los miembros constituyentes del equipo, es muy importante tener en cuenta las cualidades que deben poseer: compromiso, originalidad, actitud constructiva, mentalidad abierta y positiva, y que le guste trabajar en equipo con miras a un bien común. También debemos tener en cuenta su disponibilidad para asistir a las reuniones.

3.3.3 D2: Definir y describir el problema

En este paso, debemos describir el problema de la forma más precisa posible, identificando el objeto y el defecto de un problema para el cual la causa es desconocida (por el momento). La descripción debe contener información clara y concisa, contemplando todos los aspectos relacionados con el problema.

La información contenida en la descripción del problema proporciona la base para definir la causa del mismo. Se deben centrar los esfuerzos en un solo problema en concreto, para acercarnos todo lo posible a su causa raíz, utilizando los datos existentes de los que disponemos. Si la causa del problema es desconocida y necesitamos conocer la causa raíz, entonces el último objeto y defecto con una causa desconocida será el enunciado del problema al que nos enfrentamos.

Para la realización de esta segunda disciplina, podemos hacer uso de algunas herramientas Lean mencionadas anteriormente:

-5W+2H: El nombre de esta técnica proviene de 7 palabras en inglés, que se enuncian y describen a continuación:

1. **WHAT (¿Qué?):** Se realiza una breve descripción del problema de manera objetiva y sintética, pudiendo ser comprendida por todos, y que no dé lugar a ambigüedades ni dobles interpretaciones.

2. **WHEN (¿Cuándo?):** Conocer en qué momento, en qué circunstancias o bajo qué condiciones se produjo el problema.

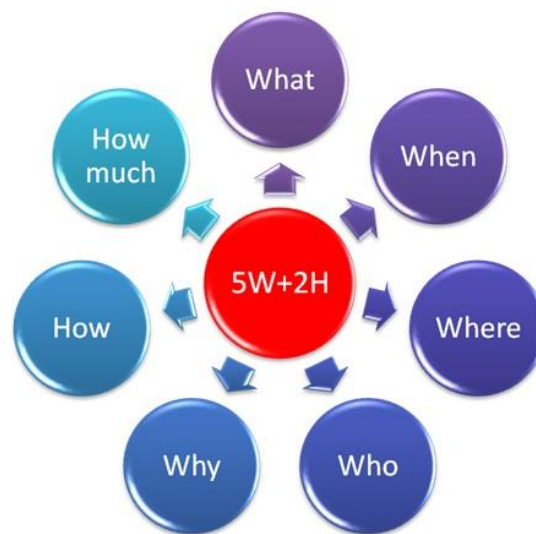
3. **WHERE (¿Dónde?):** Conocer en qué lugar (línea, máquina) o en qué proceso se produjo el problema.

4. **WHO (¿Quién?):** Saber a quién le ha pasado el problema, a quiénes afecta o quién está involucrado. Determinar también si el problema mantiene alguna relación con las habilidades de las personas.

5. WHY (¿Por qué?): Conocer por qué ocurre el problema. En este caso, no vamos a saber inmediatamente que es lo que ha desencadenado el problema, pero servirá para tener una ligera idea de ello.

6. HOW (¿Cómo?): Entender la forma en que se diferencia el estado normal de la aparición de un problema. Conocer si la tendencia de aparición del problema sigue un determinado patrón o es totalmente aleatoria.

7. HOW MUCH (¿Cuánto?): Determinar cada cuanto tiempo ocurre el problema (si se ha dado más de una vez), y si su tendencia de aparición sigue un determinado patrón o es totalmente aleatoria. Además, conocer que cantidad de dinero se vería implicada con la aparición del problema.



22. Fundamentos del 5W+2H.

Fuente: www.progressalean.com

-Gemba: Para poder entender el problema con más claridad, y así poder describirlo de la mejor forma, debemos ir al lugar donde se ha producido. Como es lógico, la descripción del problema debe estar basado en hechos reales, y esta herramienta nos ayuda a comprender más detalladamente estos hechos.

El nombre de esta técnica proviene de una palabra japonesa, que significa “el lugar real” o “el verdadero lugar”, y consiste en ir a ver el proceso real a partir del cual se ha producido el problema, entender el trabajo que realizan los operarios en sus puestos de trabajo y hacerles preguntas para comprenderlo mejor, siempre mostrándoles el mayor respeto posible.

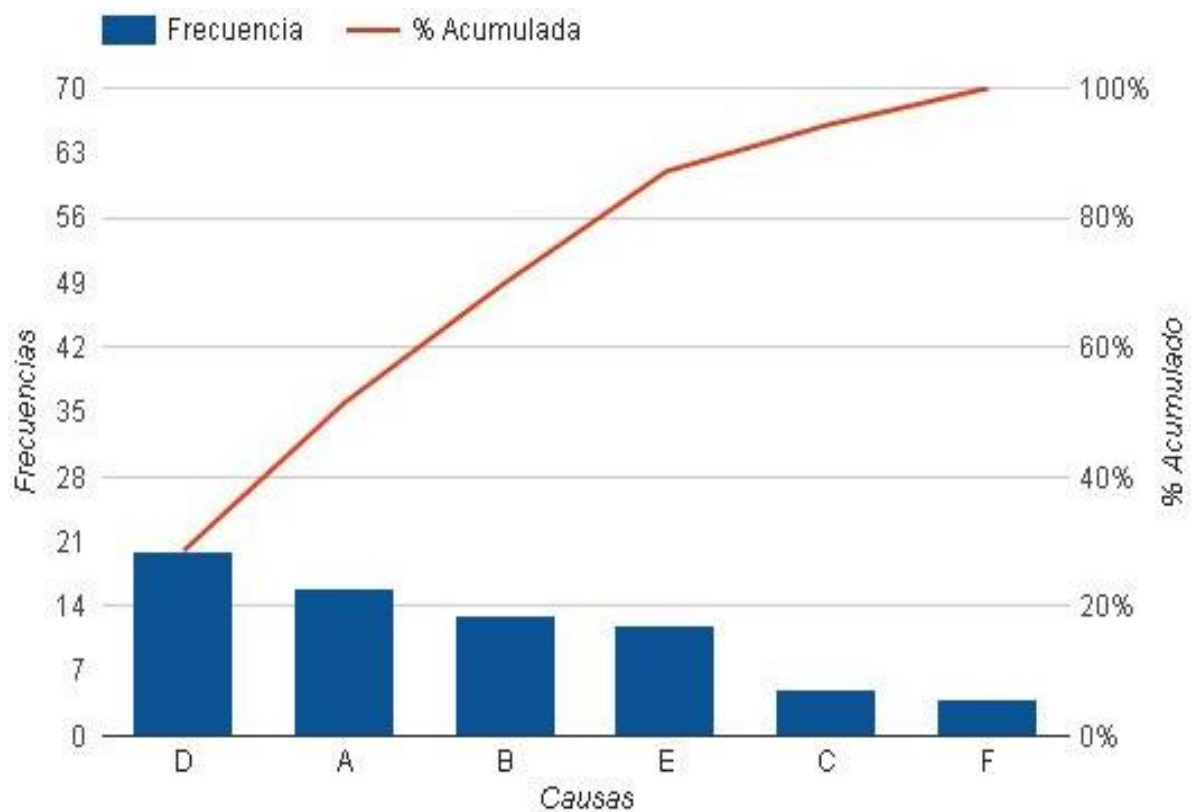
El objetivo de esta técnica consiste en comprender el flujo de valor y los problemas que se puedan originar, en lugar de revisar los resultados o hacer comentarios desde una oficina o sala de conferencias. De este modo, podemos conocer de primera mano el lugar donde se ha producido el problema (algún área de la planta de fabricación), para así conseguir realizar una descripción del problema más concisa, entendiendo el proceso a partir del cual ha tenido lugar.

-Diagrama de Pareto: Consiste en un gráfico de barras que muestra datos con unas categorías previamente determinadas. Su función principal es mostrar prioridades entre diversas causas, problemas u otras condiciones.

El gráfico nos indica la frecuencia con la que ocurre cada tipo de problema, representando cada una de las barras una categoría en particular, y donde la altura de la barra representa la frecuencia de la ocurrencia (cuanto más alta sea la barra, ocurre más frecuentemente), estando siempre ordenadas de mayor a menor altura.

Además de esto, el diagrama de Pareto también nos indica las causas más comunes de los defectos o las causas más frecuentes de quejas de los clientes, y nos puede explicar la gravedad de los defectos producidos, así como el impacto económico que estos han tenido sobre la economía de la empresa.

De este modo, mediante la realización de un diagrama de Pareto, podemos realizar una descripción del problema en profundidad, analizando también sus posibles causas, las cuales quedan diferenciadas entre “poco vitales” y “muy vitales”.



23. Ejemplo de diagrama de Pareto.

Fuente: Interno KH Vives

3.3.4 D3: Implementar acciones de contención

Cuando ya hemos hecho la tarea de describir perfectamente el problema o incidencia, debemos definir, verificar e implantar una medida provisional de contención, para así aislar de los efectos del problema a cualquier cliente; de este modo, ganaremos más tiempo para encontrar la causa raíz del problema y aportar una solución definitiva al mismo.

En muy pocos casos podemos implementar una solución definitiva de manera inmediata, ya que todavía necesitamos conocer el problema más a fondo, verificando la causa raíz y los puntos de escape del mismo. Es por esto por lo que implementamos las acciones de contención, para evitar que el problema siga ocurriendo, mientras se termina de analizar el mismo, para después elegir una medida correctiva definitiva que acabe con el problema de una vez por todas.

Aun así, las acciones de contenciones deben ser verificadas antes de su implementación, de manera que se demuestre que la medida a implantar realizará el papel que se le ha asignado, proporcionando así una comparación de datos antes y después de su implantación, comprobando que esto no represente un nuevo problema.

También se dará a conocer la utilización de estas acciones a todas las personas involucradas en el área de trabajo en la que ha ocurrido el problema; de este modo, garantizamos que la acción de contención se vaya a utilizar sobre la referencia afectada, no dando lugar a confusiones. Además, debemos hacer un seguimiento de esta acción comprobando su efectividad, para asegurarnos que es efectiva.

Debemos asegurarnos que, una vez realizada la acción correctiva permanente (las veremos en D6), la cual será la acción definitiva para solventar el problema, debemos reemplazarla por la acción de contención. Por ello, esta última debe de estar perfectamente documentada, para poder ser suplantada una vez obtenida una solución definitiva.

En algunos casos, una medida provisional de contención puede obtenerse a partir de una acción de emergencia (vista en D0). La acción de emergencia, generalmente, es elegida sin tener mucha información, mientras que la acción de contención obtiene los beneficios de una mayor investigación y recogida de datos.

Para planificar e implantar de una manera efectiva la medida provisional de contención, podemos hacer uso del ciclo de gestión o ciclo de Deming.



24. Etapas del ciclo Deming.

Fuente: www.equipo.altran.es

El Ciclo de Deming, es una sistemática muy utilizada para implantar un sistema de mejora continua, destacando los puntos fuertes que hay que mantener, así como las áreas de mejora en las que se deberá actuar.

También es llamado ciclo PDCA, debido a las iniciales de las 4 etapas a seguir en el mismo. Hay que destacar que estas etapas son cíclicas, es decir, cuando se acaba la última etapa, hay que volver a la primera y repetir el ciclo de nuevo, para así volver a evaluar las actividades e incluir nuevas mejoras. Las 4 etapas del ciclo PDCA son las siguientes:

1. PLAN (planificar): En esta fase se determinan las etapas que deben completarse para así poder alcanzar los objetivos del plan establecido (en este caso, implantar exitosamente una acción de contención), fijando indicadores de control y definiendo los métodos para conseguirlo.

2. DO (ejecutar): Aquí, se lleva a cabo la implantación del plan, a través de la realización de las tareas planificadas anteriormente, controlando la aplicación del plan.

3. CHECK (analizar): Se evalúan y anotan los resultados de la fase de implantación de la acción, en relación a los objetivos o metas marcados en la primera fase.

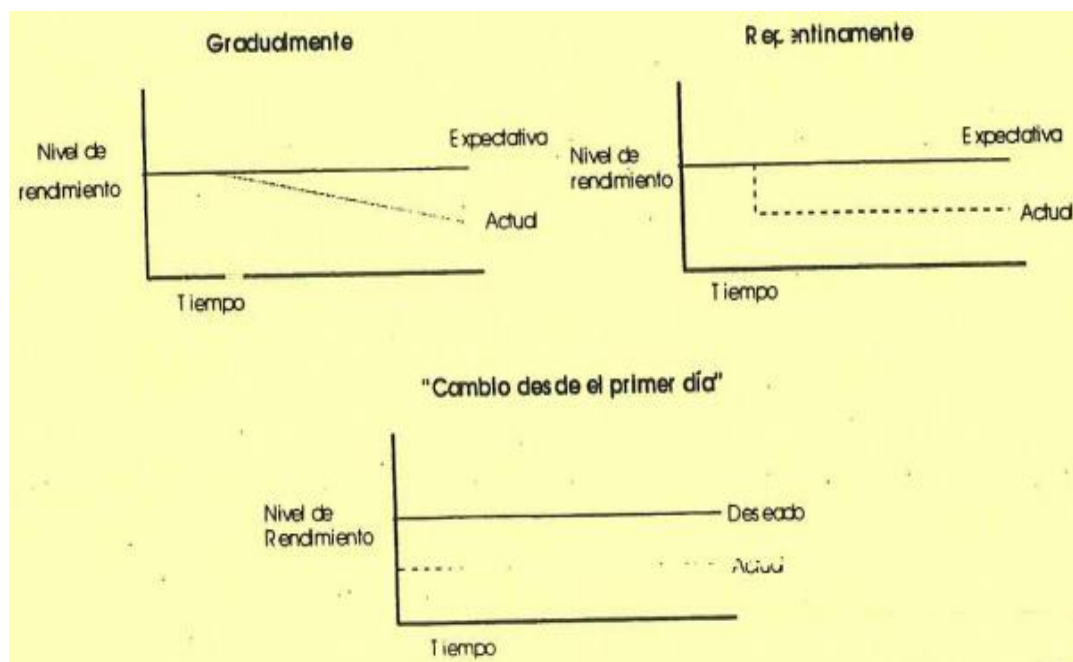
4. ACT (actuar): Se compara el resultado obtenido de la implantación del plan con el objetivo marcado inicialmente, para después decidir sobre las acciones a tomar.

3.3.5 D4: Identificar la causa raíz y los puntos de escape

En esta etapa, debemos encontrar la causa raíz del problema que se nos plantea, ya que solo mediante la eliminación de esta podremos solucionar el problema.

La causa raíz de un problema es la única razón verificada responsable del mismo. Debemos aislarla y verificarla, comprobando cada posible causa mediante los datos de comprobación y con la descripción del problema, obtenidos en las disciplinas anteriores.

Además, en esta etapa también debemos aislar y verificar el punto de escape del problema, es decir, el lugar del proceso donde el efecto de la causa raíz debería haber sido detectado, pero no lo fue. Podríamos decir que el punto de escape es la localización más cercana al comienzo del proceso y, por lo tanto, más cercano a la causa raíz.



25. Tipos de cambio en el desarrollo de una operación.

Fuente: Interno KH Vives

Cuando nos disponemos a encontrar las posibles causas que han originado un determinado problema, se nos vienen a la cabeza muchas de ellas, pero, en muy pocos casos, coinciden con la causa raíz. Es por esto por lo que hacemos uso de diferentes métodos o herramientas, aplicadas a la filosofía del Lean Manufacturing, para encontrar la verdadera causa del problema, lo cual nos permitirá dar un paso agigantado para la resolución del mismo.

-5 porqués: Este método fue utilizado por primera vez en la compañía Toyota, cuando sus metodologías de fabricación aún estaban evolucionando. Es una herramienta de análisis y gestión, aplicable a cualquier área de organización dentro de una empresa.

Consiste en realizar la pregunta “¿Por qué?” al resultado final de la situación que queremos analizar y resolver. La respuesta a esta pregunta generará otro “¿Por qué?”, y la respuesta a esta te generará la misma pregunta, y así sucesivamente. Primero preguntaremos “¿Por qué?” al problema que nos referimos, y luego, según esta primera respuesta, iremos realizando las mismas preguntas a las respuestas precedentes.

Para poder entenderlo mejor, veamos un sencillo ejemplo:

PROBLEMA A ESTUDIAR	W1	W2	W3	W4	W5	Resultado del Análisis
¿Por qué no escribe el bolígrafo?	Porque no tiene tinta	¿Y por qué no hay?: Porque no se ha repuesto	¿Y por qué no hay repuesto?: Porque nadie revisa el nivel			Incluir estándar de inspección
	Porque la tinta está seca	¿Y por qué está seca?: Porque la temperatura es elevada	¿Y por qué es elevada?: Porque se deja junto a una estufa	¿Y por qué se deja junto a una estufa?: Porque no hay otro sitio donde dejarlo	¿Y por qué no hay otro sitio?: Porque no hay portabolígrafo	Instalar un portabolígrafo
		¿Y por qué está seca?: Porque el bolígrafo se deja abierto	¿Y por qué se deja abierto?: Porque no existe especificación que indique su cierre			No influye que se quede abierto
	Porque su punta está chafada	¿Y por qué está chafada?: Porque el bolígrafo se ha golpeado	¿Y por qué está golpeado?: Porque el bolígrafo se cae constantemente al suelo	¿Y por qué se cae?: Porque se cae de la mano de quien escribe		No ocurre
			¿Y por qué se cae?: Porque se resbala de la mesa	¿Y por qué se resbala?: Porque hay pendiente	Eliminar la pendiente de la mesa	

26. Ejemplo 5 porqués.

Fuente: www.progressalean.com

Como podemos observar, una pregunta puede tener varias respuestas posibles, por lo que se nos podrán presentar distintos “caminos” a la hora de realizar la pregunta. Aun así, debemos abrir el menor número de caminos posible, para obtener las causas raíz definitivas, sin dar lugar a cualquier posible equivocación.

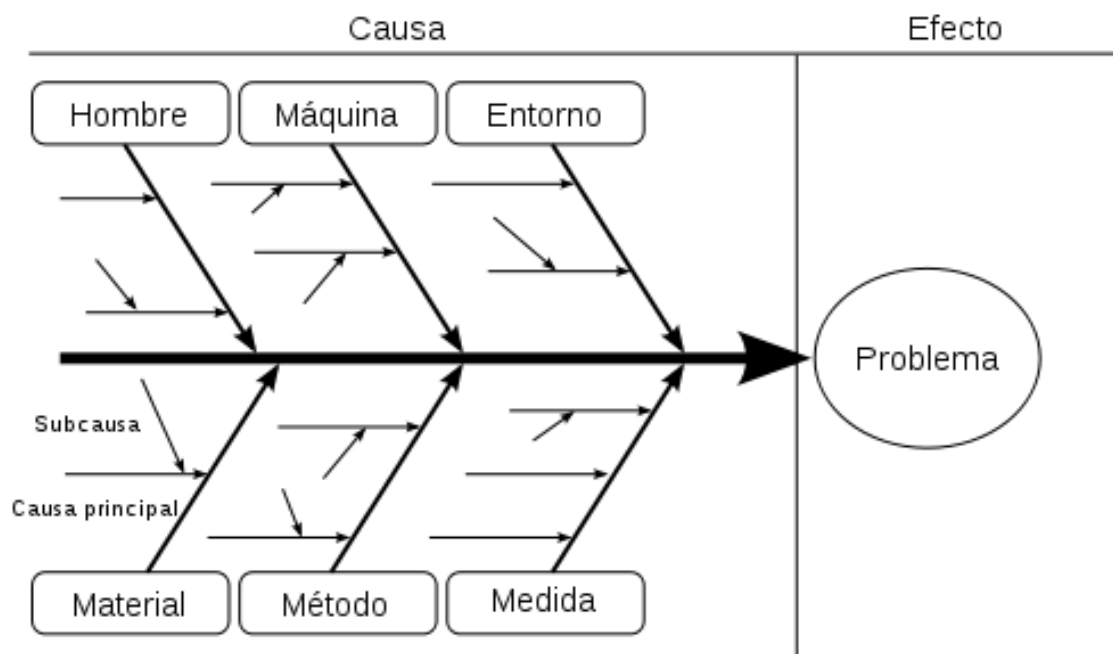
A la hora de emplear esta técnica, debemos tener claras las respuestas que vamos a dar (la pregunta es siempre la misma), para que, en una de esas respuestas, sea evidente la causa raíz. Debemos llegar a una respuesta en la que preguntar de nuevo “¿Por qué?” resulte absurdo, y es aquí donde habremos llegado a detectar cual o cuales son las causas raíz del problema.

La experiencia dice que con el 5º porqué resulta suficiente para obtener las causas principales del problema, aunque no es necesario realizar 5 preguntas, ya que es posible que antes de la 5ª encontremos la causa raíz del problema. Sin embargo, si hemos llegado a la 5ª respuesta y no hemos deducido claramente la causa raíz, debemos volver a empezar desde la primera pregunta, aportando respuestas diferentes a las anteriores o, directamente, utilizar otro método.

Es una técnica sencilla, que se puede aplicar con facilidad, y resulta muy eficaz para descubrir la causa raíz, pudiéndose adaptar a cualquier tipo de problema.

-Diagrama Ishikawa: Este método, que lleva el nombre de su creador, Kaoru Ishikawa, también es conocida como el Diagrama Causa-Efecto o el diagrama de espina de pescado (fishbone) ya que la estructura que presenta es parecida al esqueleto de un pescado.

Es una herramienta de gran utilidad para la resolución de problemas, y representa la relación existente entre un problema y todas las posibles causas que lo han podido originar.



27. Estructura de un Diagrama Ishikawa.

Fuente: www.progressalean.com

En la imagen anterior podemos ver como el diagrama está compuesto por un círculo que engloba al efecto, en este caso el problema (cabeza del pescado), una flecha horizontal que se dirige hacia el problema (espina central), y diversas flechas inclinadas que se dirigen hacia la flecha horizontal (espinas principales), que representan las causas de primer nivel, incidiendo directamente en la existencia del problema.

A su vez, también podemos observar como existen flechas de menor tamaño que se dirigen hacia las causas de primer nivel (espinas secundarias), que representan las causas principales de las causas de primer nivel; del mismo modo, vemos como existen flechas inclinadas que se dirigen hacia las causas principales, constituyendo las subcausas de las mismas.

Una vez ya no encontremos una causa a la que le precede, terminará el proceso en esa rama (espina), y se investigarán estas causas últimas, mediante los análisis de datos y la experimentación, para determinar cuál o cuáles son las causas raíz. El propósito es reunir evidencias para asociar a cada aparición del efecto, la presencia o ausencias de estas posibles causas.

-Análisis ES/NO ES: Este es un método muy sencillo a la vez que útil para encontrar la causa raíz de un determinado problema. Consiste en enunciar distintas descripciones del problema al que nos enfrentamos, para después analizar, lo que es cierto y lo que no lo es con respecto a ellos.

Por ejemplo, si el enunciado es “Que objeto”, en la columna ES pondríamos la referencia afectada, mientras que en la columna NO ES, pondríamos las referencias similares que se podrían haber visto afectadas por el mismo problema; si el enunciado es “Donde se ha visto por primera vez”, en la columna ES pondríamos el lugar físico donde se detectó el problema, mientras que en la columna NO ES, pondríamos los lugares en los que se podría haber dado el mismo problema, pero no se dio.

ENUNCIADO DEL PROBLEMA:		
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	ES	NO ES
Qué objeto		
Qué defecto		
Dónde en el objeto		
Dónde visto por primera vez		
Dónde se volvió a ver desde entonces.		
Cuándo visto por primera vez		
Cuál tendencia desde entonces		
Cúantos afectados		
Qué afectados		
Defectos por objeto		
Tendencia		

28. Plantilla para el análisis ES/NO ES utilizada en KH.

Fuente: Interno KH Vives

De este modo, podemos ir descartando las diferentes causas que no han influido en la aparición de la incidencia, restringiendo cada vez más el campo de búsqueda de la misma.

Una vez hayamos rellenado ambas columnas (ES/NO ES) a partir de los enunciados correspondientes (estos se eligen según el nivel de influencia que tengan en los problemas en general), analizaremos detenidamente los resultados obtenidos, para así obtener la posible o posibles causas raíz del problema.

3.3.6 D5: Elegir y verificar acciones correctivas

En esta etapa nuestro objetivo es encontrar la mejor solución al problema, es decir, aquella que permita eliminar su causa raíz y, consecuentemente, anular sus puntos de escape.

Mediante una lluvia de ideas (brainstorming) por parte de todos los componentes del equipo, se discutirán que posibles acciones se pueden llevar a cabo para conseguir acabar con el problema.

Para ello, deberemos verificar que la acción o acciones a implantar hagan su función exitosamente, sin causar efectos no deseados. Se ha de realizar un análisis de beneficios y riesgos para verificar la acción correctiva que más nos convenga implantar.

Debemos tomarnos el tiempo que necesitemos a la hora de estudiar, elegir y verificar las distintas acciones correctivas que estemos barajando, sin implantarlas de forma apresurada, puesto que, recordemos, tenemos ya implantada una acción de contención provisional. Esta se verá sustituida por la acción correctiva, la cual se quedará implementada definitivamente.

A la hora de escoger entre una de las acciones correctivas propuestas (en algunos casos se escoge más de una), el equipo se basa en un proceso de priorización, un proceso lógico en el que se tienen en cuenta los pros y los contras de implantar cada una de las medidas correctivas, analizándolas individualmente.

Este proceso permite considerar varias alternativas y acciones, aunque la toma de decisión final conlleva un tiempo considerable. Los criterios de la decisión a tomar se basan en la naturaleza de la situación, y pueden variar de acuerdo con las distintas decisiones del equipo.

Finalmente, una vez decidida que acción o acciones correctivas se van a implantar, debemos realizar un plan de acción donde se detalle, para cada una de las soluciones escogidas: qué se debe hacer, quién es el responsable de hacerlo, de qué modo lo debe hacer, en qué período de tiempo debe llevarlo a cabo.

De este modo, cada miembro del equipo conoce su función a desarrollar en cuanto a la implantación de las acciones correctivas se refieren, favoreciendo así a una implantación de las mismas de la manera más rápida y efectiva posible.

3.3.7 D6: Implantar y validar acciones correctivas

El propósito de esta etapa es planificar e implantar las acciones correctivas permanentes seleccionadas, así como retirar la acción de contención provisional. Además, también realizaremos un control sobre la acción correctiva implantada a lo largo del tiempo.

Para llevarlo a cabo, ejecutaremos el plan de acción descrito en la etapa anterior. El equipo debe planificar las etapas necesarias para implantar y validar las acciones correctivas permanentes. Esta planificación se realiza basándose en cada una de las fases del Ciclo de Deming (explicado en D3).

De este modo, a cada una de las etapas del plan se les aplica la planificación y prevención de problemas para implantar la acción correctiva.

Antes de llevar a cabo la implantación de la acción correctiva, es fundamental definir los controles necesarios para conocer si, mediante la aplicación de esta acción, se ha conseguido el objetivo de eliminar la causa raíz del problema. Del mismo modo, definiremos también los puntos de seguimiento de la acción correctiva, para conocer la evolución de su funcionalidad a lo largo del tiempo.

Una vez definidos los planes de implantación y control, procedemos a eliminar la acción de contención provisional, que habíamos implementado para ganar tiempo en la búsqueda de una acción correctiva permanente, e implementamos la acción o acciones correctivas escogidas.

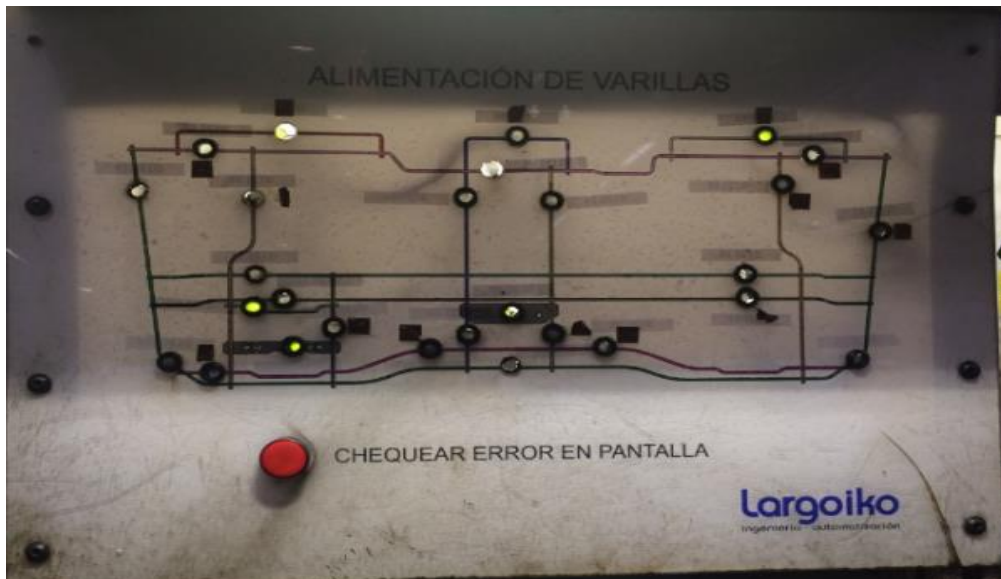
Debemos asegurarnos de que el personal involucrado en el área donde se ha implantado la acción correctiva, sea conocedor de ello, para así garantizar la correcta funcionalidad y la efectividad de la misma.

Una de las acciones correctivas más comunes para resolver un problema, es la implantación de un Poka-Yoke:

Su nombre proviene de los términos japoneses “Poka”, que significa “error no intencionado”, y “Yoke”, que significa “evitar”. Por lo tanto, podemos decir que los Poka-Yoke son sistemas o dispositivos a prueba de errores.

De este modo, mediante la implantación de un Poka-Yoke buscamos el hecho de imposibilitar el error que se ha producido, para que no vuelva a ocurrir de nuevo, obteniendo así un proceso productivo libre de incidencias.

Los Poka-Yoke pueden tener una función de control, evitando que se produzca el error directamente, o de aviso, en el que no evita por sí solo que el error ocurra, pero nos da una alarma cuando este va a producirse. Los de control son más efectivos, porque subsanan el error por sí solos.



29. Ejemplo de Poka-Yoke del robot soldador Largoiko.

Fuente: Elaboración propia

En la imagen anterior, podemos ver un Poka-Yoke basado en un sistema de luces. Está situado en el robot soldador Largoiko, el cual cuenta con una mesa de soldadura dispuesta de cara al operario, para que pueda colocar las varillas a soldar en sus lugares correspondientes. Una vez colocadas, la mesa gira, introduciéndose en la célula de soldadura, donde se sueldan las varillas previamente colocadas.

Cuando las luces parpadean, indican que debe insertarse sobre la mesa de soldadura el elemento indicado en su lugar correspondiente. Una vez insertado, la luz dejará de parpadear, manteniéndose fija, lo cual nos indica que el elemento en cuestión está bien dispuesto. En el caso de que el elemento no estuviera bien colocado sobre la mesa de soldadura, la luz continuaría parpadeando, y la mesa no giraría automáticamente para disponerse en la célula de soldadura para soldar las varillas.

De este modo, el operario puede dedicar más tiempo a las operaciones que añadan un valor real (como la correcta producción de una pieza), en vez de estar pendiente de si ha ocurrido o va a ocurrir un problema. Los Poka-Yoke actúan sobre la fuente del defecto y, si están correctamente implantados, no es necesario hacer ninguna corrección posterior.

Cuando hayamos implantado la acción correctiva, debemos asegurarnos de que se está llevando a cabo correctamente, y que está cumpliendo con la función para la que fue diseñada. Para ello, aplicando las medidas de control que comentábamos anteriormente, realizaremos un control sobre la acción correctiva a lo largo del tiempo, para asegurarnos que está funcionando como es debido.

3.3.8 D7: Prevenir la reincidencia del problema

Cuando, mediante la correcta realización de las anteriores etapas, el problema quede convenientemente resuelto, el proceso del 8D todavía no ha terminado. Una vez implementada la acción correctiva permanente, debemos asegurarnos que el mismo problema (o uno similar) no vuelve a ocurrir en un futuro, mediante la implementación de acciones preventivas.

Para ello, será preciso modificar los sistemas necesarios, incluyendo políticas, prácticas y procedimientos, haciendo recomendaciones para llevar a cabo mejoras sistemáticas. Por lo tanto, podemos decir que, para prevenir la reincidencia de un problema, es necesario llevar a cabo una modificación en el sistema el cual permitió que ocurriera el problema.

En esta etapa, no debemos centrarnos solamente en el problema que ha ocurrido, sino en todos los problemas parecidos a éste que podrían llegar a ocurrir. Esto es, evitar que vuelva a aparecer un problema con los mismos síntomas en la misma referencia, o el mismo problema pero en una referencia diferente.

En esta etapa debemos distinguir entre acciones preventivas y recomendaciones sistemáticas de prevención.

Las primeras se realizan para dejar constancia de la implementación de una determinada acción correctiva para resolver el problema, detallando la medida que se ha llevado a cabo, de modo que se estandarice el proceso. Esto puede ser la modificación del AMFE, de la Hoja de procesos, del Plan de Control... De este modo, registramos el problema ocurrido, para tener en cuenta su posible reincidencia, y evitar que esto ocurra.

Las segundas se llevan a cabo para extender la aplicación de la acción correctiva implantada en la etapa D6 a otras referencias que podrían presentar el mismo problema, aunque no haya ocurrido ninguno anteriormente.

Para una mejor comprensión, se explican a continuación las posibles herramientas a modificar, llevando así a cabo la acción preventiva:

-AMFE (Análisis Modal de Efectos y Fallos): Consiste en una metodología sistemática que sirve para estimar y predecir los fallos que pueda tener un producto determinado.

En el AMFE se revisan los procesos de fabricación para encontrar posibles fuentes de errores en los mismos, haciendo hincapié también en las máquinas utilizadas para llevarlos a cabo. Pero no solo se trata de buscar los posibles fallos que puedan tener lugar durante el proceso productivo, sino también aquellos que dependan del diseño del producto, así como de los sistemas y softwares utilizados.



30. Etapas de un AMFE.

Fuente: www.ipeman.com

De este modo, se investigan las debilidades potenciales de los productos y procesos, al mismo tiempo que se cuantifica y evalúa el riesgo de fallo. Se analizan los distintos modos de fallo y los efectos que tienen sobre un producto o proceso, considerando su probabilidad de ocurrencia y la gravedad de sus efectos.

En los AMFE realizados en KH podemos encontrar la siguiente información:

- Función o proceso susceptible del error.
- Descripción del error.
- Efecto del error en el proceso y en el cliente.
- Gravedad del error (cuantificada con número del 1 al 10).
- Causa del error.
- Procesos de detección y prevención del error.
- Responsable de llevarlo a cabo.
- Resultado obtenido de las acciones realizadas.

Debemos destacar que ya existe un AMFE para cada referencia que en KH se fabrica o secuencia. Nuestra acción preventiva consistirá en la modificación del AMFE de la referencia afectada por el problema, añadiendo y documentando el tipo de error, para tenerlo en cuenta en las próximas fabricaciones.

-PC (Plan de Control): Consiste en un documento enfocado a la fabricación de un producto, en el cual constan todas las características, del proceso y del producto, requeridas para asegurar un correcto control de la fabricación y calidad del producto.

Indica paso a paso las especificaciones a tener en cuenta a la hora de realizar las acciones o controles, dispuestos en el AMFE, en un determinado proceso de fabricación. Hay que destacar que no solo se centra en las acciones propias de la fabricación de un producto, sino que también tiene en cuenta la llegada de la materia prima a KH y la salida del producto terminado hacia el cliente.

En los planes de control de KH encontramos la siguiente información:

- Operación y su numeración.
- Máquina o herramienta.
- Producto.
- Proceso.
- Especificación (modo de llevar a cabo el proceso).
- Tolerancias.
- Unidades afectadas.
- Tamaño de lote afectado.
- Frecuencia con la que se realiza el proceso.
- Tipo de evaluación del proceso (visual, manual...).
- Método de control (mediante instrucciones de proceso, ayudas visuales...).
- Frecuencia y método en la comprobación.
- Responsable a llevar a cabo cada proceso.
- Plan de reacción (acción que debe llevar a cabo el operario si se percata de algo extraño durante el control que esté realizando).

De este modo, estandarizamos y aseguramos el proceso, teniendo siempre bajo control las variaciones en cuanto a cambio de material, utillajes, personal... se refiere.

Es por ello que, cuando se resuelve una incidencia, se debe modificar el Plan de Control, considerando las nuevas acciones a realizar, ya que también se han incluido en el AMFE.

-PI (Pauta de Inspección): Es un documento donde se indican los chequeos que debe realizar el operario para un proceso de fabricación en concreto, dependiendo también de la referencia a fabricar.

Estos chequeos (acciones) ya vienen documentados en el Plan de Control, pero, para que los operarios sepan de una manera más directa lo que deben hacer, en las Pautas de Inspección solo se incluyen las acciones que están bajo su cargo.

De este modo, en cada una de las máquinas de KH, están dispuestas las Pautas de Inspección correspondientes, que cuentan con la misma información que los Planes de Control, pero solo para las tareas a realizar en una determinada máquina por parte del operario.

Cuando un problema queda resuelto, es posible que sea necesario modificar la Pauta de Inspección, porque puede ser que alguna acción implantada para conseguir la resolución del problema tenga lugar en la máquina, durante la producción, la realización de la cual sería responsabilidad del operario.

-RPI (Registro de la Pauta de Inspección): Este documento, al igual que la Pauta de Inspección, se dispone en las máquinas correspondientes, y sirve para verificar que el operario ha realizado lo chequeos o acciones indicadas en la Pauta de Inspección.

No es más que un documento donde se incluyen las mismas acciones que en la Pauta de Inspección para una determinada máquina, en el cual los operarios registran las acciones que ellos mismos han validado siguiendo la Pauta de Inspección.

Al igual que en el caso anterior, si la Pauta de Inspección es modificada, como consiguiente, el Registro de la Pauta de Inspección deberá serlo también.



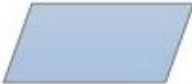
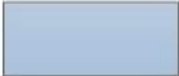

-Hoja de procesos: En este documento se recogen los pasos que debemos realizar en la fabricación de una referencia determinada. Se incluyen todas las acciones necesarias para fabricar una referencia correctamente.

En las hojas de proceso de KH encontramos la siguiente información:

- Operación a realizar.
- Responsable de la operación.
- Modo o método para realizar la operación.
- Dimensiones del producto.
- Máquina o herramienta.
- Parámetros de la máquina.
- Material.
- Tiempo de fabricación aproximado (en piezas/hora).

-Diagrama de Flujo (DF): Es una herramienta utilizada para describir las etapas el proceso productivo de un determinado producto, desde que entra en KH como materia prima hasta que es enviado al cliente.

Son empleados para documentar y planificar cada una de las fases a las que debe de someterse el material para ser transformado, y posteriormente enviado al cliente correspondiente. En los casos en los que no se transforme la materia prima (secuenciación de cristales, volantes, ECP's...) también se realizan estos diagramas, contando con sus acciones a realizar correspondientes.

Símbolo	Nombre	Función
	Inicio / Final	Representa el inicio y el final de un proceso
	Línea de Flujo	Indica el orden de la ejecución de las operaciones. La flecha indica la siguiente instrucción.
	Entrada / Salida	Representa la lectura de datos en la entrada y la impresión de datos en la salida
	Proceso	Representa cualquier tipo de operación
	Decisión	Nos permite analizar una situación, con base en los valores verdadero y falso

31. Símbolos principales empleados en la realización de un Diagrama de Flujo.

Fuente: www.smartdraw.com

Cuando las acciones implantadas afectan a alguna de las etapas descritas en el Diagrama de Flujo, debemos llevar a cabo una modificación del mismo, para mantenerlo actualizado, conociendo a la perfección las acciones indicadas.

3.3.9 D8: Reconocimiento de las contribuciones individuales y del equipo

Una vez llegados a esta etapa, toda la documentación generada a lo largo de la realización del 8D debe quedar archivada, identificándose como terminada.

Aquí es donde se reconocerán las contribuciones aportadas al análisis y resolución de la incidencia, a partir de las lecciones aprendidas, tanto individualmente como en conjunto de equipo.

Del mismo modo, aparte de reconocimientos positivos a los miembros del equipo, también se pueden expresar quejas y arrepentimientos a alguno de ellos, pero siempre de manera constructiva, para tenerlo en cuenta las veces próximas, nunca en modo de reproche.

Todo ello sirve para reforzar el comportamiento y la autoestima de los miembros del equipo, agradeciéndoles haber formado parte del mismo, pudiendo haber llegado a cumplir su objetivo.

Es muy importante realizar esta etapa, ya que, si no reconocemos el buen trabajo al equipo, probablemente no quieran volver a participar en la resolución de alguna o incidencias, o no lo harían con la misma motivación.

Además, resulta fundamental también dejar constancia por escrito de todo el desarrollo del 8D, guardando los documentos generados y documentando las lecciones aprendidas, para conocer la manera con la que finalmente se logró dar solución al problema. Toda esta documentación poder ser de gran ayuda a la hora de resolver algún otro problema.

4. Aplicación de los 8D's a la empresa

4.1 Introducción

Una vez tenemos claros todos los conceptos que se han expuesto hasta ahora, es hora de ver algunos ejemplos reales en cuanto a la aplicación del método 8D en KH se refiere.

Siguiendo las distintas etapas (disciplinas) que conlleva el método, podremos observar el modo en que se analiza y resuelve un problema con éxito. Aplicaremos también las técnicas Lean explicadas para cada una de las distintas etapas, ejemplificando así las herramientas expuestas anteriormente.

Del mismo modo, aunque no forme parte explícitamente de la aplicación del método 8D para el análisis y resolución de incidencias, analizaremos el impacto económico que ha conllevado la aparición del problema (gasto), así como la resolución y prevención del mismo (ahorro).

4.2 Ejemplos reales de 8D's en KH

A continuación, se expondrán y explicarán detalladamente la resolución de algunos problemas presentados en KH, mediante la aplicación del método 8D.

Esto conlleva la explicación y análisis de las acciones realizadas en cada una de las etapas del método, ya no de manera general como en el punto anterior, sino de manera específica, es decir, para cada problema en concreto. Veremos cómo se aplican las herramientas Lean en cada etapa, sirviendo de ejemplo para clarificarlas.

4.2.1 Incidencia 1: Pintado en el lado opuesto de la varilla

Esta incidencia tuvo lugar en febrero de este mismo año, cuando, una vez entregado un pedido al cliente (COPO), el mismo nos avisó de que las varillas que habíamos entregado estaban pintadas en el lado contrario al que deberían estarlo.

		ALERTA CALIDAD PROVEEDOR MARCA INVERTIDA	
ALERTA:	AL1-KH VIVES-0219	PROVEEDOR:	KH VIVES
FECHA DE EMISIÓN:	27/02/2019	FECHA DEL PRODUCTO NO CONFORME:	31/01/2018
PRODUCTO:	302735		
REINCIDENCIA:		CANTIDAD AFECTADA:	Varias
DETECCIÓN: CUENTE FINAL: LABORATORIO: MONTAJE: X RECEPCIÓN: X LOGÍSTICA:		DESCRIPCIÓN DEL DEFECTO: MARCA DE COLOR INVERTIDA: definición geométrica OK, posición de la marca coloreada no es correcta, se encuentra invertida ¿POR QUÉ SUPONE UN PROBLEMA? Lugar a confusión en línea. Utilización de la marca como referencia visual de posicionamiento correcto dentro del molde	
OBSERVACIONES: Presentar causas y acciones, envío de plan de acciones y próximos tres envíos garantizados			
FOTOS DEL DEFECTO			
			
			
ACCIONES A TOMAR POR EL PROVEEDOR			
Revisión del stock existente Elaboración del plan de acciones en un plazo máximo de 10 días			

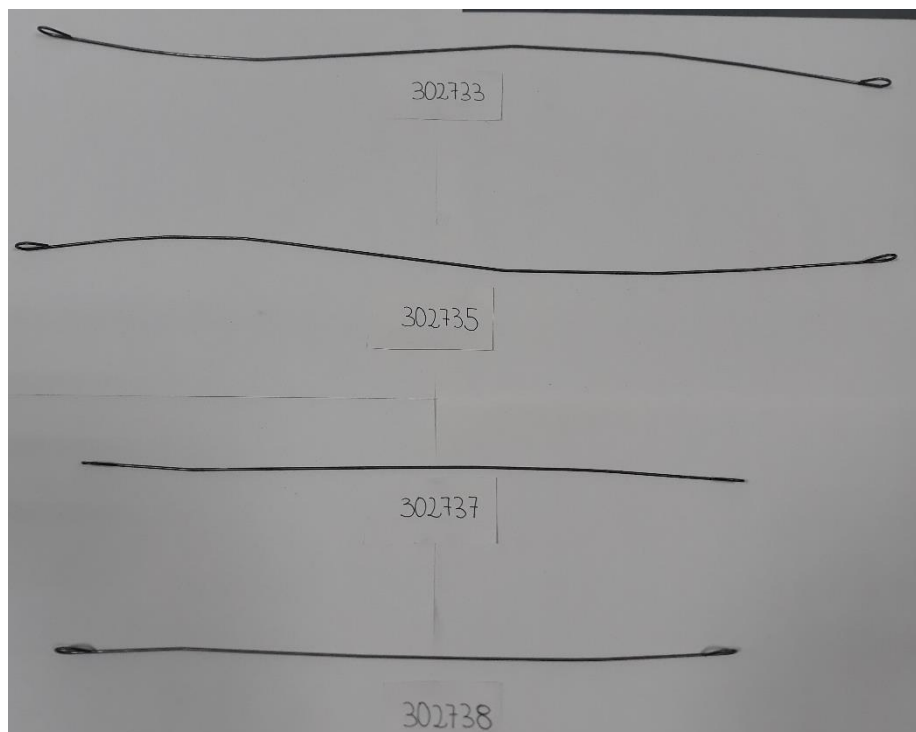
32. Alerta emitida por Grupo COPO sobre la aparición de la incidencia.

Fuente: Interno KH Vives

En primer lugar, haremos una breve descripción del proceso productivo de las varillas que se vieron afectadas por el problema, para así comprender mejor el análisis y resolución llevados a cabo:

Casi semanalmente, hacemos entrega de pedidos para COPO de las referencias 302733, 302735, 302737 y 302738. Estas varillas se fabrican en la máquina BT 3.4 Wafios, tanto en la parte derecha como en la izquierda, utilizando normalmente cada parte para una referencia distinta (ya que, normalmente, estas referencias se fabrican por “parejas”, 302733 con 302735, y 302737 con 302738). La bobina de alambre tiene un diámetro de 2 mm.

Estas varillas en concreto, se sitúan en la parte posterior del respaldo de los asientos del automóvil, actuando como tensores de la tela que recubre el asiento. Los loops (extremos de la varilla) se enganchan a la tela, manteniéndola tensa y firme.



33. Varillas 302733, 302735, 302737, 302738.

Fuente: Elaboración propia

Tal y como podemos observar en la imagen, las varillas de las referencias 302733 y 302735 son del mismo tamaño, distinguiéndose únicamente en la orientación de sus giros, ocurriendo lo mismo en las varillas de las referencias 302737 y 302738.

Estas varillas, al ser recogidas por los operarios en la misma máquina donde se estén fabricando, se disponen una a una sobre la mesa de trabajo, hasta llegar a un total de 50 varillas. Una vez llegados a esa cifra, los operarios marcan con un rotulador permanente la zona donde se deben pintar, para posteriormente unir esa cantidad de varillas, formando paquetes de 50 varillas cada uno.



34. Paquete de 50 unidades de la referencia 302733.

Fuente: Elaboración propia

A cada hora transcurrida de la fabricación de alguna de estas referencias, el operario debe probar una pieza en su galga correspondiente, para así comprobar que la máquina no se ha desajustado y las piezas continúan siendo OK (buenas) en cuanto a dimensiones.



35. Galga para comprobar dimensionalmente la varilla 302733.

Fuente: Elaboración propia

Tras estar completos todos los paquetes, se disponen en pallets para posteriormente llevarlos a la zona de pintado, donde se pintan las varillas por la parte marcada, utilizando pintura en spray de color naranja. El operario coloca los paquetes de 50 varillas sobre unos ganchos, quedando la parte marcada entre dos planchas de metal; las varillas se pintan sobre la zona libre que queda entre estas dos planchas.



36. Modo de pintado de las varillas COPO.
Fuente: Elaboración propia

En este caso, para estas referencias, no es necesario realizar ningún proceso de soldadura. Una vez pintadas las varillas, se almacenan en un lugar determinado en la planta de KH, hasta que son enviadas al cliente.



37. Paquete de varillas listo para enviar al cliente, con pintado OK.
Fuente: Elaboración propia

Estando ya familiarizados con el proceso productivo de este tipo de varillas, procedamos a explicar el 8D que se abrió a raíz de la aparición de este problema:

- D0

En este caso, fue una fuente externa a la empresa (el cliente al que se le hizo llegar el pedido), quién detectó el problema, comunicándonoslo con inmediata rapidez. COPO nos comentó que le habían llegado las varillas de referencia 302735 pintadas en el lado opuesto, dejando de ser funcionales para ellos. Unos días más tarde, nos comentó que ocurría lo mismo con la referencia 302733. Se vieron afectadas un total de 1950 piezas entre ambas referencias.



38. Varillas COPO con pintado NOK.
Fuente: Elaboración propia

De este modo, al momento de ser el personal de KH conocedor de esta incidencia, se realizó una acción de emergencia, que consistió en el bloqueo del stock disponible de ambas referencias, para realizar una revisión del 100% de las piezas, conociendo así si ocurría el mismo problema.

El jefe de producción nombró a un responsable para llevar a cabo esta acción de emergencia, el cual solicitó al equipo de retrabajos para realizar la revisión. Una vez revisadas las 675 unidades que había en stock, nos comunicaron que todas estaban pintadas correctamente.

A parte de revisar el stock de las referencias 302733 y 302735, también se revisaron las referencias 302737 y 302738, puesto que el proceso de marcado y pintado es el mismo, para cerciorarnos de que ninguna varilla estuviese mal pintada.

DATE	PART Nº	REWORKING INFORMATION					HOURS OF RWK	
		CHECKED	NOK	RWKED	OK STOCK	REJECTED	HLD	HLDSEVHANDLING
28/02/2019	302733	240	0	0	240	0		
28/02/2019	302733/302735/302737/3	0	0	0	0	0		
28/02/2019	302737	225	0	0	225	0		
28/02/2019	302738	210	0	0	210	0	5	2
TOTAL		675	0	0	675	0	5	2

39. Información de retrabajos acerca de la revisión de las 3 salidas.

Fuente: Interno KH Vives

Esta acción se realizó para evitar otro envío de varillas NOK (malas) al cliente, en el caso de que hubiesen estado también mal pintadas.

Además, inmediatamente se volvieron a fabricar las unidades necesarias para reponer el pedido del cliente, asegurándonos esta vez que las varillas estuviesen pintadas en el lado correcto, mediante la supervisión del encargado de planta. Las varillas se fabricaron y enviaron al cliente con la mayor rapidez posible, comunicándonos este, cuando le llegó a reposición del pedido, que las varillas eran OK.

- D1

Conociendo cuál era el problema al que nos enfrentábamos, se formó el equipo de trabajo, intentando incluir a aquellas personas que se pudiesen ver más involucradas en el asunto.

De este modo, el ingeniero de producción se afirmó como el líder del equipo, nombrando como miembros al Director de Producción, jefe de mantenimiento, jefa de calidad, y al encargado de producción.

Como podemos apreciar, los miembros del equipo son de diferentes departamentos, pudiendo tener así distintos puntos de vista a la hora de definir y resolver el problema.

- D2

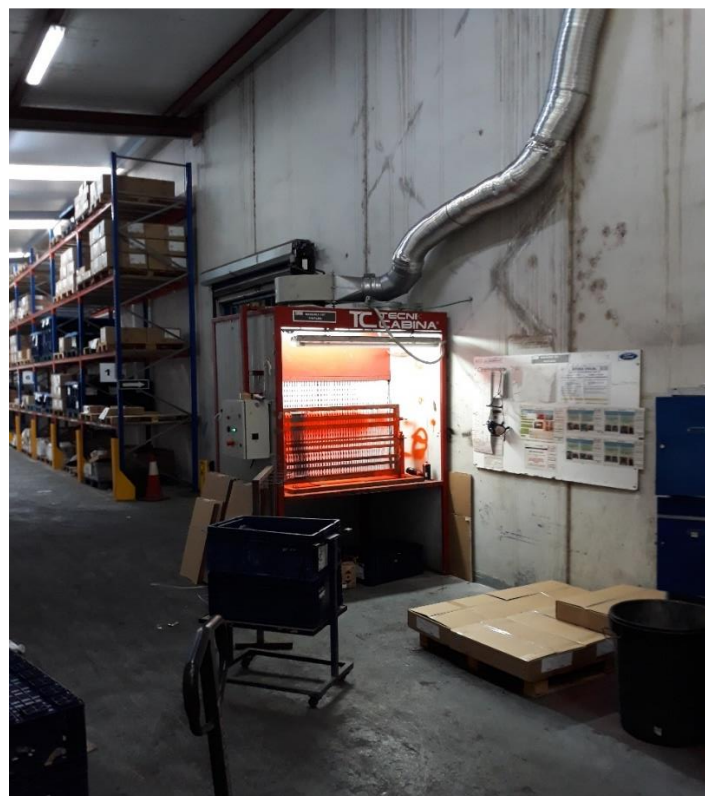
A la hora de describir el problema, en este caso, al igual que en muchos otros, se hizo uso de una combinación de dos herramientas aplicadas a la filosofía Lean comentadas anteriormente: el Gemba y el 5W+2H.

Para entender el problema desde otra perspectiva, el equipo se desplazó hasta el lugar de la planta de fabricación de KH donde se fabrican las varillas 302733 y 302735. Ya en la máquina (BT 3.4 Wafios), y acompañados por el encargado de planta, pudimos observar de primera mano las acciones que realizaba el operario una vez salían las piezas

de la máquina, haciéndole algunas preguntas, sin intención de agobiarlo o que se sintiese intimidado; lo mismo se hizo en la célula de pintura. En esto consiste el Gemba, en ir al lugar donde se han producido los hechos para tener una mejor visión del proceso, tratando siempre con respeto a los operarios que están trabajando.



40. Área de trabajo de la máquina BT 3.4 Wafios.
Fuente: Elaboración propia



41. Área de pintado de las varillas COPO.
Fuente: Elaboración propia

A su vez, se aplicó la técnica 5W+2H para mimetizar la información que teníamos entre manos:

El problema tiene su base en el pintado incorrecto de las varillas de una determinada referencia (¿qué?), fabricadas el día 25/01/2019, comunicándonoslo el cliente 6 días después, cuando les llegó el pedido (¿cuándo?). El problema pudo haberse producido en la máquina donde se fabrican estas referencias, o en la celda de pintado (¿dónde?), estando ese día en dichos puestos de trabajo los operarios nº X, siendo el encargado del turno de producción X (¿quién?).

Así, sintetizamos toda la información disponible sobre el problema, para que a la hora de encontrar su causa raíz y una posterior acción para resolverlo, tengamos las ideas más claras y nos sea más fácil y rápido llevarlo a cabo.

- **D3**

Para este problema en concreto, no se realizó a priori ninguna acción correctiva para “salir del paso” mientras se buscaba la causa raíz del problema, ya que no estaba planificada la fabricación de dichas referencias para las siguientes semanas.

Lo que sí se hizo, y lo que podríamos considerar como una acción de contención, fue quitar los picos de la zona de pintado y revisarlos. Los picos corresponden a las varillas sobrantes de los paquetes de 50 unidades, cuando no se fabrican en la cantidad exacta. De este modo, los picos se quedan almacenados hasta que, mediante la unión de varios picos, se lleguen a las 50 varillas.

Estos picos no pueden ser enviados al cliente de esta forma, ya que, aparte de que el cliente exige una determinada cantidad de varillas por envío, también exige que estas vayan en paquetes de 50 unidades. Es por ello por lo que se almacenan, para posteriormente juntar los diferentes picos hasta llegar a un total de 50 varillas, conformando así un paquete cumpliendo con los requerimientos del cliente.

Al revisar los picos en la zona de pintado, como solo se pintan los paquetes de 50 unidades, pudimos comprobar que la marca realizada por el operario a las varillas nada más salir de la máquina, estaba situada en el lado contrario; de este modo, estrechamos más el cerco, descartando (momentáneamente, hasta llegar al siguiente paso) que el problema se hubiese generado en la misma célula de pintado.

- **D4**

Una vez obtenida toda la información necesaria, y habido realizado una acción de contención para evitar la propagación del problema, el equipo de trabajo comenzó a pensar en cuál podría ser la causa raíz del problema.

Para ello, se utilizó una de las técnicas explicada con anterioridad, los 5 porqués, ya que es una herramienta muy sencilla de aplicar y, en casos no muy complejos, permite descubrir la causa raíz de un determinado problema con relativa rapidez.

Se aplicó del siguiente modo:

Problema a estudiar: Piezas pintadas en el lado incorrecto.

¿Por qué?

1^{er} porqué: Porque las piezas se han pintado siguiendo las marcas realizadas por el operario, estando estas en el lado incorrecto.

¿Por qué?

2^o porqué: Porque el método de marcado así lo permite.

¿Por qué?

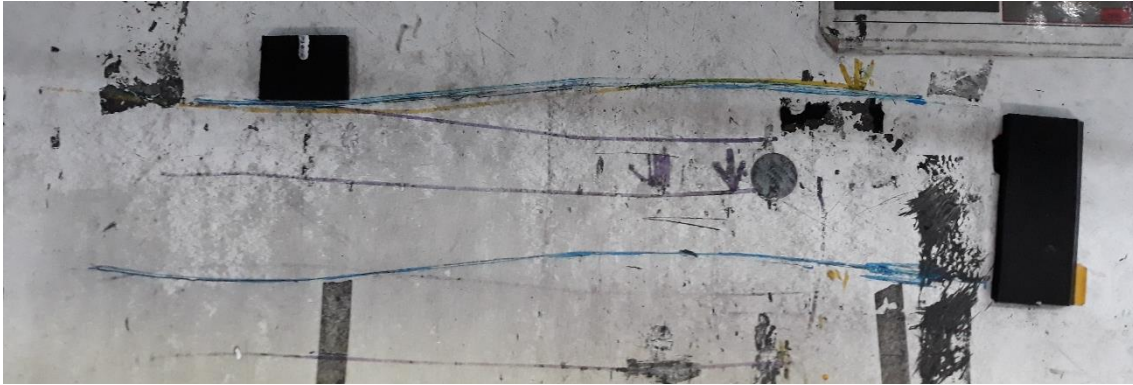
3^{er} porqué: Porque el proceso de marcado no está estandarizado y lleva a confusión.

De este modo, solo nos ha hecho falta formular la pregunta “¿Por qué?” 3 veces para llegar a conocer la verdadera causa raíz del problema que nos atañe.

Fuimos de nuevo a la máquina donde se fabrican las referencias afectadas por la incidencia, para así comprobar el proceso que seguían los operarios a la hora de realizar el marcado de las varillas para su posterior pintado. Pudimos comprobar, y en eso todos coincidimos, que el método que estaban siguiendo podía llevar a confusión y, en este caso, a que se produzca un error, por algo tan simple como es marcar una varilla en el lado correcto.

El método que utilizaban los operarios para realizar el marcado de las varillas, consistía en dos líneas (muy borrosas, debido al paso del tiempo) realizadas sobre la misma mesa de trabajo, entre las cuales disponían las varillas, y una marca en la zona superior, indicando en qué parte debían marcarse estas.

El problema venía a raíz de que el operario, en muchas ocasiones, colocaba las varillas según salían de la máquina, sin cambiar su orientación, colocándolas así erróneamente. Las líneas indicaban, aproximadamente, la cantidad equivalente a 50 unidades, pero no controlaba de ningún modo el correcto posicionamiento de las varillas para su marcado.



42. Método de marcado antes de la resolución de la incidencia.

Fuente: Elaboración propia

De este modo, corroboramos el éxito que tuvo la aplicación del método de los 5 porqués, al ayudarnos a averiguar debidamente cual era la causa raíz del problema.

- D5

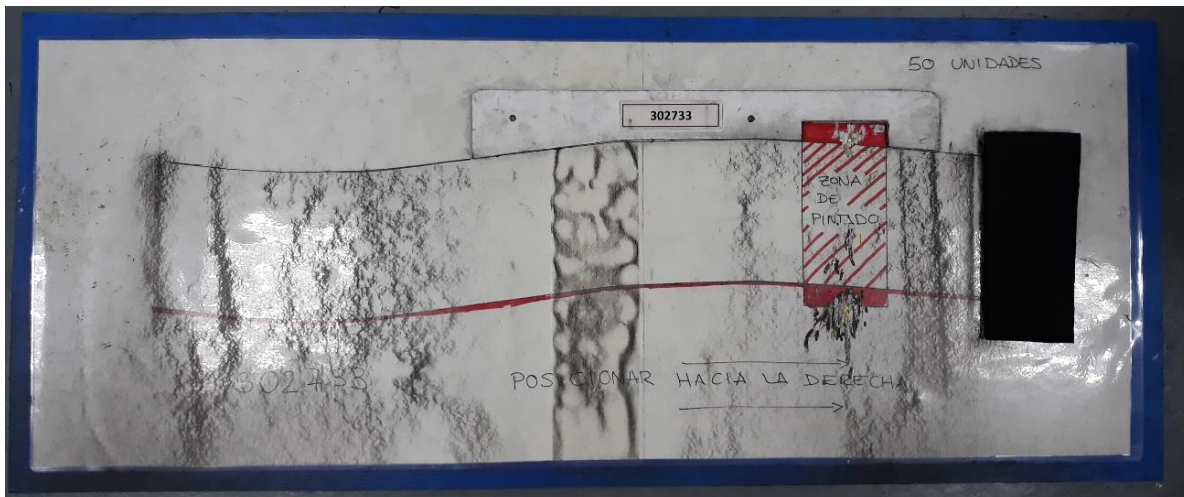
Una vez conocida cual era la causa raíz del problema, debíamos pensar en las posibles acciones correctivas a llevar a cabo para acabar con el mismo.

Como ya hemos comentado, el problema era el método que utilizaban los operarios para marcar las piezas por la zona donde, posteriormente, debían ser pintadas. En este caso, la acción correctiva era obvia: cambiar el proceso de marcado, de modo que no hubiera lugar a confusión en cuanto al correcto marcado de los paquetes de varillas.

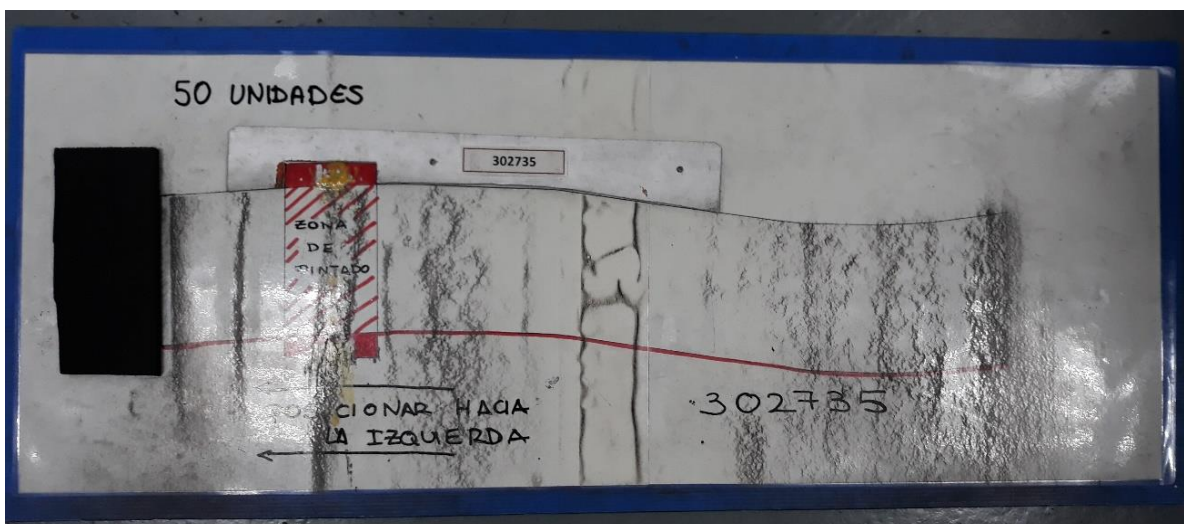
De este modo, los miembros del equipo pensaron en generar un utillaje donde quedase claro cómo debían posicionarse las varillas, y en qué zona se debían marcar para ser pintadas.

Se realizó un brainstorming entre todos los componentes del equipo, sirviendo así para ir aportando ideas sobre cómo debía de ser y qué debía incorporar este utillaje. Se decidió dibujar el perfil del paquete de 50 varillas, colocando una plantilla en la parte superior de éste, de tal forma que las varillas solo encajasen de una forma.

Con un color vivo y una anotación, se resaltó la zona donde los operarios debían marcar las varillas para su pintado. Además, se insertó un trozo de caucho en un lateral del utillaje, para que todas las varillas quedasen alineadas, indicando hacia qué lado había que posicionarlas.



43. Utillaje generado para el correcto marcado de varillas COPO (referencia 302733).
Fuente: Elaboración propia



44. Utillaje realizado para la referencia 302735.
Fuente: Elaboración propia

El equipo pensó que, al realizar esta plantilla, la causa raíz del error quedaría totalmente erradicada, al no permitir el posicionamiento ni marcado incorrecto de las varillas, ya que el modo de uso y su comprensión era relativamente fácil.

En este caso, no se barajaron distintas opciones de acciones correctivas para resolver el problema, ya que el equipo de trabajo tenía muy clara cuál era su causa raíz, y creyeron que mediante la realización del utillaje quedaría totalmente erradicada.

Pero sí que hubo discusión acerca de cómo debía ser ese utillaje, los elementos que en él se debían disponer, las indicaciones que debía contener..., gracias a las ideas aportadas a raíz del brainstorming.

En este caso en concreto, los pros de realizar e implantar este utillaje eran muy superiores a los contras, ya que no podíamos dejar el proceso de marcado tal cual

estaba, y la idea de generar el utillaje estaba muy bien pensada. Pero, a su vez, tenía el contra de que el operario directamente no utilizara el utillaje, ya que no está fijo en la mesa (ni puede estarlo, ya ocuparía prácticamente toda la mesa de trabajo).

Una vez debatidas estas medidas, y estando todos de acuerdo en cómo debía ser el utillaje, el líder del equipo nombró a los miembros responsables para realizarlo, estableciendo así un plan de acción bien definido. Los utillajes debían estar fabricados para la siguiente fabricación de las referencias 302733 y 302735, es decir, para la siguiente semana.

- **D6**

Cada miembro del equipo cumplió con sus responsabilidades en el tiempo estipulado. Se incorporaron al proceso productivo los utillajes fabricados de las referencias 302733 y 302735, justo a tiempo para la próxima producción de dichas referencias.

Se informó a los operarios que en ese turno estaban en la máquina BT 3.4 Wafios acerca del modo de utilización de los utillajes generados, para así garantizar su correcto uso, mientras se modificaba la Hoja de Procesos y la Pauta de Inspección (lo veremos detallado en D7).



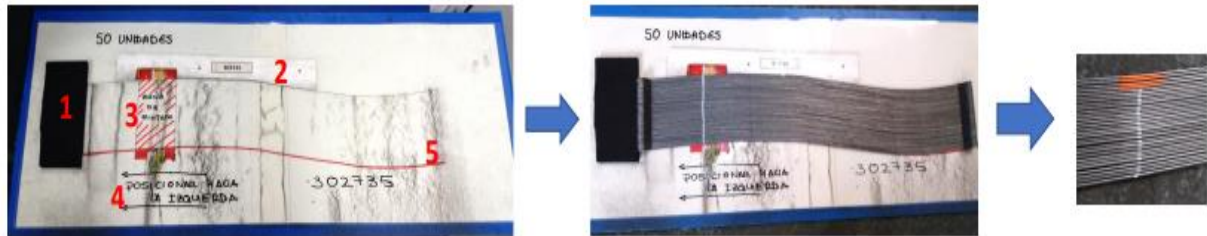
45. Modo de uso del nuevo utillaje para la referencia 302733.

Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar en la imagen, las varillas son colocadas de un modo determinado, el único que permite la plantilla, siendo marcadas por la zona resaltada del utillaje. La plantilla definida con la silueta de la varilla actúa como un Poka-Yoke, herramienta de la cultura Lean que hemos visto a lo largo de este trabajo, impidiendo el posicionamiento incorrecto de las varillas.

Se le comunicó al cliente cuál había sido la medida adoptada para resolver el problema del que nos habían avisado, explicándoles su sistemática para impedir que el error se volviese a cometer, así como su funcionamiento y modo de utilización.

PLANTILLA POSICIONADORA PARA MARCAR LA ZONA DE PINTADO



1 - Tope sobre el que posicionar los loops

4 - Indica donde posicionar la varilla. Debe estar en contacto con el posicionador negro.

2 - Silueta de la varilla. En la plantilla de cada referencia se representa el contorno de la propia. Se posicionan las piezas haciendo tope en este. Ejerce de poka-yoke impidiendo posicionar una varilla de otra referencia.



3 - Zona de marcado de pintura. Una vez posicionadas las 50 varillas se observa por al parte superior e inferior la zona en la que realizar una marca guía que ubica la zona de pintura

5 - El contorno está definido para 50 varillas. Seguidamente se insertan los ganchos para mantener la posición



46. Explicación del nuevo utillaje realizado.

Fuente: Interno KH Vives

A partir de la implementación de esta acción correctiva, se está realizando un estudio para ver su evolución, conociendo si ha resultado efectiva el tiempo que lleva implantada. Hasta el momento, no se ha vuelto a detectar este tipo de error de nuevo, por lo que podemos afirmar que la acción correctiva implementada ha cumplido con las expectativas previstas, por lo menos hasta el momento.

- D7

Después de implementar la acción correctiva, y paralelamente al control que se está realizando sobre el funcionamiento de la misma, debíamos implementar las acciones

preventivas correspondientes, para dejar constancia del problema ocurrido, así como de su resolución y nuevo modo de actuación para las referencias afectadas.

Se registró la aparición del problema, así como sus posibles causas y el modo de detectarlo. Para ello, se realizó una modificación en el AMFE, incluyendo los datos citados anteriormente.

FUNCTION /PROCESS OF REQUIREMENT	POTENCIAL MODE OF FAILURE	POTENCIAL EFFECT OF FAILURE		G r a v i d a d	C l a s i f i c a c i ó n	C A U S E / F A I L U R E P O T E N C I A L M E C H A N I S M	O c u r r e n c i a	PROCESS CURRENT CONTROLS		D e t e c t a d o	R P N
		PROCESS	CUSTOMER					Prevention	Detection		
	Wrong pre-packaging	Part painted on wrong side	Difficulty when assembling Incoming rejection	5	0 0	Extraction tooling displaced and parts fell down	2	Parts fall directly from the machine to an extraction bin always in the same position. Parts are prepared in a tool that helps seeing an wrong positioning	The parts are placed in the marking tool which contains the contour of the corresponding parts. Register aeach package on RPI_F14022 / MES.	7	70
				5	0 0	Part swapped on extraction bin	2	Parts are prepared in a tool that helps seeing an wrong positioning	Validate that every part on every packet is rightly positioned when finishing each packet. Register on RPI_F14022 / MES. each box The parts are placed in the marking tool which contains the contour of the corresponding parts. Register aeach package on RPI_F14022 / MES.	7	70

47. Modificación del AMFE para el pintado de varillas COPO.

Fuente: Interno KH Vives

También debíamos asegurarnos de que los operarios hiciesen uso de los utillajes generados para unas referencias determinadas, así que se modificó la Hoja de Procesos, añadiendo el modo de utilización de los utillajes.

6. Comprobar que la plantilla de marcado corresponde con la referencia con la que estamos trabajando.
 Tras validarlo, colocar el conjunto de varillas que va en cada fardo en el útil de marcado, posicionando las mismas hacia la izquierda.



7. Una vez colocadas las varillas y validado que el contorno del conjunto de las mismas coincide con la plantilla, se marcará con rotulador blanco, mediante una raya, en la zona de pintado indicada por la plantilla.



48. Modificación de la HP para la fabricación de varillas COPO.

Fuente: Interno KH Vives

Del mismo modo, se modificó también el Plan de Control, para saber la manera de evitar que el error volviese a ocurrir, según lo indicado (previamente modificado) en el AMFE.

						Size	Freq.	Technique					
1	Type of container	.	Check that the painting mark is done on the correct side according to the marked fixture	.	.	100%	Each package	Visual	Marking fixture	Each package	F14022_RP1_RE F/MES	PO	IP14039

49. Modificación del PC para el pintado de varillas COPO.

Fuente: Interno KH Vives

Debimos modificar también la Pauta de Inspección, para que los operarios supiesen que nuevos chequeos debían hacerles a las piezas fabricadas.

1	VALIDACIÓN DEL MARCADO	Comprobar que la marca para la pintura se realiza en el lado correcto según útil de marcado	Visual	Útil de marcado	100%	Cada paquete	Cada paquete	F14022_RPI_REF/MES	PO	IP14039
---	------------------------	---	--------	-----------------	------	--------------	--------------	--------------------	----	---------

50. Modificación de la PI para el pintado de varillas COPO.

Fuente: Interno KH Vives

Del mismo modo, se realizó la modificación del Registro de la Pauta de Inspección, para que los operarios pudieran registrar los chequeos realizados, según la nueva Pauta de Inspección.

1	VALIDACIÓN DEL MARCADO	Comprobar que la marca para la pintura se realiza en el lado correcto según útil de marcado	Visual	Útil de marcado	100%	Cada paquete														
---	------------------------	---	--------	-----------------	------	--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

51. Modificación del RPI para el pintado de varillas COPO.

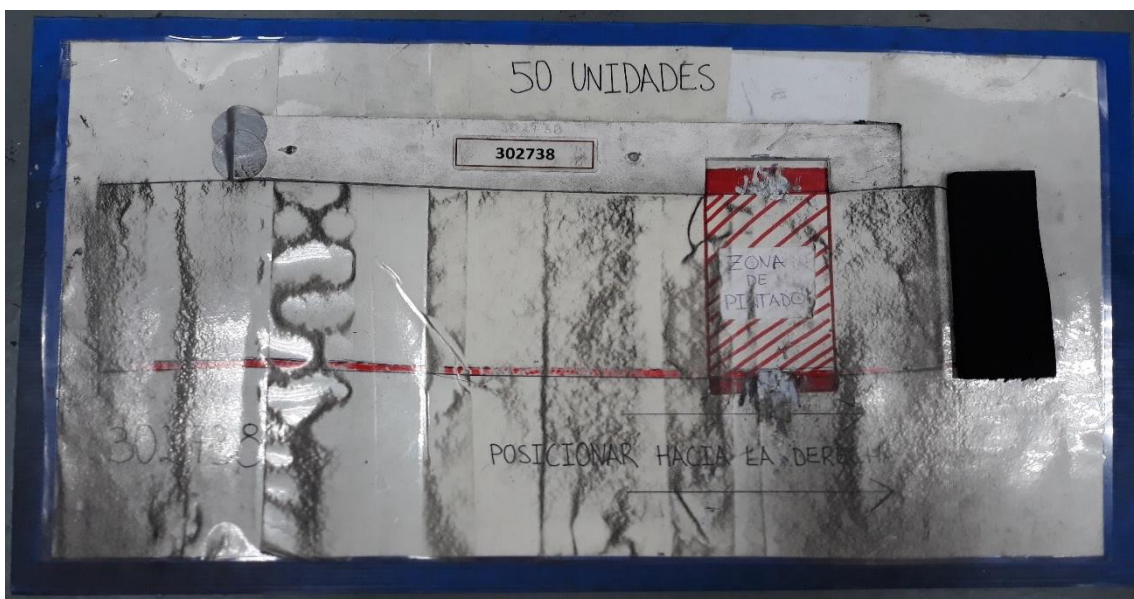
Fuente: Interno KH Vives

En lo que atañe a las recomendaciones sistemáticas de prevención, debíamos impedir que el problema pudiese aparecer en alguna varilla con un proceso productivo similar al de las referencias 302733 y 302735.

En este caso, como hemos comentado al inicio de este punto, las varillas con referencia 302737 y 302738 siguen el mismo proceso de fabricación que las dos referencias afectadas por el problema, cambiando únicamente su geometría. Es por ello que, coincidiendo estas referencias con la manera de fabricar las referencias afectadas, la máquina que las fabrica, los chequeos a realizar, y el marcado y pintado, decidimos realizar el mismo tipo de utillaje que para las otras dos referencias, evitando así que se propagase el error.



52. Utillaje realizado para la referencia 302737.
Fuente: Elaboración propia



53. Utillaje realizado para la referencia 302738.
Fuente: Elaboración propia

- **D8**

El equipo de trabajo supo resolver con creces las distintas adversidades con las que se había encontrado, ya des de un primer momento, con la aparición del inconveniente, hasta a día de hoy, cuando se continúa estudiando la funcionalidad de todas las acciones permanentes implementadas para conseguir resolver el problema con éxito.

Gracias a la organización bien detallada, a las buenas ideas aportadas por cada uno de los miembros y, sobre todo, al trabajo en equipo, se consiguió resolver de manera propicia el problema al que nos enfrentábamos.

Por todo ello, recibimos la grata felicitación, no solo del líder del equipo, sino de cada uno de los miembros que lo componían, siendo esta acción recíproca. El reconocimiento por el trabajo bien hecho supuso una subida de moral, adquiriendo así más confianza para resolver otro tipo de problemas.

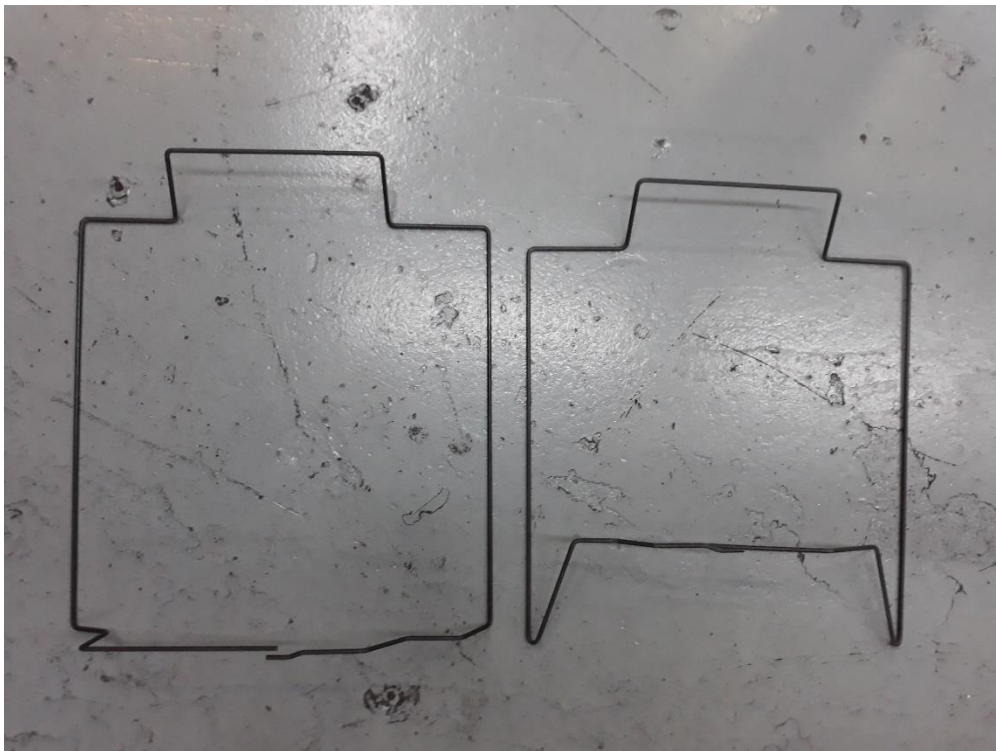
4.2.2 Incidencia 2: Piezas P51004031/32 dimensionalmente NOK

Esta incidencia ocurrió en enero de este mismo año, cuando el cliente al que le enviamos un pedido (en este caso, PROSEAT), nos avisó de que las piezas con referencia P51004031 no entraban en el molde de los asientos, teniendo estas un problema dimensional. Unos días más tarde, el mismo cliente nos comentó que ocurría lo mismo con las piezas de referencia P51004032.

Al igual que en el caso anterior, primero explicaremos el proceso productivo de estas referencias, para entender mejor el problema a resolver:

Estas dos referencias se fabrican en la misma máquina, la Numalliance R2108, a partir de una bobina de hilo metálico de 4,5 mm de diámetro. Las dos referencias son muy similares, distinguiéndose únicamente en la parte inferior de las mismas.

Estas varillas se sitúan en la parte inferior de los asientos individuales de los automóviles (piloto y copiloto). Sirven para dotar a la espuma del asiento de una estructura rígida sobre la que sustentarse.



54. Varillas de las referencias P51004031 (dcha.) y P51004032 (izqda.) sin soldar.

Fuente: Elaboración propia

Una vez conformadas, las varillas son llevadas al robot soldador Largoiko, donde, a partir de dos utillajes (uno para cada referencia) dispuestos sobre la mesa de soldadura, se sueldan cada una de las varillas.



55. Utillaje de soldadura para la referencia P51004031.

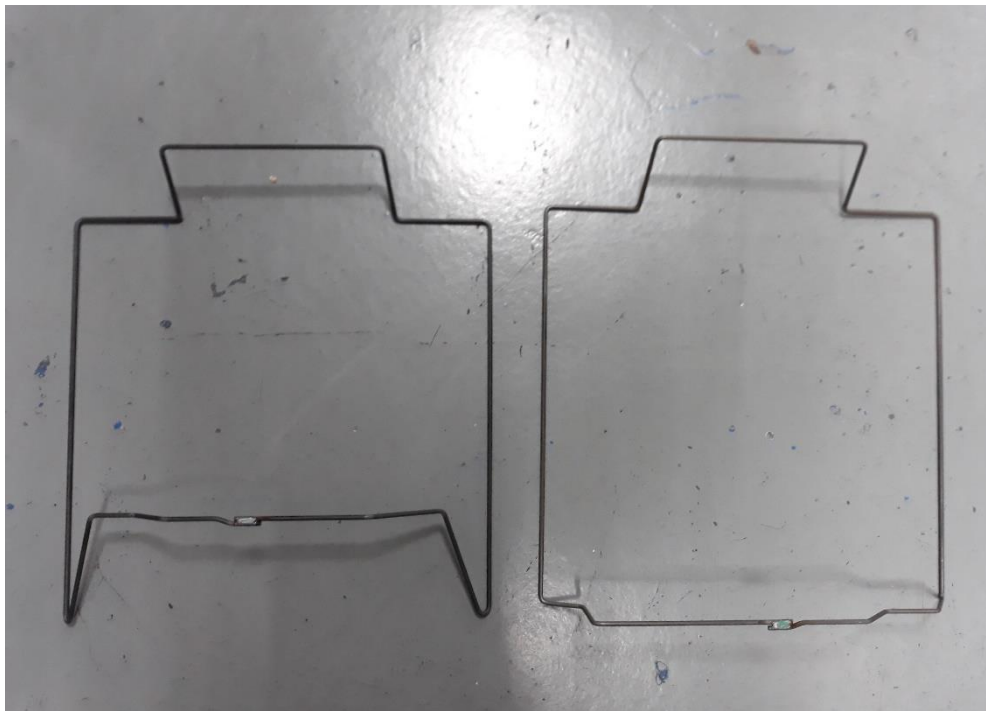
Fuente: Elaboración propia



56. Utillaje de soldadura para la referencia P51004032.

Fuente: Elaboración propia

Una vez soldadas las varillas en su punto inferior, donde convergen ambos extremos, son embaladas y almacenadas en una ubicación determinada en la planta de KH, listas para ser enviadas al cliente.



57. Varillas de las referencias P51004031 (izqda.) y P51004032 (dcha.) soldadas.

Fuente: Elaboración propia

Ahora que ya conocemos el proceso productivo de las varillas P51004031 y P51004032, procedemos a explicar el 8D que se inició con la intención de resolver el problema anteriormente descrito:

- **D0:**

El día 23/01/2019, el responsable de calidad de PROSEAT nos comunicó que, en el último envío que KH había realizado, las varillas de la referencia P51004031 estaban incorrectamente dimensionadas, ya que no podían insertarlas en el molde de los asientos. Unas horas más tarde, cuando probaron las varillas de la referencia P51004032 sobre el molde, observaron que las dimensiones tampoco eran las correctas, y volvieron a comunicárselo a KH. Se vieron afectadas un total de 1000 piezas entre ambas referencias.

Por lo tanto, éramos conocedores de que las piezas P51004031 y P51004032 tenían algún fallo en cuanto a su dimensionado, motivo por el cual no se podían insertar de manera correcta en el molde propiedad de PROSEAT.

Se decidió bloquear los stocks de ambas referencias, impidiendo enviar más varillas de ese tipo sin ser antes revisadas, para, en el caso de que fueran NOK, no volver a enviarle un pedido con piezas no funcionales al cliente.

Los operarios del departamento de retrabajos revisaron el 100% de las piezas del stock de estas dos referencias, encontrando 122 piezas NOK, las cuales se retiraron.

Del mismo modo, se realizó otra acción de emergencia, consistente en fabricar la misma cantidad de piezas respecto al envío de las piezas NOK (1000 unidades en total, 754 de la referencia P51004031 y 246 de la referencia P51004032), para así reponer el pedido que nos había hecho el cliente en el menor tiempo posible. Esta vez, mediante un nuevo ajuste de la máquina y la supervisión por parte de los encargados en planta, se fabricaron piezas de ambas referencias que carecían del problema en cuestión. El cliente nos confirmó que las piezas enviadas de contención eran OK.

- **D1:**

De manera paralela a la realización de las acciones de emergencia, se formó un equipo de trabajo para encontrar el modo de resolver el problema que se planteaba.

En este caso, el equipo estaba formado por el director de producción, el jefe de calidad y logística, los encargados de producción y el director de ventas de KH. Al igual que en el ejemplo anterior, podemos resaltar la importancia de formar un equipo con integrantes de distintos departamentos, viéndose todos ellos involucrados en la consecución de una solución al problema.

- **D2:**

Para poder obtener una descripción detallada del problema, se optó por aplicar tanto la técnica 5W+2H como Gemba, aprovechando las ventajas de cada una de ellas, consiguiendo así toda la información necesaria para plantear las acciones que se llevarían a cabo después.

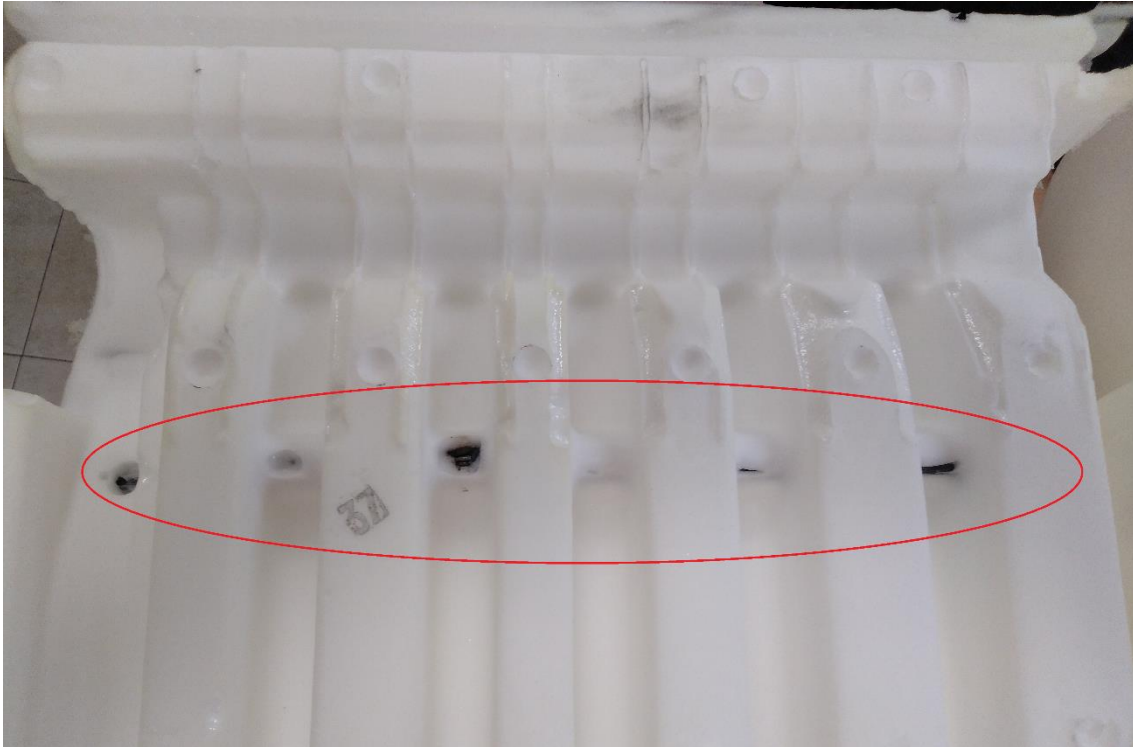
El día 23/01/2019, el cliente detecta que la pieza está desviada, adjuntándonos fotos de pieza sobre el plano. En ambas referencias, los laterales de las varillas deberían ser paralelos, y la zona superior totalmente plana.

No obstante, en las fotos enviadas por PROSEAT, se detecta (observando la pieza con la soldadura en la parte superior en plano) que los laterales de las piezas con referencia P51004031 no guardan paralelismo, y que las piezas con referencia P51004032, se encuentran inclinadas en la zona superior, en la zona donde no se encuentra la soldadura.

Tras solicitar información de las piezas sobre molde, se aprecia que en uno de los puntos las piezas no tocan imanes, tanto en una referencia como en la otra. Para ser

funcionales, las piezas deberían de tocar en todos y cada uno de los imanes del molde, siendo llevadas al sitio gracias a éstos.

Este defecto provoca en cliente que las varillas sobresalgan de la espuma del asiento, considerándolas como piezas espumadas NOK.



58. Varilla de la referencia P51004031 NOK sobre espuma.

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, nos dimos cuenta de que, aparentemente, no se trataba del mismo problema en una referencia que en la otra, porque tenían síntomas diferentes.

Las piezas fueron fabricadas 4 días antes de ser recibidas por el cliente, tanto las de la referencia P51004031 como P51004032. Al ser lotes grandes, de dos referencias diferentes, se fabricaron en dos días (primero las varillas de la referencia P51004031, y luego las de la P51004032), en la máquina Numalliance R2108. También nos informamos que operarios y encargados de planta estaban presentes durante la fabricación de cada una de las referencias.

Al acercarnos a la zona de trabajo donde se fabrican estas dos referencias, pudimos observar el modo de trabajo de los operarios.



59. Área de trabajo de la máquina Numalliance R2108.

Fuente: Elaboración propia

Según la pauta de inspección, se debe comprobar cada pieza situándola sobre el plano a escala 1:1, y, posteriormente, introducirla en la galga. Todo esto se realiza con el objetivo de comprobar que la pieza no tiene desviaciones o deformidades que se encuentren fuera de la tolerancia indicada (para ambas piezas, ± 1 mm), para poder considerarla como OK.

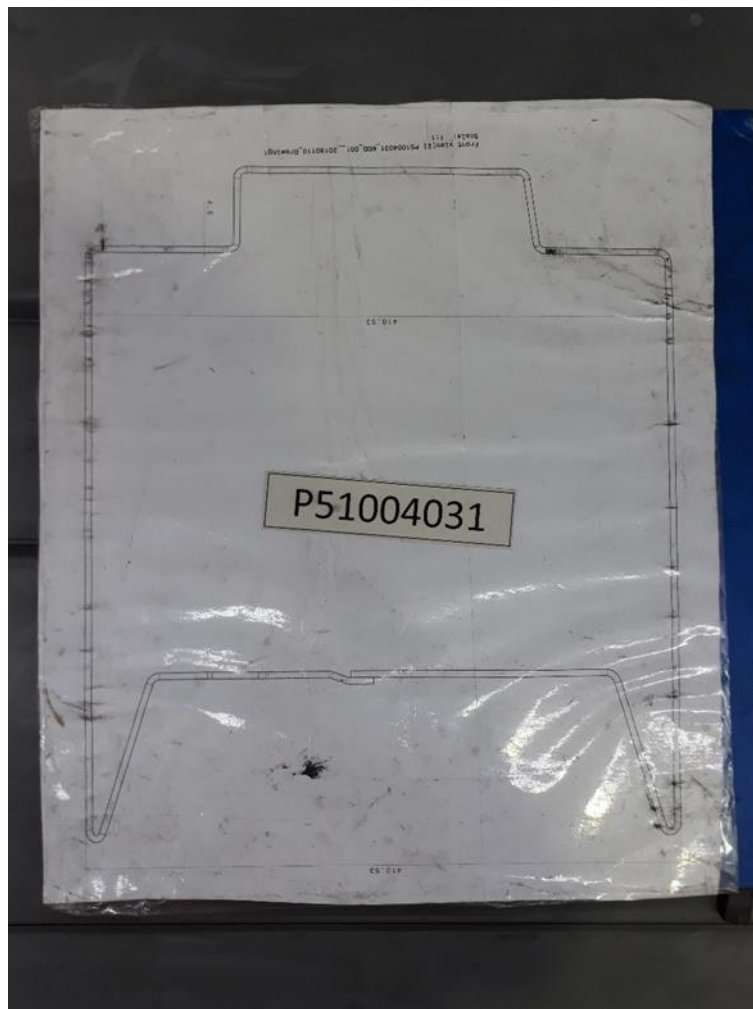


60. Galgas para las varillas con referencias P51004031 (izqda.) y P51004032 (dcha.).

Fuente: Elaboración propia

Nos centramos primero en el problema que les ocurría a las varillas con referencia P51004031. A la hora de introducir la pieza sobre la galga, en vez de dejarla caer y darle unos ligeros toques para llevarla al sitio (tal y como indica el Plan de Control y la checking aid de la galga), los operarios forzaban la pieza para que esta entrase en la galga. Como, a su parecer, todas las piezas entraban, las consideraban como OK.

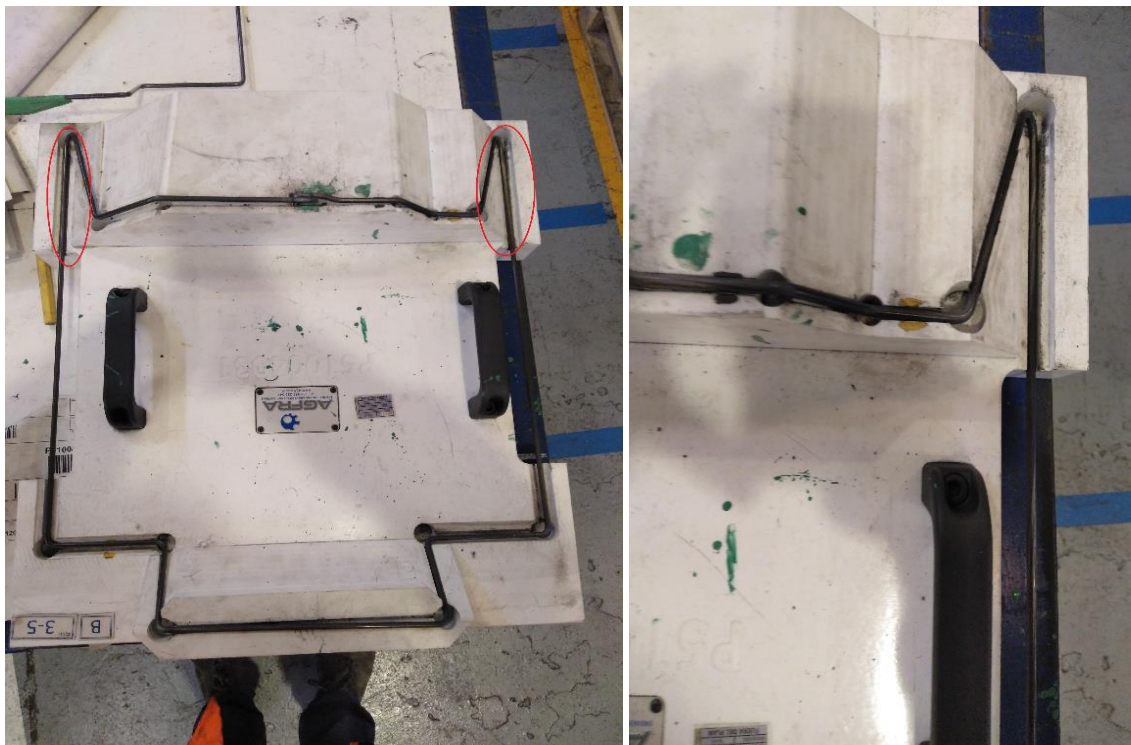
Además, las piezas fabricadas se disponen sobre el plano de la pieza a escala 1:1. El problema que surge en cuanto al posicionamiento de la pieza sobre el plano se refiere, es que no hay ningún útil de control, ni nada similar, para indicar que existe una desviación, se lleva a cabo "a simple vista". Por ello, dependiendo del operario que lo analice, la pieza será OK o NOK, según el parecer del mismo.



61. Plano de la referencia P51004031.

Fuente: Elaboración propia

Al realizar estas comprobaciones sobre las piezas P51004031 NOK que el cliente nos había enviado de vuelta, pudimos corroborar lo que esperábamos: las piezas no entraban en la galga.



62. Detalle del defecto de la varilla P51004031, NOK sobre la galga.

Fuente: Elaboración propia

En lo que atañe a las varillas de referencia P51004032, las comprobaciones que hay que realizar son las mismas que para la referencia anterior, con su plano y galga correspondientes.



63. Plano de la referencia P51004032.

Fuente: Elaboración propia

Comprobamos, mediante el uso del plano, que los laterales mantenían el paralelismo, como debía ser. En cambio, al probar la varilla sobre la galga, observamos que la parte superior de la varilla, la parte enfrentada a la zona soldada, tenía una desviación muy exagerada.



64. Detalle del defecto de la varilla P51004032, NOK sobre la galga.

Fuente: Elaboración propia

En este caso, no era posible que los operarios hubiesen forzado la pieza para que entrase en la galga, puesto que la desviación era muy grande, y, al ser una varilla de 4,5 mm de diámetro, no tiene tanta variabilidad como una varilla de un diámetro menor (de 2 mm, por ejemplo).

El error no podía haber sido de fabricación, por lo anteriormente comentado. En un primer momento, y descartando esa hipótesis, creímos que esa deformación podía haber sido ocasionada por un mal embalaje de las varillas, o un transporte demasiado brusco.



65. Modo de embalaje de las varillas P51004032.

Fuente: Elaboración propia

Continuamos aplicando Gemba, y fuimos a la zona de trabajo donde se sueldan estas varillas, pero no se encontraron causas reseñables, ni en los utillajes, ni en el modo de colocación de las varillas sobre estos, para sospechar que el problema había aparecido a raíz de la operación de soldado.

Los utillajes de soldadura para ambas referencias cuentan con unos carriles, dentro de los cuales se sitúa la pieza, pero son simplemente para sujetarla y posicionarla correctamente para ser soldada. No se detectó ninguna desviación a la hora de introducir las varillas en los utillajes de soldadura, ya que estos carriles tienen más holgura que el canal de la galga.



66. Área de trabajo del robot soldador Largoiko.

Fuente: Elaboración propia

- **D3:**

En esta incidencia, se llevaron a cabo varias acciones de contención para paliar momentáneamente los problemas ocurridos, y así ganar tiempo para encontrar su causa raíz y definir una o varias acciones correctivas permanentes.

Se optó por realizar una nueva galga para cada referencia, impresas en 3D, estando fabricadas con el fin imposibilitar el forzado de la varilla con dimensiones NOK para que esta entrase en la galga.



67. Galga de la referencia P51004031 realizada mediante impresión 3D.

Fuente: Elaboración propia

Aunque la galga provisional era capaz de controlar el levantamiento de la parte enfrentada a la soldadura para la referencia P510040332, se decidió controlar este parámetro mediante un plano a escala 1:1, de la forma más precisa posible. De este modo, se llevó a cabo un control más exhaustivo de la geometría de la pieza. Es por ello por lo que se realizó una ayuda visual, indicando a los operarios como debían realizar este chequeo.


Una ayuda visual es un cartel donde se explica el modo de realización de una acción determinada, mediante un ejemplo con fotografías, acompañado de un texto breve y las indicaciones oportunas.



68. Ayuda visual para comprobar la altura de las varillas P51004032.

Fuente: Interno KH Vives



Para estandarizar estos procesos, aunque fueron provisionales, se realizó una nueva checking aid de las galgas impresas. La checking aid de una galga consiste en un documento donde se indican las instrucciones para la correcta comprobación de una determinada pieza sobre la galga.

	<h1>INSTRUCCIÓN DE PROCESO</h1>	Nº Doc:	CAL-IP-0109
		Formato Nº:	RG02-0004
		Realizado:	MESPASA
		F. Realiz:	26/01/2019
		Revisado:	SSERRANO
		F. Revisión:	26/01/2019


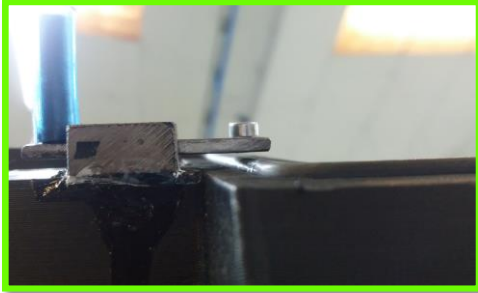


Tema: **Verificación con galga de control para las varillas P51004031_32**

Cliente	Proseat	Referencia del cliente:	P51004031 P51004032
Operación	Verificación de pieza s/plan de control	Descripción de la pieza:	WIRE.RSB.60%.FRAME WIRE.RSB.40%.FRAME

Objetivo: Establecer los pasos a seguir por el operario para validar una pieza de las referencias nombradas durante la producción con **galga y plano** correspondiente según la frecuencia establecida en la pauta de inspección de dicha pieza.

INSTRUCCIÓN	
<p>1 Se debe verificar que la galga se corresponde a la referencia de varilla a validar.</p> <p>REFERENCIA: P51004031 IMPRESIÓN 3D GALGA: 102-12 Nº SERIE: 10/110</p> <p>REFERENCIA: P51004032 IMPRESIÓN 3D GALGA: 102-08 Nº SERIE: 10/106</p> <div style="text-align: center;">  </div>	

FECHA APROBACIÓN	CALIDAD	PROCESOS	PRODUCCIÓN
------------------	---------	----------	------------

	<h2>INSTRUCCIÓN DE PROCESO</h2>	Nº Doc: CAL-IP-0109 Formato Nº: RG02-0004 Realizado: MESPASA F. Realiz: 26/01/2019 Revisado: SSERRANO F. Revisión: 26/01/2019
10	<p>Mediante la galga 3D se comprueba que los pasadores no rozan.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 2px solid green; padding: 5px;">  <p style="background-color: #e0ffe0; padding: 5px; text-align: center;">PIEZA OK: Si el pasador puede cerrarse sin tocar la varilla</p> </div> <div style="border: 2px solid red; padding: 5px;">  <p style="background-color: #ffe0e0; padding: 5px; text-align: center;">PIEZA NOK: Si el pasador al cerrar roza la varilla o no puede cerrarse.</p> </div> </div>	
<p>EN CASO EL CASO DE QUE NO CUMPLA ALGUNOS DE LOS PASOS INDICADOS. AVISAR AL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN.</p>		
Medidas de prevención		EPI'S obligatorios
<ol style="list-style-type: none"> 1 Utilizar correctamente los EPI'S facilitados 2 Utilizar las rodillas para levantar peso 3 Alternar posiciones durante la jornada 		

69. Checking aid nueva galga de impresión 3D P51004032.

Fuente: Interno KH Vives

Del mismo modo, se hizo una modificación en el Plan de Control, para dar a conocer la nueva sistemática a seguir, en cuanto a comprobación de piezas sobre galga y plano. En este caso, esta modificación del Plan de Control no contaría como acción preventiva, ya que es necesario realizarla de inmediato, una vez implementadas las acciones de contención, para tenerla en cuenta. Una vez implementadas las acciones correctivas permanentes, se volverá a modificar, eliminando esta modificación y actualizando el Plan de Control.

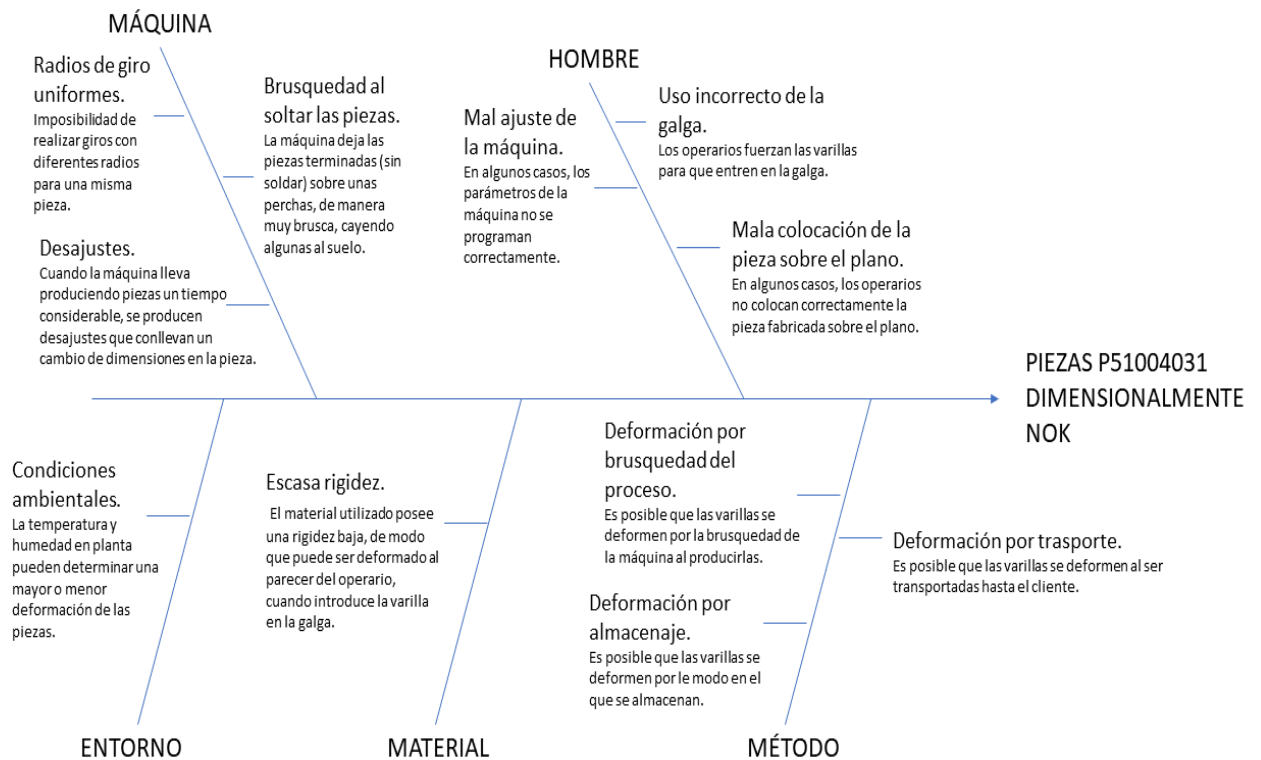
Del mismo modo, se modificó también la Pauta de Inspección y el Registro de la Pauta de Inspección, indicando que las comprobaciones debían hacerse con las nuevas galgas impresas en 3D (negras), siguiendo la checking aid de las mismas.

Una vez implementadas estas acciones, se dio una formación a los operarios sobre el posicionamiento de las piezas de cada referencia sobre su galga y plano.

D4:

Para esta incidencia, como el problema de una referencia era distinto al de la otra, aplicamos dos métodos distintos, uno para cada una de ellas.

Para el problema que incumbe a la referencia P51004031, se realizó un Diagrama Ishikawa, el cual se muestra a continuación:



70. Diagrama Ishikawa realizado para el problema de la referencia P51004031.

Fuente: Interno KH Vives

Una vez obtenida la información anterior, esta se analizó bajo los diferentes puntos de vista de cada uno de los miembros del equipo, hasta llegar a una conclusión en común.

En este caso, podríamos haber pensado que la causa raíz era una mala programación o ajuste de la máquina; es una causa del problema, pero no la causa raíz.

Al programar la máquina, y comprobar en la galga las dimensiones de la pieza, como la estructura de esta permite que las varillas entren dentro del canal cuando son forzadas, estamos considerando piezas como OK que en realidad son NOK. Por lo tanto, podemos afirmar que la causa raíz de esta incidencia residía en la utilización de una galga que no estaba bien fabricada para controlar los parámetros dimensionales de las varillas con exactitud.

En cuanto al problema relacionado con la referencia P51004032, se llevó a cabo un análisis ES/NO ES, el cual se plasma a continuación:

ENUNCIADO DEL PROBLEMA:	Piezas de la referencia P51004032 dimensionalmente NOK.	
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	ES	NO ES
Qué objeto	Piezas con referencia P51004032.	Ninguna de las piezas de la misma familia (border wires), excepto la P51004031.
Qué defecto	Dimensiones NOK	Disconformidad en cuanto al material, soldadura.
Dónde en el objeto	Parte de la varilla enfrontada a la soldadura.	No se observa otra desviación en la pieza.
Dónde visto por primera vez	Planta de formizados de PROSEAT.	No se vio en KH.
Dónde se volvió a ver desde entonces.	KH, al realizar la comprobación con las piezas NOK.	No se ha vuelto a ver en PROSEAT.
Cuándo visto por primera vez	23/01/2019	N/A
Cuál tendencia desde entonces	Nula, no se ha vuelto a detectar el problema.	No sigue una tendencia creciente.
Cúantos afectados	500 uds.	N/A
Qué afectados	Varillas.	Resto de pieza producidas en KH.
Defectos por objeto	Inclinación de la zona de la varilla enfrontada a la soldadura.	Resto de la varilla
Tendencia	Siempre el mismo defecto para esta referencia	No aparecen distintos tipos de defectos para la misma referencia.

71. Análisis ES/NO ES realizado para el problema de la referencia P51004032.

Fuente: Interno KH Vives

En este caso, fue más fácil encontrar la causa raíz del problema. La desviación que tenían las varillas de esta referencia era considerable, en una zona donde la galga sí podía

controlar adecuadamente la geometría de las varillas, aunque, al igual que en la galga para la referencia P51004031, había zonas donde ésta permitía que los operarios forzaran la varilla para que entrase.

No era posible una mala colocación de la varilla sobre la galga por parte del operario, porque no entraba, aunque se forzasen. Además, el tipo de fallo que presentaban estas varillas no se había podido producir por un mal ajuste de la máquina.

Entonces, se corroboró lo que nos imaginábamos: las piezas se habían deformado por el modo en el que estaban embaladas, ya que, por el propio peso de las varillas, se ejercía una presión en la parte superior de las mismas, lo que las acababa deformando.

- **D5:**

Una vez conocida la causa raíz del problema en cuestión, se procedió a ingeniar las posibles acciones correctivas, con miras a eliminar el error aparecido.

El equipo pensó que sería una buena idea renovar las galgas para ambas referencias. Las nuevas galgas debían ser más efectivas que las anteriores, que controlaran a la perfección todos los parámetros de interés en cuanto al conformado de la varilla, y que impidieran que una varilla con dimensiones NOK entrase, por mucho que se forzara.

Las galgas debían ser de metal, que contaran con RPS (puntos de fijación de la varilla sobre la galga), y con canal a medio diámetro.



72. Nuevas galgas para las referencias P51004031 (dcha.) y P51004032 (izqda.).

Fuente: Elaboración propia

También creímos que sería adecuado cambiar el modo de embalaje de las varillas afectadas, puesto que atacaríamos la raíz misma del problema de las varillas con referencia P51004032.

A la hora de embalar las varillas y almacenarlas para su posterior envío al cliente, en vez de amontonarlas todas en el mismo sentido, hacer lo mismo, pero en dos sentidos distintos, 25 piezas con la parte soldada hacia la derecha, y 25 con la parte soldada hacia la izquierda (los envíos a PROSEAT de esta referencia, al igual que la P51004031, van dispuestos en cajas con 50 unidades cada una).

Para asegurar la validez de las piezas de ambas referencias en cada producción, pensamos que sería lógico guardar la última pieza de la OF (Orden de Fabricación), comprobando antes que es OK, para así, en el momento de iniciar otra OF (otra producción) de la misma referencia, poder compararla con la primera pieza.

La orden de fabricación (OF) es cada una de las tandas de producción que se llevan a cabo para cada una de las distintas referencias que se fabrican en KH.

De este modo, a la hora de ajustar la máquina para una nueva fabricación de estas referencias, tomaremos como base esta pieza (una vez nos hayamos asegurado de que es OK), para que el resto se parezcan dimensionalmente lo más posible a las de la anterior fabricación, de modo que se minimicen al máximo las variabilidades entre las piezas de distintas tandas de fabricación.

- D6:

En esta etapa, se implantaron todas las acciones correctivas definidas en la etapa anterior, teniendo el convencimiento que todas ellas, aplicadas al unísono, nos llevarían a la correcta resolución del problema, sin tener efectos negativos.

A esta conclusión se llegó por consenso entre los diferentes miembros del equipo, aportando cada uno su punto de vista. Al final, todos llegamos a la conclusión de que la decisión acertada sería la de implantar todas las acciones que había sobre la mesa, ya que los puntos fuertes de estas eran mucho más notables que los débiles (aunque apenas había de estos últimos).

De este modo, para asegurar la comparación entre la última pieza de la anterior OF, y la primera pieza de la OF que se esté fabricando en ese momento, se realizó una Instrucción de Proceso (IP), más concretamente la IP09070. Una instrucción de proceso es un documento donde se explica la manera de realizar un determinado proceso o acción, indicando también el objetivo del mismo, así como las referencias a las que es aplicable.

	<h2>INSTRUCCIÓN DE PROCESO</h2>	Nº Doc:	IP09070
		Formato Nº:	F08002
		Realizado:	F.Bayarri
		F. Realiz:	03/01/2018
		F. Revisión:	06/03/2019

Tema: Validación de la producción y deriva de pieza

Cliente	Todos	Referencia del cliente:	Todas SEC02 y SEC09
Operación	Validación y custodia de la primera y la última pieza de la OF y chequeo de desviaciones.	Descripción de la pieza:	Todas SEC02 y SEC09
Objetivo	Validación correcta del inicio de fabricación. Y la identificación y custodia de esas piezas durante toda la OF y de la última pieza para validar la deriva de la pieza y chequear en la siguiente OF.		

VALIDACIÓN INICIO DE PRODUCCIÓN

Con tal de verificar que la fabricación (Orden de Fabricación) se inicia correctamente, la pieza es OK, y dejar constancia de ello, el operario deberá validar la primera pieza de la OF una vez se haya realizado la puesta a punto.
 Para la validación de esta primera pieza, el operario deberá comprobar que cumple:

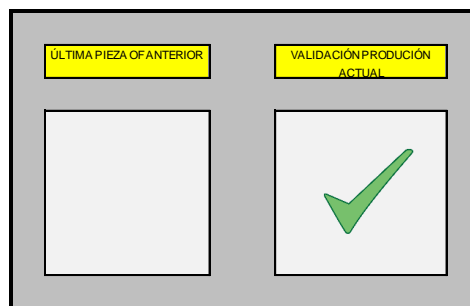
- 1.- La pieza cumple todas las especificaciones definidas en el Pauta de Inspección y deberá realizar todas las mediciones y ensayos que este le indique.
- 2.- La pieza encaja en galga de control visualmente igual que la última pieza de la OF anterior fabricada. Esta pieza la encontrará el operario identificada y ubicada en la misma galga.

Esta primera pieza validada (dos si la PI incluye un ensayo destructivo) debe quedar identificada. Para tal fin se utilizará una etiqueta específica, el **F09015 Etiqueta identificación primera pieza (Validación Inicio Prod.)** que será en formato de papel adhesivo con tal de que se instale y quede adherida a la pieza en cuestión.

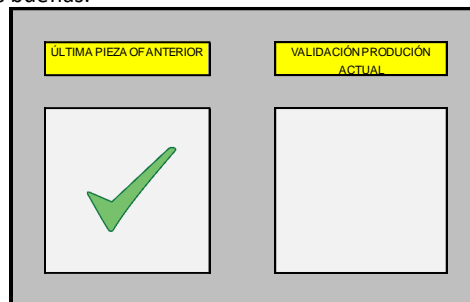
[F09015 Etiqueta identificación primera pieza \(Validación Inicio Prod.\).xlsx](#)



Para tener en todo momento la certeza de que la fabricación ha empezado una vez la pieza cumple con todas sus especificaciones, la primera pieza validada e identificada, se guardará en máquina colgada en el panel en la ubicación definida para ello hasta el fin de la OF.



La pieza de cierre de la OF anterior se guardara tras la validación inicial en la ubicación definida para dicha pieza en el mismo panel. Al finalizar la OF, a la pieza se le retirará la etiqueta identificativa y se depositará en la caja con el resto de piezas buenas.



CONTROL DE DERIVA DE PIEZA Y CIERRE DE OF

Al finalizar la OF, el operario cogerá la última pieza de la OF y la identificará como tal "Última pieza OF XXX" en el apartado OF de la etiqueta F09015.

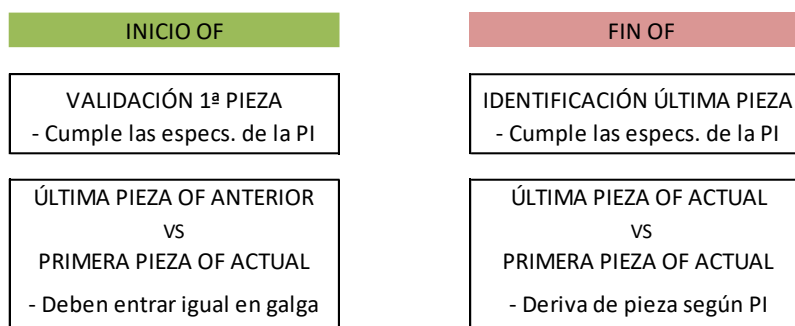
Con la pieza ya identificada, se le realizarán los controles que marque la PI.

Se cogerá la primera pieza de la OF que tenemos identificada en el panel y se le realizarán los chequeos marcados en la PI para comparando con los obtenidos en la última pieza de la OF controlar la deriva que ha tenido la pieza durante la fabricación.

En el caso que las mediciones de deriva de pieza excedan lo marcado en la PI, el operario deberá seguir el plan de reacción establecido.

Al finalizar los controles, la última pieza de la OF actual se deposita en la galga y se quedará ahí hasta la próxima fabricación.

RESUMEN DE CHEQUEOS Y FLUJO DE MUESTRAS





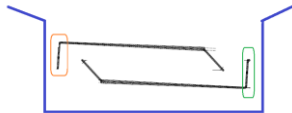

Ambas piezas se guardan en panel

Última pieza OF anterior a embalaje final
 1ª pieza OK a embalaje final
 Última pieza de OF actual a galga

73. Instrucción de Proceso 09070.

Fuente: Interno KH Vives

Para estandarizar el proceso de embalado de las varillas con referencia P51004032, se modificó su pauta de embalaje, indicando el modo de colocación de las varillas en las cajas, para ser enviadas al cliente.

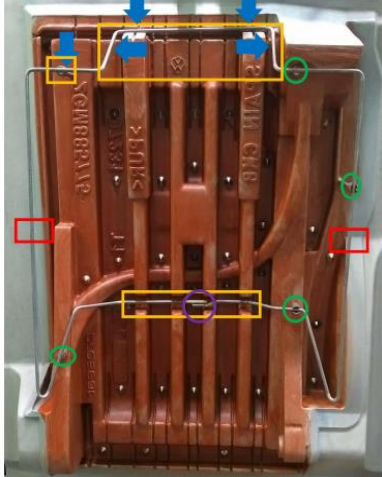
Descripción: WIRE.RSB.60%FRAME	Cliente: PROSEAT
Ref. KH: P51004032	Ref. Cliente: P51004032
FORMATOS	
Caja: IMC100	Peso pieza: 0,23736 kg
Palette: 4162 (114x98)	Fleje: Retractilado
Etiqueta: 148 x 210	Nº Etiquetas: 2
Tipo Etiqueta: ADHESIVA	Posición etiqueta: FRONTAL/ LATERAL
Nº varillas/bloque: N/A	Nº cajas/palette: 12 (Maximo)
Nº unidades/caja: 50	Nº piezas/palette: 600 (Completo)
Peso/caja: 12,71 Kg	Peso/palette: 162,52 Kg
CROQUIS EMBALAJE	
FOTO PIEZA	FOTO CAJA
	
	
	
OBSERVACIONES	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Introducir las varillas en 2 montones de 25 unidades cada uno, el primero con la parte soldada hacia arriba y el segundo con la parte soldada hacia abajo. 2. Al introducir las varillas en la caja, asegurar que la parte soldada queda pegada junto a la pared, para permitir que el siguiente montón se sitúe en la parte exterior del anterior, tal y como se muestra en la fotografía. 3. Poner 2 pegatinas por cada caja completa, en dos lados consecutivos como se muestra en la imagen. 4. Asegurar que las piezas no sobrepasan el límite superior de la caja, no siendo necesario presionar con la tapa las varillas. 	
I. Procesos:	Logística:
	Aprobado por calidad:

74. Nueva pauta de embalaje para la referencia P51004032.

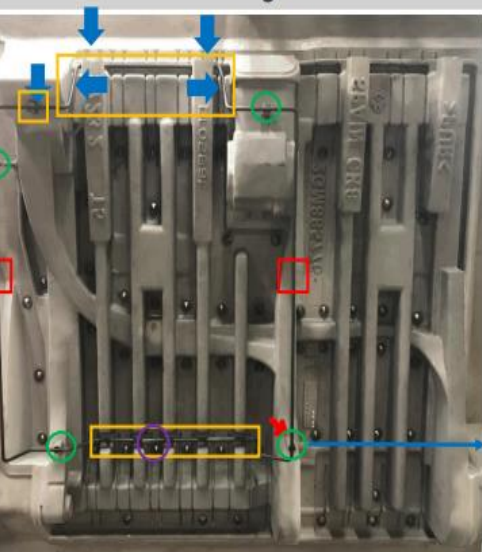
Fuente: Interno KH Vives

Por último, se enviaron al proveedor de galgas los requerimientos que debían cumplir estas, adecuándose cada una a su determinada referencia.

Referencia P51004031 - T-CROSS RSB 40% CONTOUR SUPPORT WIRE

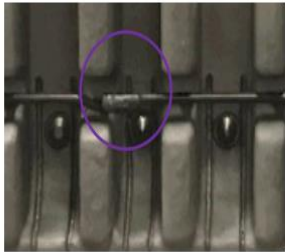
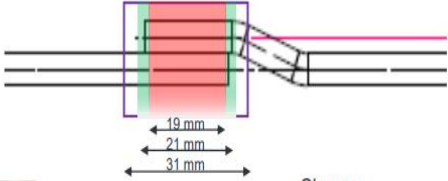
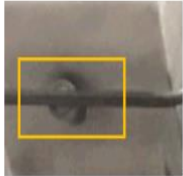
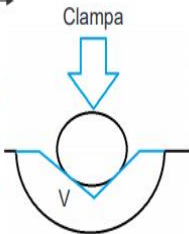
Imagen	Datos
	<p>Referencia: P51004031 4,5 mm</p>
	Requisitos
	<p>Cuna de 6,5 mm Cuna de 5,5 mm Posición RPS Caja Soldadura Posiciones Pasadores Vaciado para retirar varilla (40mm)</p>

Referencia P51004032 - T-CROSS RSB 60% CONTOUR SUPPORT WIRE

Imagen	Datos
 <p data-bbox="847 1525 967 1637">Posición correcta (3D no refleja posición real)</p>	<p>Referencia: P51004032 4,5 mm</p>
	Requisitos
	<p>Cuna de 6,5 mm Cuna de 5,5 mm Posición RPS Caja Soldadura Posiciones Pasadores Vaciado para retirar varilla (40 mm)</p>



Todas las Referencias

Imagen		Datos
 <p>Liberar espacio en galga para alojar el cordón soldadura: 30 mm en Z y en longitud ver dibujo (cajetín morado)</p> <p>Realizar marcas para control visual solape varillas: 20 ± 1 mm</p>		Referencia: P51004031+P51004032 4,5 mm
<p>Restringir cuna (5,5 mm) desde una distancia de 10 mm de la fijación de cliente (No RPS)</p> 	<p>Los RPS deben llevar la varilla a su posición nominal y fijar la varilla con clampas. Propuesta: V y clampa</p> 	Requisitos Cuna de 6,5 mm RPS Cuna de 5,5 mm Caja Soldadura

75. Requerimientos para el diseño de las galgas de las referencias P51004031 y P51004032.

Fuente: Interno KH Vives

Al fabricar nuevas galgas con miras a introducirlas en el proceso productivo de ambas referencias, debimos realizar una nueva checking aid de cada una de ellas, de modo que estas queden perfectamente definidas, describiendo la manera de utilizarlas.

Una vez definidas y fabricadas las nuevas galgas, debemos eliminar la acción de contención consistente en la utilización de las galgas realizadas mediante imprimación 3D, puesto que van a ser sustituidas por las metálicas. Obviamente, también eliminaremos la utilización de las galgas utilizadas inicialmente, las causantes del problema.

- **D7:**

Al igual que en el caso anterior, y en todos los 8D en general, debemos dejar constancia del problema aparecido, así como el modo de resolución y las acciones a llevar a cabo a raíz de este.

Por ello, como primera acción preventiva, se realizó una modificación en el AMFE, para dejar constancia del error que apareció en cada una de las referencias afectadas.

También se modificó el Plan de Control para la fabricación de Border Wires (familia de varillas a la que pertenecen las referencias P51004031 y P51004032), para dejar constancia de que se debe comparar la última pieza de una OF con la primera pieza de la siguiente OF.

KH		CONTROL PLAN					
KH Reference: list in "PART NUMBERS" sheet Customer Reference: list in "PART NUMBERS" sheet Level/Date: list in "PART NUMBERS" sheet Desc. / Model Car: Customer /J.T. Plant: Core Team: A.Martinez / G.Carbonell/ A.Alfaro/ F. Bayarri/H.Blasco/D.Barbadillo		Process Leader: F. Bayarri Process Plant: K.H. Vives Customer Engineering Approval / Date (if required): Customer Approval Required/ Date (if required): Other Approval / Date (if required):					
Operation Number	Process Name Operation Description	Machine Gauges/ Control Tools Manufacturing Useful	Characteristics			Type	Specification
			No	Product	Process	S.C.	
		M400/413	10	Parts of previous production	Complete the current OF with parts of a previous OF	N/A	Check that the reference of the previous OF box is the same as the current OF
		M400/413	11	Parts of previous production	Complete the current OF with parts of a previous OF	N/A	Check that the parts of each box are according to fixture/gauge/drawing
		M415	12		Production start validation / Production	-	Check that the first part OK fits in the template/gauge/drawing in the same way that the last part of the former OF

76. Modificación del PC para Border Wires de 4,5 mm de diámetro.

Fuente: Interno KH Vives

Además, se modificó tanto la Pauta de Inspección como, por consiguiente, el Registro de la Pauta de Inspección, para hacer saber a los operarios que deben de guardar la última pieza de la OF, para así poder compararla con la primera de la OF siguiente.

Nº	Característica a Inspeccionar	Tipo	Especificación	Técnica de medida	Método Control	Tamaño Muestra	Frecuencia Inspección
10	VALIDACION INICIO PRODUCCION / PRODUCCION	-	Comprobar que la primera pieza OK de la OF encaja en galga/plano de la misma manera que la última de la OF anterior	Galga de acuerdo a: F14044	F14044	5 piezas consecutivas	Al inicio de la OF
14	VALIDACION INICIO PRODUCCION / PRODUCCION	-	Comprobar que se ha guardado la primera pieza de la OF y la primera después del último ajuste.	Visual	IP09070	1	Al final de la OF

77. Modificación de la PI para Border Wires de 4,5 mm de diámetro.

Fuente: Interno KH Vives

También se reflejó en el PC, la PI y el RPI el hecho de la utilización de las nuevas galgas metálicas, quedando las anteriores obsoletas.

En lo que se refiere a las recomendaciones sistemáticas de prevención, se adaptó la acción de comparar la última pieza de la OF con la primera pieza de la siguiente OF a todas las familias de varillas, ya que es un buen método para certificar si las varillas producidas se asemejan a las de la última fabricación, suponiéndose estas como OK.



Para ello, se modificó el AMFE, Plan de Control, Pauta de Inspección y Registro de la Pauta de Inspección de todas las familias de varillas, evitando así que el problema afecte a cualquier otra referencia de varillas.

Además, también se modificó la pauta de embalaje de la referencia P51004031, para así evitar el mismo problema que en las varillas con referencia P51004032, ya que son muy similares en cuanto a geometría.

Descripción: WIRE.RSB.40%.FRAME	Cliente: PROSEAT	
Ref. KH: P51004031	Ref. Cliente: P51004031	
FORMATOS		
Caja: IMC100	Peso pieza: 0,28724 kg	
Palette: 4162 (114x98)	Fleje: Retractilado	
Etiqueta 148 x 210	Nº Etiquetas 2	
Tipo Etiqueta: ADHESIVA	Posición etiqueta: FRONTAL/ LATERAL	
Nº varillas/bloque: N/A	Nº cajas/palette: 12 (Maximo)	
Nº unidades/caja: 50	Nº piezas/palette: 600 (Completo)	
Peso/caja: 13,25 Kg	Peso/palette: 169 Kg	
CROQUIS EMBALAJE		
FOTO PIEZA	FOTO CAJA	
		
OBSERVACIONES		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Introducir las varillas en 2 montones de 25 unidades cada uno. El primer montón hacia arriba, el segundo al contrario. 3. Poner 2 pegatinas por cada caja completa, en dos lados consecutivos como se muestra en la imagen. 4. Asegurar que las piezas no sobrepasan el límite superior de la caja, no siendo necesario presionar con la tapa las varillas. 		
I. Procesos:	Logística:	Aprobado por calidad:

78. Nueva pauta de embalaje para la referencia P51004031.

Fuente: Interno KH Vives

- **D8:**

Como en todos los 8D's, el reconocimiento a la labor del equipo de trabajo es fundamental, ya que supone una motivación extra a la hora de afrontar nuevos problemas a resolver.

En este caso, al igual que en ejemplo anterior, el líder del equipo reconoció el esfuerzo de todos y cada uno de los miembros que componían el equipo, haciéndoles saber lo bien que habían trabajado. A su vez, los miembros del equipo también se felicitaban entre sí, y también al líder, reconociendo las aportaciones de cada uno de ellos.

A parte de las aportaciones individuales, lo que realmente fue la clave del éxito en la resolución de esta incidencia fue el trabajo en equipo, ya que, al aportar cada miembro un punto de vista diferente, barajamos más posibles opciones de cara a lograr el objetivo principal, teniendo así más probabilidades de éxito.

5. Balance económico

5.1 Introducción

En este apartado, analizaremos todo lo relacionado con la aparición y posterior resolución de las incidencias anteriormente expuestas, desde un punto de vista económico. Es decir, realizaremos un análisis monetario indicando las pérdidas supuestas a raíz de la aparición de las incidencias, así como el ahorro que se genera al impedir que el mismo problema vuelva a ocurrir.

Hablaremos de las pérdidas de dinero para la empresa debido al rechazo de las piezas fabricadas, así como de las inversiones llevadas a cabo para realizar las distintas acciones de emergencia y de contención. No tendremos en cuenta los costes generados a raíz de las acciones correctivas y preventivas, puesto que no generan una pérdida en sí, sino una inversión, destinadas a que el problema no se vuelva a producir.

A su vez, expondremos también el ahorro que ha supuesto la utilización de esta metodología de análisis y resolución de problemas, impidiendo que el mismo problema suceda de nuevo y, consecuentemente, impidiendo que la empresa vuelva a tener pérdidas económicas debido a una incidencia que ya haya ocurrido.

Mediante la implantación de una metodología de análisis y resolución de incidencia, como ocurre en KH Vives a través del 8D y las herramientas Lean, no se produce beneficio alguno, puesto que no estamos mejorando el proceso productivo. Lo que sí se produce es el ahorro anteriormente comentado, y la posibilidad de mejorar en la utilización de esta metodología, de modo que cada vez sea menos costoso resolver una incidencia.

5.2 Análisis económico de la Incidencia 1

Esta incidencia venía dada por el pintado en el lado contrario de las varillas 302733 y 302735, considerándolas el cliente (COPO) como no funcionales.

En total, se vieron afectadas 1950 unidades, 1024 de la referencia 302733 y 926 de la referencia 302735. Teniendo en cuenta que el coste total de ambas referencias, incluyendo costes de producción y transporte, es de 0,0392 €/unidad, las pérdidas resultan:

$$1950 \text{ uds.} \times 0,0392 \frac{\text{€}}{\text{ud.}} = 76,44 \text{ €}$$

También hay que tener en cuenta que el departamento de retrabajos realizó la revisión del stock disponible en KH, para comprobar si existían más varillas (a parte de las enviadas al cliente) con el mismo problema.

El departamento de retrabajos se encuentra en las mismas oficinas de KH, pero se trata de una empresa externa, por lo que hay que subvencionar económicamente los retrabajos que lleven a cabo.

Por tanto, a la cifra anterior hay que sumarle el coste debido a la revisión por parte del departamento de retrabajos. Conociendo que el coste de retrabajos es de 15,50 €/hora, y que para la revisión del stock de estas referencias, así como la 302737 y 302738, se necesitaron un total de 7 horas, las pérdidas debidas a la revisión por parte de retrabajos resultan:

$$7 h \times 15,50 \frac{\text{€}}{h} = 108,5 \text{ €}$$

Del mismo modo, debemos tener en cuenta el coste del transporte de urgencia, puesto que el cliente necesitaba piezas OK de inmediato. Se fabricaron las unidades requeridas por el cliente, y se enviaron con la mayor rapidez posible, transportándolas por carretera. El coste total del transporte de urgencia, realizado por la empresa ASM Baltrans, supuso una pérdida de 67 €.

En este caso, no existen pérdidas monetarias en relación a la realización de acciones de contención.

Si realizamos la suma, obtendremos las pérdidas totales producidas por la aparición de esta incidencia, siendo así:

$$76,44 \text{ €} + 108,5 \text{ €} + 67 \text{ €} = 251,94 \text{ €}$$

Esta metodología de análisis y resolución de incidencias se aplica, en parte, para que una misma incidencia no vuelva a aparecer. Como esta incidencia, ya que se resolvió de manera satisfactoria, no se ha vuelto a producir, no podemos conocer con exactitud el ahorro, o, mejor dicho, el no gasto, generado a raíz de su resolución.

Esto quiere decir que no podemos saber exactamente cuántas veces hubiera vuelto aparecer el mismo problema, cada cuanto tiempo, ni cuantas referencias podrían haberse visto afectadas.

De todos modos, los miembros del equipo del Departamento de Calidad de KH, realizamos una estimación sobre cada cuanto tiempo podía haber aparecido este problema si la incidencia del pintado no se hubiera resuelto correctamente. Para ello, nos basamos en la frecuencia de fabricación de las referencias 302733 y 302735 (una OF de cada referencia semanalmente), así como la cantidad de piezas producidas en cada tanda de fabricación.

Puesto que cuando ocurrió la incidencia, se vieron afectadas casi la mitad de las piezas fabricadas en esa OF (1950 piezas afectadas entre ambas referencias, de un total de 4000 piezas), estimamos que el problema, si no se hubiera llegado a resolver, podría haber afectado a un 50% de las piezas de cada tanda de fabricación, entre ambas referencias. Esto quiere decir que, para cada OF, hubiésemos tenido las mismas pérdidas que en la tanda de fabricación en la que apareció la incidencia.

Normalmente, en cada tanda de fabricación se producen aproximadamente la misma cantidad de varillas para una determinada referencia (excepto si el cliente, por cualquier motivo, nos avisa de que necesita un pedido mayor, o se necesita reponer más stock en los almacenes de KH).

El tiempo que tardan los operarios de retrabajos en realizar la revisión del 100% del stock disponible en KH se va a considerar el mismo, puesto que, a pesar de que no hay siempre el mismo stock de una determinada referencia, la diferencia no es muy abultada. Debido a ello, no existiría una gran variación de tiempo de revisión y, consecuentemente, no se daría ninguna variación reseñable en cuanto al coste total.

Lo mismo va a ocurrir en cuanto al transporte de urgencia, ya que, si la incidencia volviese a ocurrir, las varillas enviadas al cliente como acción de emergencia, tendrían siempre el mismo destino, y el precio apenas variaría, siempre y cuando se escoja, para cada incidencia, a la misma compañía de transportes.

Teniendo que cuenta que ambas referencias se fabrican siempre al mismo tiempo (una en la parte izquierda de la BT 3.4, y otra en la parte derecha), y que su frecuencia de fabricación es de una vez por semana, podemos estimar el dinero anual, contando con que un año tiene 52 semanas, que nos hemos ahorrado al resolver la incidencia:

$$251,94 \frac{\text{€}}{\text{semana}} \times 52 \frac{\text{semanas}}{\text{año}} = 13100,88 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

De este modo, podemos estimar que, si KH Vives no hubiese contando con una metodología para el análisis y resolución de problemas, o esta no fuese efectiva, la empresa hubiese perdido alrededor de 13100 € en un año a raíz de la aparición de esta incidencia.

Si queremos obtener el ahorro mensual, sabiendo que un año tiene 12 meses, resultaría:

$$\frac{13100,88 \frac{\text{€}}{\text{año}}}{12 \frac{\text{meses}}{\text{año}}} = 1091,74 \frac{\text{€}}{\text{mes}}$$

5.3 Análisis económico de la Incidencia 2

Esta incidencia se reportó a raíz de las dimensiones incorrectas de las piezas P51004031 y P51004032, considerándolas el cliente (PROSEAT) como no funcionales. Entre ambas referencias, se vieron afectadas un total de 1000 unidades, 754 de la referencia P51004031 y 246 de la referencia P51004032.

Sabiendo que el coste total, es decir, todos los parámetros que repercuten en la “vida” de la varilla, en lo que a KH respecta (material, energía utilizada para su fabricación, transporte...), de las varillas de la referencia P51004031 es de 0,5327 €/unidad, las pérdidas relacionadas con esta referencia son:

$$754 \text{ uds.} \times 0,5327 \frac{\text{€}}{\text{ud.}} = 401,66 \text{ €}$$

Del mismo modo, y sabiendo que el coste total de las varillas de la referencia P51004032 es de 0,5161 €/unidad, las pérdidas relacionadas con esta referencia son:

$$246 \text{ uds.} \times 0,5161 \frac{\text{€}}{\text{ud.}} = 126,96 \text{ €}$$

A estas cifras también hay que sumarle los costes de retrabajos, al realizar la inspección de los stocks disponibles en KH de ambas referencias, sabiendo que el coste de retrabajos es de 15,50 €/hora. Teniendo en cuenta que para la revisión del stock de ambas referencias se necesitaron un total de 28 horas, las pérdidas debidas a la revisión por parte de retrabajos resultan:

$$28 \text{ h} \times 15,50 \frac{\text{€}}{\text{h}} = 434 \text{ €}$$

En este caso, también debemos tener en cuenta las varillas del stock que, una vez revisadas, se comprobó que fueron NOK. Se rechazaron un total de 122 varillas del stock, 96 unidades de la referencia P51004031 y 26 unidades de la referencia P51004032. Por tanto, las pérdidas debidas al rechazo de las varillas NOK que formaban parte del stock disponible de KH resulta:

$$96 \text{ uds.} \times 0,5327 \frac{\text{€}}{\text{ud.}} = 51,14 \text{ € varillas P51004031}$$

$$26 \text{ uds.} \times 0,5161 \frac{\text{€}}{\text{ud.}} = 13,42 \text{ € varillas P51004032}$$

También debemos tener en cuenta el coste del servicio urgente de transporte, para hacer llegar al cliente las piezas fabricadas como acción de emergencia, de manera que el cliente tuviese el menor retraso posible debido a la incidencia. El coste total del transporte de urgencia, realizado por la empresa de transportes TLT, supuso una pérdida de 590 €.

Al contrario que en el ejemplo anterior, en este caso sí que existen pérdidas debidas a las acciones de contención y correctivas. Para paliar momentáneamente el problema, se fabricaron dos galgas mediante imprimación 3D, con un coste de 719 € cada una de ellas. Por lo tanto, las pérdidas debidas a las acciones de contención resultan:

$$719 \frac{\text{€}}{\text{galga}} \times 2 \text{ galgas} = 1438 \text{ €}$$

En cuanto a las acciones correctivas permanentes, se fabricaron dos galgas metálicas, una para cada referenciar, para erradicar totalmente el problema, el coste de las cuales fue de 4453 €/galga. Por lo tanto, el dinero total invertido en la fabricación de las galgas resulta:

$$4453 \frac{\text{€}}{\text{galga}} \times 2 \text{ galgas} = 8906 \text{ €}$$

En este caso, como ya hemos comentado en la introducción del apartado, no vamos a considerar el coste de las galgas (acción correctiva permanente) como una pérdida económica, ya que se trata más de una inversión para evitar que el problema vuelva a suceder. No es el mismo caso que las varillas defectuosas, que simplemente se desechan, perdiendo totalmente su valor; en este caso, las galgas van a continuar teniendo un valor de uso, ya que gracias a ellas podremos conocer con certeza si una pieza es OK o NOK.

Lo que sí vamos a tener en cuenta es el coste de las galgas que existían antes de que se produjese la incidencia, las que permitían a los operarios embutir las piezas y considerarlas como OK. Consideraremos su coste porque van a quedar obsoletas, al igual que las galgas 3D (acción de contención), al sustituirlas por las nuevas galgas metálicas, lo que contabilizaría como una pérdida de dinero al haber sido fabricadas.

Las galgas iniciales tienen un coste de 1452 €/galga, siendo el coste total de ambas galgas el siguiente:

$$1452 \frac{\text{€}}{\text{galga}} \times 2 \text{ galgas} = 2904 \text{ €}$$

Si realizamos la suma, obtendremos las pérdidas totales producidas por la aparición de esta incidencia, resultando:

$$401,66€ + 126,96€ + 434€ + 51,14€ + 13,42€ + 590€ + 1438€ + 2904€ = 5959,18€$$

Al igual que en el ejemplo expuesto anteriormente, como, gracias a la aplicación de esta metodología de análisis y resolución de incidencias, el problema no se ha vuelto a producir, no podemos conocer exactamente la cantidad de dinero ahorrado gracias a la resolución del problema.

En este caso, y basándonos en los mismos parámetros y criterios que en el ejemplo anterior (aunque ahora, para las referencias afectadas por este problema), los miembros del Departamento de Calidad realizamos una estimación sobre cada cuanto tiempo podía haber aparecido la incidencia, así como la cantidad de piezas que hubieran podido verse afectadas.

Tanto las varillas P51004031 como las P51004032 se fabrican semanalmente, produciendo en cada una de sus respectivas OF's una cantidad aproximada de 850 piezas.

Del mismo modo que en el ejemplo anterior, vamos a considerar siempre el mismo coste del transporte de urgencia, suponiendo que todas las veces se elija a la misma empresa de transportes.

Al igual que en el caso anterior, se va a considerar, en el caso de que la incidencia hubiera vuelto a ocurrir, el mismo coste en cuanto al tiempo de revisión por parte del departamento de retrabajos, así como el coste del transporte de urgencia. Como, normalmente, el número de piezas en stock de cada una de las diferencias es similar, vamos a suponer que se tarda el mismo tiempo en revisar todas las piezas de ambas referencias. De este modo, obtenemos:

$$\frac{28 h}{2 \text{ referencias}} \times 15,50 \frac{€}{h} = 217 €/\text{referencia}$$

Para los problemas de ambas referencias, vamos a tener en cuenta el coste de sus respectivas galgas, tanto la utilizada inicialmente (que después quedó obsoleta), como la de imprimación 3D (realizada como acción de contención, que posteriormente fue eliminada). Pero, en este caso, solo incluiremos el coste de las galgas por una vez, ya que no sería necesario realizar una galga diferente cada vez que volviese a ocurrir el problema.

Respecto al problema de la referencia P51004031, se vieron afectadas el 100% de las piezas fabricadas en esa tanda de producción (un total de 850 unidades, contando también el stock afectado), aunque para realizar la estimación económica no podremos

considerar que cada vez que se fabrique, se obtengan todas las varillas NOK, ya que de eso también depende el ajuste de la máquina.

Por lo tanto, hicimos la suposición de se pudiese programar erróneamente un 10% de las veces durante todo un año. Esta cifra fue obtenida a partir de un estudio realizado, analizando los 8D's del año 2018 en los cuales la causa raíz, o alguna de las causas del problema, fuese una programación incorrecta de la máquina. A partir de este estudio, podemos averiguar la cantidad de máquinas mal programadas durante el año pasado, conociendo así la frecuencia con la que se programa erróneamente una máquina.

De este modo, considerando que un año tiene 52 semanas, el número de semanas en los que la máquina estaría mal programada es:

$$52 \text{ semanas} \times 0,1 = 5,2 \text{ semanas} \simeq 6 \text{ semanas}$$

En la operación realizada para obtener la cantidad de dinero ahorrado en un año con respecto a la referencia P51004031, la cifra 425,8 corresponde a la suma de las pérdidas de todas las piezas de esta referencia, es decir, englobando las piezas NOK enviadas al cliente más las rechazadas del stock, ya que todas ellas pertenecían a la misma OF:

$$401,66 \text{ €} + 51,14 \text{ €} = 452,8 \text{ €}$$

Teniendo en cuenta todo lo expuesto hasta ahora, podemos estimar que el dinero anual que nos hemos ahorrado al resolver la incidencia de la referencia P51004031 es:

$$((452,8 \text{ €} + 217 \text{ €} + 590 \text{ €}) \times 6) + 719 \text{ €} + 1452 \text{ €} = 9729,8 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

Esto quiere decir que, si KH no hubiese contando con una metodología para el análisis y resolución de problemas, la empresa hubiese perdido alrededor de 9730 € en un año debido al problema que afectaba a la pieza P51004031.

Respecto al problema de la referencia P51004032, se vieron afectadas un total de 272 unidades (incluyendo en esta cifra el stock afectado), de una tanda de fabricación de 850 unidades, es decir, un 32% de la fabricación para esa OF.

Recordemos que el problema que repercutía a las piezas P51004032 había sido causado por su incorrecto embalaje. Si el problema no se hubiese resuelto, posiblemente existiría una variación de las piezas afectadas de esta referencia, aunque no sería muy grande, ya que las cajas donde se embalan las varillas siempre son las mismas, están almacenadas en el mismo sitio de la planta, son transportadas siempre por la misma empresa de transportes, y siempre se disponen las mismas unidades en cada caja, y del mismo modo.

Por ello, el equipo del Departamento de Calidad estimó que, si no se hubiese resuelto correctamente la incidencia, para cada semana (es decir, para cada tanda de fabricación, ya que esta referencia se fabrica semanalmente), esta misma cantidad de piezas se hubiesen visto afectadas por el problema. Esto quiere decir que, para cada OF, hubiésemos tenido las mismas pérdidas que en la tanda de fabricación en la que apareció la incidencia.

En la operación realizada para obtener la cantidad de dinero ahorrado en un año con respecto a la referencia P51004032, la cifra 140,38 corresponde a la suma de las pérdidas de todas las piezas de esta referencia, es decir, englobando las piezas NOK enviadas al cliente más las rechazadas del stock:

$$126,96 \text{ €} + 13,42 \text{ €} = 140,38 \text{ €}$$

De este modo, el ahorro anual que ha supuesto la resolución de la incidencia relacionada con la referencia P51004032 es:

$$((140,38 \text{ €} + 217 \text{ €} + 590 \text{ €}) \times 52) + 719 \text{ €} + 1452 \text{ €} = 51434,76 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

Esto significa que, si no hubiésemos hecho uso de una metodología para el análisis y posterior resolución de incidencias, la empresa hubiese perdido una cifra de aproximadamente 51435 € a raíz de la aparición de la incidencia de la pieza P51004032.

Si realizamos la suma del ahorro supuesto a partir de la resolución de los dos problemas, ya que se realizó solamente un 8D que englobase a ambas referencias, aunque el motivo de su problema fuese distinto, obtenemos el ahorro anual producido:

$$9729,8 \frac{\text{€}}{\text{año}} + 51434,76 \frac{\text{€}}{\text{año}} = 61164,56 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

De este modo, aunque estos datos se hayan obtenido a partir de estimaciones, podemos decir que, gracias a la implantación y utilización de un sistema eficaz para el análisis y resolución de incidencias, KH se ha ahorrado alrededor de unos 60000 € anuales, debido a la correcta resolución de esta incidencia en concreto.

Si queremos obtener el ahorro mensual obtenido gracias a la resolución de los problemas de ambas referencias, teniendo en cuenta que un año tiene 12 meses, resultaría:

$$\frac{61164,56 \frac{\text{€}}{\text{año}}}{12 \frac{\text{meses}}{\text{año}}} = 5097,05 \frac{\text{€}}{\text{mes}}$$

6. Conclusiones

A lo largo de este proyecto, hemos visto la manera de resolver problemas o incidencias en una empresa industrial, más concretamente, del sector de la automoción, como lo es KH Vives. Aplicando herramientas y técnicas basadas en el Lean Manufacturing, hemos sido capaces de analizar y resolver incidencias de manera exitosa, aportando ejemplos reales para verificarlo.

La resolución de incidencias juega un papel fundamental dentro de una empresa, ya que de ello dependerá, en gran parte, el desarrollo y crecimiento que pueda tener la misma. Al resolver exitosamente un problema que afecte a bienes producidos o secuenciados, se da a conocer el nivel de reacción y de compromiso que tiene la empresa.

Este es un aspecto muy importante en el tema empresarial, ya que sirve para ganarse la confianza del cliente. Al resolver una incidencia, en el caso de que afecte también al cliente, de manera eficaz y en el menor tiempo posible, se demuestra la preocupación que tiene una empresa en conseguir la plena satisfacción del cliente, el cual es uno de los valores de KH.

Además de lo expuesto anteriormente, otra gran ventaja de la correcta resolución de incidencias reside en el aspecto económico. El hecho de impedir que un problema vuelva a aparecer no produce ganancias, pero sí evita pérdidas de dinero innecesarias para la empresa.

Podemos afirmar que, tal y como hemos visto a lo largo de este proyecto, las herramientas Lean pueden utilizarse como recurso para analizar y, posteriormente, resolver cualquier problema o incidencia que aparezca en la empresa.

Gracias a ellas, hemos sido capaces de sintetizar la información relacionada con un problema, utilizándola después para idear diferentes medidas para paliarlo, además de evitar que volviese a suceder. Además de resolver las incidencias, las herramientas Lean nos han ayudado a hacerlo en un período corto de tiempo, relativamente, lo cual supone una gran ventaja.

Aunque la metodología 8D para el análisis y resolución de problemas se utilice en KH desde el año 2005, se ha ido desarrollando desde entonces, y lo continúa haciendo, incorporando nuevas herramientas y técnicas para realizar su función principal de una manera más eficaz y eficiente.

Una vez llegados a este punto, en el cual ha quedado perfectamente instaurada la aplicación de la metodología 8D y las distintas herramientas Lean para la resolución de problemas, debemos seguir haciendo uso de estas técnicas, procurando aplicarlas de la mejor manera posible, siempre que sea oportuno, con miras a mejorar el proceso.

Conclusiones

El análisis y la resolución de problemas son dos aspectos en los que siempre se puede mejorar, pero en los que es complicado hacerlo. Mediante el uso continuo de la metodología 8D, una vez entendido a la perfección, se puede conseguir una mejora significativa en los aspectos anteriores.

Por todo ello, hay motivos de sobra para corroborar que KH es una empresa que realmente se preocupa por la mejora de la calidad de sus productos, haciendo honor a sus valores empresariales.

Bibliografía.

Publicaciones.

- Tejeda, Anne Sophie. *Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos*. Revista Ciencia y sociedad, Instituto Tecnológico de Santo Domingo. 276-310. 2011.
- Gisbert Soler, Víctor. *Lean manufacturing. Qué es y qué no es, errores en su aplicación e interpretación más usuales*. Revista 3c Tecnología - Edición 13. 42-52. 2015.
- Mello de Lima, Thiago. *La eficacia de la metodología 8D aplicado en una industria de la automoción*. Revista Núcleo de conocimiento - Edición 07. 97-116. 2017.
- González Gaya, Cristina ; Domingo Navas, Rosario ; Sebastián Pérez, Miguel Ángel. *Técnicas de mejora de la calidad*. UNED. 2000.
- Baeza, Concha. *KH: Instinto industrial. Pequeña historia de un gran desafío*. Valencia. 2016.
- Bestratén Belloví, Manuel ; Orriols Ramos, Rosa M^a ; Mata París, Carles. *NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos*. AMFE. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo - Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España. 2004.
- Ford Motor Company. *Global 8D - Guía del Participante*. Curso FTEP - Versión 1.1. 1997.

Documentación WEB.

- Grupo KH. *Grupo KH. Componentes de automoción y servicios industriales*. Consulta: Mayo 2019. Disponible en: <http://grupokh.com/>.
- IPEA. *Instituto de Productividad Empresarial Aplicada*. Consulta: Mayo 2019. Disponible en: <https://www.ipeaformacion.com/>.
- ProgressaLean. *ProgressaLean - Expertos en modelos de gestión Lean y mejora continua*. Consulta: Abril 2019. Disponible en: <https://www.progressalean.com/>.
- LeanSolutions. *LeanSolutions - Soluciones innovadoras para la producción Lean*. Consulta: Abril 2019. Disponible en: <https://www.leansolutions.com/esp/>.
- EOI. *Escuela de Negocios - Escuela de Organización Industrial*. Consulta: Mayo 2019. Disponible en: <https://www.eoi.es/>.
- PDCA Home. *PDCA Home - Portal de la gestión, calidad y mejora continua*. Consulta: Mayo 2019. Disponible en: <https://www.pdcahome.com/>.
- EEE. *Escuela Europea de Excelencia*. Consulta: Mayo 2019. Disponible en: <https://www.escuelaeuropeaexcelencia.com/>.

- AEC. *Asociación Española para la Calidad*. Consulta: Abril 2019. Disponible en: <https://www.aec.es/>.
- LeanRoots. *LeanRoots - Guía básica sobre Lean Manufacturing*. Consulta: Abril 2019. Disponible en: <http://www.leanroots.com/wordpress/>.
- GlobalLean. *GlobalLean - Personas, procesos y tecnología para competir*. Consulta: Mayo 2019. Disponible en: <http://www.globallean.net/>.