



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

**TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN ORGANIZACIÓN
INDUSTRIAL**

**ANÁLISIS DE DEFECTOS EN UNA
EMPRESA DEDICADA A LA
FABRICACIÓN DE TUBOS DE ESCAPE
PARA LA MEJORA DE LA
PRODUCCIÓN**

AUTOR: DAVID LÓPEZ SANZ

TUTOR: PASCUAL CORTÉS PELLICER

Curso Académico: 2016-17

ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN	- 1 -
1.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	- 1 -
1.2. ALCANCE DEL TRABAJO	- 1 -
1.3. OBJETIVOS DEL TRABAJO	- 2 -
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	- 3 -
2.1. GRUPO FAURECIA	- 3 -
2.1.1. <i>Historia de la organización:</i>	- 3 -
2.1.2. <i>Divisiones:</i>	- 4 -
2.2. CULTURA ORGANIZACIONAL.....	- 5 -
2.2.1. <i>Misión:</i>	- 5 -
2.2.2. <i>Valores:</i>	- 6 -
2.2.3. <i>Código ético:</i>	- 7 -
2.2.4. <i>Sistemas operacionales:</i>	- 7 -
2.3. FAURECIA ESCAPES ALMUSSAFES.	- 8 -
2.3.1. <i>Descripción e historia de la planta</i>	- 8 -
2.3.2. <i>Líneas de producción</i>	- 11 -
3. MARCO TEÓRICO.	- 14 -
3.1. PRINCIPIOS DEL KAIZEN	- 14 -
3.2. METODOLOGÍA 8D.....	- 16 -
3.3. DIAGRAMA DE ISHIKAWA	- 18 -
3.4. BRAINSTORMING	- 19 -
3.5. SISTEMA HOSHIN	- 20 -
3.5.1. <i>Tack Time</i>	- 22 -
3.5.2. <i>Los 7 desperdicios</i>	- 23 -
4. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	- 25 -
4.1. TUBOS DE ESCAPE.....	- 25 -
4.1.1. <i>Embellecedor</i>	- 28 -
5. DESCRIPCIÓN DE PROCESOS	- 29 -
5.1. RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIALES	- 30 -
5.2. SOLDADURA DEL TUBO DE ESCAPE	- 31 -

5.3.	TEST DE FUGAS	- 33 -
5.4.	EMBALAJE DEL PRODUCTO FINAL	- 34 -
6.	EMBELLECEDORES CON MARCAS Y PICADAS	- 36 -
6.1.	DETECCIÓN DEL PROBLEMA.....	- 36 -
6.2.	IMPLANTACIÓN DEL PROCESO 8D	- 37 -
6.3.	SEGUIMIENTO Y ACCIONES INMEDIATAS	- 38 -
6.4.	POSIBLES CAUSAS Y CAUSA RAÍZ	- 39 -
6.5.	-ACCIONES CORRECTIVAS	- 42 -
6.6.	EFICACIA E IMPACTO DE LAS ACCIONES APLICADAS	- 49 -
7.	AUMENTO EN LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN	- 51 -
7.1.	INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO	- 51 -
7.2.	CÁLCULO DEL TAKT TIME	- 52 -
7.3.	TOMA DE TIEMPOS E IDENTIFICACIÓN DE DESPERDICIOS	- 53 -
7.4.	DIAGRAMA DE TIEMPO DE CICLO	- 55 -
7.5.	CONTENIDO DE TRABAJO Y POTENCIAL.....	- 56 -
7.6.	ELIMINACIÓN DE DESPERDICIOS	- 57 -
7.6.1.	<i>Cambio layout de la línea de producción</i>	<i>- 57 -</i>
7.6.2.	<i>Otras acciones eliminación de desperdicios.....</i>	<i>- 60 -</i>
7.7.	EQUILIBRIO DEL CONTENIDO DE TRABAJO	- 60 -
7.8.	SEGUIMIENTO DE LA MEJORA.....	- 62 -
8.	PRESUPUESTO	- 63 -
9.	CONCLUSIONES	- 64 -
10.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	- 66 -
11.	ANEXOS.....	- 67 -

ÍNDICE ILUSTRACIONES:

- Ilustración 1: *Layout de la planta*
- Ilustración 2: *Organigrama de la planta*
- Ilustración 3: *Tubo de escape C520*
- Ilustración 4: *Tubo de escape V408*
- Ilustración 5: *Tubo de escape CD4.1*
- Ilustración 6: *Tubo de escape CD4.2*
- Ilustración 7: *Modelo Diagrama de Ishikawa*
- Ilustración 8: *Matriz de complejidad de productos C520*
- Ilustración 9: *Componentes de cada tubo de escape y robots para cada soldadura*
- Ilustración 10: *Embellecedor*
- Ilustración 11: *Diagrama de procesos*
- Ilustración 12: *Control dimensional embellecedor*
- Ilustración 13: *Re embalaje embellecedores*
- Ilustración 14: *Embalaje interno*
- Ilustración 15: *Robot 1319*
- Ilustración 16: *Robot 1304 (Mesa A)*
- Ilustración 17: *Robot 1304 (Mesa B)*
- Ilustración 18: *Robot de fugas 1337*
- Ilustración 19: *Embalaje final*
- Ilustración 20: *Diagrama de Ishikawa*
- Ilustración 21: *Soporte revisión embellecedores*
- Ilustración 22: *Embalaje final viejo*
- Ilustración 23: *Embalaje final nuevo*
- Ilustración 24: *Diseño anterior soporte*

- Ilustración 25: *Diseño actual soporte*
- Ilustración 26: *Protección lateral embellecedor*
- Ilustración 27: *Mejoras implantadas en 1319*
- Ilustración 28: *Soporte subconjuntos 1319*
- Ilustración 29: *Cajeras embellecedor 1304 (Mesa A)*
- Ilustración 30: *Filtro apoyo Mesa A*
- Ilustración 31: *Cierre salida silencioso 1337*
- Ilustración 32: *Cálculo del Tack Time*
- Ilustración 33: *Diagrama de tiempo de ciclo actual*
- Ilustración 34: *Potencial de productividad*
- Ilustración 35: *Layout actual línea C520*
- Ilustración 36: *Layout nuevo línea C520*
- Ilustración 37: *Diagrama tiempo de ciclo nuevo*

ÍNDICE TABLAS:

- Tabla 1: *Análisis 5W + 2H*
- Tabla 2: *Acciones obtenidas Brainstorming*
- Tabla 3: *Pausas y cambios de producción*
- Tabla 4: *Identificación de desperdicios*
- Tabla 5: *Mediciones tiempo de ciclo actual*
- Tabla 6: *Mediciones tiempo de ciclo nuevo*

1. INTRODUCCIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

El propósito que persigue este trabajo, consiste en realizar un análisis detallado sobre una problemática surgida a inicios del año vigente en una empresa de primer nivel en el sector de la automoción. Dicha empresa está dedicada a la manufactura por soldadura de tubos de escape en su conjunto final. En este caso, se centrará la atención en dos piezas situadas en la parte trasera del conjunto, y que además es la única zona visible en el vehículo.

El problema en cuestión estriba, en la calidad insuficiente de la parte visible de embellecedores de color negro. Esta falta de calidad para el cliente, resulta de la aparición de marcas y picadas en dichos embellecedores.

Ante esto, se realizará una alerta de producción, consistente en el chequeo diario de todas las piezas fabricadas para asegurar los envíos. Además, se llevarán a cabo distintas metodologías de resolución de problemas y mejora continua para la obtención de las posibles causas del problema y así, detección de la causa raíz. Tras este análisis previo, se empezarán a plantear acciones y posibles soluciones, para que el problema se vaya reduciendo y se pueda conseguir el objetivo final de extinguir el problema.

Por otra parte, este problema no sólo afecta a la calidad del producto final, sino que produce un aumento en el tiempo de ciclo del proceso. Esto se debe a la necesidad de realizar una operación de revisión final para detectar posibles disconformidades antes del envío a cliente. Esto, repercute directamente en una disminución de la producción diaria de la organización y, por tanto, no se puede cumplir con el objetivo marcado por el cliente.

Para poder remediar esta situación, se tratará de reorganizar las máquinas o modificar el procedimiento en el que se llevan a cabo las operaciones. Se irán haciendo pruebas y mediciones hasta poder encontrar la situación más óptima para la organización.

Con los estudios, análisis y acciones que se irán tomando, se pretende poder terminar con la problemática en la calidad del producto. Si, por el contrario, no se pudiera solventar en su totalidad, se espera poder aumentar la producción diaria y subsanar la situación.

-Palabras clave: Embellecedor, calidad, picadas, 8D, mejora, hoshin, productividad, desperdicio.

1.2. ALCANCE DEL TRABAJO

En este trabajo se pretende mostrar y desarrollar la capacidad autónoma por parte del alumno, en la resolución de problemas en el ámbito laboral. Así mismo, hacer útiles los conocimientos y sistemáticas aprendidos durante el trascurso del grado.

Así, el problema con la calidad de los embellecedores se tratará con un análisis minucioso de sus posibles causas mediante un diagrama de Ishikawa. Además, se irán implementando diversas acciones correctivas que van sugiriendo distintos operarios, es decir, se llevarán a cabo tormentas de ideas (brainstorming).

Todo esto, se pretende que vaya englobado dentro de las 8 disciplinas que definen la metodología 8D. En la finalización del proceso que se lleva a cabo con sistema, se desea que el problema quede resuelto o, en menor medida, se haya podido reducir considerablemente.

Por otro lado, se pretende contrarrestar la bajada de producción por la inclusión de una nueva operación de revisión final. Para ello, se aplicará la metodología de trabajo "Hoshin", basándose en distintas técnicas de mejora continua aprendidas durante la carrera. En el transcurso del trabajo, se hará mención y aplicación a diversas metodologías para poder reducir el tiempo de ciclo del proceso.

Todos estos pasos del trabajo, se irán llevando a cabo siguiendo los 10 principios del "kaizen" que nos afirma que la mejora puede ser infinita. Además, se tratará de concienciar a los operarios apliquen esta sistemática a la hora de realizar su jornada laboral y así, dotarles de mayor implicación.

1.3. OBJETIVOS DEL TRABAJO

El análisis y estudio que se realizará en este trabajo, trata de aportar al alumno una serie de conocimientos a nivel de mejora continua que pueda ayudarle en un futuro laboral para situaciones de resolución de problemas. Un objetivo principal sería este, poder aplicar sistemáticas de mejora continua para cualquier situación y desde el momento en que surge el problema. Si los conocimientos están adquiridos, la puesta en práctica del proceso de mejora se realizará lo antes posible y su resolución será más eficiente y eficaz.

Además de los conocimientos que puedan adquirirse, este trabajo intenta introducir en mayor medida al alumno en su puesto de trabajo en la empresa donde realiza las prácticas. Así, el proceso de adaptación será mucho más rápido y fácil, y también se podrá establecer más relación con los compañeros para la búsqueda de causas y soluciones.

Otro aspecto importante a adquirir sería la autonomía y decisión para responsabilizarse sobre cualquier situación de dificultad. Tener la capacidad de dirigir un grupo de personas para funcionar todos con una misma metodología y con un mismo objetivo.

A nivel de la empresa, el objetivo es poder solucionar las picadas y marcas que llevan los embellecedores. Hay que tener en cuenta que el cliente requiere de una cierta producción diaria, por lo que el tiempo de ciclo del proceso no puede incrementarse.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1. GRUPO FAURECIA

Faurecia es una empresa global del sector de la automoción especializada en el diseño, desarrollo, fabricación y suministros de piezas de automóviles. Esta empresa internacional ocupa la sexta posición de empresas proveedoras a nivel mundial, en el sector de componentes para el automóvil. Ha conseguido situarse a la vanguardia del sector y destaca principalmente por la creación de asientos para automóviles, interiores de vehículos y tecnologías de control de emisión para diversas marcas. Entre ellas se encuentran firmas de primer nivel como BMW, Porsche, Infinity, Jaguar o Ford.

2.1.1. Historia de la organización:

La empresa de sistemas automotrices, originaria de la sociedad actual, nació en el año 1997 de la fusión de las sociedades de Bertrand Faure y ECIA en Francia. La primera estaba especializada en empaquetaduras de asientos para automóvil y la segunda era una filial de Peugeot para fabricar asientos y objetos para el interior de los vehículos.

En el momento de la formación del grupo, la presencia en España se ceñía a seis plantas de asientos (Villaverde en Madrid, Asientos de Castilla y León en Valladolid, Tecnoconfort en Pamplona y Barcelona, ICF en Navarra y Asientos del Norte en Pamplona), más una de Sistemas de Escapes en Vigo.

Tras el primer año de Faurecia como empresa, contaba con unos 32,000 empleados y ventas de unos 4,000 millones de euros. Así, fue subiendo en el ámbito empresarial para colocarse rápidamente en el mayor fabricante de asientos para automóviles en el continente europeo.

Además de esto, continuó avanzando y creciendo mediante la adquisición de la empresa norteamericana AP, "Automotive Systems" en el año 1999. Esto produjo a la empresa una base firme en el mercado de sistemas de emisiones y, así, poder seguir extendiendo su poder con otros productos y aumentando su globalización.

Seguidamente, en el año 2000, el grupo adquirió la empresa llamada Sommer Allibert. Esta, fue creada en la década de los 80s y su fabricación se centraba en revestimientos para pisos de vehículos y, sobretodo, en piezas de plástico moldeadas. Este paso adelante, abría otro espacio para la empresa; que se introducía en la fabricación de componentes para el interior del vehículo a partir del moldeado por inyección.

De este modo, en el momento de la compra, Sommer Allibert contaba con 10 empresas en España, situadas alrededor de toda la península, destacando plantas en Quart de Poblet y Almussafes provenientes de Lignotock.

Con el paso de los años, Faurecia ha ido fortaleciendo cada una de estas áreas a través de una serie de adquisiciones. En el año 2010, se colocó como primer proveedor a nivel mundial en tecnologías de control de emisiones al apropiarse de la empresa Emcon Technologies, especialista en la fabricación de tubos de escape. Además, amplió sus fronteras en Europa al lograr los intereses comerciales de Plastal en España y Alemania, seguido por las operaciones de la empresa en Francia en el año 2012. Así, la planta de escapes de Orcoyen y las plantas de fabricación de componentes para el exterior del vehículo como el caso de Barcelona, Valencia, Tudela y Valladolid, empezaron a formar parte del grupo Faurecia.

En la actualidad, el continente prioritario para el grupo es, sin duda, Asia. Allí, ha estado operando en China durante más de 15 años, ayudando a la expansión de los principales clientes internacionales en un mercado que ofrece un gran potencial. Esta región genera una ventaja competitiva con una red de 35 plantas de producción, además de tener la empresa de tecnología punta TechCenters, especializada en I+D para el inicio de gran número de proyectos. Pero no sólo presenta actividad en China, también en países como Corea del Sur, Tailandia o India, donde las instalaciones, desarrollos y productividades están en continuo crecimiento.

Actualmente, la multinacional francesa cuenta con más de 103.000 empleados repartidos en 34 países que abastecen a los principales fabricantes de automóviles a través de plataformas mundiales. Gracias a esta labor, Faurecia ingresó 20.700 millones de euros en ventas en 2015.

La mayor parte de la producción del grupo se centra en el continente europeo, con más de la mitad de las plantas de la organización (143 plantas de fabricación), además de contar con 15 centros de I+D.

En España, cerca de 5,000 empleados forman parte de la multinacional, distribuidos en 24 fábricas y 4 centros de Investigación y Desarrollo para el suministro de componentes del vehículo a, prácticamente, todos los conductores localizados tanto en España como en el resto del mundo.

2.1.2. Divisiones:

El grupo posee una visión amplia y destaca por la gran cantidad de productos que realiza para la confección del vehículo. En estos últimos años el grupo ha sido dividido en 4 grandes bloques de producción:

-Asientos de automóvil: Abarca alrededor del 35% de la producción del grupo. Presenta 77 plantas de fabricación y 12 centros de I+D, situados en 24 países de todo el mundo con cerca de 35,000 empleados. Esta sección se encuentra como primera posición a nivel mundial en cuanto a fabricación completa de asientos se refiere. Se trata de la elaboración de estructuras y mecanismos con ajustes manuales y eléctricos, además del confort y tapicería correspondiente (espuma, reposacabezas, fundas para asientos, sistemas de confort). Esta línea de productos genera cerca de 5,3 billones de € en ingresos anuales.

-Sistemas de Interior: Aporta un 29% de los ingresos de la multinacional, situándolo como líder mundial de fabricación de componentes, en su mayoría plásticos, para la parte interior del vehículo. Tiene constituidas 85 plantas y 8 centros de desarrollo en un total de 23

países. En estas plantas, sobre 33,000 empleados generan componentes como el panel de instrumentos, consola central, panel de puertas, módulos acústicos o componentes decorativos. La producción de estas piezas para interior repercute en el grupo en unos ingresos anuales de unos 4,7 billones de €.

-Tecnologías de emisión de control: Esta línea genera el 28% de las ventas del grupo. Como las anteriores divisiones, también es líder mundial en la fabricación de tubos y sistemas de escape; ya que, está presente en 25 países con un total de 77 plantas de fabricación y 7 centros de I+D. En estas plantas y centros, más de 21,000 empleados diseñan y producen distintos componentes de control de contaminación, como colectores, convertidores, catalíticos y filtros de partículas. Siempre concienciados con el impacto acústico y ambiental, destacan por su continuo crecimiento hacia un vehículo mucho menos contaminante. Esta división del grupo genera unos ingresos anuales de unos 6,7 billones de €.

-Exteriores de vehículos: Es la menor división que poseía el grupo en estos últimos años con sólo el 8% de la producción total y unos ingresos de unos 2,1 billones de €. Consta de la fabricación de parachoques y demás componentes, en su mayoría plásticos, para la parte exterior del vehículo. En la actualidad, ya no forma parte de Faurecia, puesto que a finales del año 2015 traspasó sus derechos al grupo Plastic Omnium.

Toda la producción de estos componentes no sería posible sin la gran cartera de clientes diversificados que tiene el grupo. Sus clientes principales se encuentran en Alemania (Grupo VW, Daimler o BMW), América (Ford, GM o Chrysler) y Francia (Renault o PSA). Además, el grupo está fortaleciendo sus asociaciones con los clientes asiáticos, en particular, Nissan y Hyundai, así como los clientes chinos.

2.2. CULTURA ORGANIZACIONAL.

2.2.1. Misión:

Los objetivos establecidos por el grupo Faurecia están orientados hacia la consecución de una triple misión, que plantea de manera clara y sintética lo que la compañía quiere alcanzar, tanto en su ejercicio u ocupación diaria, como en el futuro de la organización y en el ámbito socio-ambiental.

En primera instancia, centra sus operaciones en lograr un desempeño consistente y tenaz en el día a día, gracias a: *“El establecimiento de sistemas y metodologías sólidas, impulsadas por los productos; la excelencia en gestión de programas, ingeniería y fabricación; así como al empleo de un enfoque implacable en lo que a la calidad y costes respecta”.*

En segunda instancia, fija su cometido en una misión más prolongada, basada en la obtención y búsqueda de un crecimiento a largo plazo, conseguido a través de: *“La anticipación clara a las necesidades de los clientes; el establecimiento de asociaciones con los mismos; el afianzamiento de una posición de liderazgo en el mercado; así como la consolidación de equipos unidos y motivados que gestionan el despliegue global de la empresa”.*

En tercera y última instancia, aúna esfuerzos por asegurar el cumplimiento de su responsabilidad social y ambiental, comprometiéndose en el fomento de: *“La participación positiva de las comunidades locales; la transparencia tanto interna como externa de su labor; así como la garantía de las condiciones de seguridad y salud del lugar de trabajo”*.

En suma, esta triple misión viene a definir la identidad de Faurecia como organización, dotándola de carácter, personalidad y coherencia en su acción.

2.2.2. Valores:

Entendiendo por valores el conjunto de principios sobre los que se asienta la cultura de la empresa, el grupo Faurecia establece seis distintos, que organizados en dos categorías, aportan pautas de comportamiento que guían las actuaciones de todos los miembros y colaboradores de dicha organización.

Así pues, la clasificación establecida para el agrupamiento del conjunto valores y actuaciones que estos establecen, es la que aquí se contempla:

-Valores gerenciales: basados en el principio de autonomía, responsabilidad y espíritu emprendedor, se aplican a la manera de gestionar el negocio y los equipos, e implican:

- 1) Recibir la responsabilidad de la gestión de los recursos tangibles e intangibles de la empresa, tomando iniciativas para el desarrollo de negocios y creación de valor para convertirse en un referente del sector.
- 2) Tener la facultad para dirigir, dentro del alcance de la responsabilidad propia y dentro de un sistema de autocontrol, respetando las normas del Grupo y actuando con transparencia en todo momento.
- 3) Asumir totalmente las responsabilidades del ámbito propio.
- 4) Comprometerse con el desempeño del negocio y el desarrollo de las personas.

-Valores de comportamiento: Basados en el principio de energía, respeto y ejemplaridad de la acción, determinan los modos de comportamiento a seguir y suponen:

- 1) Desarrollar asociaciones a largo plazo con todos los actores tratándolos con equidad y respeto.
- 2) Fomentar el desarrollo de los empleados de todas las culturas para que alcancen su potencial máximo reconociendo el buen desempeño.
- 3) Actuar como modelos a seguir, siguiendo el Código de Management como una pauta de comportamiento.
- 4) Aplicar los sistemas y metodologías del Grupo pragmáticamente para alcanzar la excelencia en ingeniería y fabricación a través de la mejora continua.
- 5) Emplear el impulso y la pasión de los empleados para lograr metas y desarrollar innovación que crea valor.
- 6) Reaccionar ante situaciones cambiantes con agilidad y velocidad.

De modo que, los valores del grupo Faurecia se instauran en la empresa en forma de principios éticos sobre los que se asienta la cultura de la misma, apoyando su visión y misión, creando formas de proceder y pautas sobre cómo actuar.

2.2.3. Código ético:

El Código Ético de una empresa es el referente formal e institucional que recoge el conjunto de normas de conducta y comportamiento fijadas por la misma para el desempeño de su labor.

En el caso de Faurecia, su Código Ético (ligado a los Faurecia Core Procedures) se sustenta en cuatro principios éticos fundamentales, basados en:

- El respeto a los Derechos Humanos fundamentales.
- El desarrollo económico y el diálogo social.
- La mejora continua.
- La ética y normas de conducta empresarial.

Principios que, por otra parte, rigen las relaciones diarias con los clientes y las actuaciones de los empleados, de cuya responsabilidad depende su cumplimiento (pese a que la ética no es coactiva, el Código Ético sí que supone una normativa interna de carácter obligatorio).

De hecho, cualquier colaborador que tuviera constancia de una violación de las normas definidas en el Código Ético, puede comunicarlo a la Dirección de la empresa a través de dos procedimientos de alerta: interna (dar conocimiento del caso a un superior o Director de Recursos Humanos, ya sea verbalmente o por escrito) o externa (debido a la gravedad del caso, se trataría de remitir el asunto a un organismo exterior, incluso al Presidente Ejecutivo de Faurecia).

Igualmente conviene remarcar, que las normas aludidas de ninguna manera reemplazan a las leyes o normas vigentes en los diferentes países en los que Faurecia tiene negocios, ni tampoco los principios y normas que surgen de otras políticas y procedimientos internos aplicables en el Grupo Faurecia. Las normas establecidas no son exhaustivas, pero sí determinantes de la conducta empresarial y de las pautas éticas aplicables a todos los empleados y socios de la organización

2.2.4. Sistemas operacionales:

Conscientes del papel que desempeñan los sistemas operacionales en el funcionamiento de cualquier organización, estos se instauran en el núcleo del modelo de gestión 'Being Faurecia', como sistemas encargados de asegurar la coherencia, la excelencia operativa, la autonomía y autocontrol del negocio, mediante su aplicación pragmática (proporcionando diferentes métodos de trabajo e idioma).

Aspecto que, sin duda alguna, resulta fundamental en la industria del automóvil, donde el mercado es global y los clientes y usuarios finales tienen las mismas demandas altas de calidad

y excelencia en todo el mundo. Los principales subsistemas que cubren los sistemas operacionales de Faurecia, son los siguientes:

-Estrategia, Recursos Humanos y Gestión Financiera: Permite la gestión de definir la estrategia, planificar para el medio plazo y tomar las decisiones más informadas posibles, para controlar la evolución de la empresa y garantizar la gestión y desarrollo de personas eficaz.

-Ventas, Gestión de Programas e Ingeniería: Cubre la innovación y la estrategia de desarrollo de productos, así como el desarrollo de negocios y gestión de relaciones con los clientes, siendo una importante parte de ello su Sistema de Gestión de Programas (PMS).

-Operaciones y Gestión en la fabricación: Regulado por el Sistema Excelencia Faurecia (FES), este sistema se diseña con el fin último de garantizar el cumplimiento de los referenciales de automoción, así como para lograr la mejora continua de la calidad, coste, entrega y seguridad. FES comprende once principios con el objetivo de eliminar los desechos, cuya aplicación se asegura a través del empleo de una herramienta de auditoría.

2.3. FAURECIA ESCAPES ALMUSSAFES.

2.3.1. Descripción e historia de la planta

La planta, donde se llevará a cabo este proyecto, está especializada en la manufactura de componentes por medio de un proceso de soldadura para la producción del conjunto final de tubos de escape para los vehículos de la empresa automovilística Ford Almussafes. La planta en cuestión, forma parte del grupo Faurecia desde el año 2012, pasándose a llamar Faurecia Emissions Control Technologies Almussafes. Esta planta fue designada como planta JIT (Just In Time), por estar situada en el mismo polígono industrial que el cliente y, así, tener unos ahorros importantes en desplazamientos.

Antes de esta adquisición, la planta formaba parte de Emcon Technologies (antiguo Arvin Industries), que también estaba dedicada a la manufactura de sistemas de escapes.

En sus inicios, la producción se dedicó principalmente a la soldadura completa del conjunto de escape para Ford Kuga (C520) y para Ford Transit Connect (V408).

El siguiente año 2013, la planta obtuvo la certificación UNE-EN-ISO 14001 por la implantación del Sistema de Gestión Medioambiental y la certificación UNE-ISO TS 16949 por el desarrollo del sistema de gestión de calidad con la aplicación de técnicas y estándares del grupo para la prevención de errores y reducción de desperfectos.

Pero, no fue hasta el año 2015 cuando se introdujeron nuevas líneas de producción en serie. Durante ese año se pusieron en marcha los proyectos para el Ford Mondeo y el Galaxy. Esto produjo un cambio en la distribución de la nave y un aumento de producción. Así, se fue incrementando el número de personal en la planta.

El pasado mes de octubre de 2016, la planta superó con creces una auditoría interna del grupo sobre el cumplimiento de estándares y procedimientos. Se llegó a conseguir la mejor puntuación

de todas las plantas JIT de la división de escapes en el continente europeo, convirtiéndose así en planta ejemplo para otras del grupo.

A inicios del 2017, el grupo y sus divisiones cambiaron su nombre y logo; por lo que la planta ha pasado de llamarse "*Faurecia Emissions Control Technologies*" a tomar el nombre actual para la división de sistemas de escapes. Esta nueva denominación es "*Faurecia Clean Mobility Almussafes*".

Actualmente, la planta de Almussafes cuenta con un total de 65 empleados y empleadas; distribuidos en las 4 líneas de producción y en los distintos departamentos.

En la siguiente ilustración aparece una vista esquemática de la organización de la planta, diferenciando de arriba abajo las distintas 4 líneas de producción que poco después describiremos.

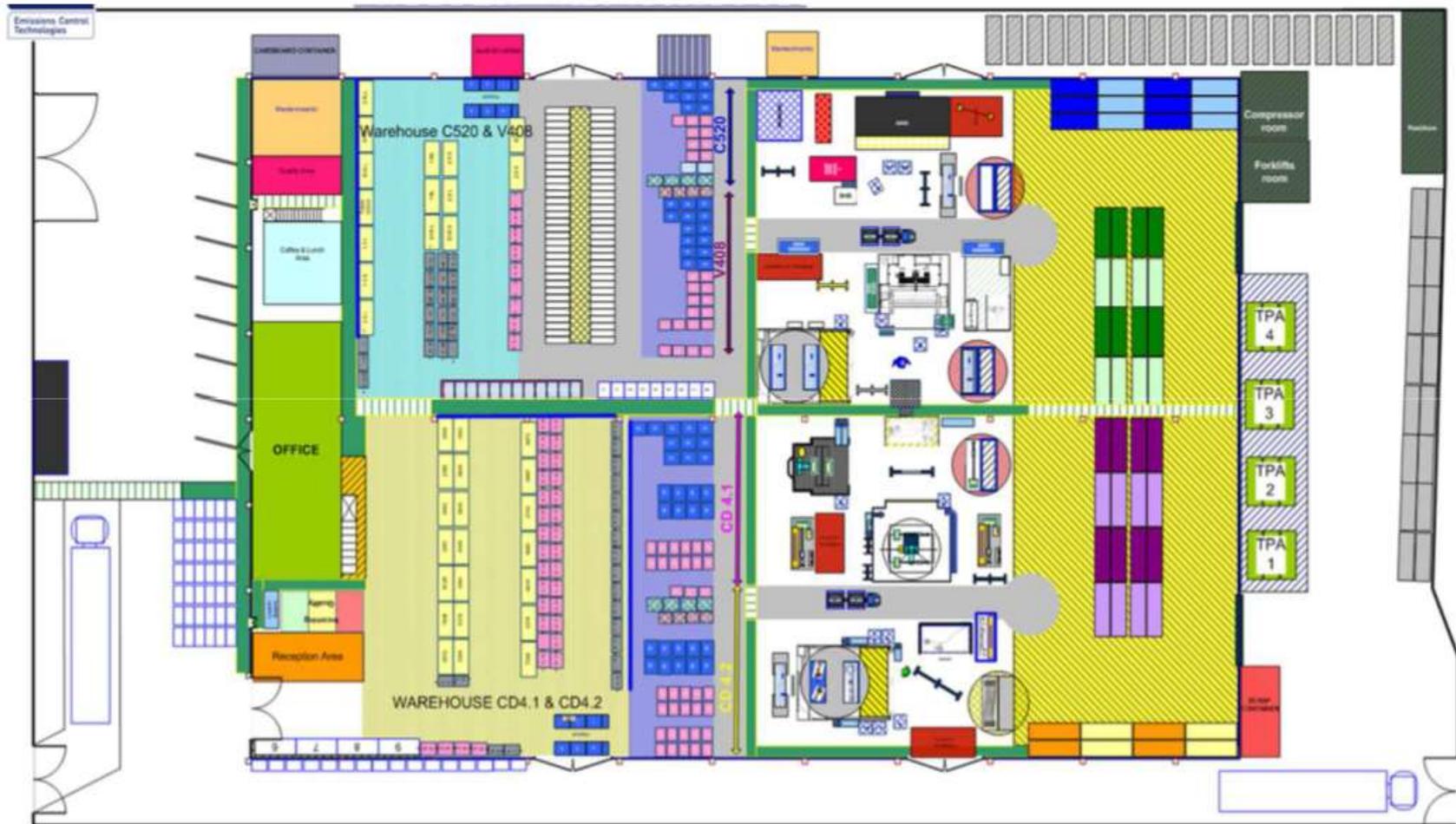


Ilustración 1: Layout de la planta. Recuperado de: 'Manual de acogida planta Almussafes Faurecia Escapes' (2017)

Además, también se presenta el organigrama actual de la planta, separado en cuatro grandes bloques o departamentos.

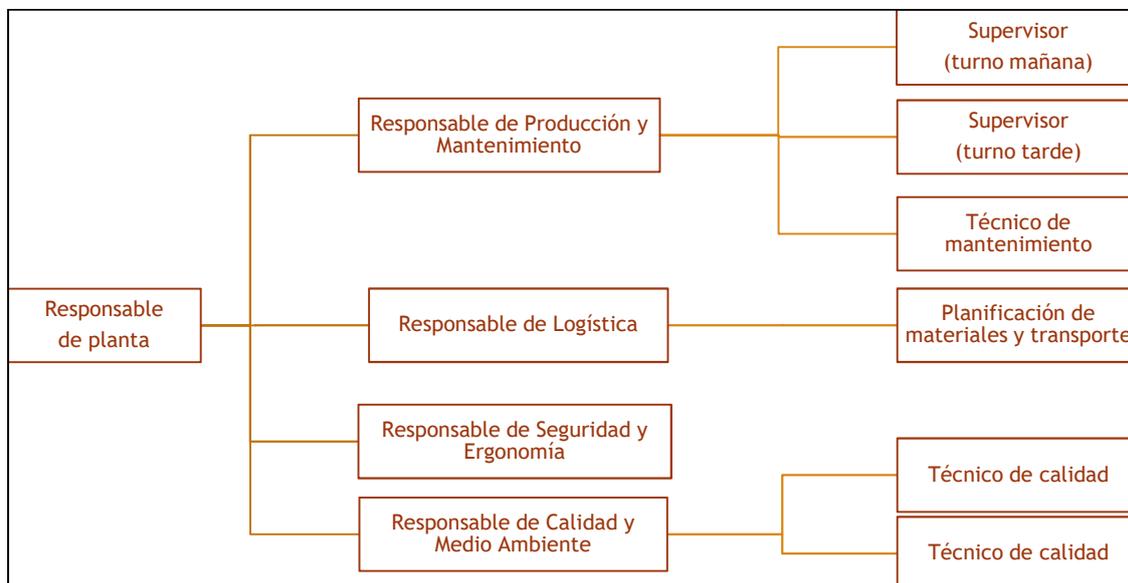


Ilustración 2: Organigrama de planta (Producción propia)

2.3.2. Líneas de producción

La planta se puede dividir en 4 líneas distintas de producción, una por cada vehículo distinto al que se suministra el sistema de escape. Como se ha comentado anteriormente, cada línea lleva su proceso de fabricación, desde la recepción de la materia prima y el suministro de componentes hasta el ensamblado por soldadura y el embalaje de producto final.

Las 4 líneas de producción son las siguientes:

-C520: Línea de producción de tubos de escape para el modelo Ford Kuga. Es la línea con mayor antigüedad, puesto que se realiza desde los inicios de la planta como grupo Faurecia. Presenta una demanda de alrededor de 720 piezas al día, siendo así la de mayor producción. Además, se encuentra en funcionamiento los 3 turnos de producción, con un total de 3 operarios en cada turno más la participación de un Gap Leader, que realiza la función de responsable para que todos los procesos y procedimientos se realicen de forma correcta y óptima. El tiempo medio de ciclo es de unos 100 segundos por cada pieza fabricada. En la actualidad, en esta línea se fabrican 9 referencias distintas, dependiendo del motor que pueda llevar el vehículo, la transmisión y si la conducción es derecha o izquierda (RHD, LHD). En esta línea de producción será donde se centrará la resolución del trabajo.

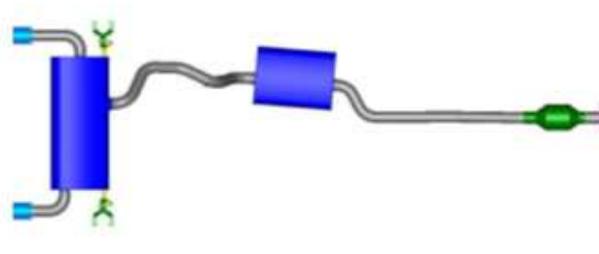


Ilustración 3: Tubo de escape C520. Recuperado de: 'Matriz de complejidad línea C520' (2016)

-V408: Línea de producción de tubos de escape para el modelo Ford Transit Connect. Es la segunda línea con mayor antigüedad y demanda, por detrás del C520. La demanda diaria se encuentra entre 550 y 600 piezas al día, ocupando también los 3 turnos de producción por su gran volumen demandado. En dicha línea participan también 3 operarios con el soporte del Gap Leader. Este Gap Leader abarca tanto el C520 como el V408. El proceso completo para la producción de una pieza tiene un tiempo de ciclo de unos 86 segundos. Para este modelo de tubo de escape, existen 8 referencias distintas, en función de motor diésel o gasolina y de la longitud del vehículo.

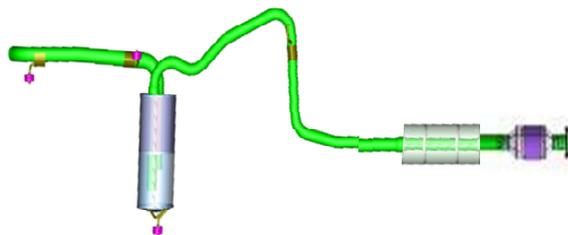


Ilustración 4. Tubo de escape V408. Recuperado de: 'Matriz de complejidad línea V408' (2016)

-CD4.1: Línea de producción de tubos de escape para el modelo Ford Mondeo. Este modelo presenta una menor demanda, con unas 450 piezas diarias repartidas en 2 turnos de producción (no está en funcionamiento el turno de noche). En la célula del CD4.1 solamente participan 2 operarios más la función de un Gap Leader. Así, el rendimiento medio es de unos 120 segundos por pieza producida. Para esta línea, existen un total de 20 posibles referencias de tubos de escape del modelo Mondeo.

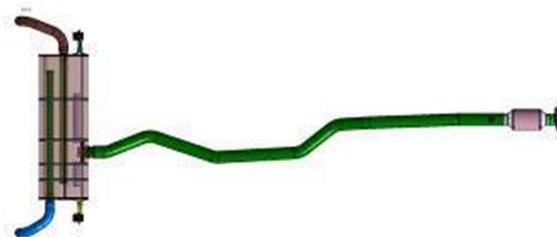


Ilustración5: Tubo de escape CD4.1. Recuperado de: 'Matriz de complejidad línea CD4.1' (2016)

-CD4.2: Línea de producción de tubos de escape para los modelos Ford Galaxy y S-Max. Con una demanda diaria de solamente 180 piezas, es la línea de producción con menor número

de piezas fabricadas. Así, únicamente están operativos 2 turnos de producción con 2 operarios por turno más el soporte del Gap Leader. Cada pieza tiene un tiempo medio de ciclo de unos 240 segundos debido a su mayor peso y complejidad. Además, según la versión y el motor, se pueden diferenciar 11 tubos distintos dentro de estos dos modelos.

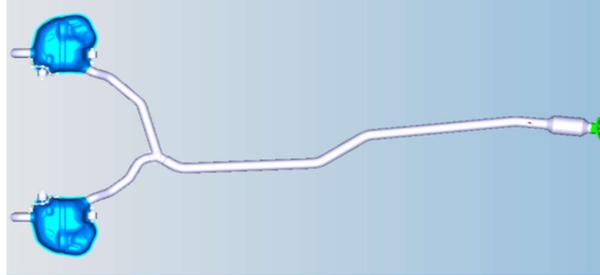


Ilustración 6: Tubo de escape CD4.2. Recuperado de: 'Matriz de complejidad línea CD4.2' (2017)

3. MARCO TEÓRICO.

El siguiente apartado describirá los conceptos y nociones teóricas que se irán aplicando a lo largo del trabajo. En primera instancia, se introducirá la metodología Kaizen, que nos servirá de filosofía base durante el transcurso de resolución del problema. Los demás puntos del marco teórico son métodos y técnicas que requieren el seguimiento de un procedimiento para poder llevarlos a cabo.

El equipo de trabajo que se formará para tratar de solventar los problemas que puedan surgir más adelante, recibirán la formación permanente de cada uno de estos conceptos teóricos, antes de empezar a emplearlos. De esta forma, las siguientes metodologías podrán ser aplicadas más rápidamente y, sobretodo, poder ser más eficaces.

3.1. PRINCIPIOS DEL KAIZEN

La situación industrial se encuentra en constante cambio debido al avance tecnológico y al cambio en los hábitos y gustos de los humanos. A esto se le suma la amplia variedad de competencias de todo tipo que cada vez producen productos de mayor calidad, menor precio y con un servicio más rápido. Por todo esto, es necesaria la aplicación de sistemas o métodos para poder competir y generar una ventaja respecto a las demás empresas.

Para ello, dentro de los métodos de gestión de la calidad de mayor aplicación se encuentra el Kaizen. Proveniente de la unión de dos vocablos japoneses y expuesta por primera vez por Maasaki Iman, su creador, el Kaizen representa una filosofía que, como su propio nombre indica, implica un mejoramiento continuo de los procesos productivos: “Kai” significa cambio y “Zen” para mejorar, es decir, “cambio para mejorar” o “mejoramiento continuo”.

Un aspecto importante del Kaizen a tener en cuenta es el término “*gemba*”. Significa involucrar al máximo a todos los empleados en un mismo fin de mejora continua y, sobretodo, desde el punto donde se realiza la producción. Sólo visitando y conociendo perfectamente todos los procesos donde se genera valor al producto se identificarán los desperdicios y mejoras que se pueden alcanzar. De esta forma, se podrá trabajar sobre el aspecto más perjudicial para cualquier empresa, el desperdicio. La eliminación de tiempo ocioso o cambios en los procedimientos de trabajo pueden generar una gran mejora sin necesidad de grandes inversiones económicas (Atehortua, 2010).

Pero no sólo es importante todo lo que se pueda mejorar. También es necesario mantener las instalaciones y personal de la mejor forma posible para facilitar las operaciones lo máximo posible a los empleados y realizar un mantenimiento adecuado y periódico de las instalaciones y maquinaria. En dicho mantenimiento, coge importancia el apartado de la limpieza con las famosas cinco “S”. En ellas, es necesario limpiar la zona de trabajo, ordenar que haya más facilidad para coger cualquier objeto, deshacerse de todo material innecesario, estandarizar operaciones y, por último, mantener todas las acciones anteriores estableciendo periodos de realización.

La filosofía Kaizen formula unos fundamentos con el fin de englobar a toda la organización en una misma forma de pensar y, sobretodo, de actuar. Estos principios son los siguientes:

-Centrarse sobre las necesidades del cliente: La metodología de trabajo, las mejoras que se puedan llevar a término y la calidad de los productos son determinadas por el cliente, ya que sin un cliente que adquiera los productos o servicios, no se producirían.

-La mejora es continua e infinita: Siempre puede haber algo a mejorar, aunque no lo parezca. El cliente va a exigir continuamente mejor producto y que sea más barato, por lo que siempre hay que estar en continuo análisis e implantando ideas para seguir mejorando día a día.

-Tener en consideración los problemas: Los problemas existen y no hay que dejarlos de lado. No acusar ni buscar responsables, sino afrontar las dificultades como un reto a superar, mediante la cooperación y la generación de ideas.

-Promover la apertura: Fomentar la aportación de ideas de todo el personal de la organización. Tratar de generar el conocimiento compartido e involucrar al personal, haciéndolo partícipe de las mejoras que se puedan realizar y permitir y favorecer su aportación.

-Generar el trabajo en equipo: La creación de equipos de trabajo para actividades como la eliminación de desperdicios o la reducción del tiempo de cambio de herramienta tienen una grandísima aportación para un buen desarrollo de la organización.

-Implementación inmediata de ideas de mejora: Es mejor un 60% de mejora hoy, que un 100% dentro de un mes. Es necesario aplicar las ideas que pueda tener el personal, para beneficio de la organización y para mantener motivado y promover el pensamiento de los empleados. Dentro de un tiempo no se sabe cuál será la situación, así que lo que se pueda mejorar hoy ya se tiene adelantado.

-Fomentar la colaboración: En este apartado, tienen un papel muy importante los líderes. El entrenamiento de su gente y un buen clima de trabajo lograrán una mayor implicación que se verá reflejado en grandes resultados para la organización.

-Desarrollar la autodisciplina: Cada individuo es libre y debe saber controlarse y dominarse. Quien no se controla a sí mismo no está capacitado a liderar a otras personas. La disciplina propia es fundamental para el trabajo con los demás.

-Informar a todos los componentes de la empresa: Inculcar a los empleados la misión, visión, objetivos y valores de la empresa es de gran importancia para que puedan adaptarse de mejor forma y poder aportar mayor rendimiento.

-Fomentar el desarrollo de los empleados: Formar a los empleados de forma constante es una fuente de motivación y aumento del desempeño. El hecho de adquirir habilidades, aptitudes y sobretodo responsabilidad, permite a las personas un mayor desarrollo y una mayor eficiencia para la organización.

En suma, el Kaizen no es otra cosa que una forma de vida, una cultura en la cual todos los que trabajan en la empresa tienen sus ojos, su mente y sus oídos bien abiertos para poder reconocer las oportunidades de mejoramiento y capitalizarlas en acciones concretas que se reflejan en mejores procesos y productos (Johansen y Swigart, 1996).

3.2. METODOLOGÍA 8D.

Como indica el título, se trata de una metodología para la resolución de problemas, proveniente del modelo de gestión “Lean Manufacturing” (Producción ajustada). Esta técnica consiste la aplicación de 8 disciplinas (8D) con el fin de realizar de la forma más óptima posible el seguimiento, análisis y corrección de cualquier problema presente en la organización. Estas son las siguientes:

-D1 - Descripción del problema: En este primer apartado se asigna el equipo que trabajará para abordar todos los aspectos del problema. Dicho equipo, una vez formado, asiste al lugar real para entender mejor el problema y poder visualizar de primera mano la pieza defectuosa y así, poder comparar la pieza o piezas malas con las piezas buenas.

En el caso de que el problema sea recurrente, es decir, sea repetitivo; es necesario realizar un seguimiento antes de abrir el problema. El uso de diagramas e indicadores ayuda a la formulación y resolución del problema en cuestión.

Tras esto, se deberá realizar un análisis llamado “5W + 2H”. Este método es utilizado para realizarse las preguntas más genéricas acerca del problema y así poder realizar una mejor descripción y entendimiento de este. Paralelamente, se aplica la técnica “Is / Is not”, consistente en la evaluación de las diferencias que se puedan extraer de las preguntas anteriores. La esencia de juntar estas dos herramientas es el poder analizar tanto el por qué aparece o se produce el problema, como el por qué en otras circunstancias el problema no surge. De esta manera, se trata de poder identificar las diferencias entre las dos respuestas a cada pregunta (tanto afirmativa como negativa).

-What?: Por qué afecta a esta pieza y por qué no a otras.

-Who?: Por qué lo detecta esta persona y por qué no lo detecta otra.

-When? Por qué el problema surge en ese momento y por qué no en otro.

-Where? Por qué aparece en esta máquina/robot/línea y por qué no en otras.

-How many? Por qué salen más piezas en un momento o situación que no surgen en otro u otra.

-How? Por qué se detectó de una forma y por qué no de otra.

La última pregunta engloba a todas las anteriores (**Why?**) y sirve para identificar, cómo último fin, el porqué del problema en sí.

Tras este análisis inicial, los componentes del grupo deberán entender cuál es el problema para poder aplicar con mayor rigor y efectividad los siguientes pasos o disciplinas de la metodología.

-D2 - Riesgo en productos o procesos similares: El segundo paso, tras revisar y determinar el problema en cuestión, sería identificar si este afecta únicamente a un producto o

proceso, o si también influye en otros. Este paso es importante antes de seguir adelante para así aplicar las acciones que se vayan llevando a cabo no sólo en el producto o proceso identificado inicialmente, sino también en todos los demás que puedan estar afectados.

El objetivo es identificar todo el alcance potencial del problema, sin restringir la contención al producto defectuoso. Evaluar si el problema afecta a otros productos o procesos y si en estos tiene la misma gravedad y, si fuese necesario, llegar a la necesidad de avisar a otras plantas o centros para que revisen y eviten dicha problemática.

-D3 – Acciones de contingencia: Esta disciplina trata de aportar acciones inmediatas para poder detener el problema, al menos de una forma temporal. Hay que tener claro que no se trata de una solución final, sino que el objetivo es controlar los efectos que pueda producir el problema sobre todo para el servicio al cliente.

A partir de la información establecida en las disciplinas anteriores, el equipo determina una o diversas acciones a corto plazo. Estas deben ser consensuadas y deben tener en consideración en todo momento las personas implicadas y los posibles efectos que estas acciones puedan repercutir. Además, hay que tener en cuenta los productos o procesos que puedan verse afectados, identificados en la D2.

Una vez descritas las acciones de contingencia, es necesario otorgar un responsable y un plazo de realización para que estas se lleven a cabo de forma correcta. Tras este plazo, el equipo analizará si la acción ha sido efectiva o no. También se evaluará la posibilidad de aparición de un nuevo riesgo o problema tras esta acción.

-D4 – Definir la causa raíz del problema: El objetivo de esta disciplina es realizar un análisis del problema definido anteriormente, para poder identificar el motivo o causa principal que produce el problema. Para ello, es importante conocer de primera mano el producto afectado y los procesos en los que dicho producto se ve afectado. La correcta determinación de la causa raíz es imprescindible para los siguientes pasos del 8D, puesto que afecta directamente a las acciones correctivas que más adelante se llevarán a cabo.

Para la identificación de la causa raíz, es recomendable aplicar la técnica de “*Los 5 por qué*”, que consiste en realizar 5 preguntas acerca del problema hasta la obtención del motivo principal de la disconformidad. Otra técnica para la identificación de la causa o causas raíz es la realización de un “*Diagrama de Ishikawa*” o también conocido como “*Diagrama causa-efecto*” con los posibles factores causales que podrían provocar la incidencia y, entre esas, determinar cuáles han sido las causantes reales del problema.

Dos aspectos importantes que se deberían analizar para la identificación de la causa raíz son la no detección del problema en el momento que se produjo y, sobretudo, saber identificar el motivo de porque se fabricó o se produjo el problema.

En ocasiones, tras la definición de la causa raíz, se comprueba que la definición del problema no ha sido la correcta. En ese caso, se volvería a definir para evitar dudas o confusiones y así, poder seguir analizando y resolviendo el problema de una forma óptima.

-D5 – Desarrollar acciones correctivas: Consiste en definir e implantar las acciones necesarias para erradicar el problema. Basándose en la causa raíz encontrada en la disciplina

anterior, el equipo deberá plantear soluciones al problema. Tras tener un número de acciones encima de la mesa, se determinará qué acción o acciones llevar a cabo.

Las acciones propuestas deben ser apropiadas y realistas, es decir, tener los medios necesarios para poderlas realizar. Además, el equipo debe priorizar las acciones para las causas que puedan tener mayor repetitividad o que puedan acarrear unos efectos más graves. Por último, cuando no se pueda evitar que las causas sigan apareciendo, sería conveniente establecer acciones para detectar el problema antes de que suceda, es decir, poder anticiparse al problema y detener sus consecuencias.

-D6 – Implementar y validar las acciones correctivas: Cuando se hayan definido las acciones correspondientes, el siguiente paso será implementarlas y hacer seguimiento mediante control visual y/o indicadores. Tras la implantación se debe verificar la efectividad de las acciones y tratar de evitar que el problema pueda surgir de nuevo.

El seguimiento del proceso y del producto una vez se hayan realizado las acciones correctivas, puede llegar a ser incluso más determinante que las acciones en sí. La realización de mediciones o el uso de indicadores diarios ayudan a evaluar la efectividad de las acciones y a saber cómo actuar en cada momento, para así evitar la reincidencia del problema.

-D7 – Prevenir que pueda volver a aparecer el problema: Una vez aplicadas las medidas correspondientes para solucionar el problema y con toda la información obtenida durante todo el proceso del 8D, el siguiente paso es evitar que el problema pueda volver a aparecer tanto en el mismo proceso y producto, como en otros similares. Así, se obtiene una manera eficiente para la ayuda a otros procesos y equipos.

De igual manera, este análisis ayuda a tomar acciones preventivas a situaciones que se puedan presentar en los diferentes lugares de trabajo. Para prevenir esta recurrencia es común el uso de Poka-Yokes, generación de estándares o cambio en algunos procedimientos.

-D8 - Reconocer los esfuerzos del equipo: Tras verificar la extinción del problema, se debe cerrar de forma oficial. El equipo extraerá conclusiones tanto positivas como negativas para futuros procesos de resolución de problemas.

Posiblemente sea la disciplina más importante y a la que menos importancia se le suele dar. Es imprescindible tener a los componentes del equipo implicados y motivados para obtener ideas de mejora y una mayor cooperación y actitud. Esta implicación del personal se obtiene reconociendo y premiando por los esfuerzos realizados (Enrique González, 2007).

3.3. DIAGRAMA DE ISHIKAWA

Es una herramienta de Gestión de la Calidad, también conocida como **Diagrama de causa – efecto** o **Espina de pescado** debido a su estructura en forma de espina. Se trata de un esquema separado por bloques basado en la identificación de todas las posibles causas que pueden definir un problema y con el fin de determinar la causa raíz u origen.

Tras la identificación del problema a resolver o también llamado como efecto, se identifican unas causas potenciales que se pueden desglosar en sub causas, todos los niveles que interesen para identificar la causa principal con mayor exactitud. Seguidamente, habría que seleccionar, entre todas las causas, las que puedan ser más probables y valorar el grado de incidencia que pueda repercutir sobre el efecto. Eso permitirá sacar conclusiones y acercarse a la identificación del motivo principal causante del problema.

La elaboración de este diagrama visual ayuda a la organización y procesado de la información para poder identificar, de una forma más rápida y eficaz, los causantes principales del efecto. Además, favorece el pensamiento y trabajo en equipo con una mayor creación de ideas y una visión global y estructurada del problema (Alejandro Pérez, 2015).

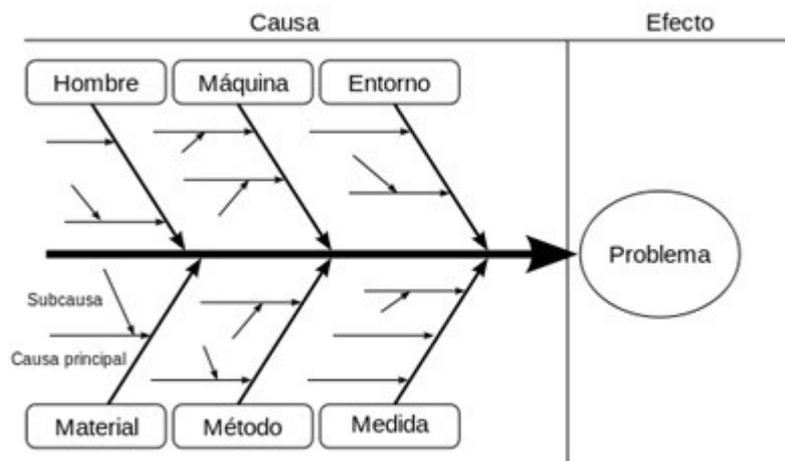


Ilustración 7: Modelo Diagrama Ishikawa. Recuperado de: ["https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Ishikawa"](https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Ishikawa)

3.4. BRAINSTORMING

En este trabajo, se hablará del término *brainstorming*, aplicado dentro del procedimiento 8D para la resolución del problema planteado al inicio de la memoria. Antes de su puesta en práctica, es necesario el conocimiento de sus fundamentos teóricos y nociones para poder aplicarlo de forma correcta y sacarle el mayor rendimiento posible

El *brainstorming*, también conocido como *lluvia o tormenta de ideas*, es una herramienta de mejora continua para la resolución de problemas o mejoras en cualquier proceso. Esta sistemática consiste en la puesta en común de una serie de ideas de gran utilidad. Estas ideas, formuladas por un grupo de personas, son analizadas y, como último fin, pueden ser puestas en práctica.

Este grupo de personas se reúne, cumpliendo una serie de condiciones y fundamentos, con el objetivo de facilitar un espacio creativo para que las partes puedan aportar de manera simultánea y durante un tiempo determinado el mayor número posible de ideas para la resolución de unos determinados asuntos planteados y conseguir el objetivo marcado al inicio de este proceso.

La utilización del *brainstorming* es recomendable en un punto avanzado del proceso, es decir, realizarse en el momento de generación de soluciones o acciones a llevar a cabo. Esta técnica resulta útil cuando las partes han avanzado en el reconocimiento de los objetivos comunes y en la gestión del proceso emocional. Con todo esto, se está preparado para la busca de opciones, proponer soluciones y, por tanto, sacar la creatividad de cada participante.

3.5. SISTEMA HOSHIN

Se trata de una metodología de trabajo basada en la cooperación de todos los componentes de la organización y trabajo en grupo para plantear unos objetivos estratégicos y realizar una planificación para la consecución de unos resultados o la realización de una mejora en la empresa. Trata de desarrollar la capacidad de reaccionar y adaptarse rápidamente a cualquier cambio con la implicación de todo el personal.

El término "*hoshin*" proviene del japonés y significa brújula. De ahí el hecho de que el objetivo fundamental de este sistema sea la orientación de todos sus participantes hacia una misma dirección. Su creador fue el profesor Yoji Akao, a mitad del siglo XX, introduciendo un sistema de desarrollo de las funciones de calidad. Empezó su andadura con gran éxito en empresas japonesas tan poderosas como Toyota. Pero su auge estuvo en la expansión de la sistemática a occidente, como fuente de mejores respuestas ante las demandas de los clientes. En la actualidad, se ha extendido en todo el mundo y es usado como metodología para la planificación estratégica y reorientación empresarial hacia un mismo objetivo.

Para esta metodología es fundamental conocer la situación actual, los métodos y la sistemática de trabajo; pero sobretodo conocer lo que se quiere conseguir, la meta. Basa su proceso en la reducción del tiempo de ciclo para poder cubrir las necesidades de los clientes y también, situarse en ventaja competitiva respecto demás competidores del mismo sector.

Mediante la aplicación de este sistema, se trata de integrar a todo el personal de la organización hacia una misma dirección, creando un sentimiento de necesidad y conocimiento. Poder relacionar los recursos y esfuerzos de todas las tareas hacia el objetivo común. Así se fomenta la motivación y el compromiso de los componentes de la organización. *Hoshin* trata de involucrar a la alta dirección en procesos de mejora y en sistemas de equipos de trabajo, ya que sin su implicación no se podría llevar a término esta metodología.

El sistema *hoshin* presenta unos fundamentos para tratar de orientar y dirigir la totalidad de las actividades de la empresa:

- En toda empresa existen tareas rutinarias y otras de innovación. *Hoshin* tiene como objetivo integrar estos dos tipos de tareas y adaptarlos hacia un objetivo crítico.

- Abarca las dos dimensiones empresariales. Es un sistema útil tanto para la dirección estrategia como la gestión operativa. Integrar la calidad total en la administración.

- Aplicación de herramientas de mejora continua y uso de indicadores para establecer un seguimiento de la consecución y efectividad de los objetivos. Establecimiento de los objetivos

y planificación mediante distintas tareas realizadas con un plan de acción y sus respectivos responsables.

- Seguimiento y revisiones periódicas para asegurar que el proceso siga por el buen camino y no haya surgido ninguna problemática.

- Centrarse en unos pocos objetivos. Teniendo en cuenta los recursos que se puedan disponer, es conveniente resolver o mejorar paso a paso, sin necesidad de abarcar muchas acciones en poco tiempo. Es preferible implantar mejoras de forma continuada y a corto plazo, que plantearse opciones inciertas y cuyos resultados no puedan observarse en un tiempo determinado.

El modelo *hoshin* se desarrolla siguiendo un procedimiento. Inicialmente, es necesario identificar las claves del negocio y establecer los objetivos de forma cuantificada con una visión global y todas las metas a obtener. Estos primeros pasos son vitales para concienciar a toda la organización para que esté orientada en un fin común. Tras esto, el siguiente paso es definir las estrategias y el camino a seguir para la consecución de dichos objetivos. Seguidamente, sobre estas estrategias habría que realizar un plan de acciones para la resolución de cada una de ellas. Así, por último, sólo quedaría realizar el seguimiento de dichas acciones mediante indicadores que midan y valoren la efectividad en cada proceso (David Hutchins, 2017).

Tras observar los objetivos y procedimiento de la sistemática *hoshin*, se concluirá este apartado con la identificación de algunas ventajas que puede aportar este modelo. Entre ellas destaca:

- La implicación de todo el personal hacia la consecución de un objetivo común, mejora del ambiente laboral y fomenta la motivación de los empleados.

- Se concentra en pocos objetivos, ya que los recursos suelen ser limitados y no se puede obtener todo a la vez.

- Focaliza los esfuerzos en lo que es realmente importante y no perder tiempo en aspectos que no pueden generar una mejora.

- Permite la delegación de responsabilidades y la descentralización por el trabajo conjunto en equipo. Con ello, cada componente de la empresa se siente con responsabilidades y participe del proyecto.

- Fomenta la creatividad, el aprendizaje y la generación de ideas. Se desarrollan las habilidades que posee cada participante.

Con todo ello, *hoshin* ha demostrado que, con comunicación, trabajo en equipo y una serie de sistemáticas y procedimientos, puede ser un excelente modelo de administración y gestión de la calidad para la generación de mejora continua fundamentándose en las personas. Esta metodología genera beneficios tangibles tanto para el personal, la organización en sí y el propio cliente.

Sin embargo, la metodología *hoshin*, que se va a aplicar más adelante, no tendría sentido sin los siguientes conceptos. Tanto el Tack-Time como los 7 desperdicios serán empleados para valorar la posibilidad de mejora que tienen nuestros procesos comparando el tiempo necesario y el

empleado para realizar una acción. Esta diferencia de tiempo, en parte, es producida por alguno de los desperdicios que se enunciarán a continuación.

3.5.1. Tack Time

La palabra “TACK” deriva del alemán y significa ritmo. Así, el concepto “*Tack Time*” consiste en el ritmo adecuado en el que se deberían producir o fabricar las piezas para satisfacer las necesidades del cliente.

Este concepto representa el tiempo adecuado en el que se debería obtener una pieza de producción, a partir del cociente entre el tiempo útil de producción (tiempo total diario exceptuando las paradas programadas) y la demanda que precisa el cliente para un día de fabricación.

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tiempo útil de producción}}{\text{Demanda diaria}}$$

Este término es aplicado en las organizaciones generalmente dedicadas a la producción, con el fin de tratar de nivelar su productividad. Dicho esto, el objetivo será tratar de acercar el tiempo de ciclo al *Tack time* para tratar de producir lo necesario con la cantidad adecuada de personal, stock y maquinaria. Esta nivelación se aplica para los dos posibles casos que se pueden extraer tras el cálculo del *Tack Time*:

- Si el tiempo de ciclo de obtener una pieza es superior al *Tack Time*, se produce a un ritmo inferior al del cliente y, por lo tanto, no se llegaría a satisfacer la demanda requerida. Para ello, sería necesario realizar horas extras, aumentar el número de operarios o modificar el proceso o los medios de producción.

- Si el tiempo de ciclo es inferior al *Tack Time*, significa que se produce a mayor ritmo que el cliente, obteniendo así mayor producción que la requerida. Esta situación tampoco es la adecuada porque se generará demasiado stock, tiempo de espera y habrá que reducir el ritmo de producción.

Por otro lado, la demanda del cliente no es una cantidad constante. Por eso, es necesario actuar con flexibilidad en cuanto al cálculo del *Tack Time* para no sacar conclusiones precipitadas. Suele ser un error frecuente el hecho de tomar valores de demandas que no se adaptan a la realidad.

Este término se aplicará más adelante para obtener el potencial de productividad respecto a la situación actual en que se encuentra la producción de la línea. Esto nos llevará a una capacidad de mejora en gran parte consta de la eliminación de desperdicios, es decir, de tiempo dedicado a operaciones que no aportan valor al producto final.

3.5.2. Los 7 desperdicios

Proveniente de la metodología Kaizen desarrollada páginas atrás. Se define desperdicio como cualquier activo, proceso o, simplemente, tiempo invertido que no aporta valor al producto y en mayor medida a la empresa. La eliminación de desperdicio repercute directamente en un aumento del valor añadido. Por lo que, sin necesidad de trabajar más, mejora la eficiencia del trabajo.

1) Desplazamientos: Todo movimiento innecesario de personas o equipamientos que hacen que aumente el cansancio del operario y disminuya el tiempo de dedicación al trabajo. Además de los desplazamientos, se incluye la ergonomía, teniendo en cuenta el peso de determinados objetos, dificultad para realizar una acción o posturas inadecuadas.

2) Scrap y recuperaciones: Son los productos obtenidos que no cumplen la calidad demandada por el cliente, también llamados defectuosos. Esto repercute en una pérdida de tiempo productivo debido a las interrupciones para inspecciones que no aportan valor. Tras esto, se clasifica como pieza para rechazo o en si se puede realizar una recuperación para que pueda llegar a venderse.

3) Operaciones sin valor añadido: Recoge el conjunto de procesos u operaciones que no añaden valor económico al que suponen las materias primas utilizadas en su producción, implicando pérdidas económicas para la empresa, por ejemplo cuando se realizan más acciones u operaciones de las necesarias para fabricar una pieza. Esto ocurre con algunas inspecciones, revisiones u operaciones manuales que únicamente suponen un desperdicio porque no generan nada al producto.

4) Esperas: Alude al tiempo perdido durante la realización del proceso productivo. Se produce entre acción y acción que por cualquier motivo genera una espera para el operario o también para la máquina. El objetivo principal en la eliminación de este desperdicio es que todo el proceso de producción avance con la mayor coordinación posible para evitar atrasos y adelantos. En este caso, es importante centrarse sobre el cuello de botella.

Además de estos 4 desperdicios, se pueden identificar otros 3 que no afectan directamente la producción o manufactura del producto, pero si afectan al flujo de la pieza. Por eso hay que tener en cuenta toda la trayectoria del producto, desde su recepción en materia prima o componentes hasta el envío a cliente. En estos 3 últimos desperdicios, se tiene en cuenta el término "Just In Time", para adaptar la producción a las necesidades y adaptarse de la mejor manera posible a los requerimientos del cliente.

5) Transporte: Cualquier movimiento innecesario de productos y materias primas cuesta dinero, equipos, combustible y mano de obra, sin olvidar la posibilidad de ser dañado. Uno de los más importantes por la cantidad de tiempo que ocupa. La reducción del transporte produciría un ahorro en dinero, esfuerzo y sobretodo en tiempo. Además, el transporte supone una manipulación de los productos, con el riesgo que esto supone para la entrega adecuada al cliente.

6) Sobreproducción: Consiste en producir más de lo que se ha demandado o producir algo antes de que sea necesario. Este desperdicio es causado por una mala planificación en cuanto a la relación que debe existir entre la producción y la demanda. Repercute en pérdidas tanto de tiempo, como de espacio y mano de obra.

7) **Stock o existencias:** Por último, se hace referencia al stock acumulado por el sistema de producción y su movimiento dentro de la planta, como fuente de pérdidas por productos que se convierten en obsoletos. Esto se produce debido a un exceso en la producción o a una reducción en la demanda por parte del cliente. Este exceso de las existencias puede generar los mayores problemas en la empresa, ya que produce pérdida de tiempo, personal, maquinaria y espacio. Dicho esto, es el desperdicio que más engloba a los demás.

En cuanto al proceso de producción, hemos visto que si no se llega a cubrir la demanda que requiere el cliente, es necesario reducir el tiempo de ciclo para poder fabricar mayor número de piezas. Para ello, se pueden agrupar los 4 primeros desperdicios, porque son los capaces de reducir ese tiempo de ciclo.

El análisis para la eliminación de estos desperdicios es una práctica de gran importancia y beneficio para cualquier organización, ya que se pueden obtener grandes mejoras sin necesidad de grandes gastos. El trabajo en equipo y una gran aportación de ideas eliminarán gran cantidad de desperdicios y mejorará el rendimiento de la empresa.

4. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

4.1. TUBOS DE ESCAPE

El conjunto del tubo de escape es un sistema mediante el cual se evacúan los gases de combustión del motor del vehículo. Está compuesto por materiales de tubería y silenciadores y su montaje está situado en la parte inferior del automóvil. El tubo de escape se inicia desde la posición donde extrae los humos y gases el motor. Estos gases recorren el interior del conjunto del tubo y, dependiendo del modelo, transcurren por el interior de catalizadores y silenciadores. Los catalizadores se encargan de reducir los contaminantes y los silenciadores se encargan de disminuir la intensidad y frecuencia de los sonidos que producen los gases. Finalmente, los humos y gases salen al exterior mediante uno o diversos agujeros de salida, que a su vez, pueden ir acompañados de unos componentes llamados embellecedores.

Los sistemas de escape de los que estamos hablando, tienen mayor importancia de la que se cree, ya que no son compuestos únicamente empleados para la extracción de los gases y humos del vehículo. Este vehículo, durante su vida útil, se expone a altas temperaturas y fuertes vibraciones; por lo que el tubo de escape ayuda al motor a limpiar y soportar estas condiciones para su buen funcionamiento. Además, permite una aceleración más suave y rápida del automóvil.

Por otra parte, cabe destacar la importancia de estos silenciosos para el medio ambiente. Son la parte fundamental para controlar la contaminación por la quema del combustible y para eliminar los gases más perjudiciales. Además, los tubos de escape tienen la capacidad de expulsar el monóxido de carbono, altamente tóxico y que puede acarrear en graves problemas para la seguridad y salud humana.

Una de las operaciones más importantes que se realizan en el proceso de fabricación de tubos de escape es el ensamblado de sus componentes para proporcionar la máxima productividad, seguridad y limpieza hacia el medio ambiente. Dichas operaciones son llevadas a cabo en la planta de escapes de Faurecia en Almussafes.

La línea de producción de la planta, en la que se centrará este trabajo es la C520. En ella, aparecen 9 modelos distintos de fabricación, atendiendo al motor, potencia y apariencia del vehículo. En la siguiente tabla aparece cada modelo con su determinado motor, una imagen de la pieza y su referencia interna y de cliente.

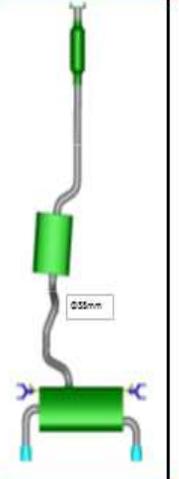
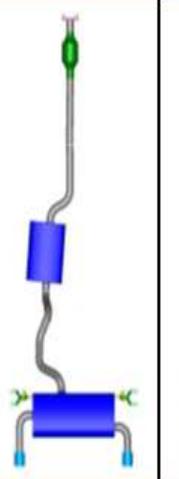
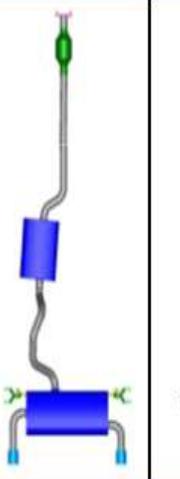
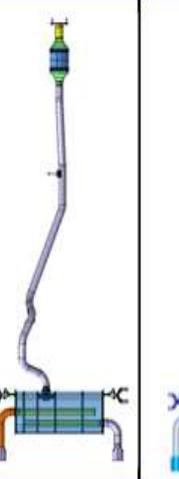
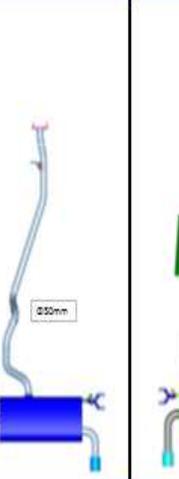
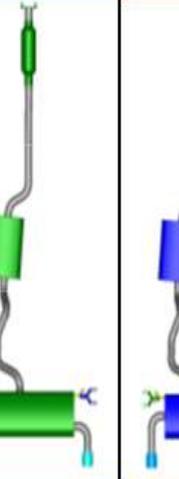
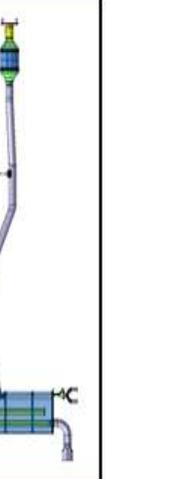
MOTOR	2.0L DW10F	1,6l GTDi LHD	1,6L GTDi RHD	2,0L GTDi	1.6L RHD	2.0L DW10F	1,6l GTDi LHD	1,6L GTDi RHD	1.6L RHD
MOTOR	DIESEL	GASOLINA	GASOLINA	GASOLINA	DIESEL	DIESEL	GASOLINA	GASOLINA	DIESEL
Drawn									
PN	FV41-5K254-AE	FV41-5K254-BD	FV41-5E292-AD	FV41-5E292-BE	GV61-5E292-HC	GV61-5K254-BA	GV61-5K254-AA	GV61-5E292-LA	GV61-5E292-MA
FECT No	1452319X	1452321X	1452327X	1487661X	1594964X	2089464X	2089466X	2089469X	2089473X

Ilustración 8: Matriz de complejidad de productos C520. Recuperado de: 'Matriz de complejidad línea C520' (2016)

En la siguiente tabla se identifican los 3 modelos que presentan geometrías distintas y que, por esto, presentan distintos componentes y puntos de soldadura. Además, cada color representa las soldaduras que realiza cada robot para entender mejor cada uno de los procesos de soldadura que más adelante se desarrollarán.

Robot de subconjuntos Nº 1319	Robot subconjunto trasero Nº 1304 (mesa A)	Robot conjunto final Nº 1304 (mesa B)
--	---	--

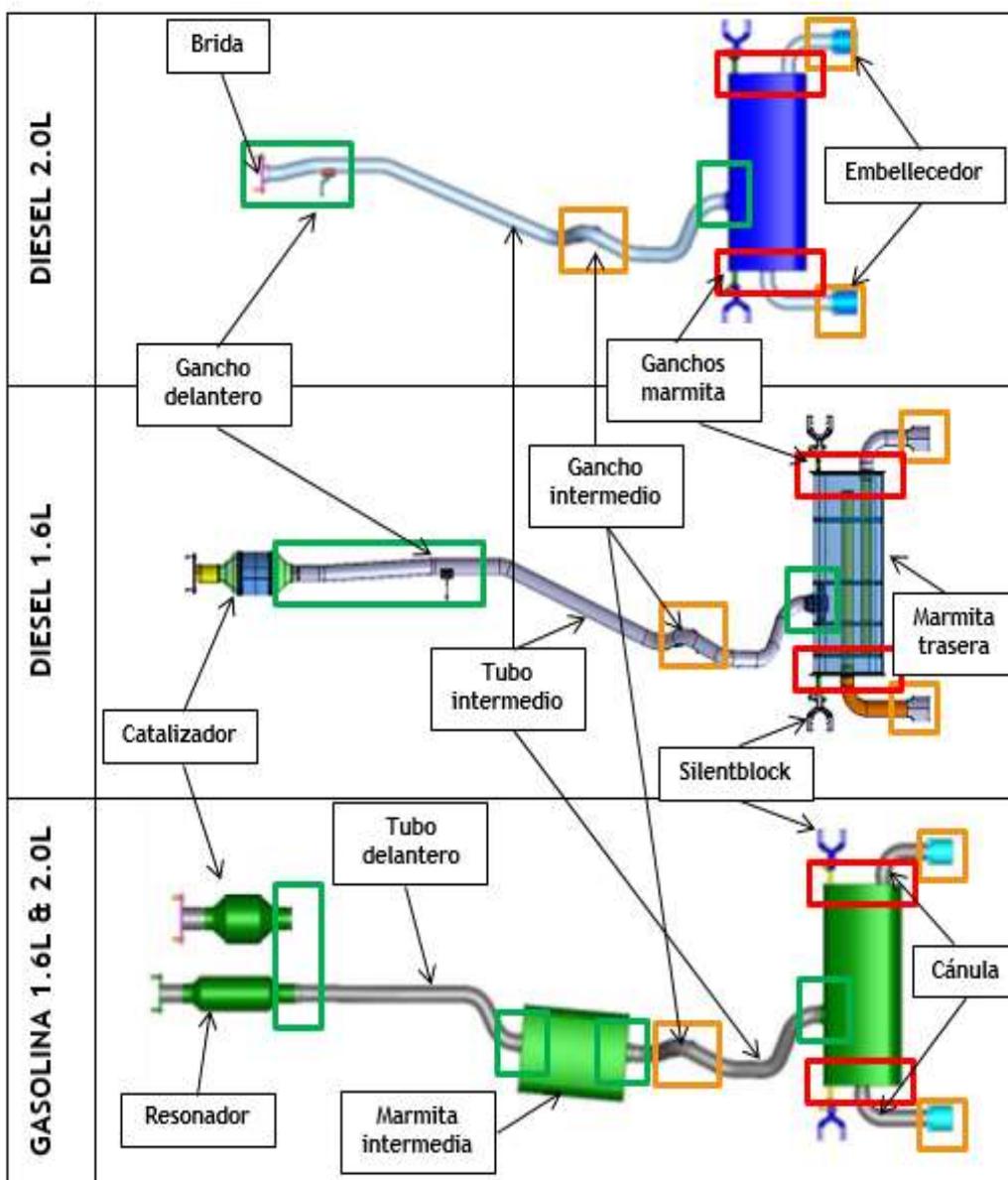


Ilustración 9: Componentes de cada tubo de escape y robots para cada soldadura. (Producción propia)

4.1.1. Embellecedor

De todo el conjunto que forma el tubo de escape, en las siguientes páginas se centrará el seguimiento en los embellecedores de salida. Estos componentes tienen la cualidad de ser el único material visible una vez esté montado el tubo en el vehículo. Por esto, se trata de un material del que no solamente es necesario un análisis dimensional, sino que debe cumplir unas especificaciones en cuanto a la apariencia.

Los embellecedores, como su propio nombre indica, sirven para embellecer o mejorar el aspecto de la salida de los tubos de escape en automoción. Se trata de unas piezas de forma cilíndrica y huecas en su interior, soldadas a las cánulas o tubos de salida del conjunto y generalmente suelen tener una tonalidad gris cromado.

En el proyecto C520 para el Ford Kuga todos los modelos de tubos de escape presentan dos orificios de salida y, por lo tanto, tendrán 2 embellecedores por conjunto. Cada embellecedor tiene una longitud de unos 85 mm y un diámetro exterior de 80mm. Además, tiene una masa de unos 200 gramos.



Ilustración 10: Embellecedor. Recuperado de: 'Kick-off Project C520 black tail tip' (2016)

En los conjuntos del C520 se diferencian dos tipos de embellecedores según el color que presentan. Inicialmente, sólo se fabricaban piezas con embellecedores cromados, pero a inicios de este 2017 se introdujo en línea un nuevo embellecedor de color negro mate. Este nuevo embellecedor presenta la misma geometría que el anterior, aunque por el cambio de pintado, el negro tiene la superficie con mayor rugosidad que el embellecedor bañado en líquido cromado.

Los embellecedores negros son recibidos por un proveedor asiático, embalados en bolsas de plástico individuales y dentro de cajas de cartón. El proceso de recepción y preparado de las piezas se desarrollará más adelante en el apartado de descripción de procesos. Cada embellecedor debe cumplir unas especificaciones exigidas por el cliente "Ford". Dimensionalmente, cada pieza tiene una tolerancia de +/- 1mm. Además, no debe presentar ningún tipo de grasa ni grietas en su superficie y, con respecto a la pintura, se requiere un espesor entre 30 y 55 micras sin la presencia de ninguna marca o raya.

5. DESCRIPCIÓN DE PROCESOS

Antes de iniciar con la descripción de cada proceso, se muestra el ciclo de los componentes desde su recepción en la planta, hasta la expedición de los contenedores hacia cliente. En la imagen, cada proceso viene delimitado por un color distinto e identificado mediante un número de robot.

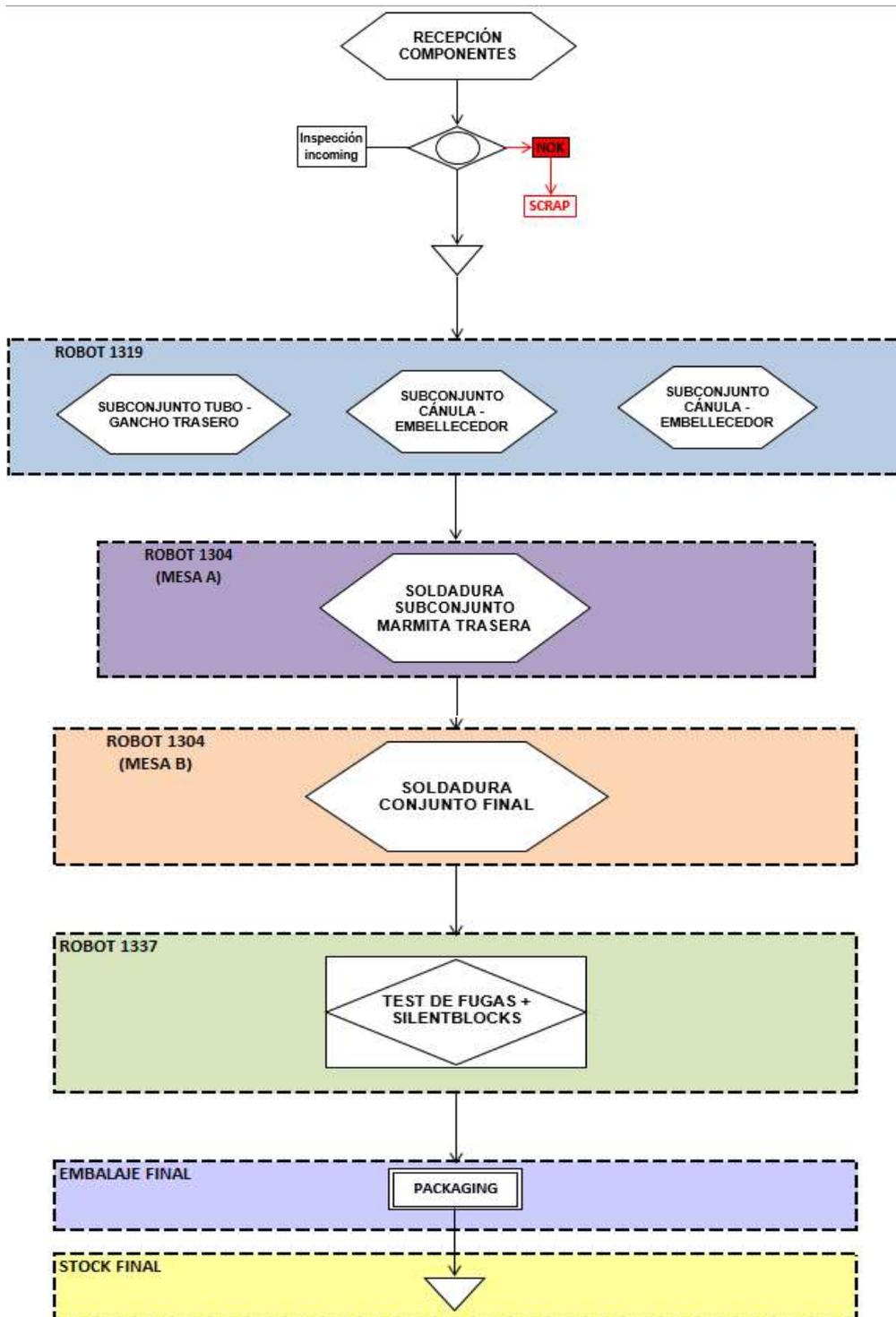


Ilustración 11: Diagrama de procesos (Producción propia)

5.1. RECEPCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIALES

Los proveedores de cada componente, situados alrededor del continente europeo, envían sus respectivos componentes de materia prima. Una vez recibidos, son descargados por los carretilleros y transportados cada material a su posición, debidamente indicada en la planta.

En el caso de los embellecedores negros, son recibidos en forma de pallet de madera. Cada pallet está formado por 32 cajas de cartón y, a su vez, cada caja contiene 30 embellecedores cubiertos con una fina bolsa de plástico. Una vez se encuentre el pallet en la zona de materia prima, el operario de recepciones o “incoming”, verifica que la identificación de este es correcta, es decir, que la cantidad se adecue al albarán, que esté etiquetado y que la referencia del material sea la correcta.

Tras esto, el operario selecciona una caja del pallet y la lleva a su sitio de trabajo, donde efectúa una verificación visual del aspecto de la pieza. Para ello, revisa la ausencia de grasa, aceites y otros residuos del proceso; además de la tonalidad adecuada de la pintura. También inspecciona la ausencia de rayas, marcas o golpes visibles que pueda llevar el embellecedor.

Después de este primer análisis visual, con la ayuda de un pie de rey, realiza unas mediciones delimitadas por una gama de recepción. Estudia que el espesor, longitud y diámetros estén acorde a las tolerancias designadas y, finalmente, con la ayuda de un pequeño sistema Poka-Yoke, verifica la posición del agujero de drenaje.



Ilustración 12: Control dimensional embellecedor (Producción propia)

Tras la revisión, vuelve a la zona de materia prima para preparar los embellecedores para el futuro ensamblaje del tubo de escape. Este proceso consiste en ir caja por caja quitando el plástico de cada embellecedor y colocándolo en cajas de plástico con capacidad para 24 embellecedores separados unos de otros por una lámina de cartón. Así, el nuevo pallet estará formado por 40 cajas de plástico.

Por último, el operario de logística va suministrando a la línea de producción las cajas de embellecedores según necesidades.



Ilustración 13: Re embalaje embellecedores (Producción propia)



Ilustración 14: Embalaje interno (Producción propia)

5.2. SOLDADURA DEL TUBO DE ESCAPE

La línea de soldadura del Ford Kuga C520 está formada por 2 robots de soldadura que conformarán por completo el conjunto del tubo de escape del automóvil, de forma que cada robot tiene una numeración para identificarlo y cada uno realiza unas soldaduras del tubo.

El primer robot con el que se trabaja es el llamado robot de subconjuntos (nº 1319). Dicho robot recibe los componentes por una rampa de aprovisionamiento que tiene en su lateral. Estos componentes serán las cánulas traseras y los embellecedores, anteriormente nombrados. Con ello, posicionará en el robot la cánula derecha e izquierda y dos embellecedores para la soldadura de ambos. Además, en la parte central del robot, se realizará la soldadura del tubo intermedio, situado en un carro al otro lateral del robot, con un gancho que también se encuentra en la rampa de aprovisionamiento.



Ilustración 15: Robot 1319 (Producción propia)

El segundo robot de soldadura (nº 1304), también llamado como robot de conjunto final, es el encargado de realizar las otras soldaduras del tubo de escape. Dicho robot está compuesto por dos mesas que giran según un eje horizontal.

La llamada “Mesa A”, es la parte del robot que está encargada de la soldadura del subconjunto trasero del tubo de escape. Esto es, la soldadura de los dos ganchos y las cánulas soldadas en el robot 1319 sobre la marmita trasera. Los ganchos se encuentran en unas cajas al lado del robot. Junto con estos, sobre una caja grande del tamaño de un pallet están las marmitas traseras. Los subconjuntos de las cánulas se encuentran sobre unos apoyos tras la salida del robot de subconjuntos.

Una vez colocados todos estos componentes en su correcta posición, se iniciará el ciclo de soldadura y el robot girará 180º para poder efectuar las operaciones requeridas en la otra mesa.



Ilustración 16: Robot 1304 (mesa A) (Producción propia)

Esta otra mesa recibe el nombre de “Mesa B”. En ella, inicialmente se extrae el tubo de escape completo y se lleva a la máquina que realiza el test de fugas. Luego, una vez liberada la mesa, se colocan todos los componentes necesarios para el último proceso de soldadura en el que se realiza la soldadura del tubo intermedio con el subconjunto de la marmita trasera y, también,

se realizan las soldaduras necesarias en la parte delantera del tubo de escape. En caso de los tubos de escape con motor gasolina, también se realiza la soldadura de una marmita en la parte intermedia del conjunto con su tubo de entrada y de salida.

Una vez estén colocados todos los componentes en su correcta posición, se iniciará el ciclo, volviendo a girar la mesa otros 180º para volver al procedimiento realizado en la “Mesa A”.



Ilustración 17: Robot 1304 (mesa B) (Producción propia)

En el robot de subconjuntos 1319 está trabajando 1 operario con dedicación completa para realizar el proceso que este robot exige. Por otro lado, en el robot de conjunto final trabajan 2 empleados. Su función será la de preparar y colocar los componentes antes de la soldadura y la extracción del tubo de escape ya soldado para el transporte de este hacia el robot que realiza el test de fugas y que seguidamente se va a desarrollar.

El departamento de logística, siguiendo las necesidades del cliente en cada momento, prepara la conformación de lotes de fabricación, intentando realizar los mínimos cambios posibles. Esto se debe a que cada tubo, por tener una geometría diferente, necesita unos utillajes específicos que hay que cambiar en los robots antes de iniciar las soldaduras. Por otro lado, entre cambios de referencias en que únicamente varíe el embellecedor, no será necesario realizar ningún cambio en los utillajes de los robots. El tiempo estimado de un cambio estándar suele rondar los 15 minutos.

5.3. TEST DE FUGAS

Tras el proceso de soldadura del tubo de escape completo, la pieza es llevada al robot que realizará un test de fugas para verificar que se encuentre dentro de las especificaciones marcadas por el cliente. Este robot es llamado como “fugómetro” y está identificado con la numeración 1337.

Una vez colocado el tubo de escape sobre el robot, se colocan dos piezas llamadas “silentblocks” para absorber las vibraciones y choques que pueda tener el tubo de escape. Estas piezas se colocan en su ubicación situada al lado de los ganchos de la marmita trasera, para que en el momento en que se inicie el ciclo, se introduzcan de forma automática en el interior de los ganchos. Estos “silentblocks” se encuentran en una caja de plástico en el interior del robot.

El ciclo del test de fugas se puede separar en 3 fases. Tras pulsar inicio de ciclo, unos tapones cierran todas las salidas del tubo de escape (la entrada del tubo y las dos cánulas). Así, la primera parte del proceso consiste en el llenado de aire del tubo de escape. Seguidamente, este requiere

de un tiempo de estabilización de la presión del aire ya introducido. Finalmente, durante unos 7 u 8 segundos se realiza el cálculo real de la fuga del conjunto.

Cuando haya terminado el ciclo de test de fugas, el robot determinará con luz verde o roja si ha pasado la prueba de forma satisfactoria o si, por el contrario, existe alguna fuga por posibles grietas en el tubo o soldaduras incompletas que dejan escapar el aire por esa zona.



Ilustración 18: Robot de fugas 1337 (producción propia)

5.4. EMBALAJE DEL PRODUCTO FINAL

El último proceso a realizar en la planta sería el embalaje de los tubos de escape y el posterior transporte hacia el cliente final.

Tras la finalización del test de fugas, el tubo de escape es llevado por dos operarios hacia el contenedor que está situado en una rotonda giratoria compuesta por un contenedor en la parte delantera y otro vacío en la parte trasera. Después de dejar el tubo en el contenedor, se le coloca una etiqueta de identificación de la pieza con la fecha y hora de fabricación.

Así, se van colocando las piezas hasta llenar un total de 10 unidades en el contenedor. Una vez llenado, se identifica el contenedor con una etiqueta en la zona visible y se gira la rotonda horizontalmente para tener disponible el contenedor vacío que estaba situado en la parte trasera.

Seguidamente, el contenedor lleno es llevado en carretilla hacia su zona de almacenaje. En dicha ubicación estará hasta la llegada del transporte por carretera que lo trasladará a otra planta, dedicada al transporte y almacenaje. Esta empresa mediante un canal de secuenciación llevará los tubos de escape al cliente final.



Ilustración 19: Embalaje final (Producción propia)

6. EMBELLECEDORES CON MARCAS Y PICADAS

A inicios del año 2017, en la línea de producción C520, se efectuó el lanzamiento de un nuevo proyecto. Este consistía en el ensamblaje de nuevos tubos de escape con los mismos componentes que los anteriores; pero con una diferencia, el material y aspecto de los embellecedores de salida. En el nivel anterior, los embellecedores eran únicamente de cromado color gris plata. Tras este nuevo lanzamiento, se empezó la fabricación de tubos con embellecedores pintados de color negro mate.

El proveedor de estos nuevos embellecedores es el mismo que realiza los cromados, que siguen en fabricación de forma paralela.

Semanas antes del inicio del proyecto, se recibieron unas muestras iniciales para realizar una prueba funcional y así, verificar la capacidad de realización de cada proceso. Esta prueba se llevó a cabo de forma satisfactoria, con la consecuente verificación de estas piezas y la validación para el inicio de su producción en serie.

La producción se inició siguiendo los mismos procesos y sin ningún cambio en los robots ni en el estándar de trabajo de cada operario. Además, la recepción de los materiales y el embalaje de los conjuntos finales seguían el mismo procedimiento anterior.

6.1. DETECCIÓN DEL PROBLEMA

Una semana después de empezar la producción de los nuevos modelos, el cliente “Ford” envió una reclamación por la recepción de 2 silenciosos con picadas en la parte exterior de los embellecedores. Estas piezas fueron devueltas para que fuesen revisadas y recuperadas. En ese momento, en la planta de escapes se lanzó una alerta de producción para que se revisara todo el stock de producto terminado con embellecedores negros que hubiera en planta, además de todos los embellecedores recibidos de proveedor y todo lo que ya estuviese recibido pendiente de llevar a producción. Por último, el operario u operarios encargados de colocar la pieza en el contenedor después de su paso por el test de fuga, debían revisar una a una todas las piezas que iban produciendo. En caso de encontrar alguna pieza con alguna marca o picada en el embellecedor, tenían la imposición de avisar al departamento de calidad y retirar la pieza.

Paralelamente, se empezó un seguimiento diario con las piezas fabricadas de cada referencia y el número de piezas con embellecedores defectuosos que se obtenían. Así, mediante un gráfico mensual (**ver anexo 1**), se irá observando la evolución del defecto para poder obtener algunas conclusiones y ver cómo afectan las acciones que se vayan tomando. Dicho gráfico mostrará el número de tubos de escape producidos diariamente con embellecedor negro y el número y porcentaje de recuperaciones que se han realizado. Además, en la parte izquierda se muestra el porcentaje global de recuperaciones realizadas en cada mes.

Como el cliente espera que se analice y se obtengan respuestas del problema, se inicia un proceso 8D. Tal y como se ha visto en el marco teórico, el 8D es una herramienta para la

resolución de problemas siguiendo unos pasos o disciplinas que seguidamente se van a llevar a cabo.

6.2. IMPLANTACIÓN DEL PROCESO 8D

Tras la detección por parte del cliente y la necesidad de proporcionar respuestas al problema, en este apartado se iniciará la sistemática del 8D. Esta se aplicará mediante una plantilla interna que presenta la empresa y en la que aparecen organizadas las distintas disciplinas que la componen.

Antes del inicio de este, el responsable de planta selecciona un equipo de trabajo para que sigan todo el procedimiento de las 8 disciplinas. Dicho equipo estará dirigido por un supervisor de la planta, con una formación suficiente sobre esta sistemática, por ser gran conocedor de los procesos de trabajo y tener experiencia en la resolución de problemas siguiendo esta metodología. El equipo lo formará junto con un técnico de calidad, el técnico de mantenimiento y un operario logístico.

Con los componentes que trabajarán para tratar de solventar esta disconformidad, el siguiente paso será empezar por el D1 mediante la descripción del problema de forma clara y concreta para empezar a trabajar sobre ello. Así, en la primera reunión quedó definido el problema como “EMBELLECEDORES NEGROS CON MARCAS Y PICADAS EN LA PARTE VISTA”. Pero, este primer paso no termina aquí, ya que se realiza también un análisis sobre el problema en sí, llamado “5W + 2H”. Para nuestro problema, se ha realizado de la siguiente forma, teniendo en cuenta la respuesta positiva a cada pregunta y el análisis también de los aspectos contrarios.

	5W + 2H	Is	Is not
What?	Afecta a los 4 tubos de escape nuevos por tener los embellecedores pintados.		No afecta a las referencias anteriores por tener embellecedores cromados.
Who?	Detectado por el cliente Ford.		No detectado en el proceso de fabricación, embalaje y transporte.
When?	Tras el inicio del nuevo proyecto en enero de 2017.		No afectaba anteriormente en ningún tubo de escape.
Where?	Detección en “Factoría Ford”.		No se detectó ni en la línea C520 ni en posición de stock final.
How?	Se detectó con una revisión final del vehículo antes de su expedición.		No detectado por no realizar una revisión específica a la zona afectada
How many?	Surgieron dos tubos de escape afectados.		No surgió en los 8 contenedores ya enviados anteriormente.
Why?	No tiene respuesta hasta la identificación de la causa raíz.		No tiene respuesta hasta la identificación de la causa raíz.

Tabla 1: Análisis 5W + 2H

Tras este análisis inicial del problema para poner en situación a todos los componentes del equipo, se cerrará el D1 y se dará inicio al segundo paso con una revisión del riesgo que pueda producir este problema en otros productos o procesos.

Como el problema afecta a la calidad de los embellecedores negros, se pueden descartar las demás líneas de soldadura, puesto que en ellas no se trabaja con ningún tipo de embellecedor. Centrándonos entonces en la línea C520, se pueden diferenciar los embellecedores cromados y los negro mate. Tras esta diferenciación, solamente podrá afectar a las referencias que montan embellecedor negro. Estas son:

GV41-5K254-BA / GV41-5K254-AA / GV41-5E292-LA / GV61-5E292-MA.

Este problema puede afectar a las 4 referencias mencionadas porque realizan los mismos procesos desde la llegada a planta como materia prima hasta su transporte a cliente.

6.3. SEGUIMIENTO Y ACCIONES INMEDIATAS

El propósito principal de esta tercera disciplina es básicamente limitar y contener el problema en la medida de lo posible, con el fin de asegurar los envíos y proteger al cliente para que no se vea afectado por las picadas y marcas de los embellecedores.

Hasta el momento, se desconoce cuál puede ser el área de trabajo crítica, es decir, la causa o motivo principal que puede provocar este defecto. Así, para contener el efecto, inicialmente se revisará todo el stock de embellecedores que haya en planta; desde los embellecedores recibidos en cada envío de proveedor y re embalaje de estos, hasta la revisión de los tubos soldados en todos los contenedores de producto terminado que estén aún almacenados en planta.

Esta primera revisión será realizada por los departamentos de logística y calidad. El primero controla todo el material de la nave con presencia de embellecedores negros, además de conocer cuando se realizan todas las recepciones de este material para preparar su inspección. Por otro lado, el departamento de calidad es el encargado de analizar las revisiones y diferenciar lo que puede ser un producto bueno para el cliente o defectuoso. Se realizarán unas instrucciones de revisión y un criterio de aceptación para formar a los operarios que vayan a realizar la inspección por cada recepción de materiales.

Además de revisar todos los embellecedores negros que haya en la nave, se iniciará la realización de una nueva tarea dentro de la línea de producción. Esta constará de la colocación de un soporte entre la máquina que realiza el test de fugas y el contenedor, para así colocar el conjunto del tubo de escape antes de introducir en contenedor. Una vez se posicione sobre el soporte, el operario, siguiendo unas directrices y un procedimiento, realizará la revisión de la parte vista de los embellecedores para evitar que pueda llegar a embalsarse algún tubo de escape no conforme.

Paralelamente a estas revisiones para asegurar los servicios al cliente, se empezará a realizar un seguimiento del problema con la extracción de datos y su representación en forma de gráficos y tablas para poderlas sobre la mesa y tratar de extraer algunas conclusiones para las siguientes disciplinas. El equipo propuso analizar todos los procesos dentro de la línea de fabricación. Con esto, durante 3 o 4 días seguidos se revisará todo el proceso que sufren los embellecedores desde su posición en la rampa de aprovisionamiento antes de ser introducido al primer robot, hasta el punto de inspección final de tubo completo. Este seguimiento estará separado en 5 puntos de análisis, que no son otros que la salida de cada uno de los robots y la recepción inicial del material. Cada análisis diario estará formado por unas 30 o 40 muestras, dependiendo de la decisión del técnico de calidad según las conclusiones que pueda estar extrayendo, que será el

que realice este seguimiento para posteriormente exponer los resultados obtenidos al resto del equipo (**ver anexo 2**).

Pero, no solo se contabilizará el número de piezas afectadas en la salida de cada robot, sino que también se revisará la posición de las picadas o las marcas en cada embellecedor para estudiar la concentración de los defectos en algunos puntos determinados y así, poder identificar con mayor facilidad las posibles causas y su fin principal, la causa raíz.

6.4. POSIBLES CAUSAS Y CAUSA RAÍZ

Después de exponer el estudio realizado en los días anteriores, se dará inicio al D4 con las diferentes causas que puedan ocasionar el problema. Así, se identifican distintos puntos potenciales que provocan el defecto en la parte vista de los embellecedores. Así mismo, la superficie exterior de los embellecedores se ve afectada en los cuatro cuadrantes. Con esto, se observan grandes problemas en las superficies de apoyo de los embellecedores en cada robot, identificándose así como las primeras causas extraídas.

Pero, como los estudios iniciales no han conseguido obtener los resultados esperados, se realizará un diagrama de Ishikawa para valorar todas las posibles causas que puedan producir nuestro defecto. Esta herramienta divide las causas en ramificaciones para separar las distintas fuentes que puedan ser causantes del problema. Así, se han distinguido los diferentes motivos principales. Los operarios según su predisposición, proactividad o cansancio pueden afectar directamente al producto que están ensamblando. Además de este, los procesos establecidos para el flujo del producto desde su recepción hasta su envío final también pueden acarrear problemas en algún punto determinado. Tampoco hay que dejar de lado los propios embellecedores, porque pueden recibirse con un embalaje inadecuado o incluso la pintura puede no cumplir las especificaciones establecidas. Por último, habrá que tener en cuenta los robots de soldadura, que durante su proceso también podrían marcar o picar los embellecedores.

Tras separar las distintas ramificaciones, el siguiente paso es desglosar cada posible causa potencial en diferentes sub causas para identificar con mayor exactitud la causa principal.

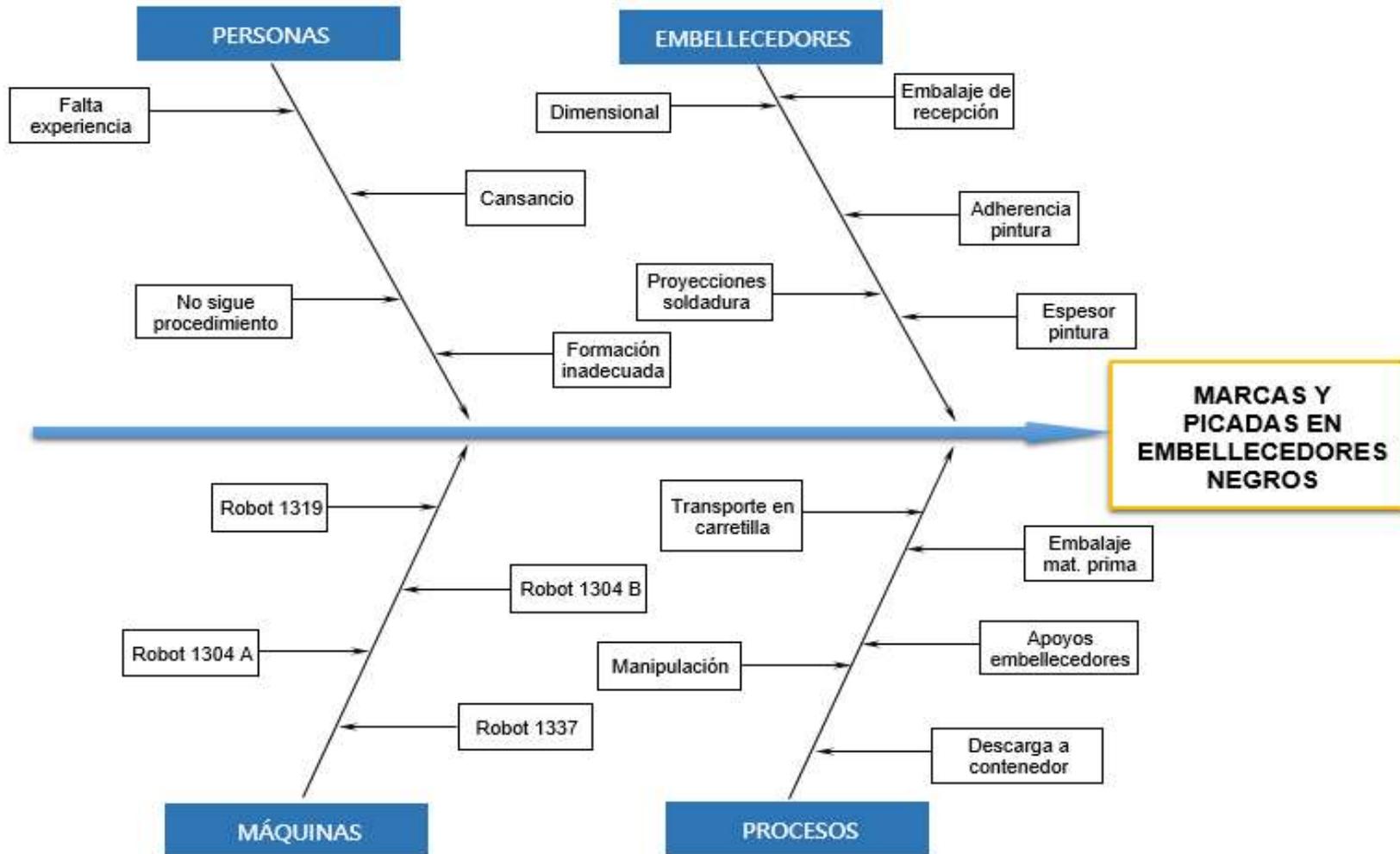


Ilustración 20: Diagrama de Ishikawa (Producción propia)

Después de la realización del diagrama de espina de pescado, el equipo se reunió para tratar de determinar la causa principal del problema y poder centrar la resolución de este en unos aspectos determinados. Con los informe de seguimiento en la línea de soldadura y todas las posibles causas del diagrama causa-efecto sobre la mesa, se identificaron como causantes principales tanto el espesor y calidad de la pintura como los apoyos de los embellecedores durante el proceso de posicionado de los componentes en cada robot de la línea de soldadura.

Dicho esto, para terminar con la definición de la causa raíz i asegurarnos que la resolución del problema va por el camino correcto, se empleará la técnica de “Los 5 por qué”. En ella, se realizarán 5 preguntas de forma ordenada para poder distinguir el foco principal causante de las picadas y marcas de los embellecedores.

-¿Por qué aparecen embellecedores negros con marcas y picadas en su superficie?

Porque durante el proceso de ensamblado en línea, los embellecedores hacen contacto con distintos apoyos o protecciones que no se encuentran en buen estado.

-¿Por qué los embellecedores hacen contacto con distintos apoyos o protecciones en mal estado?

Porque no se realiza el mantenimiento preventivo adecuado de las protecciones y los apoyos tienen demasiada zona de contacto con la parte vista del embellecedor.

-¿Por qué no se realiza el mantenimiento adecuado y los apoyos contactan tanto con el embellecedor?

Porque al introducir el nuevo proyecto de silenciosos con embellecedores negros no se modificó el estándar y los apoyos ya existentes.

-¿Por qué no se modificó el estándar y los apoyos anteriores al nuevo proyecto?

Porque no se consideró la posibilidad de que estos nuevos embellecedores se comportaran de forma distinta.

-¿Por qué no se consideró esta posibilidad?

Porque el proveedor aseguró mediante datos e informes la total capacidad y calidad del producto en sí.

Con esto se termina de analizar la producción del defecto del que tanto se está hablando. Pero, no hay que dejar de lado la no detección de la disconformidad, al no tener un puesto de revisión de los embellecedores desde la línea de producción hasta la recepción de los conjuntos por parte del cliente.

En el siguiente apartado, se van a proponer distintas soluciones para tratar de mitigar o incluso eliminar la cantidad de embellecedores defectuosos que salen de la línea de soldadura. Además, se situarán puntos de revisión y recuperación para el caso de la detección de una pieza defectuosa.

6.5. -ACCIONES CORRECTIVAS

Tras el análisis realizado para identificar y priorizar diferentes causas, se dará apertura a la disciplina número cinco. En este apartado se iniciará la búsqueda de acciones a realizar para mejorar la situación actual, basándose en las principales causas que se han extraído en el D4. Para ello, será necesario sacar el máximo rendimiento a la creatividad y pensamiento de los participantes del equipo; para que, con sus ideas, consigan proponer acciones sencillas y rápidas de implementar para poder visualizar mejoras lo más rápido posible. Tal y como plantea la filosofía Kaizen, "Es mejor un 60% de mejora hoy que un 100% dentro de un mes".

El equipo se reúne para tratar de obtener posibles soluciones a la causa raíz extraída en el apartado anterior, sin dejar de lado demás causas que también pueden ocasionar picadas y marcas en los embellecedores. El supervisor propone un periodo de 5 minutos de tiempo para que todos los componentes del equipo puedan presentar posibles acciones para tratar de resolver o aminorar el problema. Tras este ejercicio, se han obtenido las siguientes propuestas:

ROBOT	ACCIÓN PROPUESTA
Material	Mejora del estado y aumento del espesor de la pintura por parte del proveedor.
Material	Cambio de la tonalidad de algunos embellecedores que aparecen con negro brillante.
Embalaje	Cambiar el diseño de los contenedores de producto final para evitar posibles golpes y marcas en los embellecedores.
1319	Colocar teflón en base del apoyo del embellecedor.
1319	Reducir los puntos de apoyo del embellecedor formando entre sí 120º (de 4 a 3 puntos de apoyo).
1319	Acortar o quitar las 3 aletas de soporte de la cola interior al embellecedor.
1319	Reducir altura de la placa cilíndrica donde apoya la cánula para una mejor extracción del subconjunto soldado.
1319	Limpiar con mayor frecuencia el apoyo de los embellecedores.
1319	Cubrir parte superior del embellecedor en el robot para evitar proyecciones o suciedades.
1319	Cambiar el diseño y del material de apoyo del embellecedor.
1304	No tener en rampa más de un subconjunto soldado en 1319 para que no se golpeen entre sí.
1304	Colocar un soporte para dejar los subconjuntos soldados en 1319.
1304	Colocar fieltro en parte superior de la rampa de subconjuntos.
1304/1337	Chequear diariamente el estado de las gomas y cambiarlas cuando sea necesario.
1304 (B)	Eliminar cuna inferior para el apoyo de los embellecedores.
1319	Hacer separadores de cartón más altos para el embalaje de los embellecedores.

Tabla 2: Acciones obtenidas Brainstorming

Después de plantear y tomar nota de todas estas posibles acciones, el supervisor es el encargado de enunciar las acciones una a una para valorar entre todo el equipo la posibilidad de realizar dicha acción y, así, asignarle un responsable y un plazo de realización. El siguiente paso (D6) será el de poner en práctica cada una de las acciones y verificar si dichas acciones se realizan de forma correcta y aportan beneficios al proceso.

En primer lugar, muchos operarios, que trabajan día a día con estos productos, achacan la problemática a un posible mal estado de la pintura que llevan los embellecedores. Para poder asegurarnos de esta hipótesis, se pedirá a una empresa externa un ensayo sobre el espesor de la pintura para analizar algunos embellecedores en diferentes puntos del proceso y valorar si cumplen o no las condiciones mínimas que debe satisfacer el proveedor de estos embellecedores.

Para este análisis serán enviadas a analizar diferentes muestras para tratar de extraer alguna conclusión que nos ayude a resolver el problema. Así, se enviarán embellecedores que aún no han sufrido ningún proceso en la planta pero que a simple vista se observa que pueden tener distintas tonalidades de negro (mate y brillante). Además, se enviarán cuatro subconjuntos cánula-embellecedor que ya han pasado por el robot 1319; dos derechos y dos izquierdos y que, además, uno de cada lado con la pintura sin picadas y el otro con picadas en su superficie.

Al siguiente día, se obtuvieron los resultados del ensayo (**ver anexo 3**). En este, de las 10 muestras analizadas, todas aparecen con un espesor mínimo inferior a la tolerancia permitida, siendo los embellecedores con tono mate los de menor espesor.

Tras analizar los resultados obtenidos en el análisis y detectar la recepción de algunos embellecedores con distinta tonalidad de negro, el departamento de calidad se pondrá en contacto con la empresa proveedora de los embellecedores. Esta organización asiática achaca el problema al proceso de preparación de la pintura, siendo un proceso complicado para ellos y del que no pueden mejorar en cuanto al espesor se trata. Por otra parte, la tonalidad de los embellecedores si será corregida mediante un mayor periodo de estabilización de la pintura antes de aplicarla a los embellecedores. De esta forma, aunque el cliente no ha levantado la voz sobre el tema de la tonalidad, podría ser un causante de la formación de marcas y picadas, por lo que es mejor solventarlo y esperar futuras mejoras en la calidad de nuestro producto.

Cambiando ya a nivel interno de nuestra organización, para la revisión y recuperación de los embellecedores picados, se dispondrá de un soporte en la salida del robot que realiza el test de fugas 1337, antes de colocar el conjunto del tubo en el contenedor de producto final.



Ilustración 21: Soporte revisión embellecedores (Producción propia)

La operación consistirá primero en la colocación del tubo sobre la horquilla en forma de “V” y la marmita trasera en su apoyo del soporte. Una vez situada la pieza, se realizará todo el proceso de revisión siguiendo la instrucción de trabajo que se ha realizado y validado tras la implementación del puesto de revisión (**ver anexo 4**).

En caso de que el operario decida que la pieza presenta alguna disconformidad, dispondrá de un bote de pintura con las mismas características que la pintura imprimada. Esta se aplicará siguiendo de forma rigurosa la instrucción de trabajo, sin acercarse demasiado al bote para evitar gotas o derrames de pintura. Tras la aplicación de la capa necesaria de pintura, el operario esperará unos segundos antes de volver a colocar la malla de protección y cargar la pieza al contenedor final.

Esta operación de revisión y recuperación se realizará sobre el soporte para los silenciosos “GV41-5K254-BA”, “GV41-5K254-AA” y “GV41-5E292-LA”; mientras que el conjunto “GV61-5E292-MA”, realiza esta operación después de cargar la pieza en el contenedor. Esto ocurre porque este tipo de tubo presenta un embalaje nuevo que libera la parte lateral del contenedor y evita que los embellecedores puedan ser golpeados en el contenedor.



Ilustración 22: Embalaje final viejo
(Producción propia)



Ilustración 23: Embalaje final nuevo
(Producción propia)

El departamento de logística, por los posibles golpes que puedan sufrir los embellecedores al cargar la pieza sobre el contenedor, contactará con el cliente para tratar de conseguir un estándar nuevo de embalaje para todos los tubos de escape que lleven embellecedor negro. Tarea difícil porque el embalaje final es responsabilidad del cliente y no se muestra predispuesto a realizar esa inversión. Por eso, el técnico de calidad realizará una formación para los operarios, consistente en la correcta realización de la revisión de los embellecedores y la carga de la pieza al contenedor. Además, la concienciación a los operarios de las consecuencias que puede ocasionar a la planta el hecho de enviar un tubo de escape con los embellecedores picados o marcados.

Una vez atacado el problema por la falta de calidad del material y establecido el proceso de revisión y recuperación al final de la línea de soldadura para evitar envíos defectuosos a cliente, el siguiente paso es el de mejorar los procesos internos de manufactura y ensamblaje. Tras la determinación de los apoyos de los embellecedores en los distintos robots como causa raíz de nuestro problema, se irán implantando y poniendo en práctica las distintas acciones correctivas.

El departamento de ingeniería se puso en contacto con la empresa externa encargada del diseño y fabricación de los utillajes y demás apoyos y soportes de los robots. Tras diversas reuniones y

propuestas, se aceptaron algunos cambios de los que se espera que puedan ayudar reducir considerablemente los embellecedores defectuosos.

Empezando por el robot de subconjuntos 1319, la propuesta aceptada ha sido la de cambiar el diseño de la base de apoyo de los embellecedores, tratando de reducir la superficie de contacto con la base del embellecedor mediante la inclusión de cuatro apoyos que puedan hacer el mínimo contacto con el embellecedor para evitar que pueda marcarlo. Además, se eliminará el número de aletas (se reduce de 8 a 3) y se reducirá la altura del cilindro interior para mejorar la extracción del subconjunto cánula-embellecedor una vez soldado. De esta forma, evitará que pueda engancharse cuando el operario realice la operación de descarga del subconjunto y, por tanto, evitará gran número de golpes y marcas.

En las siguientes ilustraciones se observa el diseño anterior y el actual, con las diferencias que se acaban de mencionar.

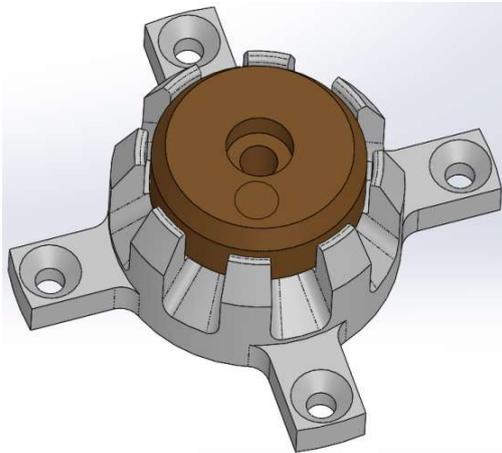


Ilustración 24: Diseño anterior soporte.
Recuperado de: 'Presupuesto Agfra 701' (2017)

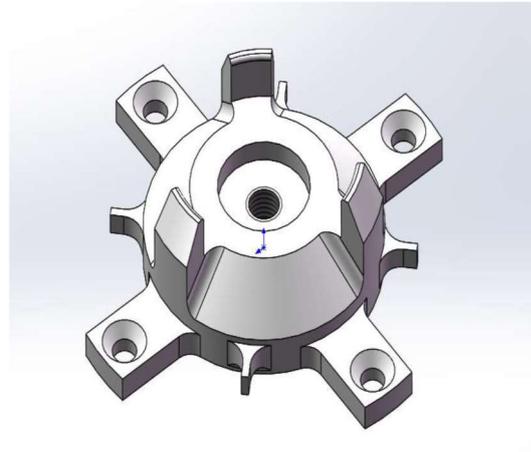


Ilustración 25: Diseño actual soporte.
Recuperado de: 'Presupuesto Afra 701' (2017)

Tras esta primera medida en el robot 1319, en el paso de los días se observó que efectivamente se reducen las picadas en los embellecedores, pero que la base sufría un desgaste de forma bastante rápida, aumentando de nuevo la producción de defectos. Para poder evitar esta circunstancia, inicialmente se probó la colocación de teflón sobre la base de apoyo para evitar el contacto directo con la base de plástico. Tras las primeras pruebas se observó que este teflón se ensuciaba de forma rápida y no podía acoplarse bien a la base.

Por eso, había que buscar otra solución al problema de desgaste del soporte. Entonces se llevó a la práctica una idea realizada en el proceso del *Brainstroming*, con el diseño, fabricación y montaje de una chapa de latón que se colocará en la parte superior del embellecedor para así, evitar que puedan penetrar algunas proyecciones de la soldadura o suciedad en el interior de este y que puedan desgastar la base de apoyo.

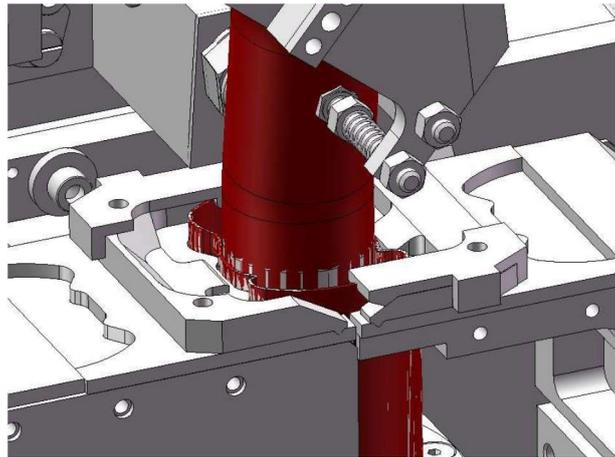


Ilustración 26: Protección lateral embellecedor.
Recuperado de: 'Presupuesto Afra 703' (2017)

Con estas medidas, se eliminan prácticamente a la totalidad el número de recuperaciones por picadas en los embellecedores. Pero, esto no queda aquí, el departamento de mantenimiento programará un estándar de limpieza a realizar al inicio de cada turno para la buena conservación de los utillajes y soportes. Además, mensualmente se cambiará la pieza de soporte de los dos embellecedores para evitar que el desgaste que pueda sufrir esta placa de plástico pueda afectar a la calidad de los productos.



Ilustración 27: Mejoras implantadas en 1319 (Producción propia)

Para terminar las acciones en el robot de subconjuntos, se plantea la posibilidad de colocar unos apoyos en la salida del robot para dejar las piezas soldadas a la espera de ser colocadas en el siguiente robot. Dicho esto, un operario propuso la colocación de un soporte que permita la manipulación sin afectar al producto.



Ilustración 28: Soporte subconjuntos 1319 (Producción propia)

Siguiendo la disciplina D6 con la implantación de las acciones correctivas, se van a llevar a término las ideas enunciadas anteriormente para el robot de conjunto final 1304 en las dos mesas. En ambas mesas no se realiza ninguna soldadura cercana a los embellecedores, por lo que es conveniente cubrir dichos embellecedores pero sin necesidad de contacto directo. Para ello, en la anterior metodología de obtención de acciones, se ha propuesto cambiar el diseño de las cajas que cubren el embellecedor en el robot de conjunto final (mesa B). El objetivo de este cambio es cubrir únicamente el embellecedor por la parte superior, haciendo la base de material esponjoso para que el embellecedor se apoye sin ocasionarse ninguna marca o roce.



Ilustración 29: Cajas embellecedor 1304 (mesa B) (Producción propia)

Otra acción a llevar a cabo, pero en la otra mesa A, será el chequeo diario del técnico de mantenimiento del estado de las gomas donde cierran el embellecedor. En muchas ocasiones, estas láminas de fieltro se desplazan de su correcta posición y ocasionan que el embellecedor

se marque en su lateral. Así, el técnico de mantenimiento determinará según su criterio cuando es necesario cambiar las láminas y él mismo realiza el cambio.



Ilustración 30: Filtro apoyo Mesa A (Producción propia)

Para finalizar con las acciones correctivas para tratar de solventar el problema que se está analizando, se tratará de acondicionar el último robot que nos falta, 1337. En este robot, para realizar el test de fugas, es necesario cerrar todas las posibles salidas de aire que pueda tener el conjunto del tubo de escape. Con esto, los embellecedores se encuentran soldados a las cánulas de salida del conjunto, por lo que es necesario cerrar la salida de las cánulas para realizar el test. Hasta el momento, este cierre estaba formado por una esponja cubierta de cinta aislante, que presionaba al embellecedor para cerrar completamente cualquier salida de aire. Este sistema de cierre producía algún roce al embellecedor si no estaba colocado en la posición correcta. Por eso, para evitar cualquier tipo de disconformidad, se va a proceder a cambiar la esponja por una de menor tamaño para que pueda introducirse en el interior del embellecedor y así, hacer presión sobre la salida de la cánula en vez de sobre el embellecedor en sí.



Ilustración 31: Cierre salida silencioso 1337 (Producción propia)

6.6. EFICACIA E IMPACTO DE LAS ACCIONES APLICADAS

Una vez implantadas todas las acciones que el equipo ha determinado para tratar de solventar el problema, el siguiente paso será evaluar y hacer seguimiento de las acciones aplicadas para poder obtener conclusiones acerca de si cada acción produce un progreso o si, por el contrario, no mejora la situación actual. Este paso es la disciplina denominada como D7.

Después de haber puesto en práctica las acciones enunciadas anteriormente, el equipo se vuelve a reunir para poder explicar todas las medidas llevadas a cabo. Tras esta reunión, se determina un periodo de 3 días para que los responsables de cada acción puedan evaluar el proceso y así, dictaminar la efectividad de sus medidas.

La revisión ha consistido, igual que al inicio de la implantación de las 8 disciplinas, de un análisis pieza a pieza en la salida de cada robot de la línea desde la recepción de los componentes a la rampa de aprovisionamiento, hasta el puesto de revisión final (**ver anexo 5**). De esta forma, se determina que se ha producido una notable mejoría en la salida de todos los procesos, por lo que las acciones aplicadas se mantendrán siguiendo su funcionamiento actual y se incluirán en los estándares e instrucciones de trabajo.

Pero, no todo marcha de forma satisfactoria, ya que la propuesta de colocar la chapa de latón sobre los embellecedores para evitar la penetración de proyecciones produce dificultades para el operario. Estos operarios, para cerrar las cunas de los embellecedores en el 1319, afirman que esta chapa produce un inconveniente a la hora de realizar esta acción. El problema es la fuerza excesiva que tiene que realizar para cerrar el anclaje, produciéndole así una carga extrema para su brazo derecho al final de cada turno.

Tras revisar esta situación, se decide quitar esta chapa para facilitar la operación de los operarios y evitar posibles lesiones. Entonces, habrá que contrarrestar esta acción eliminada con alguna mejora que pueda compensar el aumento de proyecciones y suciedades que entrarán en la base del embellecedor. Para ello, se determinará una mayor frecuencia de limpieza de estas bases, realizándose al inicio de cada lote en vez de a cada turno. Por otra parte, el cambio de las bases por unas nuevas también se realizará con un periodo de trabajo más corto para evitar que su desgaste pueda llegar a deteriorar la pintura del embellecedor.

Para poder finalizar el proceso de resolución del problema D8, el equipo se reúne por última vez. En esta reunión se expone la situación actual con el porcentaje de embellecedores que tras la revisión se está realizando su recuperación. Con los datos en mano, se concluye que es muy difícil mejorar notablemente la situación actual, puesto que hay muchos factores que pueden afectar directamente a estos embellecedores.

Partiendo de que el proveedor no nos puede asegurar la calidad de la pintura de sus productos, ya que, en algunas ocasiones, el espesor de la pintura no llega a los valores mínimos establecidos. Por otra parte, tanto la maquinaria como los sistemas de protección no garantizan el 100% de eficacia y siempre puede aparecer alguna pieza no conforme. Por último y no menos importante, aparece la influencia del factor humano. Los operarios según su cansancio, mal montaje o mala formación, también pueden afectar a la aparición de algún embellecedor con alguna marca o picada en su parte vista.

Por todo esto, es imprescindible mantener la operación de revisión final y recuperación de los embellecedores que serán incluidas en los estándares e instrucciones de trabajo (**ver anexo 6**). Además, en la salida del robot de subconjuntos 1319, el operario también revisará el estado de los embellecedores antes de pasar al siguiente robot. Esto es necesario ya que es el proceso más crítico en la ocurrencia de estos defectos.

Para poder cerrar de forma oficial el 8D, cada componente del equipo expondrá sus valoraciones y opiniones sobre todo el procedimiento llevado a cabo. La mayoría coinciden en la deficiente calidad de los embellecedores recibidos por el proveedor asiático. Partiendo de esto, se intenta informar a todos los componentes de la planta de todas las acciones y operaciones realizadas para tratar de solventar este problema. Además, se comunicará también la imposibilidad de cambiar de proveedor porque es una decisión que depende de cargos superiores externos a la planta y a los que no les conviene por la repercusión económica que ello supondría.

La reunión finaliza con el agradecimiento por parte del supervisor a todos los componentes del equipo, ensalzando la importancia de su compromiso, trabajo en equipo y el análisis de todos los posibles factores. El hecho de poder hacer sentir importante a cada uno de los componentes que han participado en este proceso, hace que disfruten y se sientan involucrados para la realización de próximos ejercicios similares a este en cualquier otra problemática que pueda surgir.

7. AUMENTO EN LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

7.1. INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO

Después de analizar y tratar de reducir lo máximo posible el número de piezas afectadas por las picadas y marcas de los embellecedores, el equipo de trabajo asume que habrá que convivir con este problema siempre que el proveedor no cambie o mejore la imprimación de la pintura con la que trabaja.

Esto, repercute directamente en el proceso de ensamblado de los tubos de escape que lleven embellecedor de color negro. La operación de revisión final, antes de introducir el silencioso en el contenedor, se mantendrá y se incluirá en las instrucciones de trabajo y en todos los procedimientos como el esquema de tareas, tabla de combinación o medidas del tiempo de ciclo. Así, el problema de la falta de calidad en algunos embellecedores abre otra circunstancia complicada para el día a día en la empresa.

Añadir la operación de revisión de los embellecedores negros aumenta el tiempo de ciclo en los productos con estos embellecedores. Esto provoca una disminución en el número de piezas que se consiguen fabricar diariamente y, consecuentemente, no se llega a cumplir con las necesidades demandadas por el cliente. Además, hay que sumarle otro inconveniente al verse imposibilitados a realizar horas extra o incluir otro turno porque ya está cubierto el horario máximo de producción semanal. Se opera a 3 turnos ininterrumpidos de lunes a viernes y los fines de semana turnos de 12 horas siendo el máximo permitido por la organización.

Dicho esto, la planta deberá trabajar para tratar de solventar esta situación lo más rápido posible para evitar tener problemas con el cliente al no llegar a satisfacer sus necesidades. El responsable de planta, después de diversas reuniones con demás cargos de la organización, decide llevar a cabo un *hoshin*. Esta metodología de trabajo en equipo será aplicada para, a partir de un profundo análisis de la situación actual en la que se está operando, llegar a mejorar los procesos de trabajo para poder producir mayor número de unidades con la misma calidad que se ofrece actualmente.

Esta metodología no se aplica solamente con el objetivo de reducir el tiempo de ciclo y llegar a cubrir la demanda exigida por el cliente. Además, Ford exige periódicamente ahorros ya que los precios no paran de bajar y se necesita mayor capacidad de reacción ante cualquier cambio o progreso que se pueda llegar a exigir. Por otra parte, los competidores no dejan de aparecer y crecer, con la apertura de nuevos mercados, el abaratamiento del transporte y la logística y, cómo no, la globalización en la que nos encontramos; sin dejar de lado las mejoras que puedan ofrecer en términos de productividad y calidad

El responsable de realizar esta metodología será el responsable de seguridad que posee formación como "FES Specialist". Este término *FES*, "*Faurecia Excellence System*", es un sistema interno del grupo Faurecia que determina sus metodologías, estándares y filosofía. Esta persona selecciona un equipo de trabajo con un componente de cada uno de los distintos departamentos de la empresa. Este procedimiento *hoshin* se ha programado para una duración de 3 días laborables.

Tras la formación del equipo, la primera reunión servirá para iniciar a todos los componentes en la situación en la que se encuentran mediante una descripción del problema. El objetivo inicial es tratar de transmitir al personal de los efectos que puede tener la continuidad de seguir con

la situación actual y tratar de concienciarles para guiar todas las tareas y acciones hacia un fin común.

Después de poner sobre la mesa la situación actual, será importante inculcar a los componentes del equipo los principales principios de la filosofía “KAIZEN”. Así, el equipo funcionará de forma más óptima, con mayor creatividad para la creación de ideas y, sobretodo, para que puedan ofrecer todos sus conocimientos y herramientas para poder ofrecer un cambio positivo para los procesos.

Una vez situados en la problemática a mejorar y habiendo iniciado al equipo de los fundamentos de la metodología “KAIZEN”, el próximo paso será enunciar los pasos que se van a seguir durante este ejercicio *hoshin*. El procedimiento a seguir se iniciará mediante el cálculo del *Tack Time* y el del tiempo de ciclo actual para evaluar las diferencias que hay entre sí y el margen de mejora del que se dispone. Tras esto, mediante un seguimiento exhaustivo de la línea de producción, se tratarán de identificar los desperdicios que se producen en el día a día de trabajo para tratar de reducirlos mediante distintas acciones que puedan plantearse. Todo esto centrándose en todo momento en el cuello de botella para conseguir que las mejoras reduzcan el tiempo de ciclo del producto y puedan así, producirse un mayor número de piezas.

7.2. CÁLCULO DEL TAKT TIME

Ante la situación planteada en el punto anterior, llega el momento de pasar a la práctica y empezar a seguir el procedimiento para tratar de mejorar la situación enunciada.

De esta forma se va a proceder a calcular el tiempo de ritmo ideal, también llamado *Tack Time*. Este valor, como se ha descrito en el marco teórico, es el cociente entre el tiempo útil en el que se realiza producción en un día de trabajo y los tubos de escape demandados por el cliente en esa línea. Esta demanda se va a fijar en 820 unidades/día, que representa las necesidades definidas por el cliente para esta semana. Así mismo, cabe destacar que esta demanda es variable y por eso es necesario flexibilizar en los resultados y, sobretodo, tener capacidad de respuesta ante un posible cambio considerable.

El otro término a obtener para obtener el *Tack Time* es el tiempo útil de producción. Al tiempo total que tiene un día es necesario eliminar el tiempo en que los operarios no se encuentran dedicados a la manufactura de los tubos de escape. Para ello, se tendrá en cuenta el tiempo dedicado a pausas programadas y cambios de producción que se producen en un día normal de trabajo. Estos son:

PAUSAS PROGRAMADAS	Tiempo turno (min)	Turnos	Tiempo total (min)
Top 5 en GAP de la línea al inicio cada turno	10	3	30
Pausas de descanso	30	3	90
Revisión seguridades al inicio cada turno	5	3	15
Limpieza zona de trabajo al final cada turno	10	3	30
Cambios de producción (cambio de utillajes)	-	-	80

Tabla 3: Pausas y cambios de producción

De esta forma, se determina una suma de 245 minutos al día de pausas programadas junto con los cambios de producción. La fórmula y resolución quedará de la siguiente manera:

$$Takt\ Time = \frac{\text{Tiempo de producción}}{\text{Número de piezas demandadas}}$$

- Tiempo de producción = 24 horas
- Pausas programadas = Top 5 + Seguridades + Pausa + Limpieza = 165 minutos
- Cambio de producción = 80 minutos
- Demanda de cliente = 820 (previsión máxima)

$$Takt\ Time = \frac{((24 \times 60) - 245) \times 60}{820} = 87,4\ \text{segundos}$$

Ilustración 32: Cálculo del Tack Time (Producción propia)

Con esto, queda determinado el tiempo de ciclo objetivo en 87,4 segundos. A partir de ahora, el objetivo del ejercicio *hoshin* va a ser tratar de acercar el tiempo de ciclo estándar lo máximo posible a este *Tack Time*. A ser posible se intentará que el tiempo de ciclo de obtención de un producto esté ligeramente por debajo de los 87,4 segundos, ya que en muchas ocasiones la calidad del producto no es la adecuada y el rendimiento y disponibilidad de los operarios no puede ser la adecuada en las 8 horas de su jornada laboral.

7.3. TOMA DE TIEMPOS E IDENTIFICACIÓN DE DESPERDICIOS

Una vez determinado el tiempo objetivo para la obtención de cada tubo de escape, la siguiente tarea será determinar qué aspectos pueden reducir el tiempo de ciclo y mejorar el puesto de trabajo. Para ello, inicialmente se introducirá al equipo en cada uno de los 7 desperdicios. Esta formación inicial se realiza con el propósito de que sean capaces de visualizar estos desperdicios en las operaciones realizadas en los puestos de trabajo.

Tras esto, el equipo de trabajo se desplazará a la línea de producción del C520. El objetivo de este siguiente paso será analizar, mediante la toma de tiempos, todas las operaciones realizadas por cada uno de los operarios. De esta forma, se intentarán identificar los numerosos desperdicios que puedan ocasionarse en las operaciones realizadas por cada operario.

La forma de realizar este ejercicio será dividiendo el equipo en grupos de 2 personas para que cada grupo analice las tareas realizadas por cada operario. Antes de iniciar la toma de tiempos, cada grupo separará el ciclo de su operario en distintos fragmentos de unos 15 segundos, con la necesidad de identificar puntos del proceso que separen cada fragmento. Esto se realiza con la intención de facilitar la identificación de los desperdicios. De esta forma, en cada plantilla de realización de medición del tiempo de ciclo, se fragmentará el ciclo en numerosas operaciones. En cada operación, se coloca en la primera celda el punto de inicio de la medición y en la segunda la operación realizada durante el proceso de medición.

Después de separar el ciclo de cada operario en distintas operaciones, se empezarán a realizar las mediciones al menos 10 ciclos seguidos de trabajo. Un componente del grupo, con cronómetro en mano, será el encargado de realizar las mediciones; mientras que el otro anotará los tiempos en la plantilla del tiempo de ciclo (**ver anexo 7**).

Además, es importante destacar el apartado de observaciones. En caso de que alguna medición sea anómala o superior a la media, habrá que identificarle una letra. Cada letra de las observaciones llevará una descripción y normalmente coincidirá con alguno de los 7 desperdicios.

Tras finalizar todas las mediciones, el equipo volverá a la sala de reuniones. Allí, cada grupo terminará de rellenar las celdas faltantes con la suma de todas las operaciones para la obtención de cada tiempo de ciclo; y el promedio, mínimo y máximo de cada operación. Además, comentarán los puntos más relevantes que han detectado durante la realización de estas mediciones y desarrollarán cada una de las observaciones tomadas, identificando así los distintos desperdicios que se producen durante la obtención de los tubos de escape.

DESPERDICIO	PROBLEMA	CAUSA
Movimientos	Exceso pasos de los operarios	Layout no optimizado
Transporte	Retorno de contenedores vacíos no óptimo	Las rampas de aprovisionamiento sin capacidad suficiente en caso de retraso.
Operación sin valor añadido	Botonera test de fugas 1337	El pulsador de inicio de ciclo se encuentra lejos de la posición del operario
Esperas	Excesivo tiempo de espera operarios	Contenido de trabajo desequilibrado
Movimientos	Transporte de piezas de 1337 a contenedor	Demasiada distancia recorrida con la pieza cargada
Movimientos	Transporte subconjuntos tras robot 1319	Ubicación subconjuntos lejos del operario 2

Tabla 4: Identificación de desperdicios

Los distintos desperdicios que se han identificado han provocado un aumento considerable en el tiempo de ciclo de algún producto. Entre ellos, cabe destacar el tiempo ocioso por esperas y desplazamientos que presenta el operario. Este problema puede venir por una mala colocación de las máquinas de la célula de trabajo y la mala distribución en el reparto de tareas para cada uno de los operarios.

Por otra parte, se han identificado algunas acciones o situaciones que también pueden llegar a provocar pérdida del rendimiento de la línea por algunas esperas por falta de materia prima, ciertos movimientos innecesarios o incluso operaciones que no generan ningún valor sobre el producto que se está manufacturando.

Así, será necesario realizar un diagrama de tiempo de ciclo para evaluar la carga de trabajo que soporta cada operario para poder equilibrar sus tiempos de ciclo y reducirlos lo máximo posible mediante algunas acciones que permitan eliminar los desperdicios que se han mencionado.

7.4. DIAGRAMA DE TIEMPO DE CICLO

Tal y como se ha comentado en el apartado anterior, el siguiente paso del ejercicio *hoshin* será la realización de un diagrama tiempo de ciclo para representar, con las medidas realizadas en el punto anterior, el estado actual de esta línea de trabajo con respecto al *Takt Time*. De esta forma, se podrá visualizar todo el margen de mejora existente para que el equipo de trabajo confíe en la importancia y en el valor de llevar a la práctica buenas acciones para propiciar una mayor productividad en esta línea C520.

Partiendo de que el *Takt Time* para cada operario se encuentra en 87,4 segundos por pieza, será complicado llegar a ese valor, puesto que la suma del tiempo de operación de las dos mesas del robot 1304 se encuentra en 91 segundos. De esta forma, inicialmente se pretenderá mejorar las operaciones realizadas por los operarios para reducir lo máximo posible este tiempo de ciclo, dejando para más adelante la posibilidad de realizar la inversión de mejorar el robot de soldadura para bajar su tiempo de operación. Dicho esto, los resultados obtenidos en las mediciones anteriores son los siguientes:

Operario	Op.1 (seg)	Op.2 (seg)	Op.3 (seg)	TOTAL (seg)
Mínimo	79,70	89,52	77,70	246,92
Medio	93,65	92,83	95,75	282,23
Máximo	111,31	112,75	119,50	343,56
M1304 (A)	48 seg	M1304 (B)	43 seg	91 seg

Tabla 5: Mediciones tiempo de ciclo actual

Tras la obtención de los resultados, serán introducidos en la plantilla del diagrama de tiempo de ciclo para empezar a extraer conclusiones iniciales sobre el margen de mejora posible en las funciones de cada operario.

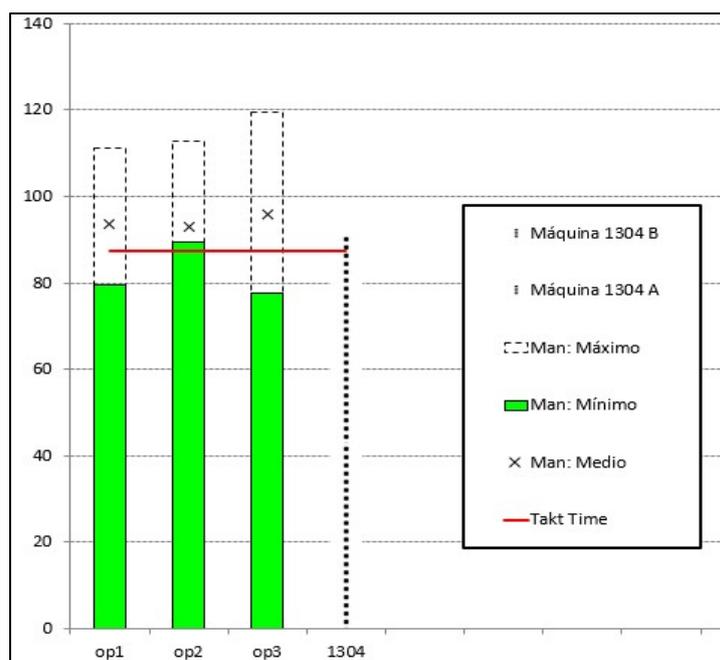


Ilustración 33: Diagrama de tiempo de ciclo actual. Recuperado de: 'Cycle Time C520' (2017)

Con el diagrama realizado, se puede observar que en el tiempo de ciclo medio de los tres operarios (representado con una X) existe una capacidad de mejora potencial de entre 5 y 10 segundos en cada uno de los operarios. Además, se observa que el operario número 3 tiene mucha variabilidad en el tiempo que lleva a cabo sus operaciones, siendo también el que mayor tiempo necesita para realizar sus tareas. Por ese motivo, habrá que centrarse inicialmente en dicho operario por ser el cuello de botella de la línea de producción. El último aspecto que se debe tener en cuenta, que ya se ha mencionado anteriormente, es el tiempo de duración del robot de soldadura final 1304. Este tiempo al ser unos segundos mayor que el *Tack Time*, reduce la cantidad de mejora posible porque, mientras no se reduzca el tiempo del robot, nuestro tiempo objetivo de trabajo será de 91 segundos.

Con los datos de los tiempos de ciclo medios de cada operario, se escoge el más alto entre estos para poder determinar el número de piezas objetivo por cada hora de fabricación. Realizando la división de $3600/95.75$ se obtiene, mediante truncamiento, que el número de piezas buenas por cada hora de trabajo es de 37 tubos de escape.

7.5. CONTENIDO DE TRABAJO Y POTENCIAL

Una vez obtenidos los valores medios, mínimos y máximos del tiempo de ciclo de cada operario y revisado el diagrama de tiempo de ciclo, se puede calcular el potencial de productividad y si es necesario cambiar el número de operarios que componen esa línea de soldadura.

Para calcular el potencial, primero es necesario determinar el número ideal de operarios necesarios para una funcionalidad óptima de la línea de producción. Este personal ideal es el cociente entre el mínimo contenido de trabajo y el *Tack Time* o tiempo de ciclo objetivo. El mínimo contenido de trabajo será la suma de los tiempos mínimos de los distintos operarios que trabajan en dicha línea. Teniendo en cuenta que actualmente se trabaja con 3 operarios y que el tiempo mínimo de ciclo de cada operario se ha calculado en la Tabla 4, se obtienen los siguientes resultados:

-Mínimo contenido de trabajo = $79,70 + 89,52 + 77,70 = 246,92$ seg.

-Tack Time = **87,4 seg.**

Con estos datos obtenidos, se puede determinar el número ideal de operarios para la línea C520. De esta forma, tras dividir ambos valores, se obtiene que el personal ideal sean **2,82 operarios por turno**. Sin embargo, como las personas no se pueden medir en decimales, se empleará un total de 3 operarios que coincide con el personal empleado actualmente.

Así mismo, se puede determinar el potencial de productividad aunque no varíe el número de operarios. Con este valor se determinará el porcentaje o cantidad de mejora disponible para esta línea de producción. Este valor servirá para motivar y hacer creer al equipo de trabajo de la gran capacidad de mejora que se puede llegar a alcanzar.

El cálculo del potencial de productividad viene determinado por la relación existente entre el personal actual y el ideal. Dicho esto, la operación realizada es la siguiente:

$$\text{Potencial en \%} = \frac{\text{Actual H/C} - \text{Ideal H/C}}{\text{Actual H / C}}$$

Ilustración 34: Potencial de productividad. Recuperado de: 'Workshop Hoshin ppt' (2015)

-Actual H/C: Personal actual = **3 op.**

-Ideal H/C: Personal ideal = **2,82 op.**

Con estos valores, y aplicando la fórmula de la ilustración 32, se obtiene un **potencial de productividad del 6%**.

7.6. ELIMINACIÓN DE DESPERDICIOS

El siguiente paso, tras analizar a fondo las operaciones que realizan los operarios en la línea de producción, será el planteamiento y ejecución de acciones para eliminar los desperdicios que se han podido identificar. La gran mayoría de estos desperdicios está relacionado con el tiempo empleado por los operarios y que no genera un valor añadido al producto. En este caso, se tratan de esperas y desplazamientos que producen una cantidad de tiempo de ciclo que se necesita reducir o incluso eliminar.

Inicialmente, se centrarán los esfuerzos sobre el problema principal de la línea, que es el exceso de desplazamientos a causa de una distribución de las máquinas que no se encuentra optimizada.

7.6.1. Cambio layout de la línea de producción

Tras calcular el potencial de productividad y extraer un bajo porcentaje de mejora entre la situación actual y la óptima, se desarrollaron diversas acciones para tratar de reducir y eliminar desperdicios que se producen en el día a día del proceso de trabajo en esta línea de producción de la planta. Estas acciones permiten facilitar las operaciones a los operarios y reducir el tiempo de ciclo unos pocos segundos.

Por todo esto, para tratar de tener mayor margen de mejora y asegurar un servicio al cliente con el número de piezas demandadas y de calidad, será necesario realizar un cambio más radical de la línea de producción.

Como siguiente paso en el Hoshin, el equipo de trabajo tratará de idear y proponer un cambio en la distribución de las máquinas o en las operaciones de cada proceso para poder realizar la importante mejora que con tanta necesidad se está trabajando.

Como se ha analizado en la descripción de los procesos, la línea de soldadura se descompone en distintos procesos separados en los distintos robots de soldadura más el robot destinado a la introducción de los silentblocks y realización del test de fugas. Además, habrá que tener en cuenta la posición de la rotonda, donde se realiza la carga final de los conjuntos de escape. Así

mismo, para los tubos que presenten embellecedor de color negro, se añadirá el soporte de revisión justo delante de la rotonda para verificar el estado de la parte vista de estos embellecedores. En la siguiente imagen se puede observar la distribución actual de las máquinas en el layout de la línea C520:

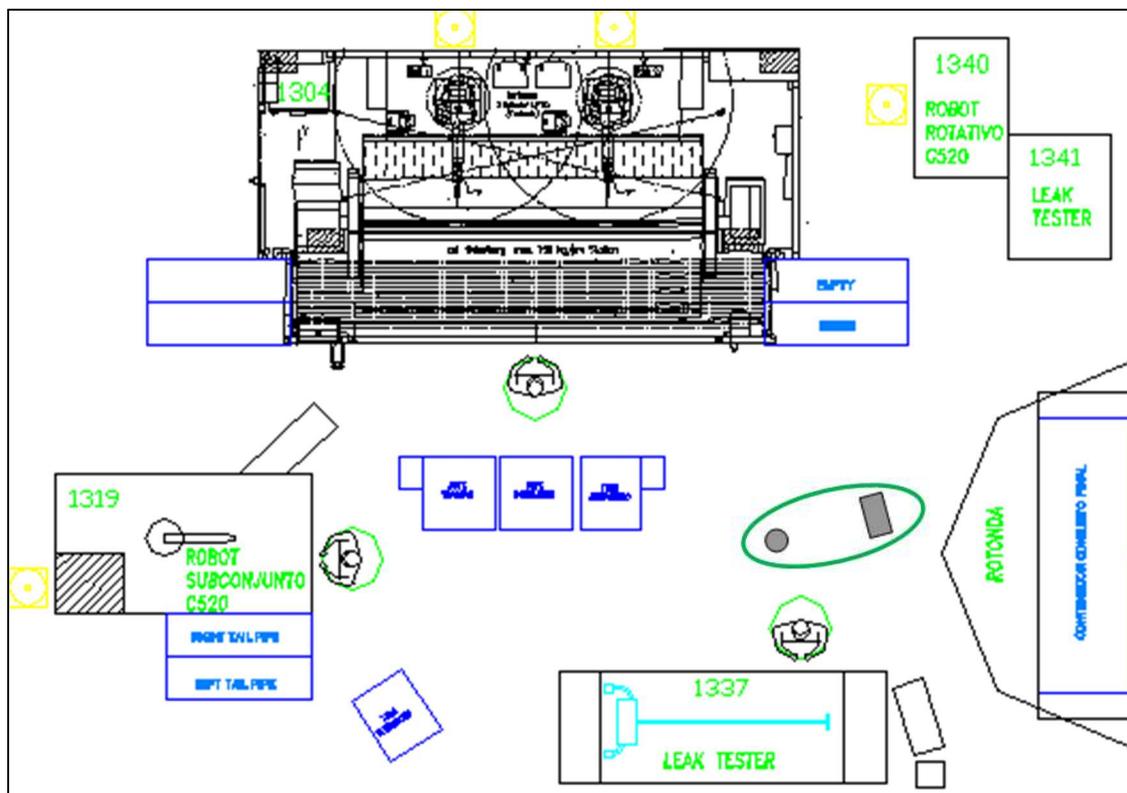


Ilustración 35: Layout actual línea C520. Recuperado de: 'VLC Layout STEP C520' (2015)

Partiendo de esta distribución actual, se indican algunas directrices para fomentar la creatividad y centrar las ideas sobre la reducción del tiempo de ciclo del producto. Entre ellas, es importante destacar el excesivo tiempo dedicado a los desplazamientos; sobre todo en el caso del operario 3 que tiene que desplazarse entre el robot de conjunto final 1304, el robot de fugas 1337 y la rotonda de contenedores.

El equipo centrará su trabajo en la posibilidad de reducir la cantidad de pasos realizados por el operario 3, ya que como hemos dicho, es el operario que se realiza mayor cantidad de pasos y el que posee mayor carga de trabajo, calculada anteriormente en el tiempo de ciclo medio por operario.

Focalizando los esfuerzos sobre el operario 3, se propone girar el robot de test de fugas 90 grados. Este robot tiene la capacidad de poder cruzar por su interior, así que se podría introducir el tubo de escape que proviene del 1304 por un lado del robot y extraerlo por la otra parte para tener el conjunto de escape en la misma dirección que su ubicación sobre el contenedor de la rotonda. Es importante tener en cuenta que, para los silenciosos con motor diesel y que no llevan catalizador, únicamente es necesario un operario para su manipulación (operario 3), mientras que para los demás tubos de escape la manipulación entre el robot de soldadura final, test de fugas y contenedor la realizan dos operarios (operario 2 y 3).

Con este cambio se pretende reducir y mejorar los ciclos de trabajo tanto del operario 2 como del 3. Al recorrer menor distancia con los tubos de escape cargados, mejora también la ergonomía de los operarios, reduciendo las sobrecargas y posibles riesgos de lesiones.

Otro aspecto a tener en cuenta por el cambio de la posición del robot de fugas es la posición del soporte de revisión de los embellecedores. Al cambiar la posición de la máquina 1337, este soporte también cambia su ubicación, colocándolo a la salida de este 1337. Su nueva ubicación estará en paralelo entre el robot 1337 y la rotonda.

Por otra parte, se tratará de mejorar la situación en los robots restantes. El robot de conjunto final 1304, al estar formado por dos mesas distintas de soldadura, tiene un tamaño y peso considerable. Esto dificulta las opciones de poder desplazar este robot que, además, el equipo tampoco considera oportuna la necesidad de cambiar su ubicación. El robot restante (1319) se encuentra orientado hacia la rotonda final, mientras que su siguiente proceso sería el paso al robot 1304. Dicho esto, se plantea la opción de girar el robot para orientar sus operaciones hacia la soldadura final. Así, se pretende acercar ambas operaciones y que los desplazamientos y movimientos de piezas se reduzcan considerablemente.

Con los cambios propuestos de los robots, además de cambiar la ubicación de los componentes, el nuevo layout de la línea de producción C520 será el siguiente:

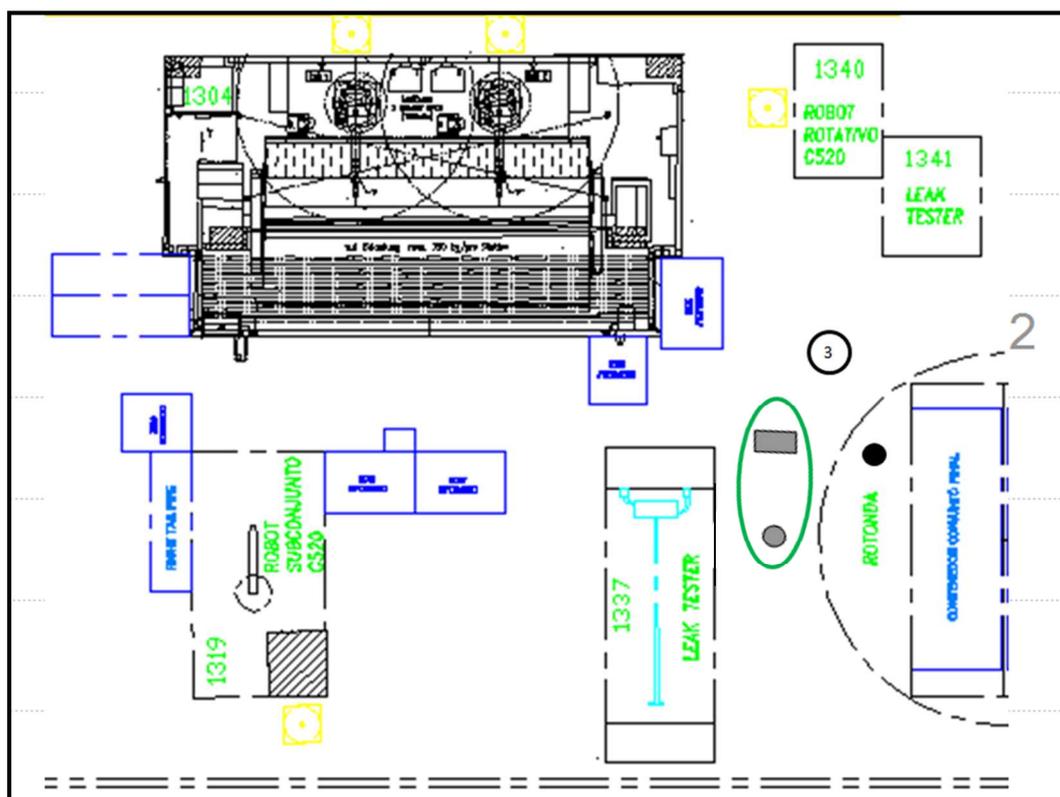


Ilustración 36: Nuevo layout línea C520. Recuperado de: 'Nuevo layout C520 v1' (2017)

Una vez realizada la propuesta con lo que respecta a posición de cada máquina, es importante dividir las tareas necesarias para el montaje y manipulación de los tubos de escape.

Para poder realizar las tareas de redistribución de las máquinas y no interferir en la producción semanal exigida por el cliente, los cambios y pruebas oportunas se realizarán un domingo. Esta redistribución requiere las operaciones de una empresa externa que se encargará de ubicar cada robot en la posición que se ha determinado. De esta forma, en el inicio del primer turno semanal se empezará a operar con el nuevo sistema y, así, poder realizar los análisis y mediciones pertinentes.

7.6.2. Otras acciones eliminación de desperdicios

Tras haber solventado el problema principal causante de la mayoría de desperdicios, es importante tener en cuenta otras disconformidades en los tiempos de ciclo para seguir mejorando la línea de producción.

Uno de los problemas que más preocupaba por la posibilidad de tener grandes pérdidas era la capacidad de los técnicos logísticos de llegar a suministrar los componentes a esta línea. Como deben suministrar las otras 3 líneas que presentan muchos más cambios y componentes, en ocasiones se producen esperas por falta de material. Para poder solucionar este problema, se acondicionará un “zoning” de mayor tamaño para las estanterías de cajas y contenedores. De esta forma, se suministrará una mayor cantidad de materiales y se asegurarán la continuidad de las operaciones de los procesos de la línea.

Por otro lado, en el robot de fugas 1337, tras la carga de la pieza sobre su ubicación del robot, el operario debía desplazarse al lateral más alejado de su zona de trabajo para pulsar el botón de inicio del ciclo de fugas. Para evitar este desplazamiento, una empresa externa junto con el técnico de mantenimiento, realizarán el cambio de la circulación eléctrica para acercar y situar en la posición que más se adecue a las operaciones que realiza este operario.

Por último, una vez implantadas todas las acciones anteriores, se realizará seguimiento a los ciclos de trabajo en los primeros días tras las mejoras. El objetivo principal será compensar la carga de trabajo para cada operario y que, prácticamente ocupen el mismo periodo de tiempo para realizar sus operaciones en la obtención de cada tubo de escape.

Tras este análisis, se determina que el operario encargado del proceso del robot 1319 realiza sus tareas bastante más rápidamente que los demás operarios. Ante esto, cuando termine su función ayudará al operario 2 (1304) al montaje de los componentes en la mesa de soldadura del subconjunto trasero. De esta forma, los tiempos obtenidos para los tres operarios se acercan entre ellos y se evita en gran medida la descompensación que había anteriormente (**ver anexo 8**).

7.7. EQUILIBRIO DEL CONTENIDO DE TRABAJO

Tras haber establecido las operaciones destinadas a cada operario y haberse adaptado al nuevo estándar de trabajo, el equipo de trabajo volverá a realizar el mismo proceso que se realizó anteriormente para realizar mediciones de todos los operarios y así, realizar el diagrama tiempo de ciclo correspondiente a la nueva distribución y otras mejoras establecidas.

Operario	Op.1 (seg)	Op.2 (seg)	Op.3 (seg)	TOTAL (seg)
Mínimo	63,80	69,26	54,52	187,58
Medio	88,30	91,30	91,40	271
Máximo	93,56	93,90	91,99	279,45

Tabla 6: Mediciones tiempo de ciclo nuevo

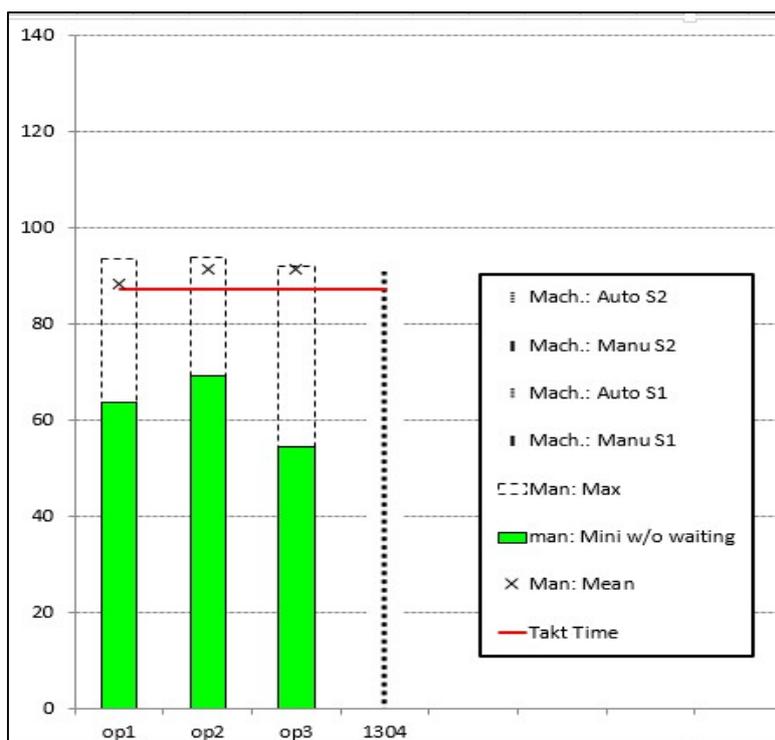


Ilustración 37: Diagrama tiempo de ciclo nuevo. Recuperado de: 'Cycle time C520' (2017)

Teniendo el diagrama de tiempo de ciclo anterior y el obtenido tras los cambios realizados, se determina que el tiempo medio de cada operario ha disminuido (sobre todo operario 1 y 3). Cabe destacar también la baja diferencia entre el tiempo medio y el máximo, lo que significa que en muy pocas ocasiones podrían darse tiempos anómalos por la aparición de problemas durante los procesos.

Además, como aspecto importante a tener en cuenta puede ser la gran disminución en el tiempo mínimo respecto a la distribución actual. Esto ofrece un gran margen de mejora y el equipo presupone que a medida que los operarios vayan estandarizando sus operaciones podrán seguir reduciendo sus tiempos de ciclo.

Con los datos de los tiempos de ciclo medios de cada operario tras haber implantado todas las mejoras, se procederá a calcular el número de piezas objetivo. Realizando la división de $3600/91.4$ se obtiene, mediante truncamiento, que el número de piezas buenas por cada hora de trabajo es de 39 tubos de escape. Así, comparando con el estándar y distribución de trabajo anterior a la práctica del *hoshin*, se producen 2 piezas más por cada hora de trabajo.

7.8. SEGUIMIENTO DE LA MEJORA

Una vez realizado el cambio de la distribución de los robots de soldadura y habiendo puesto en práctica todas las mejoras planteadas para la eliminación de desperdicios, el último paso será chequear día a día la eficacia de estas acciones.

Para ello, además de la instrucción de trabajo que dicta paso a paso todas las operaciones a seguir, se realizará una pequeña formación inicial en la línea de producción C520 para cada operario que se inicie en dicha línea. Esta formación constará de la realización de los 5 primeros tubos de escape del turno recibiendo la ayuda y los pasos a seguir por parte del GAP líder que se encuentre operativo en esos momentos. Seguidamente, realizará otros 5 tubos de escape de forma autónoma pero bajo la supervisión de este GAP líder.

Durante los primeros días de producción tras la redistribución de la línea, se contabilizarán y registrarán los tubos de escape que son capaces de hacer durante cada hora de la jornada laboral. La primera semana de trabajo fue complicada por la falta de adaptación de los operarios a este nuevo método de trabajo, ya que aún no se había estandarizado cada movimiento y realizaban más movimientos y esperas de la cuenta. Por otra parte, se observaba que a medida que avanzaban los días, poco a poco se fabricaban mayor número de silenciosos. Esto se debe a una correcta formación de los operarios, una buena adaptación al nuevo proceso de trabajo y, sobretodo, a la implicación y proactividad de los operarios que se sienten partícipes de esta mejora.

De esta manera, tras las dos primeras semanas de trabajo, se determina que si es posible llegar al objetivo de piezas demandadas por el cliente más un margen establecido a diferentes averías, paros, piezas defectuosas o problemas que puedan surgir en el día a día.

Además, cabe destacar la aceptación a este nuevo estándar de trabajo por parte de los operarios. Estos se encuentran francamente satisfechos con la mejora realizada tanto a nivel físico como ergonómico. Esto se ve reflejado en el ritmo de trabajo que se mantiene prácticamente constante desde la primera hora de la jornada hasta la última, mientras que con la sistemática anterior, la fatiga de los operarios influía negativamente en la producción generada.

8. PRESUPUESTO

Llegados a este punto, tras haber realizado todas las acciones que nos permitieran mejorar la problemática analizada, es momento de determinar todos los costes que se han generado durante todo este periodo y que repercuten a la empresa.

CONCEPTO	COSTE
Diseño y fabricación de nuevas bases de apoyo de los embellecedores en 1319	776€
Cambio del diseño de las cajas que cubren el embellecedor en el robot de conjunto final 1304	1240€
Diseño, fabricación y montaje de una chapa de latón en la parte superior de los embellecedores en 1319	537€
Fabricación soporte para revisión embellecedores	824€
Diseño y fabricación soporte subconjuntos para salida de 1319	2139€
Cambio posición botonera de 1337	244€
Mano de obra y maquinaria para cambio de la ubicación de las máquinas	5899€
Horas extra operarios y técnicos	361€
COSTE TOTAL	12020€

Pese al gasto que implica todas las medidas tomadas durante los procesos 8D y *hoshin*, se prevé una amortización en los próximos años muy superior al coste establecido. Pudiendo producir 2 tubos de escape más por cada hora, con un precio de unos 80-90€ por cada silencioso, nos permitiría recuperar la inversión en sólo unos meses.

9. CONCLUSIONES

Con el inicio del nuevo proyecto, correspondiente a una nueva gama de tubos de escape con el embellecedor de salida negro mate, se inició la producción creyendo que el comportamiento de estos embellecedores sería idéntico a los cromados.

Sin embargo, los primeros días de producción plantearon una situación complicada e inesperada. La aparición de diversos defectos como marcas y picadas en la parte visible del embellecedor, hizo saltar las alarmas al personal de la organización y especialmente al departamento de calidad.

Inmediatamente, se inició un proceso 8D para definir de forma correcta y completa el problema, analizar todas sus causas y efectos y, sobretodo, plantear y llevar a cabo las diversas acciones oportunas para solucionar dicha problemática. Cabe destacar la importancia de iniciar la metodología con buen pie, mediante una descripción del problema que se adecue a la realidad y ayude lo máximo posible a su resolución.

Durante este proceso, se fueron atacando diversos focos, ya que no dependía solamente de un factor determinado. Mediante una buena distribución de las tareas, un adecuado feedback entre departamentos y empresas externas, y una respuesta rápida y eficaz; se consiguieron reducir las recuperaciones en gran medida, dentro de las posibilidades que posee la propia planta. Además, es importante destacar la función que realizan los operarios día a día. Estos, siendo sabedores de la gravedad del asunto por tratarse de una zona visible del vehículo; aportaron sus ideas y metodologías de montaje para facilitar una rápida resolución.

Con la sistemática del 8D, el equipo poco a poco fuimos reduciendo la cantidad de recuperaciones con distintas propuestas y acciones. Llega a ser muy confortante el hecho de proponer una solución, que puedan aceptarla y llevarla a cabo en un periodo corto de tiempo y, sobretodo, observar que dicha acción mejora considerablemente el puesto de trabajo y los productos terminados.

Pero, las mejoras y cambios realizados no terminaron de asegurar el 100% de piezas OK. Por eso, hubo que mantener e introducir en los procesos de trabajo de la línea la operación de revisión final. Este soporte solamente se ubicaba para las referencias con embellecedor negro y, en caso de recuperación, se ejecutaba sobre el mismo soporte siguiendo su pertinente instrucción.

Esta operación añadida, producía directamente un aumento en el tiempo de ciclo de obtención de cada silencioso. Así mismo, el número de piezas obtenidas por cada turno de producción se veía reducido y no se llegaba a satisfacer la demanda establecida por el cliente.

Esta nueva situación abría el segundo gran bloque del trabajo. Se dio comienzo a un sistema de trabajo en equipo, llamado *hoshin*, para poder conseguir satisfacer las necesidades del cliente y facilitar las operaciones de los operarios. Esta metodología se aplicó siguiendo unas directrices y unos pasos para sacar un mayor partido del tiempo y dedicación empleada.

Para ello, se realizó un análisis profundo de las operaciones y procesos realizados para la obtención de los silenciosos. Este análisis trataba de contabilizar las distintas operaciones y los tiempos de ciclo que se realizaban en una jornada normal de trabajo para, posteriormente, identificar los desperdicios que se producían durante la producción. Una vez identificados, el siguiente paso sería tratar de eliminarlos para facilitar al operario sus funciones y reducir el tiempo de ciclo que nos permitiera llegar al objetivo de piezas marcado.

Todo esto, siempre demostrando que la mejora es infinita y que todo lo que se pueda hacer hoy no hay que dejarlo para mañana (metodología *Kaizen*). Estas nociones, junto con el cálculo del Tack Time, ayudaron a que todos los participantes del proceso *hoshin* creyeran en lo que hacían; tratando de aportar todo lo posible con nuevas ideas, por muy alocadas que pudieran parecer.

Finalmente, se eliminó gran parte de los desperdicios identificados y se equilibraron las operaciones para la carga de trabajo de los 3 operarios. Esto se vio reflejado en un notable aumento en la producción (unas 2 piezas más por hora). De esta forma, se llegaron a cumplir las exigencias delimitadas por el cliente en cantidad y calidad de los productos.

La metodología empleada durante este segundo bloque ha causado gran satisfacción entre el personal y no se descarta aplicar en mayor medida para otros problemas o situaciones a mejorar. De momento, se ha planificado un proceso *hoshin* cada 3 meses, centrándose cada proceso en una línea de producción diferente. Así, anualmente se trabajará en al menos una ocasión la mejora de cada puesto de trabajo de la línea, incluyendo también las operaciones logísticas tanto de materia prima como de producto acabado.

En el aspecto personal, el desarrollo de estos procesos de mejora y resolución de problemas han puesto en práctica los conocimientos adquiridos durante mi paso por el grado y la metodología de trabajo que he ido adquiriendo con los años. Utilizar metodologías como por ejemplo el diagrama de Ishikawa o una tormenta de ideas, demuestran la utilidad e importancia de muchas nociones aprendidas en estos últimos años.

Así y todo, se han encontrado algunas limitaciones que se intentarán aplicar en próximos ejercicios. Hubiese sido interesante desarrollar un proceso SMED para mejorar y estandarizar los cambios de utillajes para cada cambio de referencia, además de reducir el tiempo de este proceso que podría ser capaz hasta de producir algún tubo de escape más durante el turno de producción.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- “Faurecia vende su división de parachoques a Plastic Omnium, con 5 plantas en España”, (2017).

<http://www.asime.es/faurecia-vende-su-division-de-parachoques-a-plastic-omnium-con-5-plantas-en-espana/>

- Página web Faurecia español. “Un vistazo a Faurecia”.

<http://na.faurecia.com/es/acerca-faurecia/vistazo-faurecia>

- Manual Grupo Faurecia FAU-S-LGS-0230: “8 Disciplines Methodology”, (2016).
- “Lean Solutions: 8D, 8 Disciplinas”, (2016).

<http://www.leansolutions.co/conceptos/8d/>

- Atehortua Tapias Y.A. “Estudio y aplicación del Kaizen” (2010).

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/2148/6584A864.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- “¿Qué es el Hoshin Kanri y por qué se va a poner tan de moda?”. Recuperado de: LeanSis Productividad (2015).

<http://www.leansisproductividad.com/que-es-el-hoshin-kanri-y-por-que-se-va-a-poner-tan-de-moda/>

- Lozano, L. “HOSHIN KANRI: Método de Planeación Estratégica”, (2015).

<http://www.zeusconsult.com.mx/arthkanri.htm>

- “Hoshin Kanri: Planeación estratégica japonesa para todos”. Recuperado de: Datateam (2017).

<https://datateam.com.mx/hoshin-kanri-planeacion-estrategica-japonesa-para-todos/>

- “Qué es el Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Causa Efecto”. Recuperado de: Geo Tutoriales (2017).

<http://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>

- Pérez, A. “¿Qué es el diagrama Ishikawa y para qué sirve?”, (2015).

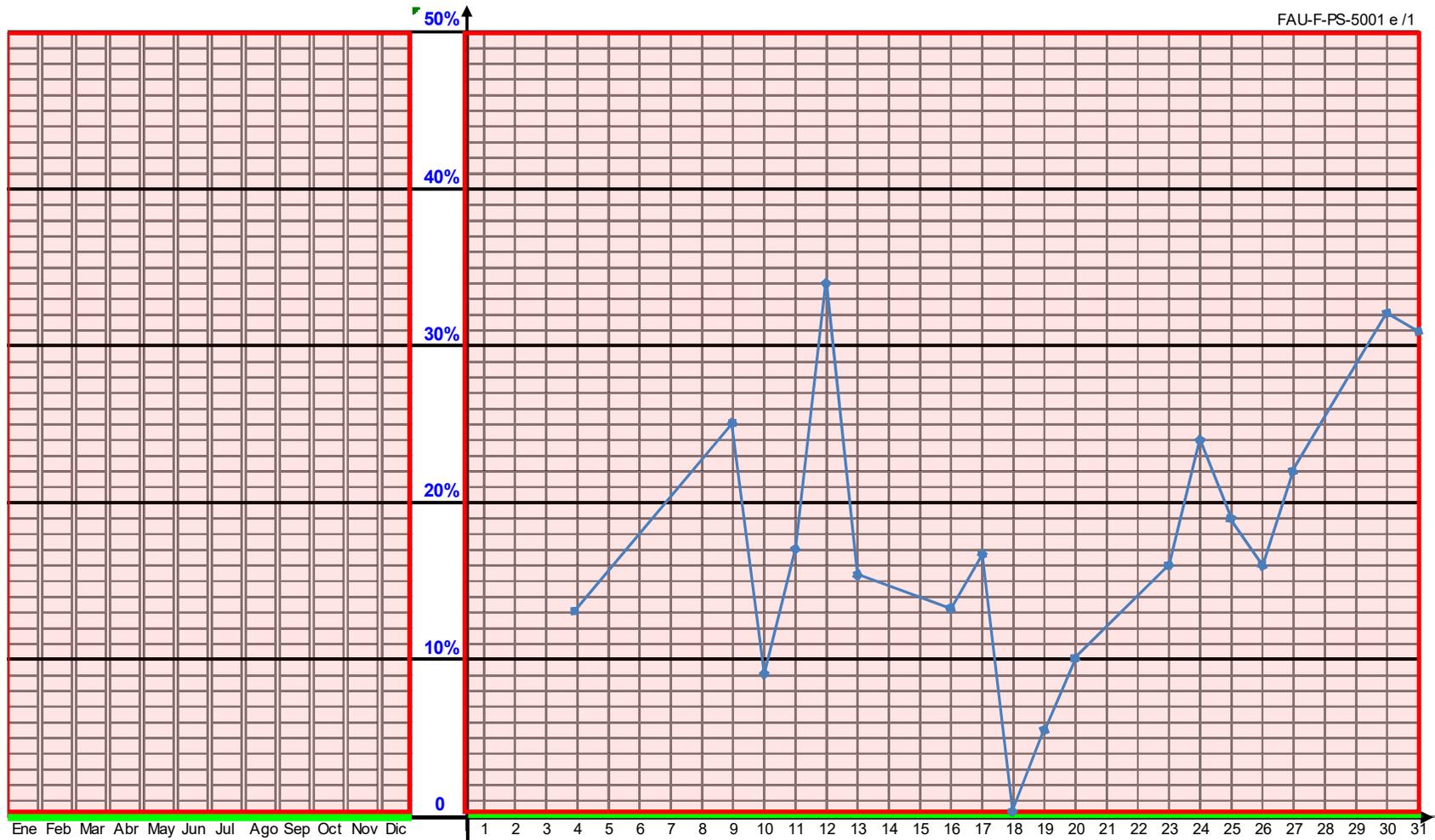
<http://www.ceolevel.com/que-es-el-diagrama-ishikawa-y-para-que-sirve>

11. ANEXOS

- ANEXO 1: INDICADOR RECUPERACIONES EMBELLECEDORES NEGROS
- ANEXO 2: ESTUDIO INICIAL MARCAS Y PICADAS EN EMBELLECEDORES
- ANEXO 3: TEST SOBRE EL ESPESOR DE REVESTIMIENTO
- ANEXO 4: INSTRUCCIÓN REVISIÓN Y RECUPERACIÓN EMBELLECEDORES NEGROS
- ANEXO 5: ESTUDIO TRAS LAS MEJORAS IMPLANTADAS
- ANEXO 6: INSTRUCCIÓN DE TRABAJO C520
- ANEXO 7: MEDICIÓN TIEMPO DE CICLO PARA CADA OPERARIO
- ANEXO 8: EQUILIBRIO TRABAJO DE CADA OPERARIO

-ANEXO 1:

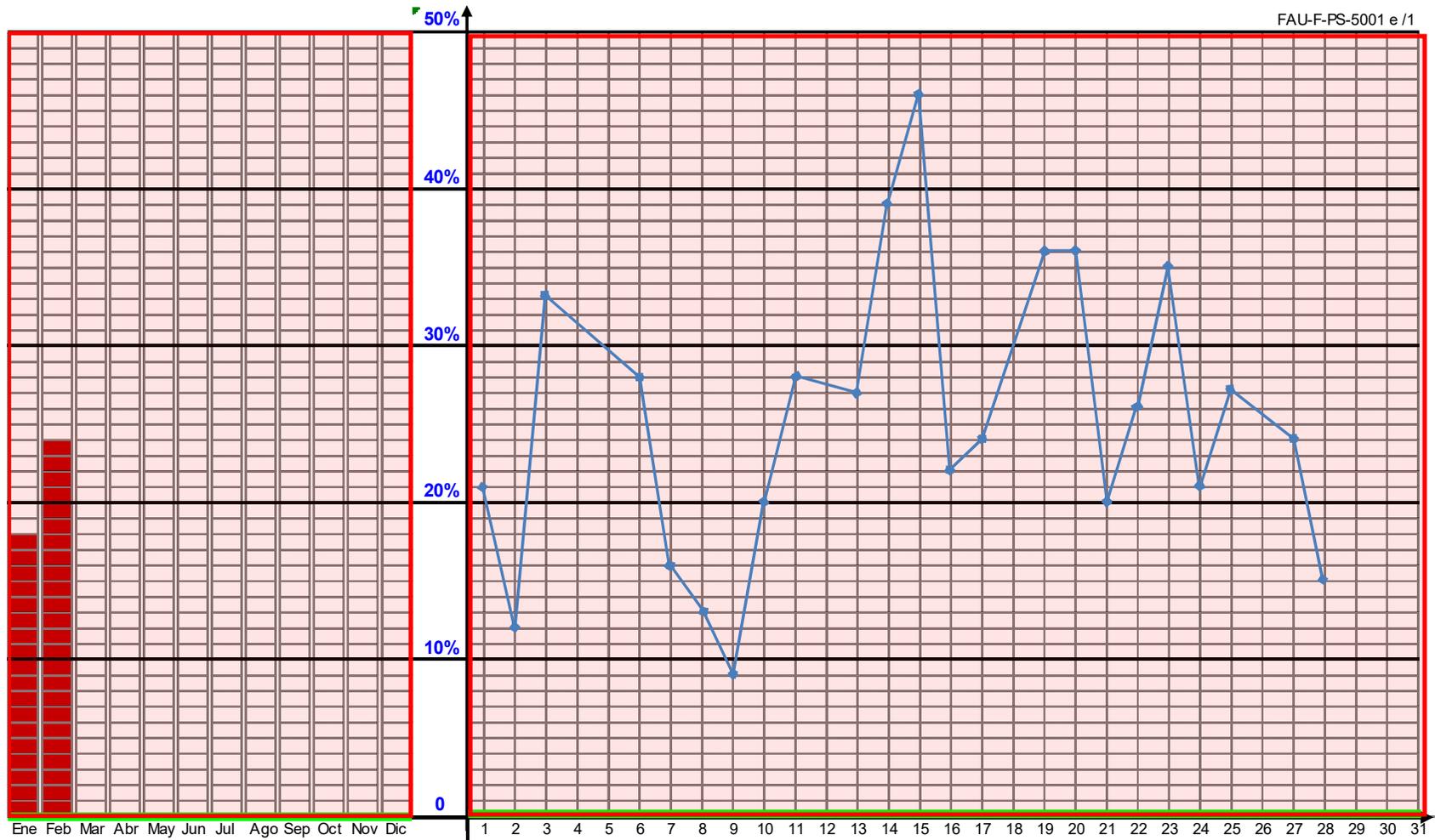
INDICADOR : **RECUPERACIONES EMBELLECEDOR NEGRO** UNIDADES %



Piezas recuperadas				25					37	20	31	77	25			21	37	0	6	14			43	32	39	23	29		51	47
Piezas revisadas				193					147	216	178	228	162			158	223	112	116	138			268	132	204	146	134		158	162
TOTAL (%)				13%					25%	9%	17%	34%	15%			13%	17%	0%	5%	10%			16%	24%	19%	16%	22%		32%	31%

Mes **Enero** 2017

INDICADOR : **RECUPERACIONES EMBELLECEDOR NEGRO** UNIDADES %



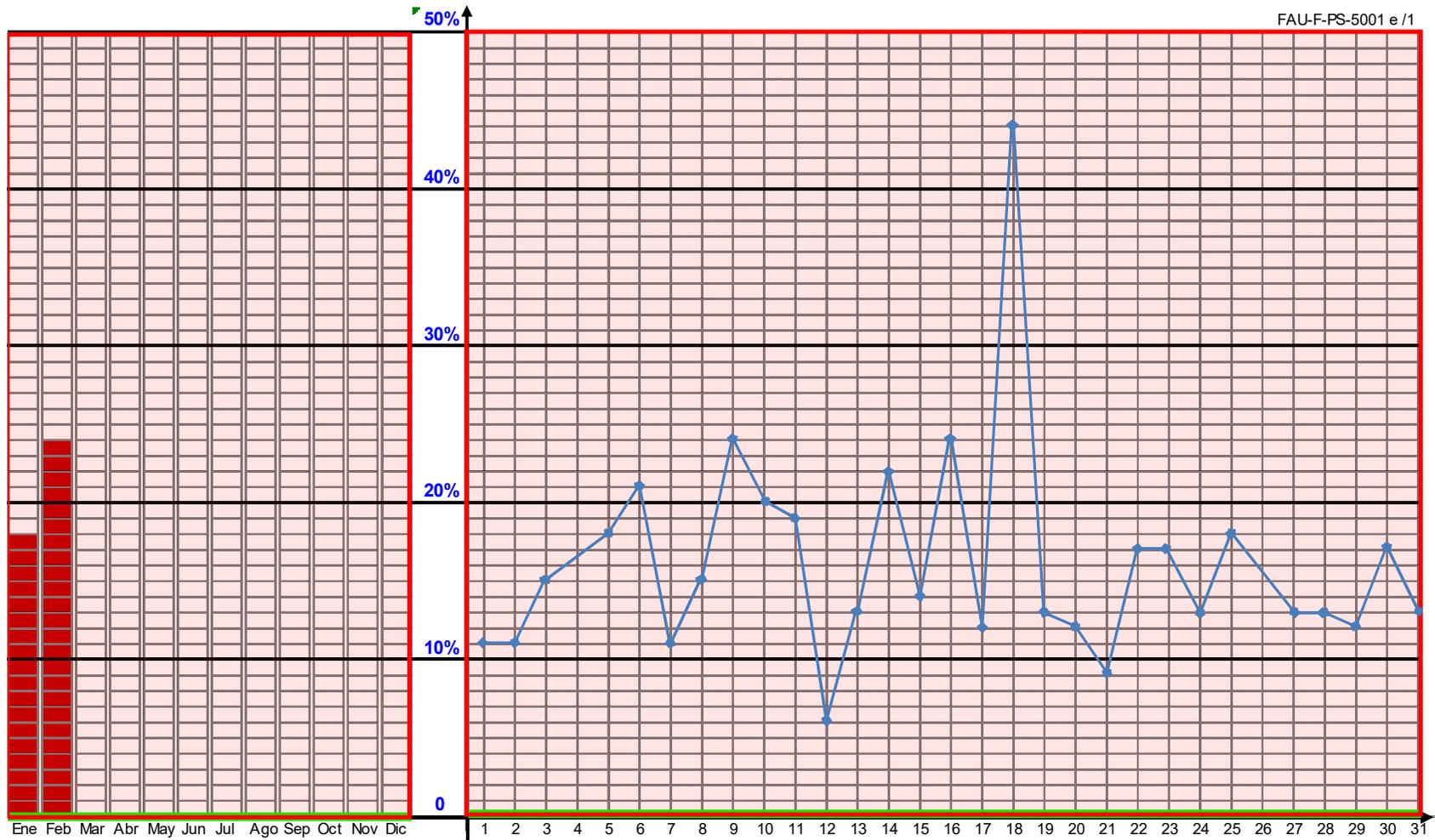
Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Sep Oct Nov Dic

Resp. Actualización

Piezas recuperadas	74	13	58			46	28	26	19	24	49		58	47	51	28	55		32	70	35	45	44	36	43		19	23			
Piezas revisadas	350	112	174			166	176	206	206	120	176		212	120	112	126	227		88	192	172	180	127	172	160		80	162			
TOTAL (%)	21%	12%	33%			28%	16%	13%	9%	20%	28%		27%	39%	46%	22%	24%		36%	36%	20%	25%	35%	21%	27%		24%	15%			

Mes **Febrero** 2017

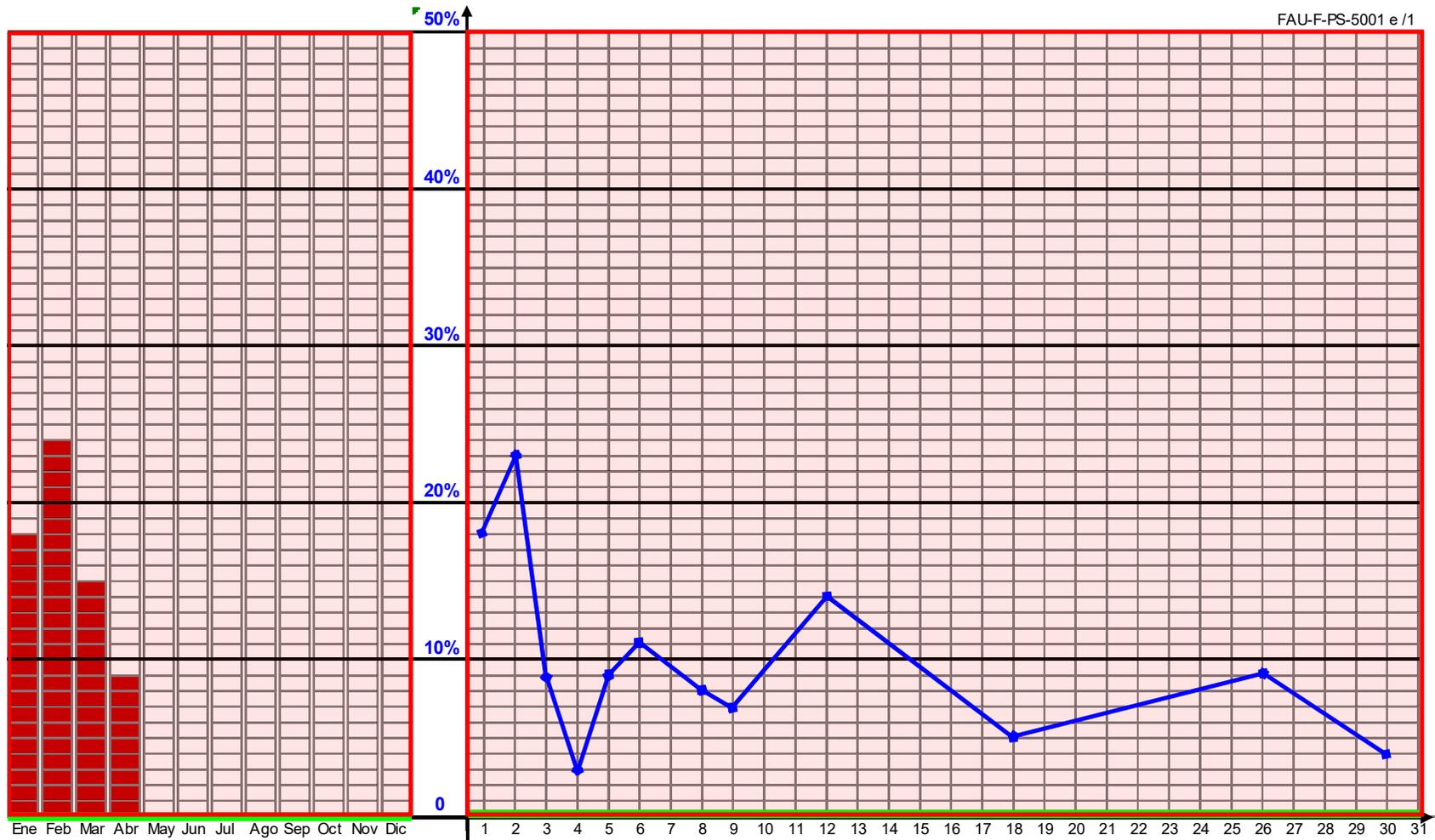
INDICADOR : **RECUPERACIONES EMBELLECEDOR NEGRO** UNIDADES %



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Piezas recuperadas	20	25	26		29	25	23	30	56	39	14	7	25	39	22	74	18	14	5	16	21	23	26	15	17		22	24	29	38	19
Piezas revisadas	184	219	171		160	118	208	200	238	196	72	120	188	176	156	313	147	32	40	136	224	132	152	112	93		173	181	240	224	145
TOTAL (%)	11%	11%	15%		18%	21%	11%	15%	24%	20%	19%	6%	13%	22%	14%	24%	12%	44%	13%	12%	9%	17%	17%	13%	18%		13%	13%	12%	17%	13%

Mes **Marzo** 2017

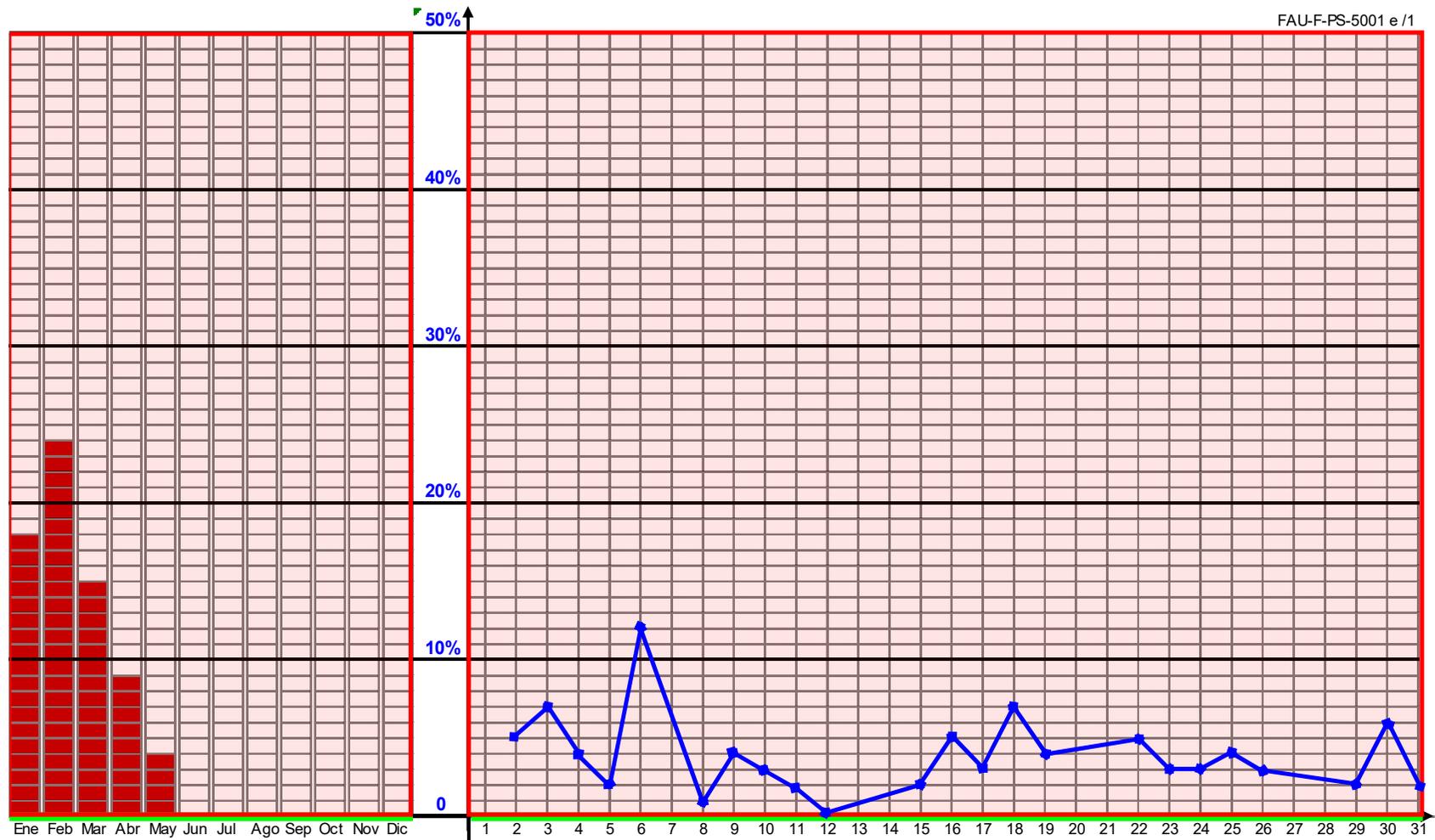
INDICADOR : RECUPERACIONES EMBELLECEDOR NEGRO UNIDADES : %



Piezas recuperadas	7	18	4	5	20	13		6	4			27					6										17					6		
Piezas revisadas	39	80	160	160	234	123		80	56			200					112											193					169	
TOTAL (%)	18%	23%	9%	3%	9%	11%		8%	7%			14%					5%											9%					4%	

Mes **Abril** 2017

INDICADOR : **RECUPERACIONES EMBELLECEDOR NEGRO** UNIDADES %

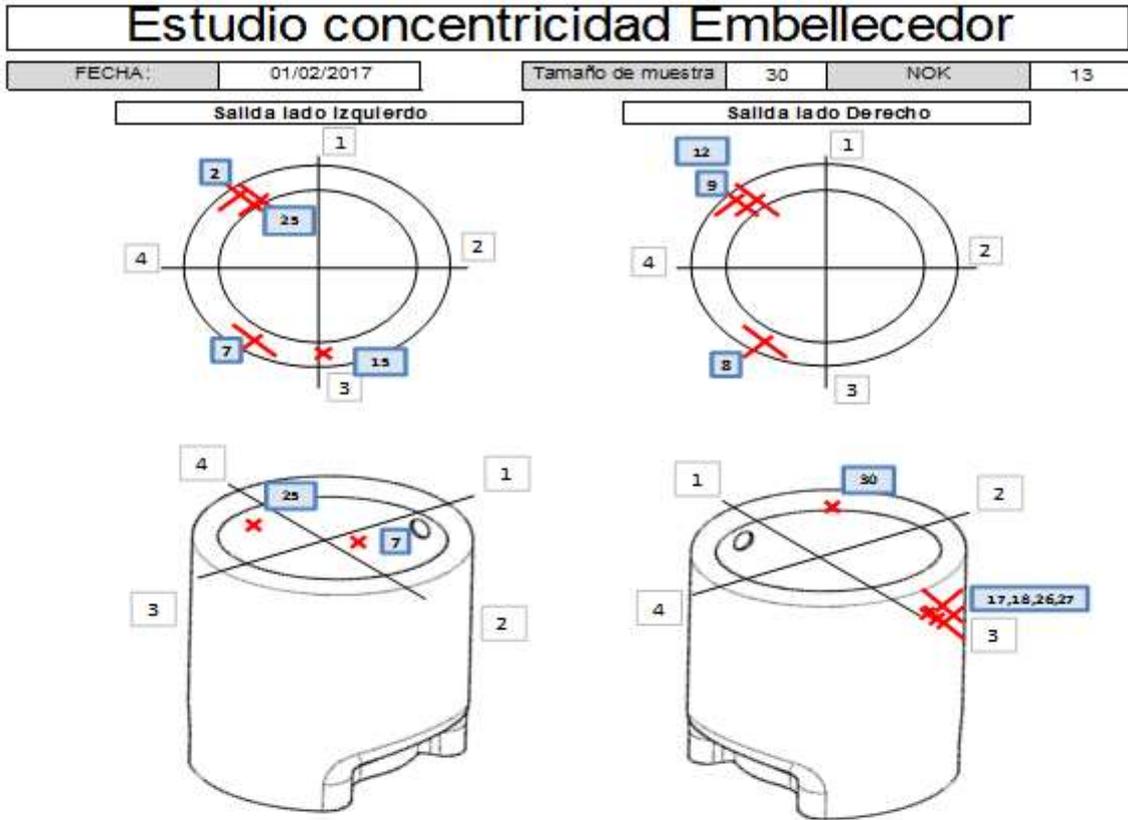


FAU-F-PS-5001 e/1

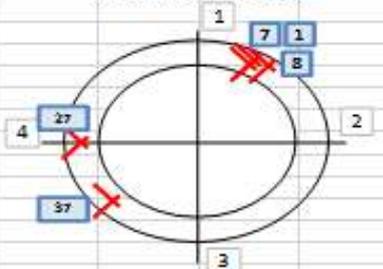
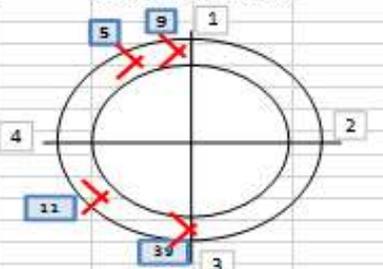
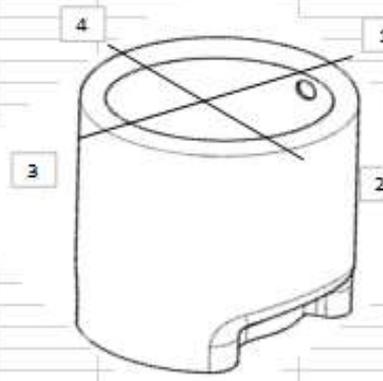
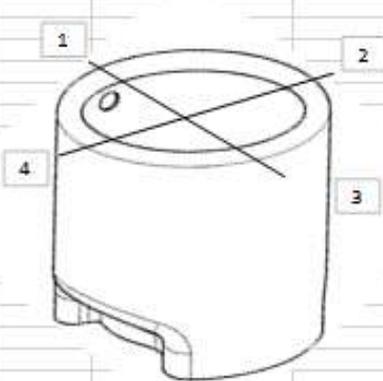
Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Piezas recuperadas		11	9	3	2	21		1	7	6	3	0			2	4	7	2	4			6	2	1	8	4			2	5	3
Piezas revisadas		204	126	84	126	176		78	156	182	126	30			126	80	204	30	102			124	80	38	212	16			102	80	182
TOTAL (%)		5%	7%	4%	2%	12%		1%	4%	3%	2%	0%			2%	5%	3%	7%	4%			5%	3%	3%	4%	3%			2%	6%	2%

Mes **Mayo** 2017

-ANEXO 2: Estudio inicial marcas y picadas en embellecedores.



	Robot subconjunto (1319)		Robot final Mesa B (1304)		Robot final Mesa A (1304)		Fugómetro (1337)	
	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
TOTAL	3	3	1	5	-	1	-	-

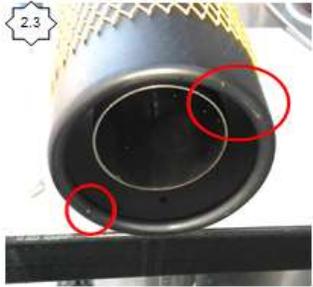
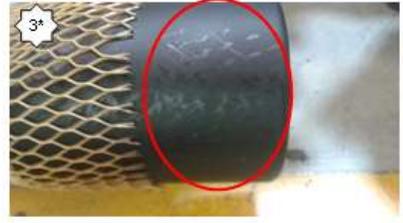
FECHA:	02/02/2017	Tamaño de muestra	40	NOK			10		
Salida lado Izquierdo		Salida lado Derecho							
									
									
		Robot subconjunto (1319)		Robot final Mesa B (1304)		Robot final Mesa A (1304)		Fugómetro (1337)	
		IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER
1 (NOK)		I							
2									
3									
4									
5 (NOK)							I		
6									
7 (NOK)		I							
8 (NOK)		I							
9 (NOK)							I		
10									
11 (NOK)			I						
12 (NOK)				I					
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27 (NOK)							I		
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37 (NOK)		I							
38									
39 (NOK)		I							
40									
TOTAL		5	1	1	-	-	3	-	-

FECHA:	03/02/2017	Tamaño de muestra	40	NOK	11			
Salida lado Izquierdo		Salida lado Derecho						
	Robot subconjunto (1319)	Robot final Mesa B (1304)		Robot final Mesa A (1304)		Fugómetro (1337)		
	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER
1								
2								
3 (NOK)	I							
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11 (NOK)		I						
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23 (NOK)		I						
24								
25								
26								
27 (NOK)		I						
28 (NOK)					I			
29								
30 (NOK)		I						
31 (NOK)								
32								
33 (NOK)	I							
34 (NOK)					I			
35 (NOK)					I			
36								
37								
38								
39 (NOK)					I			
40								
TOTAL	2	4	-	-	4	1	-	-

-ANEXO 3:**TEST SOBRE EL ESPESOR DE REVESTIMIENTO: EMBELLECEDORES NEGROS**

Sample N°	Description	Min. value (µm)	Max. value (µm)	Typical desviation (µm)	Middle value (µm)
1	EMBELLECEDOR N°1	18,0	37,7	6,0	25,6 ± 4,3
2	EMBELLECEDOR N°2	19,5	34,7	5,6	26,3 ± 4,1
3	SUBCONJUNTO CÁNULA IZQUIERDO OK	21,1	32,9	4,2	25,5 ± 3,4
4	SUBCONJUNTO CÁNULA IZQUIERDO NOK	15,1	28,4	3,5	20,8 ± 3,0
5	SUBCONJUNTO CÁNULA DERECHO OK	16,3	23,7	2,3	20,4 ± 2,5
6	SUBCONJUNTO CÁNULA DERECHO NOK	22,3	32,1	3,9	27,8 ± 3,1
7	N1 EMBELLECEDOR TONO BRILLANTE	24,9	39,9	4,7	30,3 ± 3,6
8	N2 EMBELLECEDOR TONO BRILLANTE	21,1	34,3	4,3	25,9 ± 3,4
9	N1 EMBELLECEDOR TONO MATE	20,7	31,8	3,9	25,3 ± 3,2
10	N2 EMBELLECEDOR TONO MATE	16,3	33,2	4,9	23,2 ± 3,7

-ANEXO 4: Instrucción revisión y recuperación embellecedores negros.

NÚMERO DE PARTE	-BA, -AA, -LA, -MA	DESCRIPCIÓN:	EMBELLECEDORES NEGROS	PROCESO:	INSPECCIÓN Y RECUPERACIÓN	LÍNEA:	SOLDADURA C520
Nº	OPERACIÓN	+ = HBE OPERATOR ● = PUNTO CLAVE ◆ = CALIDAD V = VISUAL M = MANUAL H = HERRAMIENTA A = AUDITIVO EBQUEIMAS / FOTOGRAFÍAS / ...					
1	POSICIONADO EN PUNTO DE REVISIÓN	● 1.A. Tras el paso del silencio por fugómetro, posicionar los silenciosos BA, AA y LA sobre el soporte para revisión (ver posición correcta en la imagen). 1.B. En caso de silenciosos MA, se lleva la pieza y se coloca en contenedor. Allí, se realizará la revisión de los embellecedores.	 	 			
2	INSPECCIÓN	● V 2.1. Retirar hacia detrás la malla en ambos embellecedores, sin necesidad de hacerlo completamente (ver imagen). 2.2. Pasar el guante de forma suave alrededor del embellecedor para quitar posibles suciedades. 2.3. Revisar embellecedor no presente picadas, golpes o marcas tanto en el lateral como en la base. En caso de embellecedor OK, colocar la malla en su posición y llevar silencioso a contenedor final.	 				
3	PINTADO	● V ◆ 3.1. Si el embellecedor requiere recuperación, coger bote de spray y pintar la zona afectada. Realizar el pintado sin acercarse demasiado al spray al embellecedor y aplicarle la mínima capa necesaria de pintura. 3.2. Esperar unos segundos hasta que se haya secado la pintura. Comprobar que el pintado se ha realizado correctamente y el embellecedor OK. 3.3. Volver a colocar la malla para proteger el embellecedor y cargar pieza a contenedor.	 				
3*	RECUPERACIÓN MARCAS DE MALLA	● V 3.1*. En caso de embellecedor marcado por la malla, pasar trapo para alisar la zona afectada. 3.2*. Si el trapo ha producido alguna picada o desgaste de pintura, pintar con spray y dejar secar antes de volver a colocar la malla. Si no se puede recuperar el embellecedor, identificar pieza con etiqueta roja y evacuar a contenedor de SCRAP.	  				

-ANEXO 5: Estudio tras las mejoras implantadas.

FECHA:	20/04/2017	Tamaño de muestra	40	NOK	4			
Salida lado Izquierdo		Salida lado Derecho						
	Robot subconjunto (1319)	Robot final Mesa B (1304)		Robot final Mesa A (1304)		Fugómetro (1337)		
	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER
1								
2	I					I		
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26						I		
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40				I				
TOTAL	1	-	-	1	1	1	-	-

-ANEXO 6: Instrucción de trabajo línea C520.

Referencia:	C520S TAGE VI	Descripción:	ROBOT CANULAS	Línea:	C520 SILENCIOSOS	Proceso:	SOLDADURA C520	Página:	1/5																								
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> SEB SEGURIDAD VISUAL CALIDAD TIPS ANUAL HERRAMIENTA COIDA C.S. PUNTO CLAVE PRODUCTO PUNTO CLAVE PROCESO </div>																																	
No.	OPERACIÓN	OPERACIÓN CÍCLICA	DIAGRAMAS / FOTOS / ETC...																														
0	<p>RESPETO DE LOS EPIS</p> <ul style="list-style-type: none"> Antes de iniciar la producción, asegurar que se dispone de todos los EPIS y se utilizan. Antes de iniciar la producción asegurar que la implantación de la línea tiene la salida habilitada y libre de obstáculos. <p>CONSIGNAS GENERALES</p> <ul style="list-style-type: none"> No manipular las piezas por encima del hombro ni por debajo de la rodilla y evitar alejar los codos del cuerpo si tenemos cargas. Evitar girar el tronco cargado, estos movimientos se deben realizar moviendo los pies. 		<p>DETALLE EPIS Sistema Automático y Manual</p> <ul style="list-style-type: none"> OPORTUNIDAD GAFAS DE SEGURIDAD OBLIGATORIO QUANTES OBLIGATORIO (Mód. AM-200-5) JUBA 208 en su defecto GUANTES OBLIGATORIO (Grupos Manos I y II) ZAPATOS DE SEGURIDAD OBLIGATORIO (Cascos o Bota) PROTECCIÓN AUDITIVA RECOMENDABLE (Tapones o Cascos) MASCARILLA FFP3 RECOMENDABLE 																														
F	<p>VERIFICAR CAJA CÁNULAS</p> <p><u>Frecuencia: 1ª Pieza de cada caja.</u></p> <p>F.1. Comprobar que la etiqueta de la caja de cánulas y el carro de tubo intermedio corresponde con la referencia del silencioso que se va a producir.</p> <p>F.2. Verificar que la 1ª pieza de la caja corresponde con la referencia a producir (VER FOTO).</p> <p>COMPONENTES: Cánulas y tubo intermedio</p> <p>REFERENCIAS DIESEL: VER TABLA COMPLEJIDAD ALM_C520_CC01</p> <p>REFERENCIAS GASOLINA: VER TABLA COMPLEJIDAD ALM_C520_CC01</p>	<p>GASOLINA</p> <p>DIESEL</p> <p>GASOLINA: EXTREMOS EXPANDIDOS DE Ø45 A Ø50</p> <p>DIESEL: EXTREMOS Y TUBO CON EL MISMO Ø50</p>																															
1	<p>DESCARGA SUBCONJUNTOS ROBOT</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.1. Coger de la estantería de la derecha cánula izquierda y cánula derecha y dejarlos en el soporte de ganchos del interior del robot. 1.2. Descargar el sujeto de cánula dcha + embellecedor. 1.3. Descargar el sujeto de cánula izquierda + embellecedor. <p>Visualmente comprobar las soldaduras entre los embellecedores y las cánulas. Deben estar exentos de poros y grietas. El cordón debe estar completo.</p> <p>En caso de subconjuntos con embellecedores negros, revisar que no presenten marcas ni picadas en la parte vista del embellecedor. Sies NOK, recuperar según instrucción (ALM_C520_T03).</p> <p>Dejar subconjuntos sobre los soportes del soporte de apoyo en la izquierda del robot.</p> 1.4. Con ayuda de las dos manos descargar el subconjunto de tubo intermedio y varilla. <p>Visualmente comprobar la soldadura de la varilla al tubo intermedio.</p> <p>Debe estar exento de poros y grietas.</p> <p>Dejar el subconjunto de tubo + varilla en el soporte donde se han situado las cánulas.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>MODELO</th> <th>AE</th> <th>HC</th> <th>BA</th> <th>MA</th> <th>BD</th> <th>AD</th> <th>BE</th> <th>AA</th> <th>LA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CÁNULA IZQUIERDA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1790769X</td> </tr> <tr> <td>CÁNULA DERECHA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1790760X</td> </tr> </tbody> </table> <p>GRIETA NOK</p> <p>SOLD. INCOMPLETA NOK</p> <p>PORO NOK</p> <p>Gap leader: Segregar la pieza al contenedor de scrap. Comprobar el estado de los utilajes y de los componentes. Comprobar si la pieza puede ser re-trabajada. Avisar al técnico si el problema persiste.</p> <p>EN CASO DE PICADAS O MARCAS EN EMBELLECEDORES NEGROS, RECLUPAR EMBELLECEDOR (INSTRUCCIÓN ALM_C520_T03).</p> <p>Operarlo: Depositar la pieza fuera de fluja, en la contenedor rojo. Avisar GL.</p>	MODELO	AE	HC	BA	MA	BD	AD	BE	AA	LA	CÁNULA IZQUIERDA									1790769X	CÁNULA DERECHA									1790760X	
MODELO	AE	HC	BA	MA	BD	AD	BE	AA	LA																								
CÁNULA IZQUIERDA									1790769X																								
CÁNULA DERECHA									1790760X																								
2	<p>CARGA ROBOT CÁNULAS</p> <p>COMPONENTES: Tubo intermedio, cánulas, gancho intermedio, embellecedor.</p> <p>REFERENCIAS COMPONENTES: VER TABLA COMPLEJIDAD ALM_C520_CC01</p> <ul style="list-style-type: none"> 2.1. Desplazarse a la rampa de aprovisionamiento y coger dos embellecedores. Colocar los embellecedores en los utilajes. 2.2. Coger del soporte derecho las cánulas, la cánula larga montarla en el utilaje derecho y la corta en el izquierdo. 2.3. Meter la parte más larga que case con el embellecedor. Cerrar los utilajes. 2.3. Coger del soporte derecho la varilla y cargarla en el utilaje. Coger del carro lateral un tubo con gancho delantero soldado en mesa manual y cargarlo en el útil de modo que la parte curva descansa en la parte baja del utilaje. Salir del robot y pulsar marcha. 																																

Referencia:	C520 STAGE VI	Descripción:	MESA A	Línea:	C-520 SILENCIOSOS	Proceso:	SOLDADURA C-520	Página:	2/5																		
<p> + = HSE SEGURIDAD = VISUAL = CALIDAD = TIPS = MANUAL = HERRAMIENTA = OÍDO = PUNTO CLAVE PRODUCTO = PUNTO CLAVE PROCESO </p>																											
OPERACIÓN CÍCLICA																											
No.	OPERACIÓN			DIAGRAMAS / FOTOS / ETC...																							
0	<p>RESPECTO DE LOS EPIS</p> <ul style="list-style-type: none"> Antes de iniciar la producción, asegurar que se dispone de todos los EPIS y se utilizan. Antes de iniciar la producción asegurar que la implantación de la línea tiene la salida habilitada y libre de obstáculos. <p>CONSIGNAS GENERALES</p> <ul style="list-style-type: none"> No manipular las piezas por encima del hombro ni por debajo de la rodilla y evitar alejar los codos del cuerpo si tenemos cargas. Evitar girar el tronco cargado, éstos movimientos se deben realizar moviendo los pies. 	<p>DETALLE EPIS Soldadura Automática y Planilla Especificación</p> <p>GUANTES OBLIGATORIO (Reg. AM2-46 o JUBA 208 en su defecto)</p> <p>BRACOS CUBIERTOS OBLIGATORIO (Ropa Manga larga o Manguitas)</p> <p>ZAPATOS DE SEGURIDAD OBLIGATORIO (Cápulo o Bota)</p> <p>PROTECCIÓN ADITIVA RECOMENDABLE (Tapones o Cascos)</p> <p>MASCARILLA FFP1 RECOMENDABLE</p>																									
1	<p>COGER COMPONENTES</p> <p>1.1. Coger con mano derecha la varilla de la caja de arriba y con mano izquierda la varilla de la caja de abajo.</p> <p>1.2. Desplazarse al carro de marmitas y coger una marmita trasera por las aberturas laterales y el agujero central quede desplazado a la derecha. Verificar el correcto marcado de la marmita: (ver tabla).</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>AE</th> <th>BA</th> <th>HC</th> <th>MA</th> <th>BD</th> <th>AD</th> <th>AA</th> <th>LA</th> <th>BE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MARMITA</td> <td>1611933X</td> <td>1197300X</td> <td></td> <td></td> <td>1481190X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1626519X</td> </tr> </tbody> </table>			AE	BA	HC	MA	BD	AD	AA	LA	BE	MARMITA	1611933X	1197300X			1481190X				1626519X				
	AE	BA	HC	MA	BD	AD	AA	LA	BE																		
MARMITA	1611933X	1197300X			1481190X				1626519X																		
2	<p>MONTAR MARMITA Y SUBCONJUNTO S. DE CARGA DE SUBCONJUNTO TRASERO.</p> <p>2.1. Desplazarse a bastidor robot y dejar los ganchos apoyados sobre el bastidor. Montar marmita en torre n°3. Ajustar bajando posicionador C-3 hasta centrar con el agujero de la marmita. Ajustar gatillo C-3 para posicionar correctamente la pieza.</p> <p>2.2. Coger marmita con ganchos y cánulas soldadas. Revisar soldaduras (ver imagen). Debe estar sin poros, completa, sin proyecciones, sin grietas, sin filo y/o rebabas. (Si se detecta algún no conforme, identificar con stick rojo y evacuar a zona de recuperación). Agitar para comprobar que no tiene sonajero.</p> <p>2.3. Desplazarse a rampa izquierda (robot cánulas). Coger subconjunto cánula izquierda + embellecedor soldado y cánula derecha + embellecedor soldado. A la izquierda de la marmita encajar la entrada del tubo de salida en la marmita. Cerrar cilindro de protección embellecedor. Repetir acción en lado derecho. Verificar que los embellecedores están exentos de proyecciones, golpes o arañazos.</p> <p>2.4. Colocar las varillas a cada lado de la marmita y cerrar el bridaje de modo que quede bien sujeta.</p> <p>2.5. Pulsar marcha al robot.</p>	<p>COMPONENTES: Marmitas y ganchos</p> <p>REFERENCIA COMPONENTES: VER TABLA COMPLEJIDAD ALM_C520_CC01</p>		<p>REVISIÓN SOLDADURAS</p> <ol style="list-style-type: none"> Soldadura embellecedor a tubo Soldadura tubo de salida a marmita Soldadura gancho derecho a marmita Soldadura de gancho izquierdo a marmita Soldadura tubo salida a marmita Soldadura embellecedor a tubo 				<p>SOLD.INCOMPLETA NOK</p>																			

Referencia:	CS20 STAGE VI	Descripción:	MESA B - DIESEL	Línea:	C-520 SILENCIOSOS	Proceso:	SOLDADURA C-520	Página:	3/5
<p> + = HSE SEGURIDAD V = VISUAL D = CALIDAD T = TIPS M = MANUAL H = HERRAMIENTA R = RUIDO C.S. = PUNTO CLAVE PRODUCTO P = PUNTO CLAVE PROCESO </p>									
OPERACIÓN			DIAGRAMAS / FOTOS / ETC....						
1	RETRIRAR SILENCIOSO SOLDADO	<p>1.1. Cuando el semáforo del robot esté en color verde, entrar para retirar el silencioso. Situar en la parte intermedia del silencioso, torre n° 3. Coger el silencioso con ambas manos del tubo intermedio y liberar el silencioso del utilillaje.</p> <p>1.2. Agitar silencioso para comprobar sonajero. Si se oye ruido en el interior de la marmita, rechazar silencioso. Si es OK llevar silencioso a fugómetro y colocar en su posición.</p> <p>1.3. Revisar soldaduras (ver imagen): Todas las soldaduras estarán ausentes de poros, con soldadura completa, sin proyecciones en zonas funcionales, sin grietas, sin filo y/o rebabas y sin hilo y/o soldadura punzante. (Si se detecta algún no conforme, identificar con etiqueta roja y evacuar a zona de recuperación). Inspeccionar visualmente el aspecto de los embellecedores, deben estar exentos de marcas, golpes y proyecciones.</p>	<p style="text-align: center;">REVISIÓN SOLDADURAS</p>						
2	COGER Y MONTAR SUBCONJUNTO POSTERIOR	<p>2.1. Desplazarse a soporte subconjunto posterior. Coger subconjunto silencioso con ambas manos de los tubos de salida, desplazarse a torre N° 1 y montar en utilillaje. Cerrar posicionadores C-8 de las varillas hasta tope mecánico.</p> <p>2.2. Posicionar el bote teniendo cuidado con los embellecedores en utilillaje evitando los golpes y rayaduras, vigilar la correcta posición en las cunas de los ganchos. Cerrar posicionadores de los ganchos de la marmita trasera.</p>							
3	BRIDA, TUBO INTERMEDIO	<p>FV41-5K254-AE / GV61-5K254-BA</p> <p>REFERENCIA COMPONENTES: VER TABLA COMPLEJIDAD ALM_C520_CC01</p> <p>3.1. Desplazarse a caja de bridas. Coger una brida con la mano derecha. Ir a soporte subconjunto tubo intermedio y coger el tubo con la mano izquierda.</p> <p>3.2. Desplazarse a torre N°4 . En el trayecto colocar la brida dentro del tubo intermedio por la parte más recta. En el utilillaje, acoplar tubo intermedio en agujero del subconjunto silencioso, posicionar tubo en las cunas y brida. Cerrar posicionador brida C-1, hasta tope mecánico.</p> <p>3.3. Desplazarse a panel de control y pulsar marcha ciclo.</p>							
4	CATALIZADOR, TUBO INTERMEDIO	<p>GV61-5E292-HC / -MA</p> <p>REFERENCIA COMPONENTES: VER TABLA COMPLEJIDAD ALM_C520_CC01</p> <p>4.1. Ir a soporte subconjunto tubo intermedio y coger el tubo con la mano izquierda. Ir a soporte subconjunto catalizador y coger el subconjunto con la mano derecha.</p> <p>4.2. Desplazarse a torre N°4 . En el trayecto, cobcar el catalizador dentro del tubo intermedio por la parte más recta. En el utilillaje, acoplar tubo intermedio en agujero de la marmita trasera. Cerrar posicionador brida C-1, hasta tope mecánico.</p> <p>4.3. Desplazarse a panel de control y pulsar marcha ciclo.</p>							

Referencia:	C520 STAGE VI	Descripción:	MESA B - GASOLINA	Línea:	C-520 SILENCIOSOS	Proceso:	SOLDADURA C-520	Página:	4/5								
	- HSE SEGURIDAD		- VISUAL		- CALIDAD		- TIPS		- MANUAL		- HERRAMIENTA		- OIDO		- PUNTO CLAVE PRODUCTO		- PUNTO CLAVE PROCESO
OPERACIÓN CÍCLICA																	
No.	OPERACIÓN										DIAGRAMAS / FOTOS / ETC...						
1	RETIRAR SILENCIOSO SOLDADO	<p>1.1. Cuando el semáforo del robot esté en color verde, entrar para retirar el silencioso. Situarse en la parte trasera del silencioso, torre nº 1 a la izquierda. Coger el silencioso con ambas manos de los tubos de salida y junto con el operario nº 2 liberar el silencioso del utillaje.</p> <p>1.2. Agitar silencioso para comprobar sonajero. Si se oye ruido en el interior de la marmita, rechazar silencioso. Si es OK llevar silencioso a fugómetro y colocar en su posición.</p> <p>1.3. Revisar las soldaduras (ver imagen). Todas las soldaduras estarán ausentes de poros, con soldadura completa, sin proyecciones en zonas funcionales, sin grietas, sin filo y/o rebabas y sin hilo y/o soldadura punzante. (Si se detecta algún no conforme, identificar con stick rojo y evacuar a zona de recuperación).</p>	<p>REVISIÓN SOLDADURAS</p> <p>7 Soldadura resonador/catalizador-tubo entrada 8 Soldadura tubo entrada - delantera 9 Soldadura marmita delantera - tubo intermedio 10 Soldadura tubo intermedio - marmita trasera</p>														
2	COGER Y MONTAR SUBCONJUNTO POSTERIOR	<p>2.1. Desplazarse a soporte subconjunto posterior. Coger subconjunto silencioso con ambas manos de los tubos de salida, desplazarse a torre N° 1 y montar en utillaje. Cerrar posicionadores C-8 de las varillas hasta tope mecánico.</p> <p>2.2. Posicionar el bote teniendo cuidado con los embellecedores en utillaje evitando los golpes y rayaduras, vigilar la correcta posición en las cunas de los ganchos. Cerrar posicionadores de los ganchos de la marmita trasera.</p>	<p>GRIETA NOK</p> <p>PORO NOK</p> <p>SOLD.INCOMPLETA NOK</p>														
3	RESONADOR, TUBOS Y MARMITA INTERMEDIA	<p>FV41-5K254-BD GV61-5K254-AA FV41-5E292-AD/BE GV61-5E292-LA</p> <p><u>REFERENCIA COMPONENTES:</u> VER TABLA COMPLEJIDAD ALM_C520_CC01</p> <p>3.1. Desplazarse a carro marmita intermedia. Coger la marmita intermedia con la mano derecha. Comprobar el marcaje de la marmita: 1531988X. Ir a soporte subconjunto tubo intermedio y coger el tubo con la mano izquierda.</p> <p>3.2. Desplazarse a torre N° 3 y apoyar marmita intermedia en el utillaje. Acoplar tubo trasero por el extremo de salida en agujero del subconjunto silencioso. Acoplar extremo de entrada en agujero de la marmita intermedia, posicionar tubo en cunas y marmita intermedia en torre 3 hasta tope mecánico según foto.</p> <p>3.3. Desplazarse a contenedor tubo entrada. Coger el tubo con mano izquierda. Ir a rampa subconjunto resonador / catalizador y coger el subconjunto con la mano derecha.</p> <p>3.4. Desplazarse a torre N° 4. En el trayecto acoplar el tubo y el resonador. En el utillaje, acoplar tubo entrada en agujero de la marmita intermedia y posicionar tubo y subconjunto en cunas hasta tope mecánico. Cerrar posicionadores C-1 de subconjunto y C-8 del tubo, hasta tope mecánico. Leer etiqueta del catalizador para verificar referencia correcta.</p>	<p>HILO SOLDADURA PUNZANTE NOK</p>														
4	REARMAR BARRERA CERRAR ÚTIL MARCHA	<p>4.1. Desplazarse a torre N° 4, cerrar cilindro marmita intermedia C-4 hasta tope mecánico.</p> <p>4.2. Desplazarse a panel de control y pulsar marcha ciclo.</p>															

Referencia:	STAGE VI	Descripción:	ESTANQUEIDAD Y EMBALAJE	Línea:	C520 SILENCIOSOS	Proceso:	Célula de Soldadura	Página:	5/5

OPERACIÓN CICLICA

OPERACIÓN	DIAGRAMAS / FOTOS / ETC....																														
<p>1 FUGAS, SILENTBLOCK Y MARCAJE</p> <p>1.1. Antes de pasar piezas por el fugómetro, si el contenedor está vacío, coger una nueva etiqueta de código de barras para contenedor y leer los tres códigos (ver imagen). Colocar la etiqueta en el soporte lateral del contenedor</p> <p>1.2. Llevar silencioso a máquina de fugas. Leer código del catalizador y verificar que el semáforo está en verde.</p> <p>1.3. Coger silentblocks y colocar en el apoyo de forma que los reconozca el detector de posición (ver foto) y aplicar grasa líquida sobre las varillas.</p> <p>1.4. Cerrar el utilaje de la marmita trasera</p> <p>1.5. Salir de la zona de trabajo y pulsar inicio de ciclo. Esperar a fin de test de estanqueidad.</p> <p>1.6. Posicionarse frente a silencioso terminado y comprobar resultado del test de fugas:</p> <p>Verificar el valor de la fuga en el caudalímetro MIRAR TABLA.</p> <p>Si el resultado del test ha sido OK, coger etiqueta, comprobar que la referencia es la correcta y pegar en la marmita a la altura del lector, en la zona central de la marmita. La etiqueta código de barras debe estar en posición correcta y ser legible, sin roturas, ni arrugas, ni manchas (ver foto). Manipular con precaución para evitar golpes y deformaciones, especialmente en los embellecedores. Si el resultado es NOK, pulsar botón validación pieza NOK, extraer conjunto final y comprobar si existe algún punto de fugas. Si es así, llevar a puesto de recuperaciones. Si no, identificar el defecto llevar a contenedor de scrap.</p> <p>1.7. Validar marcaje según referencia (ver tabla). Debe llevar la referencia de conjunto final, fecha y hora (ver imagen).</p> <p>1.8. Extraer silencioso y embalar. Comprobar que los silentblocks están bien posicionados.</p> <p>1.9 Leer código referencia con pistola de trazabilidad para el siguiente tubo y verificar semáforo que este en verde</p> <p>Si los silentblocks no se montan como de acuerdo a la imagen, de forma que no son detectados por el sensor, se ejecutará el AUTO-EJECT, el marcaje de la línea y la impresión de la etiqueta de identificación.</p>	<p>MARCAJE REFERENCIA FORD FECHA(AAAAMMDD)+ HORA(HHMM)</p> <p>ETIQUETA REFERENCIA FAURECIA D3C4B 10A+FECHA Y HORA (AAAMDDHHMMSS) REFERENCIA FORD CÓDIGO DE BARRAS</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>FORD PN</th> <th>FAURECIA PN</th> <th>FUGA MÁX.</th> <th>COMBUSTIBLE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FV41-5K254-AE</td> <td>1452319X</td> <td rowspan="3">< 30 litros/min a 0,3 bar</td> <td rowspan="3">DIESEL</td> </tr> <tr> <td>GV61-5E292-HC</td> <td>1594964X</td> </tr> <tr> <td>GV61-5K254-BA</td> <td>2089464X</td> </tr> <tr> <td>GV61-5E292-MA</td> <td>2089473X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FV41-5K254-BD</td> <td>1452321X</td> <td rowspan="4">< 40 litros/min a 0,3 bar</td> <td rowspan="4">GASOLINA</td> </tr> <tr> <td>FV41-5E292-AD</td> <td>1452327X</td> </tr> <tr> <td>FV41-5E292-BE</td> <td>1487661X</td> </tr> <tr> <td>GV61-5K254-AA</td> <td>2089466X</td> </tr> <tr> <td>GV61-5E292-LA</td> <td>2089469X</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>OK</p> <p>NOK</p>	FORD PN	FAURECIA PN	FUGA MÁX.	COMBUSTIBLE	FV41-5K254-AE	1452319X	< 30 litros/min a 0,3 bar	DIESEL	GV61-5E292-HC	1594964X	GV61-5K254-BA	2089464X	GV61-5E292-MA	2089473X			FV41-5K254-BD	1452321X	< 40 litros/min a 0,3 bar	GASOLINA	FV41-5E292-AD	1452327X	FV41-5E292-BE	1487661X	GV61-5K254-AA	2089466X	GV61-5E292-LA	2089469X		
FORD PN	FAURECIA PN	FUGA MÁX.	COMBUSTIBLE																												
FV41-5K254-AE	1452319X	< 30 litros/min a 0,3 bar	DIESEL																												
GV61-5E292-HC	1594964X																														
GV61-5K254-BA	2089464X																														
GV61-5E292-MA	2089473X																														
FV41-5K254-BD	1452321X	< 40 litros/min a 0,3 bar	GASOLINA																												
FV41-5E292-AD	1452327X																														
FV41-5E292-BE	1487661X																														
GV61-5K254-AA	2089466X																														
GV61-5E292-LA	2089469X																														
<p>2 EMBALAJE</p> <p>2.1. En caso de piezas con embellecedores negros (BA/AA/LA), tras el paso por fugas, colocar pieza sobre los soportes de apoyo (como se muestra en la imagen). Retirar la malla de ambos embellecedores para realizar la inspección. En caso de silenciosos MA se revisan los embellecedores en el contenedor. Revisar que los embellecedores no presenten picadas, golpes o marcas en la zona visible.</p> <p>Si la pieza es NOK, pintar la parte afectada según instrucción de recuperaciones (ALM_C520_IT03)</p> <p>Volver a colocar la malla si el embellecedor es OK.</p> <p>Si embellecedor NOK, pintar la zona afectada sin acercar demasiado el spray y aplicar la mínima capa necesaria de pintura. Esperar que la pintura se seque completamente y volver a poner la malla.</p> <p>2.2. Leer con pistola la etiqueta de la pieza situada sobre la marmita trasera y llevar pieza con cuidado al contenedor. En caso de piezas sin embellecedor negro, pasar directamente la pieza desde el fugómetro al contenedor y leer etiqueta una vez esté en contenedor. Comprobar que se enciende la luz verde verificando la lectura (ver imagen).</p> <p>2.3. Una vez completado el contenedor, comprobar que en pantalla muestre que el contenedor esté completo. Colocar etiquetas al contenedor tanto en la parte frontal como en el lateral.</p>																															

-ANEXO 7: Medición del tiempo de ciclo para cada operario.

-OPERARIO 1

Producto: HC		Nº Operario: 1																							
Proceso: Soldadura línea completa		Linea: C 520																							
Fecha: 31/03/2017		HORA: 10:00																		Configuración operarios: 3					
Nº	OPERACIONES ELEMENTARIAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Prom.	Min	Max	V %
1	PM: Marcha 1319	12,74	12,26	14	13,33	16	13,78	14	16,7	18,2	18,1	15,93	15,76	14,12	16,03							15,07	12,26	18,2	48,45
	Pone mallas lee marmita																								
2	PM: Deja pistola	4,3	13,1	12	14,6	30	12,08	11	12,6	10,3	12,32	17,6	9	17,38	16,52							13,77	4,3	30	597,7
	espera																								
3	PM: Descargan línea completa	4,5	6,34	5,1	5,9	6	6,29	7,8	5,18	7	8,17	8,7	8,72	6,37	5,24							6,522	4,5	8,72	93,78
	Cargar marmita trasera																								
4	PM: Cierra util marmita trasera	18,12	15,5	14,9	16,97	17,1	15,83	13,94	14,83	15,4	21,2	17,33	16,4	16,56	14,72							16,34	13,94	21,2	52,08
	Monta tubi intermedio y gancho																								
5	PM: Pulsa marcha 1304	5,52	11	6,42	7,89	7,36	8,1	7,96	5,5	6,1	5,95	6,9	6,4	10,66	6,1							7,276	5,5	11	100
	Coge canulas y embellecedores																								
6	PM: Toca ultimo componente	9,54	9,8	9,87	9,66	9,62	9,13	10	8,06	8,9	11,61	5,09	7,06	8,28	5,01							8,688	5,01	11,61	131,7
	descarga 1319																								
7	PM: Apoya tubo intermedio soldado	25,8	26,1	24,5	25,89	25,23	25,48	26	26,13	26,47	25,78	24,44	27,21	28,78	25,96							25,98	24,44	28,78	17,76
	Carga 1319																								
8																									
TIEMPO CICLO(TC)		80,52	94,1	86,79	94,24	111,3	90,69	90,7	89	92,37	103,1	95,99	90,55	102,2	89,58							→ 93,65	111,3		148,8
TC SIN RETARDOS		76,22	81	74,79	79,64	81,31	78,61	79,7	76,4	82,07	90,81	78,39	81,55	84,77	73,06							→ 93,65	73,06		

-OPERARIO 2:

Producto: HC		Nº Operario: 2																								
Proceso: Soldadura línea completa		Linea: C 520																								
Fecha: 31/03/2017		Configuración operarios: 3																								
HORA: 10:00																										
Nº	OPERACIONES ELEMENTARIAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Prom.	Min	Max	V %	
1	PM: Toca marmita y gancho	29,63	30,64	29,17	29,64	28,56	30,39	32,64	29,79	29,89	28,36	29,9	29,14										29,81	28,36	32,64	15,09
2	PM: Toca marmita soldada	4,23	4,4	4,15	4,47	3,96	5,06	4,35	4,15	4,57	4,22	5,66	3,97										4,433	3,96	5,66	42,93
3	PM: Pulsa marcha robot 1304	6,28	6,92	5,89	5,89	6,3	5,77	5,81	6,59	5,49	7,7	5,55	6,78										6,248	5,49	7,7	40,26
4	PM: Toca pieza fugada	6,81	6,35	6,18	5,96	6,31	6,29	5,93	5,65	6,38	5,13	7,73	6,21										6,244	5,13	7,73	50,68
5	PM: Descarga pieza contenedor	13,15	11,12	12,7	12,61	12,68	13,02	13,75	12,7	14,81	12,98	12,96	14,15										13,05	11,12	14,81	33,18
6	PM: Deja palo lubricante fugometro	5,49	5,83	5,96	8,23	6,12	7,92	13,3	4,93	9,12	6,71	4,94	5,69										7,02	4,93	13,3	169,8
7	PM: Toca línea completa soldada	11,28	10,56	11,41	41,72	11,46	11,21	10,33	12,79	10,39	11,27	10,82	11,74										13,75	10,33	41,72	303,9
8	PM: Cierra apretador fugometro	13,3	14,75	13,09	4,23	15,16	13,85	11,26	12,92	12,51	10,25	12,15	13,77										12,27	4,23	15,16	258,4
9																										
TIEMPO CICLO(TC)		90,17	90,57	88,55	112,8	90,55	93,51	97,37	89,52	93,16	86,62	89,71	91,45										→ 92,83	112,8		114,3
TC SIN RETARDOS		90,17	90,57	88,55	112,8	90,55	93,51	97,37	89,52	93,16	86,62	89,71	91,45										→ 92,83	86,62	112,8	

-OPERARIO 3:

Producto: HC		Nº Operario: 3																							
Proceso: Soldadura línea completa		Linea: C 520																							
Fecha: 31/01/2017		Configuración operarios: 3																							
		HORA: 10:00																							
Nº	OPERACIONES ELEMENTARIAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Prom.	Min	Max	V %
1	PM: Toca canulas espera	15	13,1	21,2	16,4		20,8	22		11,2	13,6											16,66		22	
2	PM: acaba espera	15,5	16	14	16,5	15,7	15	15,7	14,3	14,1	15,3											15,21	14	16,5	17,86
3	PM: Toca pistola	19,4	19,9	19,5	18,6	15,9	17,4	30,9	34,8	17,6	69											26,3	15,9	69	334
4	PM: Toca catalizador	12,7	7,2	11,1	16	12	12,7	7,3	10,1	13,6	12,5											11,52	7,2	16	122,2
5	PM: Descarga silencioso 1304	15,7	17,8	16,6	44,3	13,2	16,2	10,7	12,3	23,4	15,6											18,58	10,7	44,3	314
6	PM: Pulsa marcha 1337	14,4	8,2	9,3	7,7	7,5	6,6	32,1	5,8	8,1	8,4											10,81	5,8	32,1	453,4
7																									
TIEMPO CICLO(TC)		92,7	82,2	91,7	119,5	64,3	88,7	118,7	77,3	88	134,4											→ 95,75	→	134,4	248,3
TC SIN RETARDOS		77,7	69,1	70,5	103,1	64,3	67,9	96,7	77,3	76,8	120,8											→	64,3	→	

