

E.T.S. de Ingeniería Industrial,
Informática y de Telecomunicación

IMPLANTACIÓN DE TPM EN LA INSTALACIÓN DE PINTURA DE MAIER NAVARRA S.L.U.



Máster Universitario en
Ingeniería Industrial

Trabajo Fin de Máster

Paula Horta Bárcena

Alejandro Fed. Bello Pintado

Pamplona, 27 de junio 2016

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, con especial cariño a mis padres por haberme apoyado no solo en este último peldaño de mi formación si no en todo el camino que llevo recorriendo con esfuerzo y en ocasiones, con sufrimiento. A mi madre por haber estado a mi lado en los momentos de más inseguridad, y a mi padre porque es la persona que me inspiró para llegar a ser la ingeniera que soy.

Quiero dar las gracias a Maier Navarra por haberme dado la oportunidad de vivir esta enriquecedora experiencia profesional y personal, así como a todos aquellos que me han enseñado y contribuido a hacerme sentir cómoda en un lugar que era totalmente desconocido para mí, y que hoy por hoy considero un pedacito de mí. En especial quiero agradecer a Leire Ezquer, mi tutora en la empresa, porque desde el primer día se ha involucrado en mi aprendizaje y en mi integración, y sin duda ha sido para mí una pieza clave en mi motivación diaria. Igualmente deseo dar las gracias a Itziar Martínez, Piloto de la instalación de pintura, por haberme acogido y hecho sentir parte de su equipo todo este tiempo.

Por último, destacar y agradecer la ayuda y seguridad que me ha proporcionado mi director de TFM, Alejandro Bello, durante la elaboración de esta memoria.

RESUMEN

La actividad del mantenimiento en una industria es clave para el funcionamiento eficiente de sus equipos e instalaciones. Además, cuando una máquina sufre una avería, tiene asociadas muchas pérdidas, tanto económicas como productivas o de calidad. En los últimos años ha evolucionado la táctica de solucionar los problemas una vez que aparecen, dejando paso a la prevención de los mismos.

Efectivamente, el concepto de mantenimiento ha experimentado numerosos cambios. Tradicionalmente se consideraba como una actividad totalmente correctiva mientras que hoy en día, se ha dado protagonismo a las tareas preventivas con el fin de adelantarse a lo que pueda suceder y evitar las averías.

Dentro de la filosofía de mejora continua o *Lean Manufacturing*, la herramienta más significativa en el ámbito del mantenimiento es el TPM (*Total Productive Maintenance*) o Mantenimiento Productivo Total. Persigue los objetivos de cero averías, cero defectos y cero accidentes, siguiendo la estrategia de reducir las actividades correctivas incrementando las preventivas. Su característica más peculiar, es la de dividir las tareas preventivas entre personal de Mantenimiento y de Producción, consiguiendo así la integración y participación de todos. Con el TPM se implantan en la empresa a nivel de mantenimiento preventivo el Mantenimiento Autónomo, protagonizado por los operarios de máquina y el Mantenimiento Planificado, el desempeñado por el personal de mantenimiento.

Palabras clave

Mejora continua, TPM / Mantenimiento Productivo Total, cero averías, cero defectos, actividades preventivas, Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Planificado

SUMMARY

The maintenance service in an industry is crucial for the efficiency of the equipment and the systems. Moreover, when a breakdown takes place it gives rise to a large quantity of losses, such as economical, productive or quality related. In recent years the technique of resolving problems once they have appeared has evolved into the prevention of the problems from the outset.

Indeed, the maintenance concept has undergone several changes all over the years. It has been traditionally considered as a corrective activity, whereas nowadays, prevention tasks are standing out with the purpose of preventing setbacks and avoiding breakdowns.

Within the continuous improvement or Lean Manufacturing, the most important maintenance tool is the Total Productive Maintenance (TPM). Its purpose is to achieve no breakdowns, no defects and no accidents, following the strategy of reducing corrective activities and increasing preventive ones. The most intriguing feature of TPM is the division of preventive tasks between the maintenance and production staff getting all workers involved. With the arrival of the TPM tool, the Autonomous Maintenance, and the Planned Maintenance, the former developed by the production staff, and the latter carried out by the maintenance staff, are introduced into the preventive maintenance framework.

Key words

Continuous improvement, TPM Total Productive Maintenance, no breakdowns, no defects, preventive activities, Autonomous Maintenance, Planned Maintenance

INDICE

1. PRESENTACIÓN.....	8
2. OBJETIVOS.....	8
3. INTRODUCCIÓN.....	9
4. EL GRUPO MAIER.....	10
4.1. Historia.....	10
4.2. Actividad y productos de Maier.....	12
4.3. Estructura del Grupo Maier.....	13
4.4. Plantas productivas.....	14
4.5. Cifras significativas.....	19
4.6. Maier Navarra.....	20
4.6.1. Historia.....	20
4.6.2. Clientes y productos.....	21
4.6.3. Estructura.....	22
4.6.4. Planta.....	23
5. CONTEXTO.....	24
5.1. UAT Pintura.....	24
5.1.1. Definición de UAT.....	24
5.1.2. Creación y funcionamiento de la UAT de Pintura.....	25
5.2. Situación del pintado de piezas en el proceso productivo de Maier Navarra.....	32
6. TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM).....	33
6.1. Definición y objetivos.....	33
6.2. Historia.....	34
6.3. Los 8 pilares del TPM.....	34
6.4. Fases para la implantación de un TPM.....	39
6.4.1. Mantenimiento Autónomo.....	39
6.4.2. Mantenimiento Planificado.....	42

7. SITUACIÓN DE PARTIDA	45
7.1. Creación del Equipo de Mejora P03	45
7.1.1. Diagrama Ishikawa	47
7.1.2. Logros del Equipo de P03.....	53
7.2. Avería en P03. Criticidad de la instalación.....	54
8. IMPLANTACIÓN DEL TPM EN LA INSTALACIÓN DE PINTURA DE MAIER NAVARRA	55
8.1. Mantenimiento autónomo	55
8.1.1. Limpieza e inspección (M.A.1)	56
8.1.2. Mejora de puntos de acceso y eliminación de focos de suciedad (M.A.2) ..	59
8.1.3. Creación de estándares (M.A.3)	68
8.1.4. Formación, puesta en marcha y producción autónoma (M.A.4)	73
8.1.5. Auditar (M.A.5.).....	76
8.2. Mantenimiento Planificado	78
8.2.1. División de tareas entre los Mantenimiento y Producción (M.A.1.)	79
9. RESULTADOS	81
9.1. MTBF: <i>Mean Time Between Failure</i>	81
9.2. MTTR: <i>Mean Time To Repair</i>	82
9.3. OEE: <i>Overall Equipment Efficiency</i>	83
9.4. Rechazo de piezas e impacto económico.....	84
10. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS.....	88
REFERENCIAS	89
LISTADO DE TABLAS.....	90
LISTADO FIGURAS.....	91
ANEXOS.....	93

1. PRESENTACIÓN

La realización de esta memoria surge a raíz de las prácticas en empresa ofrecidas por la Fundación de la Universidad Pública de Navarra a los alumnos del Máster de Ingeniería Industrial.

En concreto he podido beneficiarme del convenio que la universidad mantiene con la empresa MAIER NAVARRA S.L.U. Durante cuatro meses he integrado el Departamento de Producción, pudiendo desarrollar en él el presente Trabajo de Fin de Máster.

El contenido de este trabajo radica en la implantación del sistema *Total Productive Maintenance* (TPM) en la instalación de pintura de Maier Navarra. El TPM es una metodología de mantenimiento relacionada con la mejora continua que busca la máxima eficiencia de los equipos, la producción perfecta, involucrando no solo al personal de mantenimiento sino también a los operarios de producción.

La decisión de implantar un TPM en una instalación reside, entre otros factores, en la criticidad de la misma. En el caso de la instalación de pintura de Maier Navarra, el elevado número de averías así como la inestable calidad de su producción llevaron a la determinación de, en el segundo semestre del 2015, iniciar el programa de TPM.

2. OBJETIVOS

El TPM de la instalación de pintura es un proyecto de larga duración, en el que me he visto involucrada intensamente durante las prácticas, trabajando conjuntamente con diferentes miembros tanto de Mantenimiento como Producción y especialmente con la Responsable de la instalación. En equipo hemos avanzado minuciosamente por las distintas fases del TPM, con el propósito de mejorar la instalación y alcanzar los siguientes objetivos:

- a. Cero averías, cero defectos, cero accidentes
- b. Reducir las actividades correctivas y aumentar las preventivas
- c. Conseguir la cooperación del personal de Mantenimiento y el de Producción
- d. Fomentar el sentimiento de pertenencia y la implicación de los operarios de pintura y de mantenimiento en el cuidado y conservación de su instalación

3. INTRODUCCIÓN

La instalación de pintura de Maier Navarra es una de las más antiguas a nivel del Grupo Maier. El hecho de haber sido construida hace más de 15 años, dificulta el acople de sistemas modernos y frena su evolución tecnológica. Estas limitaciones hacen que las averías sean frecuentes y que en muchos casos sean difíciles y lentas de solucionar, causando la parada de la instalación.

Otro aspecto que castiga a la instalación es la calidad de las piezas que pinta. En sus inicios estaba pensada para pintar colores *soft*, pinturas mates y fáciles de trabajar, que no suponen apenas problemas de calidad. Sin embargo, la llegada de ciertos proyectos a la planta, incluían el pintado de piezas con colores más exigentes, como el negro piano o *scandium*, pinturas brillantes en las que los defectos más mínimos resultan llamativos. Las referencias pintadas con estos colores suelen elevar el rechazo de la instalación, principalmente por suciedades apreciables en su superficie.

El gran número de averías ligado al alto rechazo de la instalación, hacían de la instalación de pintura una máquina considerada especialmente problemática. Con el fin de implantar mejoras y reducir los problemas surgió un Equipo de Mejora, que consiguió numerosos logros al respecto.

Sin embargo, fue una gran avería en el verano del 2015 que llegó a durar más de una semana, el motivo definitivo para considerar la instalación como equipo crítico. Fruto de esta avería se paró la producción de pintura durante aproximadamente 7 días, lo cual evidenció la falta de un plan alternativo y se tuvo que recurrir a un plan de emergencia. En efecto, la instalación se vio obligada a subcontratar el pintado de piezas a mano con pistolas y a enviar una parte de su producción a otra planta del Grupo.

El caos asociado a este gran contratiempo así como las pérdidas económicas que sufrió la instalación, llevaron a la decisión de implantar un TPM. El hecho de que anteriormente existiese un Equipo de Mejora, ha constituido una gran ayuda en ciertas fases de su implantación.

Este proyecto se inició en septiembre de 2015 y se estima que finalice a finales de este año 2016. Aunque en este trabajo se explican con detalle las primeras fases, es en los meses de febrero a junio en los que se ha concentrado mi participación.

4. EL GRUPO MAIER

Maier Sociedad Cooperativa [1] pertenece a la división de automoción de la rama industrial de Mondragón Corporación Cooperativa (MCC), grupo empresarial vasco primero en su Comunidad y décimo de España. Fabrica componentes y subconjuntos en materiales termoplásticos para automoción, electrodomésticos y electrónica de consumo.

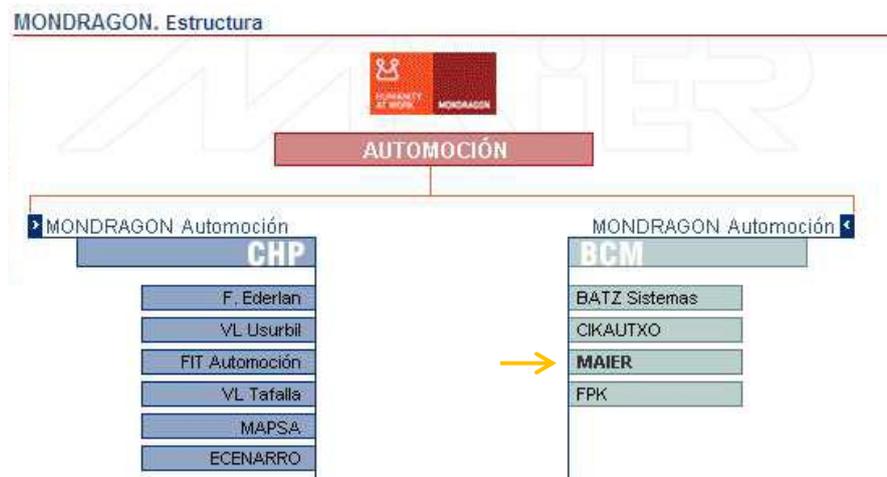


Figura 1: Estructura de la división de automoción MCC [1]

Es líder europeo en desarrollo y fabricación de rejillas frontales pintadas en color carrocería, embellecedores cromados, tapacubos y tapas de gasolina. Está presente en los 9 primeros constructores mundiales de automóviles.

Dispone de plantas en España, Reino Unido, Chequia e India, una joint venture en Turquía y delegaciones en Francia, Suecia, USA y Japón, además de un centro tecnológico con más de 100 efectivos.

4.1. Historia

En este apartado se realiza un pequeño resumen de los hitos del Grupo Maier a lo largo de la historia.

- 1973. Se funda la sociedad Maier y se asocia al grupo de cooperativas de Caja Laboral Popular.
- 1975. Formación del Equipo Humano.

- 1973-1975. Inicio de actividades de matricería, inyección y cromado en una nave de 2.400 m² de planta.
- 1975-1977. Orientación al mercado del sector del electrodoméstico nacional.
- 1977. Generación de Cash-Flow. Comienzo de la exportación a Francia para la firma THOMPSON. Se establece la primera planta piloto de serigrafía y pintura.
- 1979-1980. Fuerte expansión al sector automovilístico a través de SEAT y crecimiento de la exportación.
- 1981. Primera ampliación de las instalaciones duplicando la anterior. Expansión dentro del sector del automóvil.
- 1982-1986. Gran crecimiento de las secciones de pintura y acabados. La fuerte expansión que sufrió en esta época, la triplicación de las ventas en este periodo y el incremento de participación en el sector del automóvil llevan a la consolidación de la empresa.
- 1987-1989. Segunda implantación. Plantas industriales de 14.512 m². Inversiones de más de 1.260 millones de pesetas. Acuerdo técnico/comercial con MGI-Coutier.
- 1991. Maier junto con MGI Coutier realiza su primera adquisición, Ferroplast en Vigo.
- 1993. Implantación del sistema de mejora continua *Hobekuntza* y adquisición de una planta anexa para la creación de un centro de I+D.
- 1995. Implantación de mini fábricas: Olatxus. La sociedad crea un centro de desarrollo propio, el MTC (Maier Technology Center) en Gernika.
- 1996. Inauguración de Maier Egi-Coutier Navarra en la Ultzama.
- 1997. Configuración de Maier como Grupo empresarial.
- 1998. Inauguración de la nueva planta de Ferroplast en Porriño para sustituir la de Vigo. Toma del control del 100% del capital de la sede de Ultzama por la corporación MCC (80% MAIER, 20% MCC inversiones) que pasa a denominarse Maier Navarra.
- 2000. Ampliación de Maier Gernika.

- 2001. Inauguración de la nueva planta de Maier Uk en la localidad de Burntwood, Reino Unido. Adquisición de la sociedad Chromeco, empresa dedicada a la fabricación de piezas de plástico cromadas. Comienzo de la construcción de Maier Do Brazil.
- 2002. Adquisición de la participación de MGI en la planta de Ferroplast, que pasa a estar controlada al 100% por Maier y MCC.
- 2003. Aumento de la facturación en G.M. Venta de la planta de Maier Do Brasil.
- 2004. Reflexión estratégica con orientación de la organización por los negocios. Impulso a las actividades I+D+I.
- 2005. Inicio de la implantación en Europa del este y prospección del mercado chino, tanto para la actividad de ventas, como de compras.
- 2006. Inauguración de la nueva planta de Maier Chequia.
- 2007. Certificado de calidad.
- 2008. Comienzo de la crisis, la plantilla sufre una reestructuración.
- 2010. Implantación de producción ajustada en Maier Ferroplast.
- 2011. Ampliación del centro MTC e inauguración de Alpha Maier en la India.

4.2. Actividad y productos de Maier

Maier se dedica a la fabricación de componentes y subconjuntos con acabados estéticos para exterior e interior de automóvil. La producción de estos elementos supone:

1. Diseño y desarrollo de productos
2. Matricería, es decir, el diseño y fabricación de moldes de inyección, prototipos y modelos
3. Inyección de plástico
4. Acabados
 - Pintado
 - Cromado con brillo o mate
 - Tampografiado
 - Serigrafía
 - Decapado láser
 - Decoración 3D

Los productos ofrecidos por Maier se dirigen fundamentalmente al sector de la automoción, ya que suponen más del 90 % de la facturación del Grupo Maier y son por tanto su negocio principal.

- Exterior: spoilers, tapa de gasolina, emblema, tirador trasero, tapacubos, tapabujes, guardabarros, rejillas, protectores, embellecedores.
- Interior: rejillas de altavoz, asideros, bolsas puerta, tapa airbag, aireador, fechadas.

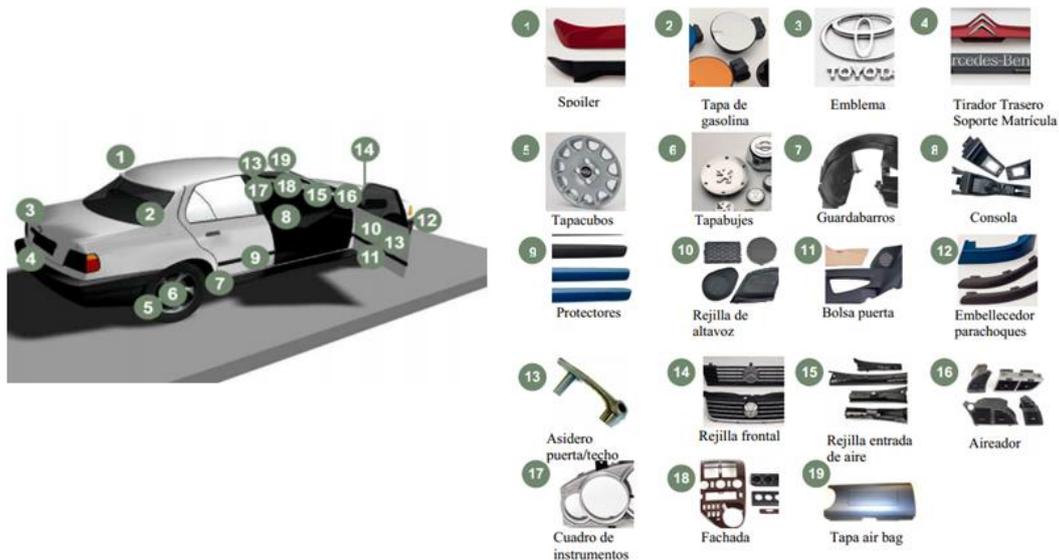


Figura 2: Piezas exteriores e interiores de automóvil [1]

4.3. Estructura del Grupo Maier

En el siguiente esquema se muestra el organigrama general de Maier.

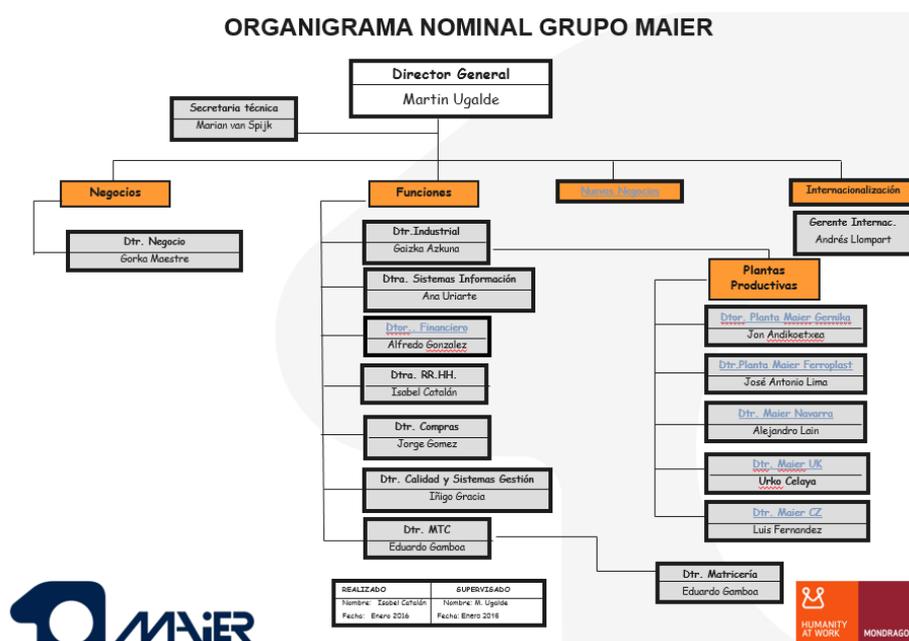


Figura 3: Organigrama del Grupo Maier

De la Dirección General dependen la Secretaría técnica y las unidades de Negocios, Funciones, Nuevos Negocios e Internacionalización. A su vez dentro del área de funciones encontramos a los directores Industrial, de Sistemas de Información, Financiero, de Recursos Humanos, de Compras, Calidad y Sistemas de Gestión y MTC. Los directores de las diferentes plantas productivas dependen del Director Industrial.

4.4. Plantas productivas

La presencia de Maier en el mundo se ha extendido a lo largo de los últimos años. Actualmente existen 6 plantas productivas, 1 centro tecnológico y varias alianzas.

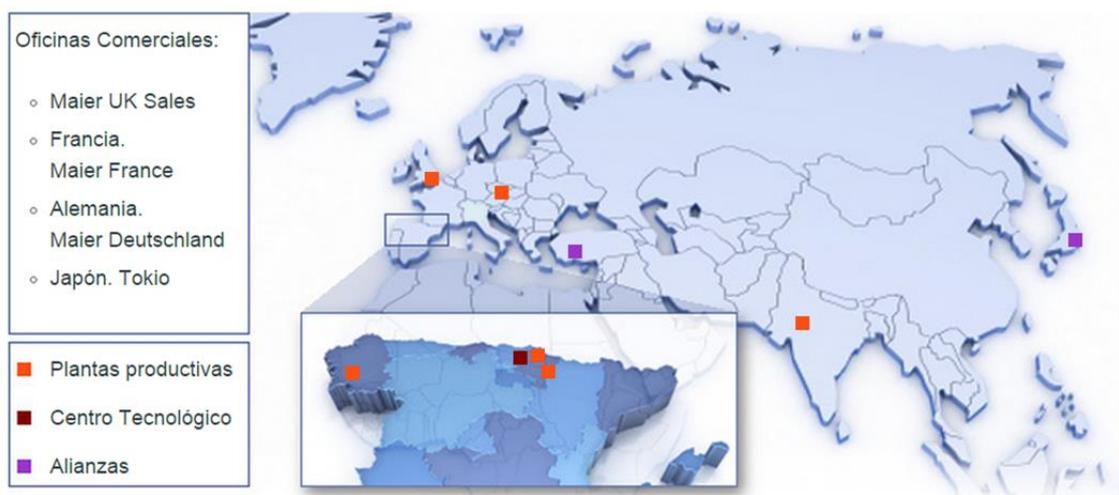


Figura 4: Mapa mundial con plantas de Maier [2]

La planta de Maier Gernika (MG), que fue la primera del grupo, funciona como Sociedad Cooperativa e incluye la sección de matricería. El resto de las plantas son Maier Navarra (MN), Maier Ferroplast, (FP), Maier United Kingdom (UK), Maier Chequia (CZ) y Alpha Maier India. Todas estas plantas funcionan en régimen de Sociedad Limitada bajo propiedad del Grupo Maier. Cada una de las plantas se divide a su vez en una o más Unidades de Gestión (UdGs) o minifabricas. Las UdGs comparten servicios comunes pero operan autónomamente, favoreciendo así una mayor participación de los trabajadores y una relación más directa entre trabajo y resultados.

Maier Gernika

Sedes Maier S. Coop



Figura 5: Sede Maier S. Coop

Planta producción Maier Gernika

P: 750 empleados [España]



Figura 6: Maier Gernika

El proceso de fabricación y las tecnologías que se llevan a cabo en Maier Gernika son la inyección (bimaterial, asistida por gas,...), pintura (color carrocería, pintura tapacubos,...), cromado (selectivo,...), imprimación, hot Stamping, tampografía, insert moulding, grabado laser, montaje (soldadura, ultrasonidos, adhesivado).

Las piezas que se producen son: rejillas frontales, tapacubos y tapabujes, piezas parachoques y capó, emblemas, tirador de puerta maletero, piezas plástico zona motor, paneles control lavadoras y portamandos,...

Por otra parte, **Maier Technology Centre (MTC)** es un centro tecnológico ubicado en Gernika, que trabaja en las siguientes áreas:

- Diseño y desarrollo de componentes (termoplásticos): el desarrollo de productos se realiza en MTC.
- Análisis e implantación de instalaciones productivas: para mejorar los procesos productivos de las plantas del grupo.

- Investigación para el desarrollo y la innovación: estudio de nuevos materiales, nuevas aplicaciones para ofertarlas a los clientes.

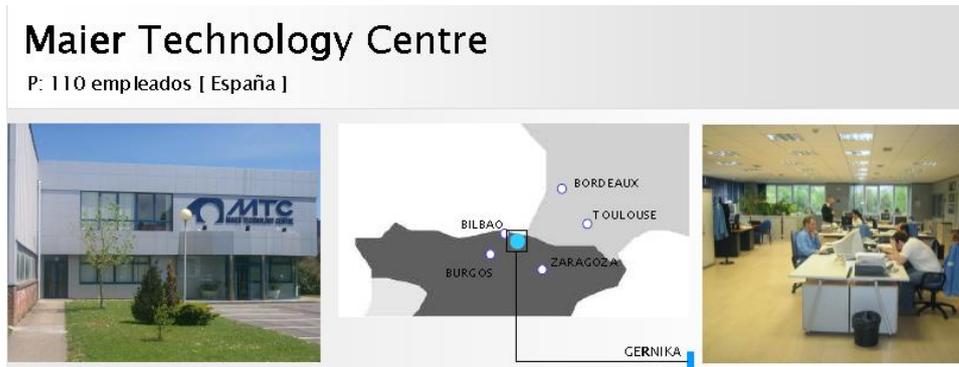


Figura 7: MTC



Figura 8: Fases de desarrollo y fabricación

MTC es una Sociedad Cooperativa independiente desde el punto de vista jurídico del Grupo Maier, que tiene sus propios socios trabajadores y sus propios resultados económicos. Maier participa también con un 27% en el Centro Tecnológico Modutex, junto con otras empresas de MCC. Modutex es un centro de ingeniería y diseño de módulos para la industria del automóvil, que aglutina y genera conocimientos e integra en sus proyectos a distintos fabricantes de componentes, para posibilitar la oferta de módulos y subconjuntos a los clientes.

Además el grupo Maier dispone de oficinas comerciales en Madrid, el Reino Unido, Alemania, Francia, Suecia y Japón, y cuenta con alianzas comerciales y productivas con:

- Morioku: empresa japonesa homóloga a Maier en cuanto a productos, para asuntos relacionados principalmente con HONDA.
- Farplast: cesión de Know-a este fabricante de Turquía.
- China: oficinas para compras de incorporados y materiales, así como para compras y seguimiento de utillajes.

Maier UK



Figura 9: Maier UK

El proceso de fabricación y las tecnologías que se llevan a cabo en Maier UK son la inyección, pintura (color carrocería, pintura tapacubos,...), montaje (soldadura, ultrasonidos, adhesivado).

Tapacubos y tapabujes, rejilla frontal, rejilla bajo parabrisas, tirador puerta maletero y spoilers, son las piezas que se realizan en Maier UK.

Maier Ferroplast



Figura 10: Maier Ferroplast

El proceso de fabricación y las tecnologías que se llevan a cabo en Maier Ferroplast son la inyección, pintura (pintura soft,...), imprimación, hot Stamping, tampografía, insert moulding, montaje (soldadura, ultrasonidos, adhesivado).

Las piezas que se producen son: tapa airbag, salpicadero, rejilla ventilación interior y rejilla altavoces, asidero panel interior puerta, deflectores, guardabarros, montantes a y b y goussets, rejilla bajo parabrisas.

Maier Navarra



Figura 11: Maier Navarra

El proceso de fabricación y las tecnologías que se llevan a cabo en Maier Navarra son la inyección (bimaterial,...), pintura (pintura soft,...), imprimación, hot stamping, tampografía, montaje (soldadura, ultrasonidos, adhesivado) y láser.

Las piezas que se producen son: tapas de gasolina, rejillas frontales, rejillas bajo parabrisas, rejillas de altavoz interior, asideros...

Maier CZ



Figura 12: Maier CZ

El proceso de fabricación y las tecnologías que se llevan a cabo en Maier CZ son la inyección, pintura (color carrocería, pintura tapacubos,...), montajes.

Las piezas que se producen son: tapas de gasolina, tapacubos y tapabujes y piezas de interior.

4.5. Cifras significativas

En la siguiente tabla se muestran algunos datos significativos del Grupo Maier.



Figura 13: Ventas y personal 2014 - 2016

El siguiente gráfico muestra la distribución de las ventas por clientes para la división de automoción de Maier.

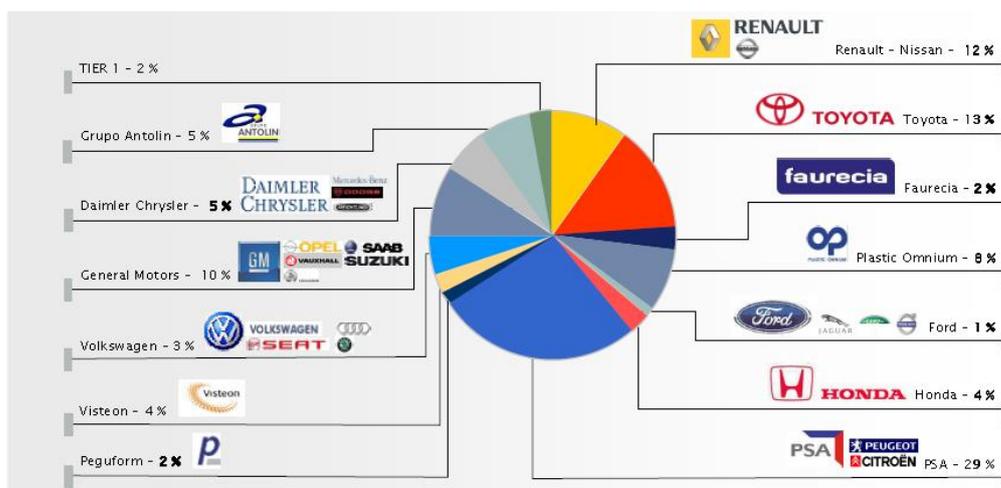


Figura 14: Distribución de ventas por clientes

4.6. Maier Navarra

4.6.1. Historia

Maier Navarra nace en 1997 a causa del incremento de ventas del Grupo Maier, que obligo a aumentar la capacidad productiva. Maier Navarra se crea inicialmente como una sociedad limitada con participación de Maier y de MGI-Coutier.

Se decide ubicar la nueva planta en Navarra para estar próximos geográficamente a Volkswagen Navarra, con el objetivo de optimar el servicio logístico y la presencia en un cliente estratégico. La idea inicial era emplazarse en Pamplona, pero en esos momentos se produce el cierre de la Planta de Danone en el Valle de la Ulzama, a unos 30 km de la capital navarra. Debido a las consecuencias que dicho cierre tendría para la economía del valle, el Gobierno de Navarra ofrece unas condiciones ventajosas para que una nueva empresa ocupe su lugar. Las negociaciones llegan a buen puerto y se crea Maier MGI-Coutier Navarra-Ulzama en el término municipal de Iraizoz.



Figura 15: Ubicación Maier Navarra

Se revitaliza el empleo del valle, Maier emplea a una parte de la plantilla que regulariza Danone (un 70 % son mujeres).

La nueva planta apuesta por la diversificación tecnológica, de productos y también de clientes. Esto supone una proyección al mercado de explotación, priorizando Alemania y sobre todo Francia. Esta situación se ve favorecida por la situación de Maier Navarra junto a la carretera que une Pamplona con el país vecino.

En 1998 se produce la toma del control del 100 % del capital de la planta por la corporación MCC (80% Maier y 20% MCC inversiones), que pasa a denominarse Maier Navarra. En 2003 la planta supera los 23 millones de euros en ventas, con una plantilla de 276 trabajadores e inversiones de más de un millón de euros. En 2006 la facturación fue de 21 millones de euros con una plantilla de 260 personas. Actualmente la planta cuenta con aproximadamente 130 empleados.

4.6.2. Clientes y productos

Los principales clientes son el grupo PSA y Renault. También se realizan algunos productos para Honda y Mercedes.

En otros casos el cliente es un proveedor OEM (Original Equipment Manufacture) que a su vez suministra a los constructores de automóviles. Ejemplos de este tipo de clientes son Visteon, Plastic Omnium, Grupo Antolín o Faurecia.

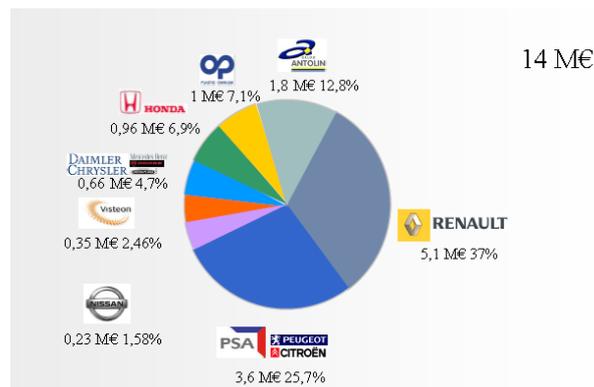


Figura 16: Clientes Maier Navarra

En Maier Navarra el porcentaje de productos queda de la siguiente manera:

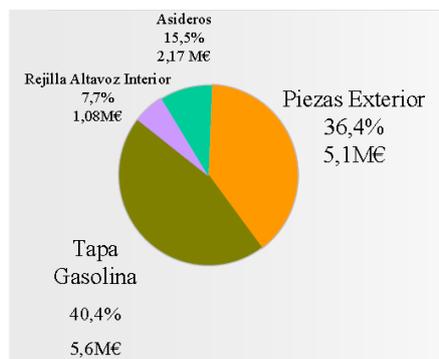


Figura 17: Porcentaje de productos fabricados en Maier Navarra

Las tapas de gasolina suponen el mayor volumen de fabricación de entre todos estos productos, siendo Maier Navarra la principal planta de producción de tapas de todo el Grupo Maier.

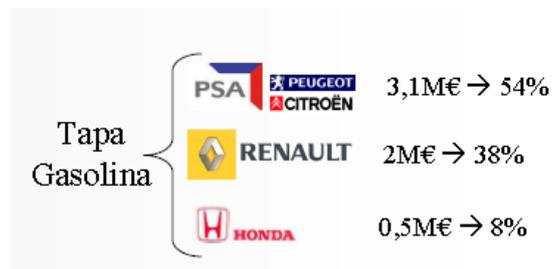


Figura 18: Principales clientes de tapas de gasolina

A continuación, se muestran varios ejemplos especificando el vehículo que fabrica el cliente, las piezas que se le suministra y la tecnología que se emplea en Maier Navarra:



Figura 19: Ejemplos de piezas y tecnologías para distintos modelos de automóvil

4.6.3. Estructura

El siguiente esquema muestra el organigrama de Maier Navarra:

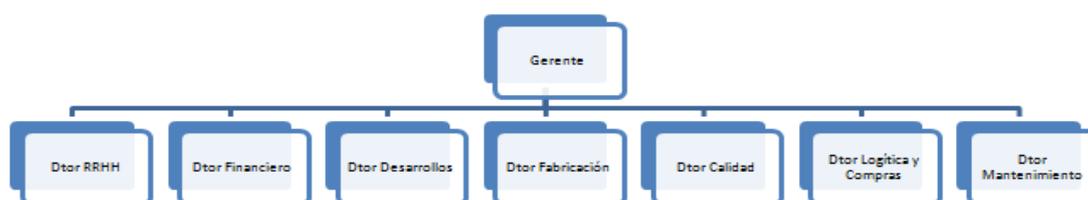


Figura 20: Organigrama Maier Navarra

EL Director Gerente es el máximo responsable de la planta. Maier Navarra consta de 6 UAT o Unidades Autonómicas de Trabajo (Margo, Soft 1, Soft 2 Nagusi, Pintura y Montajes). Cada UAT tiene un piloto y a su vez, hay un gestor de planta. Por encima de todos ellos está el Director del departamento de Fabricación.

Como podemos ver en el organigrama hay un Director de Recursos Humanos, un Director Financiero, un Director de Desarrollos, un Director de Calidad, un Director de Mantenimiento y un Director del Departamento de Logística y Compras. Los directores de cada uno de los departamentos y el gerente, constituyen el Consejo de Dirección de la planta.

4.6.4. Planta

El siguiente plano muestra la distribución en planta de la fábrica de Maier Navarra con las diferentes UATs que la constituyen y el almacén. La superficie es de 9.000m².

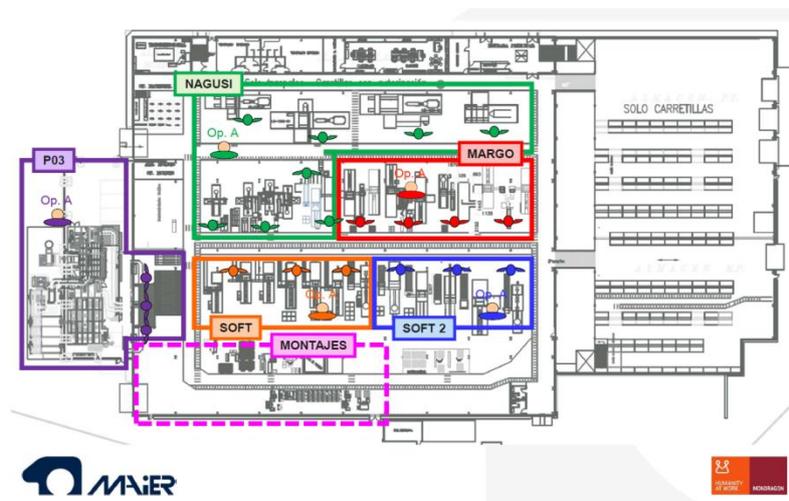


Figura 21: Plano de la planta de Maier Navarra

Los medios técnicos disponibles en Maier Navarra incluyen:

- Máquinas de Inyección de entre 100 y 1500 Tn de fuerza de cierre
- 1 instalaciones automáticas de pintura
- Sistemas de montaje de conjuntos
- Servicio de mantenimiento de moldes
- Máquinas de tampografía y serigrafía
- Laboratorio equipado con medios y sistemas para la realización de ensayos.

- Máquina de medición tridimensional por coordenadas.

5. CONTEXTO

Ya que el TPM del que trata este documento se ha desarrollado en la instalación de pintura de Maier Navarra, conviene conocer la estructura, funcionamiento e importancia de dicha instalación. Para ello se van a tratar el concepto de UAT y la posición del proceso de pintura en el proceso productivo de la planta.

5.1. UAT Pintura

5.1.1. Definición de UAT

Las siglas UAT responden al concepto de Unidad Autónoma de Trabajo. Se trata de la entidad más básica dentro de la jerarquía de gestión de una fábrica, Gestión diaria Nivel I. Varias UATs conforman una Unidad de Producción, UdP que corresponde a Gestión diaria Nivel II. Finalmente, en la cima de la pirámide se encuentra la UdG o Unidad de Gestión tratada en la Gestión diaria Nivel III. En la siguiente ilustración se pueden apreciar los distintos niveles:

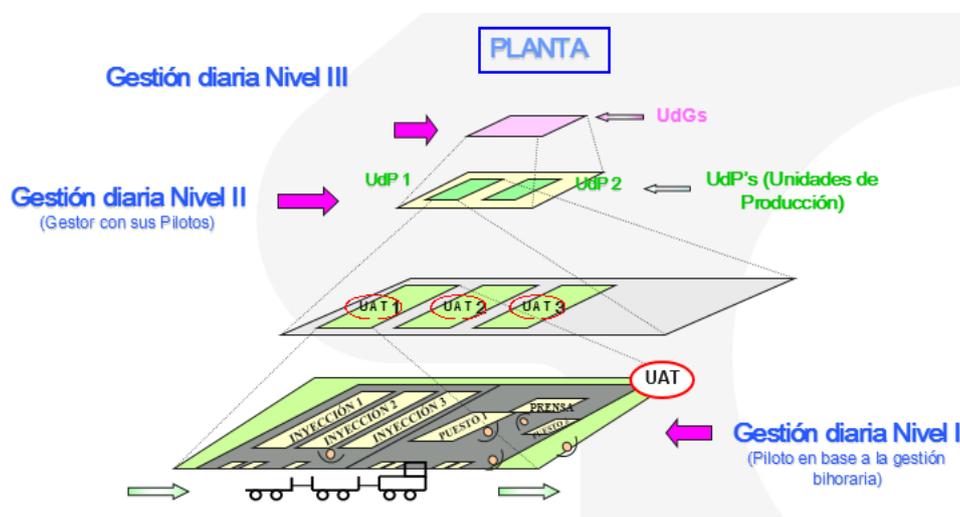


Figura 22: Esquema niveles de gestión [3]

Una UAT implica tres dimensiones: la física, la organizativa y la gestión diaria. La **física** consiste en delimitar el espacio físico que va a identificarse como UAT, el layout, y cuantificar el número de operarios que van a formar parte de la misma. La **organización** de una UAT pasa por el cálculo de la saturación de los operarios de máquina y la del operario A, líder de los operarios de máquina, en base a las funciones

técnicas, de gestión y de calidad que realiza. Finalmente, la **gestión** (diaria) abarca la reacción temprana a problemas y su resolución haciendo partícipes a las personas que conforman la UAT.

Las principales características de una UAT son las siguientes:

- Ser autoorganizada/autogestionada y con máximas oportunidades de participación de los operarios
- Optimiza la eficiencia global de los equipos (OEE) y la eficiencia de las personas que la conforman
Indicador OEE= Disponibilidad x Rendimiento x Calidad
- Entidad por turno
- Equipos de personas en torno a una o varias máquinas o puestos de trabajo, formados y entrenados para la ejecución de las operaciones de fabricación de los productos
- Gestionada por un único líder
- Flexibilidad para reconfigurar sus equipos de trabajo ante incidencias
- Responde de la calidad de sus procesos y del mantenimiento de sus máquinas y equipos

En definitiva, una UAT tiene como propósito la mejora en el día a día. En efecto, se basa en la gestión de la mejora continua en la actividad diaria, con el fin de satisfacer las necesidades de los clientes internos y externos, actuando en el lugar donde se añade valor al producto, y empleando la participación y el saber de todas las personas.

5.1.2. Creación y funcionamiento de la UAT de Pintura

La creación de las UATs en Maier Navarra ha sido y es progresiva. En concreto, la de pintura es la más reciente, por lo que ha podido basarse en la experiencia del resto de UATs. En la siguiente ilustración se indican las fechas más significativas de su desarrollo:

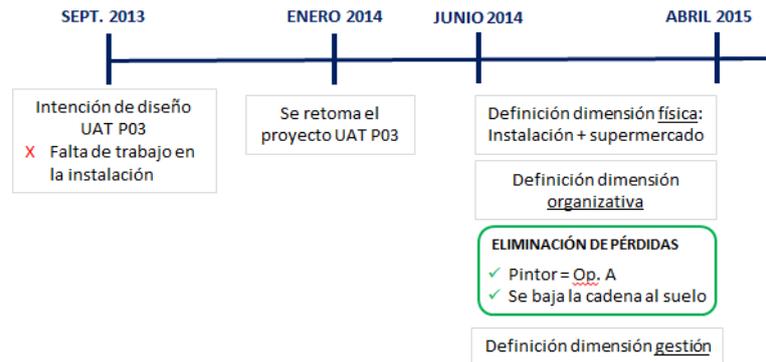


Figura 23: Línea cronológica 1

En septiembre del año 2013, surgió la intención de proyectar una Unidad Autónoma de Trabajo abarcando la instalación de pintura, denominada desde el Grupo Maier como P03. Sin embargo, este primer intento fracasó al no haber casi trabajo en la instalación, ya que solo se trabajaba a 1 turno 4 días por semana.

El proyecto se recuperó en enero de 2014. Se siguió un plan con dos grandes fases: el diseño de la UAT y su implantación.

Fase 1: Diseño de la UAT

Con el objetivo de llegar a definir las dimensiones física, organizativa y de gestión hay que realizar una serie de tareas necesarias para diseñar la UAT.

- Definir estadios de saturación con asignación de recursos: nº operarios carga-descarga, pintores, camarero, op. A, piloto...
- Definir tareas y funciones: operarios carga-descarga, pintores, camarero, op. A...
- Cálculo de saturación de op. A
- Operativa de gestión
- Plan de comunicación al resto de UdG y equipos de producción
- Validación por la Dirección Industrial

Fase 2: Implantación

2.1. Dimensión física

En este apartado se definió el espacio que a partir de ese momento se identificaría como UAT de pintura: la instalación P03 y su supermercado.

La instalación P03 abarca toda una nave. Por un lado, está compuesta por la instalación como tal, es decir, las salas previas y posteriores a la cabina de pintura, la cabina, la sala de mezclas y toda la instalación exterior (separador de lodos, fosa...).

Además, parte de la nave está destinada a un parque de bastidores, armazones metálicos en los cuales van sujetas las piezas que van a ser pintadas. Respecto al supermercado, es la zona dedicada al stock proveniente de inyección que abastece a pintura. En el plano que se muestra a continuación se puede observar el lay out de la UAT pintura:

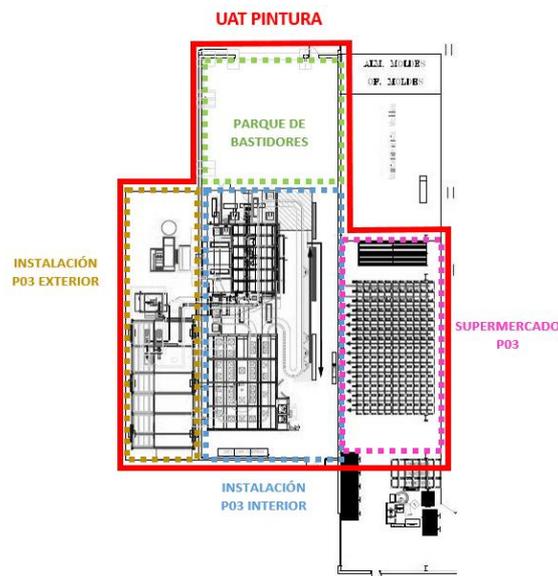


Figura 24: Lay out instalación de pintura

Cuando se definió el espacio físico de la UAT de pintura ésta no sufrió cambios en un primer momento. Sin embargo, al empezar a trabajar en la dimensión organizativa se introdujo un gran cambio.

2.2. Dimensión organizativa

Los empleados en la instalación de pintura por turno en junio de 2014 eran los siguientes:

- 1 pintor
- 1 operario de carga
- 2 operarios de descarga
- 1 camarero/reponedor

Era fundamental que en la UAT hubiese un líder para el equipo, un operario A. El candidato más adecuado era el pintor pero su alta saturación no permitía que tomase dicho papel. Con el fin de reducir su saturación se le puso de apoyo para ciertas tareas al reponedor y se realizaron varias mejoras técnicas. Todo esto contribuyó a moderar su saturación pero resultaba insuficiente.

El siguiente paso fue un seguimiento o *Yamazumi* durante el turno entero a los pintores. Esta práctica sacó a la luz demasiadas pérdidas de tiempo en las

actividades del pintor. Se listaron las distintas tareas que realizaba el pintor a lo largo de su jornada clasificando las que podían eliminarse, mejorarse con estándares y las correctas. Igualmente se reunieron todas las buenas prácticas de cada pintor y se suprimieron las malas. Finalmente se consiguió una reducción de la saturación del pintor pudiendo otorgarle la función de Operario A de la UAT.

En cuanto al resto de operarios, de carga y descarga se aplicó el análisis *Mura*, *Muri* y *Muda*, tres palabras de origen japonés que forman parte de la filosofía de mejora continua. Se enfocan en identificar y eliminar todo aquello que no agrega valor y entorpece, lo que producirá a largo plazo cambios organizacionales y en las prácticas de trabajo, desarrollo y manufactura. **Mura** se refiere a cualquier irregularidad, incumplimiento o variación imprevista que causa el desequilibrio del sistema. Para solventar este tipo de problemas es necesario crear estándares de trabajo. **Muri** está relacionado con el exceso, sobrecarga, alto nivel de estrés...en definitiva con la ergonomía. Por último, **Muda** significa desperdicio, todo aquello que consume recursos y no aporta valor para el cliente y los procesos, es decir, toda actividad que se considere inútil o innecesaria.

Para eliminar estos tres tipos de desperdicios, se estudiaron los motivos de saturación de los operarios de carga y descarga. Se planteó la posibilidad de bajar la cadena de la instalación de pintura al suelo, que hasta ahora estaba a unos 60 cm del suelo y suponía la carga y descarga de piezas en altura además de largos recorridos entre el supermercado y plataforma de carga y descarga. Aunque la UAT se puso en marcha en julio de 2014, fue en febrero de 2015 cuando se realizaron las primeras simulaciones de bajar la cadena y en abril se hace la obra. En las siguientes imágenes se puede apreciar el antes y el después de esta mejora.



Figura 25: El antes y el después de bajar la cadena al suelo

- ✓ **Se elimina la figura del reponedor**, ahora son los operarios de carga y descarga los que pueden acceder directamente al supermercado gracias a la cercanía de la zona de carga y descarga al supermercado → **Mejora de la productividad**
- ✓ **Se elimina la carga y descarga de piezas en altura** → **Mejora de la ergonomía y seguridad**
- ✓ Se amplía el recorrido de la cadena de pintura pudiendo disponer de **más bulones** en los que colocar los bastidores → **Posibilidad de estabilizar la rueda de pintura**

Por lo tanto, los grandes logros en esta fase de la implantación de la UAT se pueden resumir en el siguiente esquema:

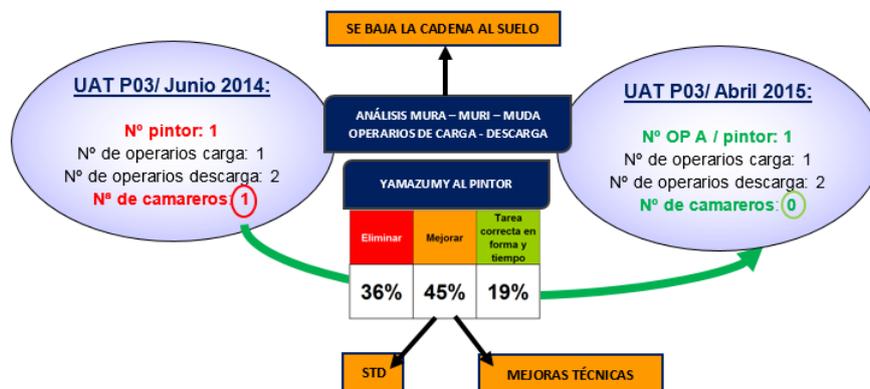


Figura 26: Esquema de mejoras con la bajada de la cadena al suelo

2.3. Dimensión de gestión

Para la correcta gestión de la UAT se diseñaron varios paneles para colocar en ellos seguimiento de indicadores (OEE, calidad, productividad...) y se establecieron reuniones diarias entre el piloto y el operario A para tratar los problemas del día a día. Para llevar un seguimiento de la OEE por el pintor se creó un control horario en el que se desglosa por un lado el rendimiento y la disponibilidad, y por otro la calidad, analizando las causas en caso de no alcanzar objetivos y estableciendo acciones.

CONTROL HORARIO - OEE										Fecha:
Bast. Obj:	Hora 1	Hora 2	Hora 3	Hora 4	Hora 5	Hora 6	Hora 7	Hora 8	TOTAL	
Bast. Obj: 30 Bulones/h B										
Bast Inicial-Final:	41-57	20-34	34-	1. y ultimo bastidor de la hora						
Nº Bast. Real:	$(67 - 41) + 1 = 27$	$(34 - 20) + 1 = 15$	Nº de bastidores que han pasado							
Nº Bast. Llenos:	26 + 0 = 26	Cent. de bastidores llenos = 26 Cent. de bastidores vacios = 1		Bastidor lleno = 1 Bastidor vacio = 0 Bulón vacio por saturación de descarga = 1 Bulón vacio por cambio de color = 0 Bulón vacio por cambio de referencia = 0						
% DISP - RDTO (Obj%)	$26 / 30 \times 100 = 86.66\%$	$(A / B) \times 100$							$(H1+H2+H3+...+H8) / 8$	
Tiempo Perdido (min)	$(30 - 26) \times 2 = 8$	$(B - A) \times \text{min. bulón}$		2 min/ bulón					$\Sigma \% \text{ DISP RDTP} / \text{H. TRABAJO}$	
CAUSAS PRINCIPALES	1ª	1 vacío								
	2ª	Arranque de la instalación	3 causas principales para no llegar a la cadencia (ordenado por tiempo)			Se tienen en cuenta las horas con gente trabajando, paradas planificadas no se meten en la media				
	3ª									
ACCIONES	1ª	Se ha informado al planificador la falta de piezas								
	2ª	Comentar con prior. causas del problema de arranque	Acciones tomadas para las 3 causas principales							
	3ª									

CONTROL HORARIO - OEE										Fecha:
Bast. Obj:	Hora 1	Hora 2	Hora 3	Hora 4	Hora 5	Hora 6	Hora 7	Hora 8	TOTAL	
Total Producido (Nº Pzas) A	1038	Nº de piezas fabricadas								$(H1+H2+H3+...+H8)$
Total Malas (Nº pzas) B	5	Nº de piezas defectuosas No se apuntan falta de componente								$(H1+H2+H3+...+H8)$
% CALIDAD (Obj %) X	$(1038 - 5) / 1038 \times 100 = 99.5\%$	$[(A - B) / A] \times 100$								$(A - B) / A$
CAUSAS PRINCIPALES	1ª					Si calidad = 0 no se tiene en cuenta				
	2ª		Emalas / Producidas por referencia						$\Sigma \% \text{ CALIDAD} / \text{H. TRABAJO}$	
	3ª					De los 3 mayores porcentajes se coge el mayor defectivo.				
ACCIONES	1ª									
	2ª		Acciones tomadas para las 3 causas principales							
	3ª									
% OEE	$(0.866 \times 0.995) \times 100 = 86.18\%$	X x Y								Y x X

Figura 27: Control bihorario

Igualmente se creó un seguimiento diario, englobando los resultados del control bihorario de cada turno a modo de resumen para tratarlo cada día en la gestión diaria con el piloto.

	UAT-6 Fecha:		UAT-6 Fecha:		UAT-6 Fecha:	
	OBJETIVO	REAL	OBJETIVO	REAL	OBJETIVO	REAL
O.E.E						
1ª Causa						
Acción						
2ª Causa						
Acción						
3ª Causa						
Acción						
CALIDAD	OBJETIVO	REAL	OBJETIVO	REAL	OBJETIVO	REAL
1ª Causa						
Acción						
2ª Causa						
Acción						
3ª Causa						
Acción						

Figura 28: Ficha para seguimiento diario de calidad y OEE

5.2. Situación del pintado de piezas en el proceso productivo de Maier Navarra

En Maier Navarra, el pintado de piezas es el proceso más importante después del de inyección, el segundo de más volumen. Una vez que unas piezas han sido inyectadas tienen las siguientes opciones.

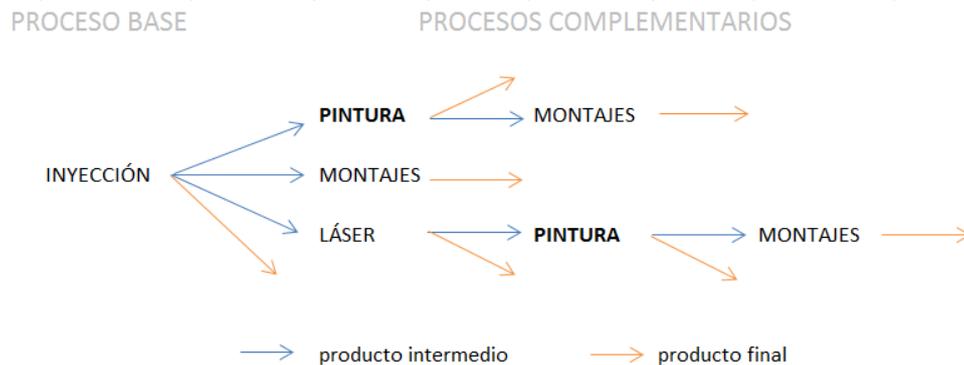


Figura 29: Esquema de procesos complementarios a la inyección

Como se puede observar, no todas las piezas que se inyectan son pintadas, algunas son directamente producto final y otras se mandan al cliente tras pasar por montaje. En cuanto a los productos que incluyen en su proceso productivo el pintado, pueden dar lugar a los siguientes productos finales:

- Piezas inyectadas y pintadas
- Piezas inyectadas, pintadas y con montaje
- Piezas inyectadas, laseadas y pintadas
- Piezas inyectadas, leseadas, pintadas y montadas

Por lo tanto, el proceso de pintado puede ser tanto intermedio como final. Tanto para las piezas que proceden de inyección como las que proceden de láser y que van a ser pintadas, existe un supermercado o WIP en el cual se almacenan hasta que se pinten. Una vez las piezas han sido pintadas, se colocan en unos carriles de ese supermercado esperando a ser llevados al almacén, y las que van a montajes se sitúan en el supermercado de montajes. Los traslados entre inyección-pintura, pintura-almacén los efectúa el tren o *Mizu*, un vehículo con vagones que recorre la fábrica abasteciendo las diferentes máquinas e instalaciones y recogiendo los productos de cada proceso.

6. TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)

6.1. Definición y objetivos

El *Total Productive Maintenance* (TPM) es un método de trabajo cuyo objetivo principal es incrementar la productividad, eliminando averías, defectos y establecer una cultura de mejora continua haciendo partícipes a todos los trabajadores [4].

La finalidad del TPM es maximizar la eficiencia global del equipo en los sistemas de producción, es decir, garantizar el funcionamiento de las máquinas en producción total sin interrupciones, a plena cadencia y con una calidad del 100%. El personal y las máquinas deben funcionar de manera conjunta y estable bajo condiciones de cero averías y cero defectos, para conseguir un proceso en flujo continuo regularizado.

Las principales causas de reducciones de eficiencia del sistema productivo son las siguientes:

- Paradas del sistema productivo
- Funcionamiento a un ritmo inferior a la capacidad de los equipos
- Rechazo de piezas defectuosas

Tradicionalmente, el mantenimiento ha sido visto como una tarea externa e independiente al proceso productivo. El TPM o Mantenimiento Productivo Total [5], es el tipo de mantenimiento más avanzado actualmente, ya que une el mantenimiento tradicional ejecutado por el Departamento de Mantenimiento, es decir, el mantenimiento preventivo y correctivo, y el realizado por el Departamento de Producción, el mantenimiento autónomo. Uno de los fines del TPM es la reducción del número de acciones correctivas que realiza el personal de mantenimiento, mediante el aumento de acciones preventivas llevadas a cabo por producción y por el personal especializado.

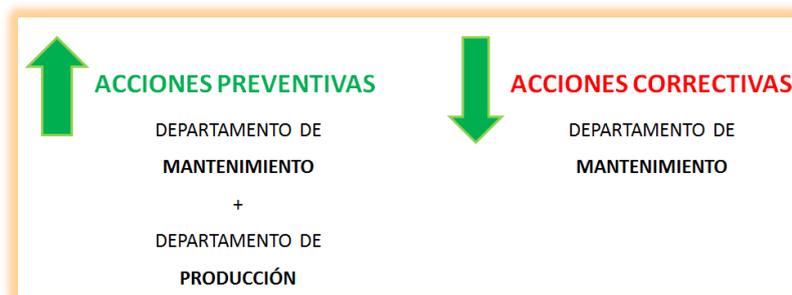


Figura 30: Esquema visual de aumento de acciones preventivas

Con el TPM, el departamento de producción y el de mantenimiento trabajan conjuntamente en las actividades preventivas para aumentar la productividad y la disponibilidad de las máquinas. De esta manera, toda la plantilla queda implicada en el cuidado, limpieza y mantenimiento preventivo con el fin de evitar averías, accidentes o defectos.



Figura 31: Ilustración de TPM [6]

6.2. Historia

Este concepto [7] surgió en Japón tras la Segunda Guerra Mundial (1945), época en la que los japoneses hacían todo lo posible por reconstruir su país. Muchas industrias japonesas, inspiradas por el experto estadístico William Edwards Deming, empezaron a controlar la calidad de sus productos durante la producción mediante análisis estadísticos. Esta nueva manera de pensar dio lugar a una nueva Cultura de la Calidad, el denominado *Total Quality Management* (TQM). Hacia la década de los 60, ante la fuerte competitividad industrial entre Estados Unidos y Japón, este concepto evolucionó hasta lo que hoy en día se conoce como *Total Productive Maintenance* (TPM). Los conceptos de TPM tal y como se aplican actualmente, fueron definidos por Seiichi Nakajima, un empleado del *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) en los años setenta y ochenta, periodo en el que su implementación en las fábricas japonesas era total dando resultado óptimos.

6.3. Los 8 pilares del TPM

Como ya se ha explicado anteriormente, el Mantenimiento Productivo Total o TPM, se centra en la eliminación de pérdidas ocasionadas por paradas, calidad y costes en los procesos de producción. Para conocer mejor en qué consiste esta filosofía, es necesario saber sobre qué se sustenta. A continuación se analizan los 8 pilares del TPM [8].



Figura 32: Pilares del TPM [9]

I. Mejora focalizada

Uno de los principales fundamentos de un sistema TPM es el de eliminar las grandes pérdidas del proceso productivo, en concreto se centra en 6 tipos:

1) Pérdidas por averías

Este es el grupo de pérdidas que más afecta a la eficacia del equipo. Existen dos tipos: avería de pérdida de función y avería de reducción de función.

Las averías de pérdida de función suelen producirse esporádicamente, y son fáciles de detectar ya que suelen provocar la parada completa de la máquina. Por otro lado, las averías de función reducida permiten que el equipo siga funcionando pero a un nivel de eficacia menor.

Para alcanzar la meta de cero averías hay que llevar a cabo las siguientes acciones:

- Impedir el deterioro acelerado
- Mantenimiento de condiciones básicas del equipo (lubricación, limpieza, engrase...)
- Ajustar el equipo a sus condiciones correctas de operación
- Mejorar la calidad del mantenimiento
- Conseguir que el trabajo de reparación sea algo más que una medida transitoria, es necesario buscar la raíz del problema para evitar su repetición
- Corregir debilidades de diseño
- Aprender lo máximo posible de cada avería

2) Pérdidas por preparaciones y ajustes

Estas pérdidas surgen de paradas que ocurren durante el proceso de reutilización tales como cambios de útiles. Comienzan cuando la fabricación de un producto se ha concluido, y finaliza cuando se consigue la calidad estándar en la fabricación del siguiente producto. Son los ajustes que consumen la mayor parte del tiempo y existen dos tipos, los difíciles y los inevitables. Por ello es necesario estudiar los complicados para reducirlos en la medida de lo posible.

Medidas que pueden contribuir a reducir estas pérdidas son las siguientes:

- Revisión de la precisión de montaje del equipo, plantillas y herramientas
- Promocionar la estandarización

3) Pérdidas por tiempos muertos o pequeñas paradas

La inactividad y paradas breves difieren cualitativamente de las averías normales, pero tienen tanta o mayor incidencia que ellas en la eficacia del equipo, sobretodo en máquinas de proceso automático, de ensamble o de línea. Sin embargo, hay una tendencia a pasarlos por alto y no darles mucha importancia dentro de las pérdidas. Para eliminar los tiempos muertos y pequeñas paradas han de tenerse en cuenta las siguientes acciones:

- Observar con detalle qué sucede durante estas paradas
- Corregir defectos leves
- Determinar las condiciones óptimas

4) Pérdidas por reducción de la velocidad del equipo

Estas surgen cuando existe una diferencia entre la velocidad de operación teórica y la real. Esto puede venir motivado, por ejemplo, porque la velocidad de diseño no está definida claramente o la falta de adecuación de velocidades a cada producto. Como acción correctiva se puede aumentar la velocidad y ajustarla a la necesaria para cada producto.

5) Defectos de calidad y trabajos de rectificación

Este tipo de pérdidas se refiere a los defectos de calidad y a la repetición de trabajos para recuperar la calidad de los productos. Debido a la importancia que tienen para la eficacia del equipo, es necesario actuar para reducirlos según estas cuatro medidas:

- Asegurarse que las medidas correctivas tratan todas las causas
- Observar con detalle las condiciones actuales

- Revisar la lista de factores causales
- Revisar y buscar la cauda de los defectos pequeños, los cuales muchas veces se encuentran ocultos dentro de otros factores causales.

6) Pérdidas por arranques

Las pérdidas entre la puesta en marcha y la producción estable son las que ocurren debido al rendimiento reducido entre el momento de arranque de máquina y la producción con la calidad adecuada. El TPM utiliza medidas específicas contra las pérdidas de arranque, como el análisis P-M, que consiste en los siguientes pasos:

- Paso 1: Clarificar los fenómenos
- Paso 2: Hacer un análisis físico de los fenómenos
- Paso 3: Definir las condiciones que producen los fenómenos
- Paso 4: Enumerar los factores que causan cada condición
- Paso 5: Planificar la investigación
- Paso 6: Identificar anomalías específicas
- Paso 7: Establecer planes de mejora

II. Mantenimiento autónomo

Consiste en hacer partícipe al operario de producción en el mantenimiento y mejora de la máquina, confiriéndole tareas de limpieza o preventivas sencillas para evitar o detectar a tiempo averías potenciales. Entre las actividades que se adjudican al trabajador en máquina se encuentran las siguientes:

- Lubricar
- Engrasar
- Limpiezas
- Verificaciones
- Cambios de materiales sencillos

III. Mantenimiento planificado

Este es el que desempeña el departamento de mantenimiento para lograr mantener el equipo y el proceso en estado óptimo por medio de tareas planificadas y metódicas para mejorar continuamente y dar valor añadido a la maquinaria. En caso de avería el operario de producción tiene que diagnosticar la avería y notificarla convenientemente para facilitar al personal de mantenimiento encargado de repararla.

IV. Formación y entrenamiento

Se trata de capacitar al personal por medio de una formación adecuada de los trabajadores de producción y de mantenimiento acerca de las máquinas, su funcionamiento y su conservación.

V. Gestión avanzada de los equipos

Es necesario intentar reducir el deterioro de los equipos y mejorar los costos de su mantenimiento en el momento de su adquisición e incorporación al proceso productivo. En definitiva, desde un principio hay que lograr que disminuyan las acciones correctivas aumentando las preventivas.

VI. Mantenimiento de calidad

Ligado al anterior pilar, se pretende fabricar productos con cero defectos gracias a los cero defectos de la máquina por medio de las acciones preventivas. En efecto, con el mantenimiento preventivo [10] se consigue evitar la variabilidad del proceso, mediante el control de los componentes y de los equipos, eludiendo así el cambio de las características del producto final, es decir, conservando su calidad.

VII. Seguridad, higiene y medioambiente

Es fundamental crear y mantener un sistema que garantice un ambiente laboral sin accidentes, muchas veces ocasionados por la mala distribución de los equipos y herramientas en el área de trabajo. Igualmente la contaminación en el ambiente ha de ser eliminada ya que puede provocar un mal funcionamiento de las máquinas.

VIII. Mejoras focalizadas en los departamentos de apoyo

Para contribuir a una correcta implantación del TPM, los procesos administrativos han de llevar a cabo una eliminación de pérdidas y aumento de la eficiencia.

Tras haber realizado este análisis de los 8 pilares del TPM, se aprecia que las conocidas 5S (Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Mantener) tienen una gran influencia en este método. Esto lleva a deducir, que una buena implantación de las 5S aumenta las posibilidades de éxito de la puesta en marcha y mantenimiento de un TPM.

6.4. Fases para la implantación de un TPM

El despliegue de un TPM en una máquina o en una Unidad Autónoma de Producción (UAT) se puede dividir en dos ejes de acción. Por un lado, el de definir el Mantenimiento Autónomo y el segundo, estructurar el Mantenimiento Planificado.

6.4.1. Mantenimiento Autónomo

Como ya se ha expuesto anteriormente, el Mantenimiento Autónomo radica en trasladar a Producción tareas de mantenimiento de baja complejidad de forma que se incrementa la disponibilidad de técnicos de mantenimiento para ejecutar tareas de mayor valor añadido. Su implementación consiste en 5 fases:

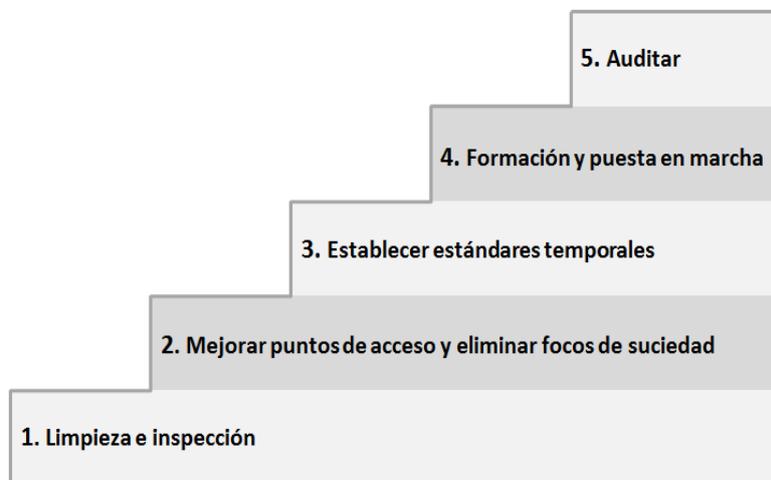


Figura 33: Escalera TPM

MA.1. Limpieza inicial e inspección

Es fundamental concienciar al personal que la “limpieza es inspección”. Efectivamente, la limpieza inicial ayuda a descubrir anomalías que pueden llegar a causar averías o defectos en el equipo y/o producto.

Una limpieza inicial o puesta a 0 consiste en limpiar partes internas y recovecos que puede que los operarios no hayan apreciado nunca. Si anteriormente se habían implantado las 5S, ello supone una limpieza exterior, lo cual resulta insuficiente, es necesario que la limpieza interior se considere una acción ordinaria. Los operarios tienen que aprender a inspeccionar correctamente el equipo o instalación, buscar anomalías y buscar las causas.

Para identificar y comunicar una anomalía, el operario tendrá que dar constancia de ello y etiquetar su localización. Con el responsable de UAT se determinará si el problema se puede resolver internamente o si hay que acudir al personal de mantenimiento [8].

MA.2. Mejorar puntos de acceso y eliminar focos de suciedad

Este segundo paso se realizan mejoras para eliminar la contaminación, fugas de lubricante, aire o aceite.

El punto esencial de esta fase, es parar la contaminación en su fuente o si esto no es posible, minimizar la dispersión de la suciedad, óxido y polvo en la medida de lo posible.

Otra acción necesaria es la mejora de áreas inaccesibles para la limpieza e inspección. Esto abarca desde la reubicación de equipos para acceder mejor, pasando por la instalación de ventanas de inspección, hasta simplificar una distribución de cables o tubos para detectar fácilmente irregularidades [8].

Para que estos avances no queden en vano, los miembros del grupo necesitan adquirir experiencia de primera mano sobre el proceso de pruebas y errores, intentando mejoras que aunque a veces fracasen pueden ayudar a conducir al éxito.

MA.3. Establecer estándares provisionales

Los estándares especifican qué se debe hacer, dónde, procedimientos, frecuencia y tiempos empleados. Para hacer esto debe decidirse qué partes del equipo o instalación necesitan limpieza diaria, que procedimientos hay que utilizar, cómo inspeccionar el equipo, cómo juzgar anomalías etc. Con estos estándares se ayuda a los grupos a realizar las tareas de limpieza con mayor confianza y habilidad. Es importante que el tiempo requerido para la limpieza y preventivos esté incluido en el programa diario y sea definido. Para mantener cortos los tiempos han de idearse medidas de ahorro de tiempo.

Del mismo modo, se debe programar el mantenimiento diario y semanal, reorganizándolo y haciendo mejoras. Como norma general el tiempo de limpieza y preventivos no debería sobrepasar el 2% del total de horas trabajado [8].

Es importante incorporar las lecciones aprendidas de averías o defectos esporádicos en los estándares de limpieza y de lubricación, ya que aunque algunas sean inevitables, se pueden encontrar causas, idear formas de detectar anomalías y prevenir su repetición.

MA.4. Formación y puesta en marcha

Los operarios han de recibir un entrenamiento que les capacite para la inspección, conociendo los diferentes puntos a inspeccionar y los más importantes de la gestión del mantenimiento.

Para llevar a cabo esta fase los líderes tienen que recibir un entrenamiento básico para luego poder dar formación práctica a los operarios. Una vez instruidos, los operarios ponen en práctica lo aprendido para encontrar anomalías. Como último paso queda promover el control visual.

MA.5. Inspección autónoma y auditoría

En esta última fase hay dos líneas de acción claras. En primer lugar, hay que actualizar los estándares realizados en los pasos anteriores y realizar las mejoras necesarias para que dichos estándares se puedan realizar en el tiempo definido como objetivo. En segundo lugar, es necesario dominar la instalación de forma que se consiga mejorar la calidad en la misma.

En otras palabras, en este paso se trata de crear y poner en práctica los estándares básicos creados provisionalmente que han sido mejorados con la puesta en marcha de la cuarta fase.

Después de listar todos los puntos de inspección para cada parte del equipo o instalación, hay que clasificar las tareas que puedan manejarse dentro de la inspección autónoma y las que requieran inspección por especialistas de mantenimiento.

A modo de conclusión, se puede recalcar que no importa lo bien que se haga las mejoras individuales y que se establezcan condiciones para cero averías y cero defectos, si no se lleva a cabo un programa diario de verificación e inspecciones de precisión, las averías y defectos volverán a aparecer. En definitiva, la permanencia de las mejoras está determinada por el grado de cumplimiento de la inspección autónoma

[8]. Para evitar el incumplimiento es necesario realizar auditorías periódicas que garanticen que los estándares se siguen correctamente.

6.4.2. Mantenimiento Planificado

De forma paralela a la puesta en marcha del Mantenimiento Autónomo ha de establecerse el Mantenimiento Planificado. Su implementación tiene por objetivos los siguientes:

- Lograr una mayor capacitación y especialización del personal de mantenimiento en tareas de mayor complejidad técnica
- Focalizar los esfuerzos de mantenimiento preventivo con el fin de reducir las averías y defectos.
- Aumentar la productividad del Departamento de Mantenimiento por estudio y racionalización de sus tareas

La planificación del mantenimiento es esencial para una completa eficacia de las tareas del mismo. Indica la ejecución de estas tareas de acuerdo con un plan.

MP.1. División de tareas entre los departamentos de mantenimiento y producción

Las actividades de mantenimiento autónomo deben guardar ciertos límites. Algunas inspecciones y tareas estarán más allá del alcance del mantenimiento que realice el personal de producción, como por ejemplo:

- Tareas que requieran capacidades especiales
- Revisión general en la cual el deterioro no es visible desde el exterior
- Reparaciones de equipo difíciles de desensamblar y reensamblar
- Tareas que requieren mediciones especiales
- Actividades que supongan riesgos sustanciales, como trabajar en lugares elevados

El departamento de mantenimiento debe dirigir todas estas tareas y asegurarse mediante un control periódico que no se ha olvidado nada en el trabajo realizado por el departamento de producción. Además el personal de mantenimiento debe cooperar dando consejo y respondiendo rápidamente a problemas planteados por el departamento de producción. Conforme aumente el nivel de capacidad del personal de producción, más tareas pueden incorporarse a sus actividades de mantenimiento autónomo. Esta transferencia de actividades supondrá una mayor capacidad para el departamento de mantenimiento para realizar tareas más específicas [8].

MP.2. Descripción de las actividades de mantenimiento planificado

Las siguientes tareas son propias del departamento de mantenimiento [8]:

- Sistema de respuesta rápido

El personal de mantenimiento debe responder rápidamente a las anomalías descubiertas por el mantenimiento autónomo. La principal razón es la pérdida de productividad que suponen las horas de avería, es preciso actuar con rapidez. Además, la espera puede afectar negativamente a los operarios de producción, todavía más si no se les da una explicación cuando los problemas no pueden solventarse rápidamente debido a dificultades técnicas o monetarias.

- Actividades encaminadas a un pronto descubrimiento de anomalías

Existen dos métodos para el descubrimiento temprano de anomalías: mantenimiento basado en tiempo (mantenimiento periódico) y mantenimiento basado en condiciones (mantenimiento predictivo).

El mantenimiento periódico se realiza de acuerdo con un programa. A modo de ejemplo, se emplea en actividades como las inspecciones periódicas, reposición periódica de piezas o revisiones generales periódicas.

El mantenimiento predictivo utiliza el diagnóstico con aparatos para medir el deterioro de los equipos o descubrir anomalías y sus síntomas. Entre sus objetivos destacan el estimar dónde ocurrirán anomalías sin desmontar los equipos, permitir chequeos de calidad de las reparaciones ya hechas en las revisiones generales o permitir una estimación de periodos de reparación.

- Actividades para impedir la repetición de averías

Por un lado, han de realizarse mejoras individuales para reducir averías crónicas y por otro, mejoras individuales para alargar la vida del equipo. Este último tipo incluye el estudio de materiales usados en las piezas del equipo con el objetivo de utilizar el más duradero, seleccionar las mejores piezas y ver posibles alternativas en sistemas y mecanismos.

- Actividades que acortan los tiempos de reparación

Los estudios que resultan útiles para conseguir rapidez en solucionar averías son el de autodiagnóstico de averías y el de método de recambio de piezas ya ensambladas. Igualmente el organizar las piezas de repuesto de tal manera que estén preparadas y a mano cuando se necesiten ayuda a reducir el tiempo de reparación.

Para todas estas actividades el Departamento de Mantenimiento evaluará la periodicidad con la que han de realizarse, normalmente se clasifican en preventivos cada 1.500h, 3.000h y 6.000h.



Figura 34: Automantenimiento vs. Mantenimiento Planificado [3]

MP.3. Formación en mantenimiento

Para asegurar el éxito del TPM los operarios de producción deben poseer los conocimientos y habilidades para llevar a cabo el mantenimiento autónomo y comprender su propio equipo. El personal de mantenimiento debe poseer la formación y capacidad necesarias para llevar a cabo el mantenimiento y reparaciones implantando gradualmente el mantenimiento preventivo. Por supuesto, esta formación tiene que estar reflejada en estándares para que todos los trabajadores aprendan lo mismo y de la misma manera.

MP.4. Sistemas de Gestión de Mantenimiento

El diseño MP (prevención de mantenimiento) y la gestión temprana de equipo [8] son dos métodos para hacer mejoras en la fase más temprana posible, con la meta de desarrollar equipos libres de mantenimiento.

El primer método se refiere a las actividades dirigidas a impedir averías y defectos en el equipo por medio del descubrimiento de los puntos débiles en el equipo usado actualmente y suministrar datos a los ingenieros de diseño. Para buscar los puntos débiles conviene facilitar el mantenimiento autónomo, aumentar la facilidad de la operación, mejorar la calidad y la mantenibilidad y la seguridad.

La gestión temprana del equipo pretende minimizar el tiempo necesario para alcanzar una operación estable, durante los periodos de instalación, operación de prueba y control de series iniciales normales. Su propósito es descubrir estos problemas y hacer mejoras para eliminarlos.

7. SITUACIÓN DE PARTIDA

En el apartado anterior se ha explicado brevemente la estructura de la instalación de pintura de Maier Navarra, así como el lugar que ocupa el pintado de piezas dentro del proceso productivo global de la planta.

Antes de profundizar en el proyecto de TPM en dicha instalación, conviene hacerse una composición de lugar para entender mejor de dónde surge la necesidad de aplicar este método. En la siguiente línea cronológica se han esquematizado los hitos más relevantes para poder explicar cuál era la situación de la instalación, desde el punto de vista de problemas, antes del TPM.



Figura 35: Línea cronológica 2

7.1. Creación del Equipo de Mejora P03

La instalación de pintura de Maier Navarra, denominada desde el Grupo Maier P03 (nomenclatura que designa el orden de llegada), es muy antigua comparada con otras del Grupo y estaba pensada únicamente para pinturas “soft”. Este tipo de pinturas tienen acabado mate, por lo que son poco exigentes y no suelen dar problemas de rechazo. Sin embargo, con el proyecto HFE (Renault Megane Sub) entran en juego los colores Scandium y Negro brillante, siendo este último muy exigente y todo un reto para la instalación. La referencia afectada por estos dos acabados es la 5835IA / IB, manetas para las puertas izquierda y derecha respectivamente del Renault Kadjar.

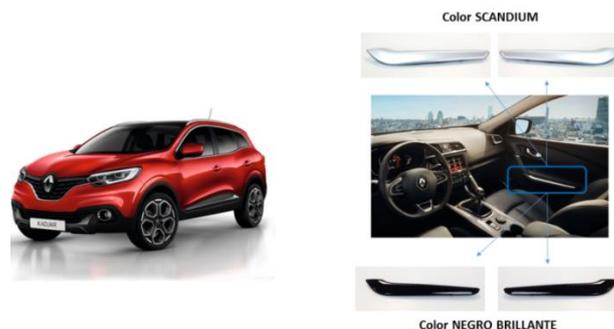


Figura 36: Piezas pintadas del Renault Kadjar

En el siguiente gráfico se muestra el porcentaje de rechazo de piezas en la instalación de pintura desde mediados de 2014 a principios del año 2015. Fue en el mes de marzo cuando se introdujo el HFE, causando un aumento sustancioso del rechazo.

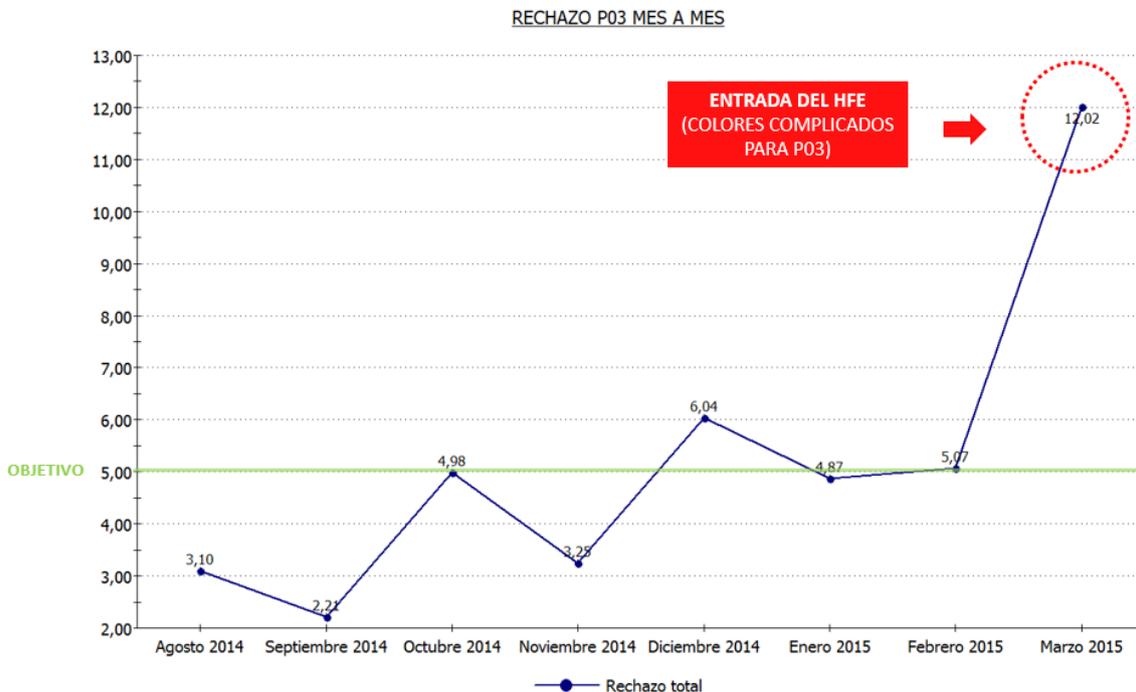


Figura 37: Gráfico del rechazo en la instalación de pintura

Un rechazo de un 12% en el proceso de pintura como el de marzo supone unas pérdidas de unos 3.000€ en un mes. Con el objetivo de reducir el rechazo en la instalación surgió un Equipo de Mejora de P03 formado por los directores de Mantenimiento y Producción, la piloto (responsable) de pintura, un piloto de inyección, ingeniería de producción, y calidad. El objetivo de este equipo de trabajo era el de recuperar el 5% de rechazo que tenía la instalación antes de la entrada de piezas de alta exigencia.

En primer lugar se analizó ese rechazo, revelando que el principal motivo de falta de calidad era el de suciedad y machas (68%).

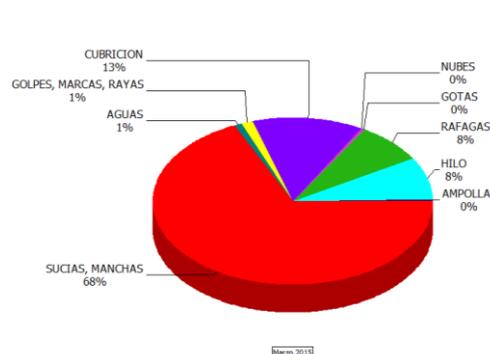


Figura 38: Diagrama de motivos de rechazo

Tras el análisis de datos se decidió centrar los esfuerzos en el defecto de suciedad. El siguiente paso fue el análisis de causas con la ayuda de un *Diagrama Ishikawa* o *Espina de pescado* para recoger todas las posibles causas de suciedad.

7.1.1. Diagrama Ishikawa

El *Diagrama Ishikawa* se emplea como técnica de resolución de problemas. Representa la relación entre un efecto o problema y todas las posibles causas que lo ocasionan. Consiste en un eje horizontal al cual van llegando líneas oblicuas (como las espinas de un pez) que representan las causas valoradas como tales por las personas participantes en el análisis del problema. A su vez, cada una de estas líneas que representa una posible causa, recibe otras líneas perpendiculares que representan las causas secundarias. Cada grupo formado por una posible causa primaria y las causas secundarias que se le relacionan forman un grupo de causas con naturaleza común. Este tipo de herramienta permite un análisis participativo mediante grupos de mejora o grupos de análisis, que mediante técnicas como la lluvia de ideas o sesiones de creatividad, facilita un resultado óptimo en el entendimiento de las causas que originan un problema, con lo que puede ser posible la solución del mismo.

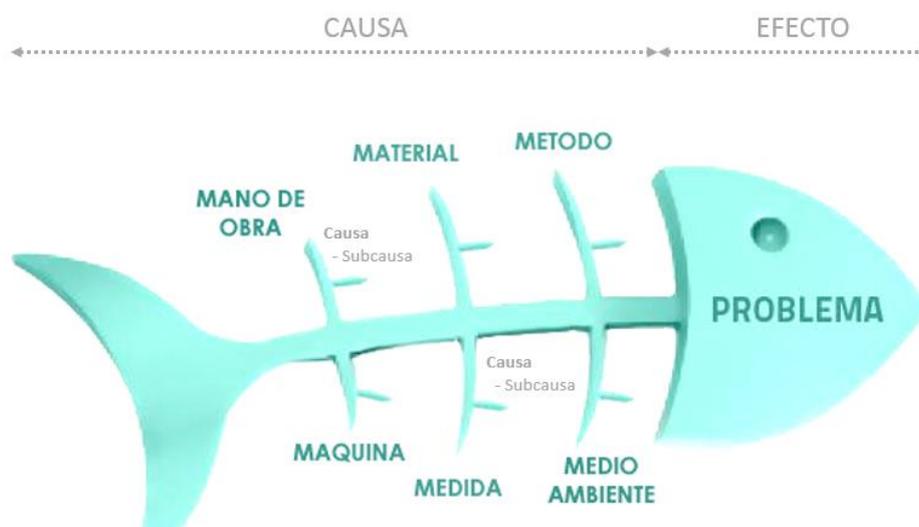


Figura 39: Ilustración de una espina de pescado

Para definir unas posibles causas se utiliza el *Método de las 5M*, que fija cinco pilares fundamentales: mano de obra, material, método, máquina, medida y medioambiente. Estas causas globales se pueden modificar y adecuar a cada situación.

- Máquina. Un análisis de las entradas y salidas de cada máquina que interviene en el proceso, así como de su funcionamiento de principio a fin y los parámetros de configuración, permitirán saber si la causa raíz de un problema está en ellas. A veces no es fácil, sobre todo cuando intervienen máquinas complejas y no se puede “acceder fácilmente a las tripas” o no se tiene un conocimiento profundo de sus mecanismos, pero siempre se puede hacer algo, por ejemplo, aislar partes o componentes hasta localizar el foco del problema.
- Método. Se trata de cuestionarse la forma de hacer las cosas. Cuando se diseña un proceso, existen una serie de circunstancias y condicionantes (conocimiento, tecnología, materiales,...) que pueden variar a lo largo del tiempo y no ser válidos a partir de un momento dado. Un sistema que antes funcionaba, puede que ahora no sea válido.
- Mano de obra. El personal puede ser el origen de un fallo. Existe el fallo humano, y si no se informa y forma a la gente en el momento adecuado, pueden surgir los problemas. Cambios de turno en los que el personal saliente no informa al entrante de incidencias relevantes, es un ejemplo.
- Medio ambiente. Las condiciones ambientales pueden afectar al resultado obtenido y provocar problemas. Valorar las condiciones en las que se ha producido un fallo, nunca está de más, ya que puede que no funcione igual una máquina con el frío de la primera hora de la mañana que con el calor del mediodía, por ejemplo.
- Materia prima. Los materiales empleados como entrada son otro de los posibles focos en los que puede surgir la causa raíz de un problema. Contar con un buen sistema de trazabilidad a lo largo de toda la cadena de suministro y durante el proceso de almacenaje permitirá tirar del hilo e identificar materias primas que pudieran no cumplir ciertas especificaciones o ser defectuosas.

El Equipo de Mejora de P03 empleó esta técnica para averiguar los motivos de sujeción de las piezas. Los pasos a seguir son:

- 1) Definir el **problema**: Alto porcentaje de rechazo en la instalación P03
- 2) Establecer **objetivo**: Alcanzar un 5% de rechazo
- 3) Brainstorming de **posibles causas**
- 4) Poner **acciones**

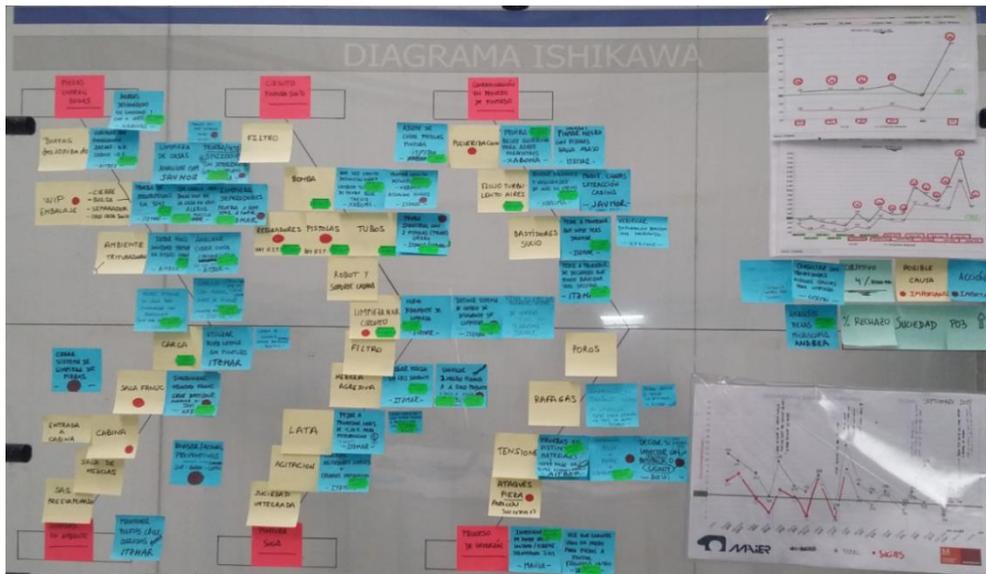


Figura 40: Diagrama Ishikawa realizado por el Equipo de mejora de P03

Como se puede ver en la imagen anterior no se han tomado estrictamente las 5M', si no que se han modificado y añadido algunas que se ajustan mejor a la instalación de pintura. A continuación se señalan algunas de las causas analizadas.

Piezas entran sucias

Una de las causas más evidentes de por qué las piezas pintadas salían sucias era que ya entraban con suciedad a la instalación. En la siguiente tabla se especifican los posibles motivos que se barajaron, algunas de las acciones tomadas y los resultados.

POSIBLES CAUSAS	ACCIONES	RESULTADOS
Carga estática de las piezas desde que se inyectan hasta que se embalan (no estaban desionizadas)	Colocar barras desionizadoras	Reducción de suciedad adherida a las piezas al reducir su carga estática
Embalaje entre inyección y pintura (caja, bolsa y separadores)	<ul style="list-style-type: none"> · Limpieza de separadores con atrapapolvos · Bolsas antiestáticas · Limpiar cajas 	<ul style="list-style-type: none"> · Sube rechazo (NOK) · Ningún resultado apreciable · Sin realizar
Suciedad cedida al ambiente por las trituradoras en los puestos de inyección	Colocar panel de metacrilato encima de las cintas transportadoras para protegerlas de suciedad	Reducción de suciedad en las piezas que salen de inyección

Tabla 1: Análisis de causas. Piezas entran sucias

Circuito de pintura sucio

Otro de los puntos conflictivos que se analizó fue el del circuito que recorre la pintura antes de salir por la boquilla de las pistolas. Al igual que en la causa anterior, a continuación se detallan las posibles causas, acciones y resultados.

POSIBLES CAUSAS	ACCIONES	RESULTADOS
Bomba	<ul style="list-style-type: none"> · Rediseñar y montar circuito · Cambiar tubos primer bomba-válvula 	Circuito mejorado para evitar tapones de suciedad
Reguladores, pistolas, tubos	<ul style="list-style-type: none"> · Pruebas con modificaciones 	Puesta en marcha de modificaciones de mejora

Tabla 2: Análisis de causas. Circuito de pintura sucio

Contaminación en proceso de pintado

En el proceso de pintar piezas influyen muchos elementos y parámetros. El Equipo de Mejora analizó los que consideraban más importantes.

POSIBLES CAUSAS	ACCIONES	RESULTADOS
Pulverización	<ul style="list-style-type: none"> · Prueba de reloj de glicerina para ajuste de parámetros · Pintar negro brillante con pistolas hacia abajo · Ajuste de cotas pistolas pintura 	<ul style="list-style-type: none"> · Mayo control de parámetros · Desestimado · Mejoría
Flujo turbulento aires	<ul style="list-style-type: none"> · Revisar balances y velocidades de aire en cabina · Modificar chapas extracción cabina 	Se consigue aire laminar en la cabina
Bastidores sucios	<ul style="list-style-type: none"> · Pedir a proveedor de decapado que pinte bastidor tras decapar · Pedir a proveedor de decapado que sople tras decapar 	Mejora en el proceso de decapado de bastidores

Tabla 3: Análisis de causas. Contaminación en proceso de pintado

Suciedad en ambiente

Esta causa es una de las más importantes y con más influencia en el rechazo, el aire contaminado de las diferentes salas que recorren las piezas antes y después de ser pintadas.

POSIBLES CAUSAS	ACCIONES	RESULTADOS
Zona de Carga	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar ropa limpia Crear sistema de limpieza de piezas 	<ul style="list-style-type: none"> Ningún resultado apreciable Mejora del rechazo en algunas referencias
Sala Fanuc (robot desionizador)	<ul style="list-style-type: none"> Sincronizar velocidad del robot Fanuc y que giren los bastidores 	Mejora en la limpieza y desionizado de piezas con el robot Fanuc
Cabina de pintura	<ul style="list-style-type: none"> Hacer limpiezas (futuras rutas de TPM) 	Entorno más limpio para las piezas
Sala de mezclas		
SAS prevaporado		
Suciedad en el ambiente	<ul style="list-style-type: none"> Mantener las puertas de la calle cerradas (evitar polvo de Pienso Saioa al lado de Maier) 	Menos polvo y menos alteraciones en el ambiente de la nave

Tabla 4: Análisis de causas. Suciedad en el ambiente

Pintura sucia

En numerosas ocasiones una misma pintura puede cambiar en su composición de un lote a otro, a veces intencionadamente por el proveedor. Otras veces puede que la pintura se ensucie por otros motivos.

POSIBLES CAUSAS	ACCIONES	RESULTADOS
Agitación	<ul style="list-style-type: none"> Colocar agitadores limpios y crearles preventivo 	Pintura más limpia
Suciedad integrada	<ul style="list-style-type: none"> Hablar con el proveedor 	Cambio en la formulación de la pintura Scandium de una de las referencias del HFE. Bajada de rechazo en esa referencia

Tabla 5: Análisis de causas. Pintura sucia



Figura 41: Porcentaje rechazo Scandium

Proceso de inyección

El proceso de pintura depende de cómo son las piezas que entran a la instalación, provenientes de inyección. En numerosas ocasiones defectos de inyección repercuten en el rechazo de pintura.

POSIBLES CAUSAS	ACCIONES	RESULTADOS
Ráfagas	Ajustar parámetros de inyección	Disminución de ráfagas
Tensiones	Pruebas con distintos materiañes	Cambio de material en algunas referencias
Proceso de inyección (global)	<ul style="list-style-type: none"> · Investigar de dónde vienen las suciedades/fibras · Consultar que guantes utilizan en Ferroplast para piezas que se van a pintar · Matriz de experimentos 	<ul style="list-style-type: none"> · Eliminación de fibras · Cambio de guantes · Cambio a material Bestpolux en una referencia pintada en negro brillante (del proyecto J92), bajada de rechazo significativa en esa referencia

Tabla 6: Análisis de causas. Proceso de inyección



Figura 42: Porcentaje de rechazo negro brillante

7.1.2. Logros del Equipo de P03

Durante varios meses del 2015 se fueron desarrollando las acciones que se iban determinando en el panel de Espina de Pescado. Algunas de ellas dieron lugar a mejoras, otras se desestimaron y otras crearon nuevas acciones. En cualquier caso, es indiscutible que el trabajo del Equipo de Mejora dio sus frutos, tal y como se puede ver en el siguiente gráfico que muestra la evolución del rechazo durante el 2015.

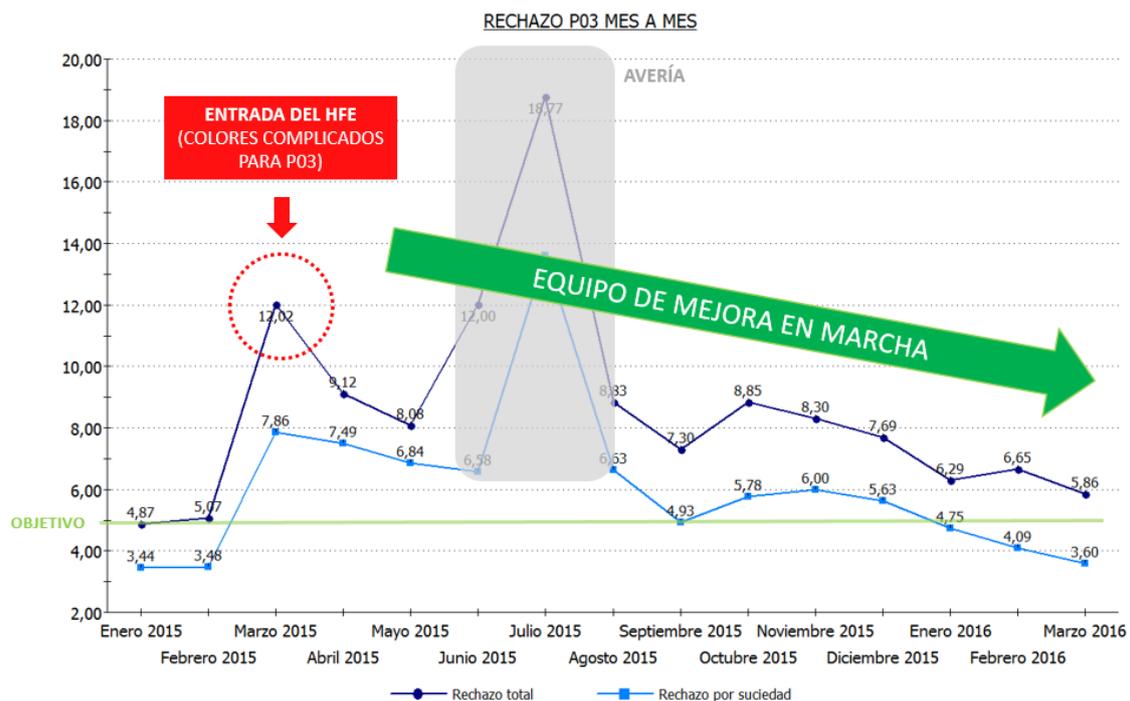


Figura 43: Gráfico con resultados logrados por el Equipo de mejora

Salta a la vista que hay un aumento del rechazo muy brusco en los meses de junio y julio. Esto fue causa de una gran avería que paralizó la instalación durante varios días. Exceptuando estos meses de causas difíciles y no abarcables para el Equipo de Mejora, la tendencia del rechazo de la suciedad y global de la instalación ha sufrido un descenso considerable, desde un 12% con la entrada del HFE hasta un 5,86%.

Sin embargo, la crisis que causó la avería en julio y la ambición de llegar a un rechazo no solo de un 5%, sino incluso reducirlo hasta un 4%, llevó al planteamiento de implantar un TPM en la instalación de pintura, el cual comenzó a desarrollarse en septiembre de 2015.

7.2. Avería en P03. Criticidad de la instalación

El 2 de junio de 2015 la instalación de pintura sufrió una gran avería que no fue solucionada hasta 10 días más tarde. El problema provenía del variador del robot de pintura, que actúa como el cerebro del sistema. La avería se alargó por falta de piezas, dificultad en la programación del nuevo variador y diversos problemas con el motor del robot.

Este contratiempo supuso un gran caos en la instalación, ya que estuvo parada y sin pintar durante más de una semana. Suponía una pérdida de productividad de mano de obra altísima, incertidumbre y sobretodo incapacidad de cumplir con la demanda planificada. Se tuvieron que tomar medidas alternativas para pintar las piezas que estaban programadas para esos días: algunas se mandaron a Maier Gernika y a una empresa subcontratada, otras se pintaron a mano con pistolas...

En definitiva, fue una situación límite que atribuyó a la instalación de pintura P03 el carácter de **equipo crítico**. Efectivamente, se pudo constatar que se carecía de un plan b en caso de avería de la instalación para pintar las piezas. El hecho de ser única instalación en Maier Navarra y no tener plan de contingencia, unido a la cantidad de averías que sufría habitualmente, marcaron la decisión de aplicar la metodología del TPM a la instalación.

8. IMPLANTACIÓN DEL TPM EN LA INSTALACIÓN DE PINTURA DE MAIER NAVARRA

Hasta la llegada del TPM las tareas que realizaba el personal de mantenimiento en la instalación de pintura eran fundamentalmente correctivas, preventivas y predictivas. Entre los **objetivos** de la implantación del TPM se encuentra la reducción de las acciones correctivas mediante el aumento de las preventivas, que serán repartidas entre el Departamento de Mantenimiento y el de Producción. Gracias a este nuevo enfoque, se pretende aumentar la productividad de la instalación y la autonomía de Producción para conseguir cero averías, cero defectos.

8.1. Mantenimiento autónomo

Como se ha comentado en la explicación teórica del TPM, es necesario estructurar el mantenimiento que van a ejecutar los operarios de producción, el Mantenimiento Autónomo, en primer lugar, y tras sentar las bases de éste empezar a definir el Mantenimiento Planificado, el protagonizado por el personal de Mantenimiento. Se trata de un proyecto largo, ya que el diseño y puesta en marcha de cada tipo de mantenimiento conlleva varias fases de larga duración.

En Maier Navarra se ha definido gran parte del Mantenimiento Autónomo, estando actualmente en la fase de formación y puesta en marcha y quedando todavía pendiente de estructurar gran parte del Planificado. Por lo tanto, a día de hoy la implantación del TPM no ha finalizado, se puede decir que el desarrollo del proyecto está a un 60%. En el **anexo 1** figura un planning en el que se detalla la duración de las diferentes fases.

En la siguiente ilustración se muestra la denominada “escalera” del M.A. o Mantenimiento Autónomo, constituyendo cada escalón una fase. En los próximos apartados se detalla cada una de estas etapas y las acciones llevadas a cabo.

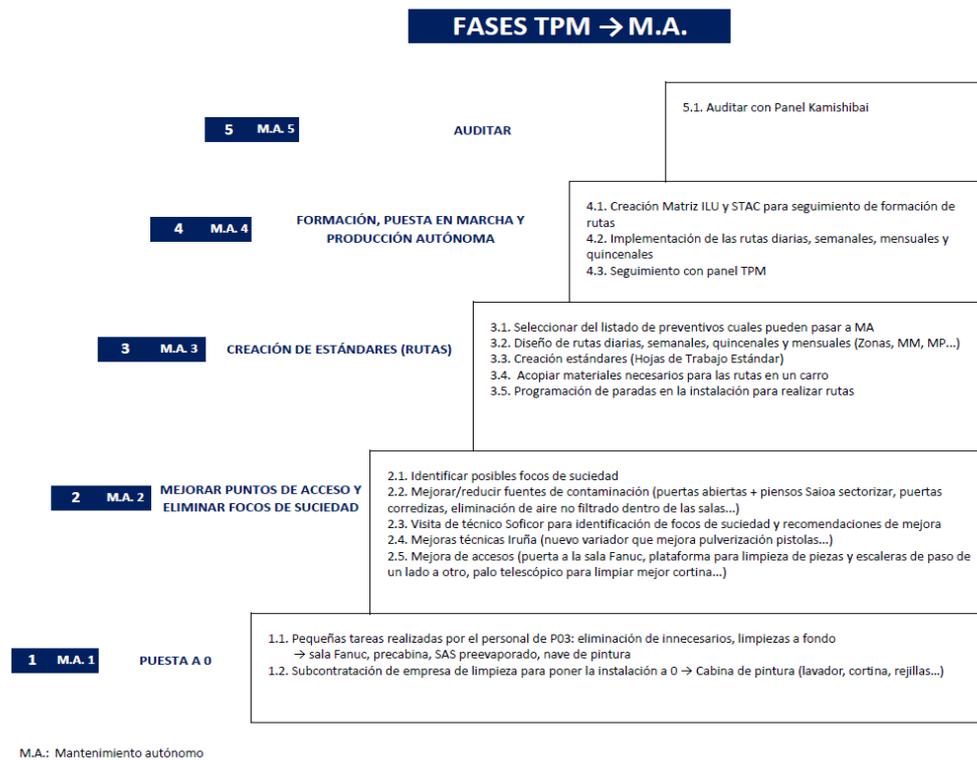


Figura 44: Escalera con fases del MA

8.1.1. Limpieza e inspección (M.A.1)

La primera fase para la implantación de un TPM es la limpieza inicial, la puesta a cero, con el objetivo de poder detectar anomalías que puedan causar averías en la instalación o defectos en el producto.

En el caso de la instalación de pintura de Maier Navarra, antes del TPM, estaban ya implantadas las 5S, lo cual es sin duda una base para el nuevo método. Sin embargo, las tareas relacionadas con las 5S son insuficientes ya que consisten en limpiezas superficiales, y con el TPM entran en juego limpiezas periódicas en partes internas de la instalación. El hecho de que estas actividades sean realizadas por los operarios de producción resulta muy ventajoso, ya que ellos, al conocer su zona de trabajo serán capaces de detectar anomalías cuando hagan limpiezas e inspecciones.

1. Tareas de limpieza realizadas por el personal de P03

Para poder entender mejor los diferentes lugares de la instalación de pintura a los que se va a hacer referencia, en la siguiente figura se detalla el recorrido que realizan las piezas que van a ser pintadas.

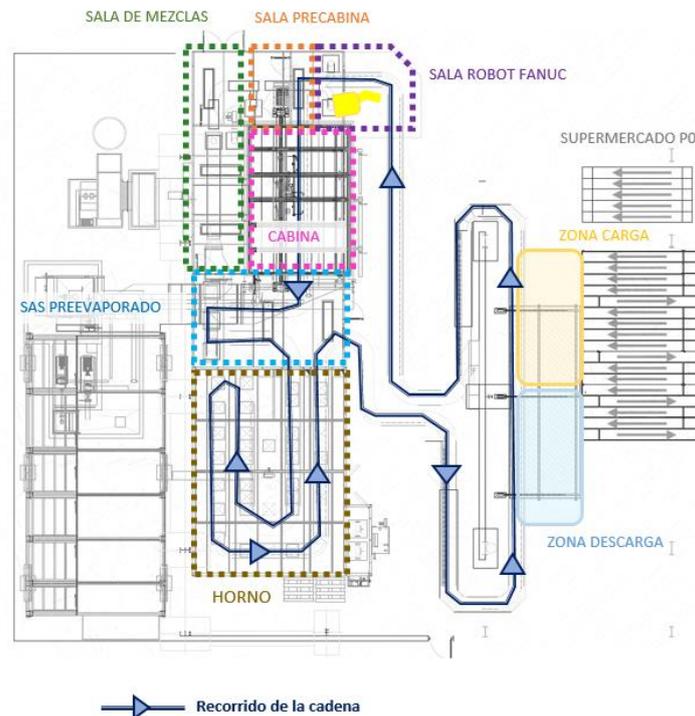


Figura 45: Recorrido piezas en la instalación de pintura

En primer lugar, las piezas se colocan en los bastidores que las van a sujetar durante el pintado en la zona de carga. Estos bastidores van a su vez encajados en los bulones de la cadena móvil que recorre la instalación a una velocidad de 2 minutos entre bulón y bulón. Una vez cargados los bastidores, éstos realizarán un pequeño recorrido antes de entrar en la primera sala de la instalación, el cual se aprovecha para limpiar con pistola de aire algunas referencias. Antes de entrar en la primera sala, se realiza una limpieza previa de piezas con plumeros de avestruz, y aire desionizado para quitar la carga estática, con el objetivo de evitar que las piezas entren demasiado sucias en las salas. A continuación, se encuentra la primera sala, la sala del robot Fanuc, cuya misión es eliminar con aire la suciedad que no se haya eliminado en la fase previa y continuar el desionizado de piezas.

Una vez las piezas han pasado por el proceso de limpieza, pasan a una sala anterior a la cabina de pintura que se encuentra en sobrepresión para asegurar que las piezas que alberga no reciban nueva suciedad. Tras pasar esta estancia, la cadena transporta los bastidores hasta la cabina, donde las piezas sufren un proceso de pintado por pulverización con pistolas. Una vez pintadas, las piezas cruzan el llamado SAS preevaporado, estancia que conecta la cabina con el horno, donde finalmente se secará la pintura durante aproximadamente 3 horas.

El personal de la UAT de pintura realizó numerosas **tareas de inspección y limpiezas en profundidad** de las diferentes salas de la instalación: sala del robot Fanuc, precabina, cabina de pintura, SAS preevaporado, horno y sala de mezclas. Igualmente se realizó una eliminación de innecesarios y limpieza de la nave haciendo especial hincapié en la zona de recorrido de la cadena de pintura.

2. Puesta a cero de la cabina de pintura

La cabina de pintura es la zona de la instalación más complicada de limpiar. La continua pulverización y los restos de pintura sobrantes que se depositan en diferentes partes y recovecos de la cabina, así como la necesidad de trabajar en altura para acceder a ciertas zonas (se necesita permiso especial), hizo necesaria la subcontratación de una empresa de limpieza para la puesta a cero de la cabina. A continuación se muestran algunas fotografías del antes y después de la puesta a cero de la cabina de pintura

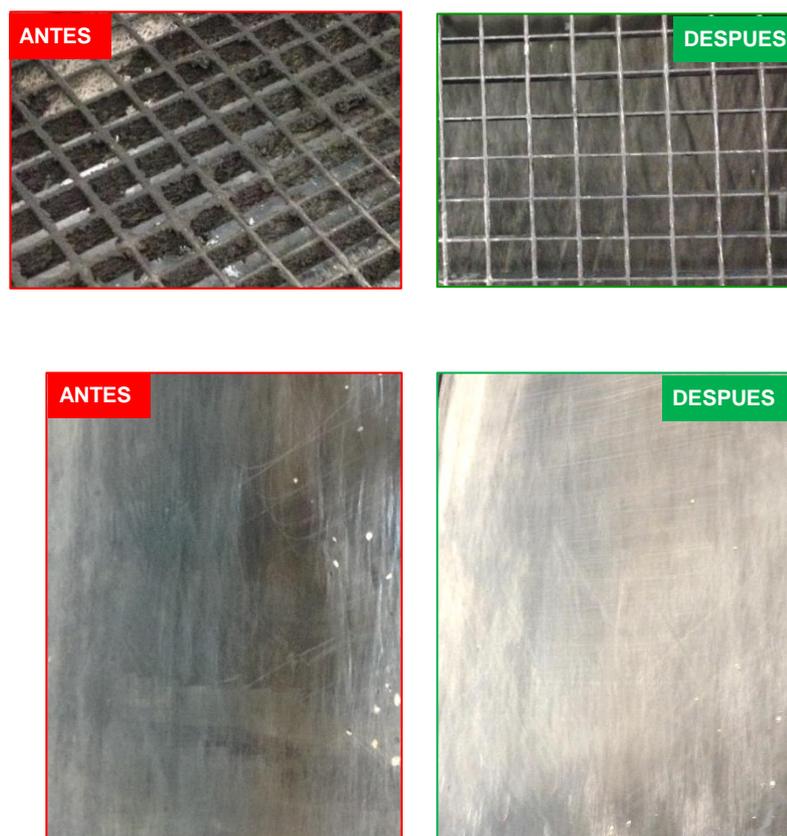


Figura 46: Enrejado del suelo de la cabina y cortina de agua antes y después

8.1.2. Mejora de puntos de acceso y eliminación de focos de suciedad (M.A.2)

1. Identificar posibles focos de suciedad

El Equipo de Mejora de P03 ya había constatado que la suciedad en la instalación era una de las causas que más afectaba al rechazo de piezas pintadas. Por lo tanto, muchas de las acciones realizadas en esta línea, surgidas del Panel Ishikawa, eran un trabajo adelantado para el TPM.

Los focos de suciedad se pueden clasificar entre los visibles y evidentes, y los que son más desapercibidos. En el grupo de **focos de suciedad visibles** entrarían por ejemplo la cortina de agua, el cubre cadenas o los bastidores cuando tienen pintura depositada en ellos. Igualmente, por el hecho de estar situada Maier a lado de una fábrica de piensos, mucho polvo entra por las puertas de la nave de pintura cuando se dejan abiertas. En cuanto a los focos más difíciles de ver, se encuentran los ya localizados por el Equipo de Mejora P03, la suciedad en el circuito de pintura o contaminación en el proceso de pintura. Como herramienta para impulsar la localización de **focos de suciedad menos visibles** en la segunda fase del TPM se recurre a la medición de partículas.

Medición de partículas

El medidor de partículas es un aparato que mide la cantidad de partículas de diferentes tamaños (micras) en el aire de una estancia.



Figura 47: Medidor de partículas

Para la instalación de pintura resulta muy útil, ya que va a indicar las zonas en las que más partículas hay en el ambiente, es decir, va a sacar a la luz los lugares en los que las piezas corren el riesgo de ensuciarse más.

Antes de poner en marcha el TPM, se realizaban mediciones de partículas ocasionalmente, midiendo en los distintos puntos del recorrido de las piezas desde que se inyectan hasta que salen pintadas. Se seguía el siguiente plano y se anotaban los datos obtenidos en cada ubicación.

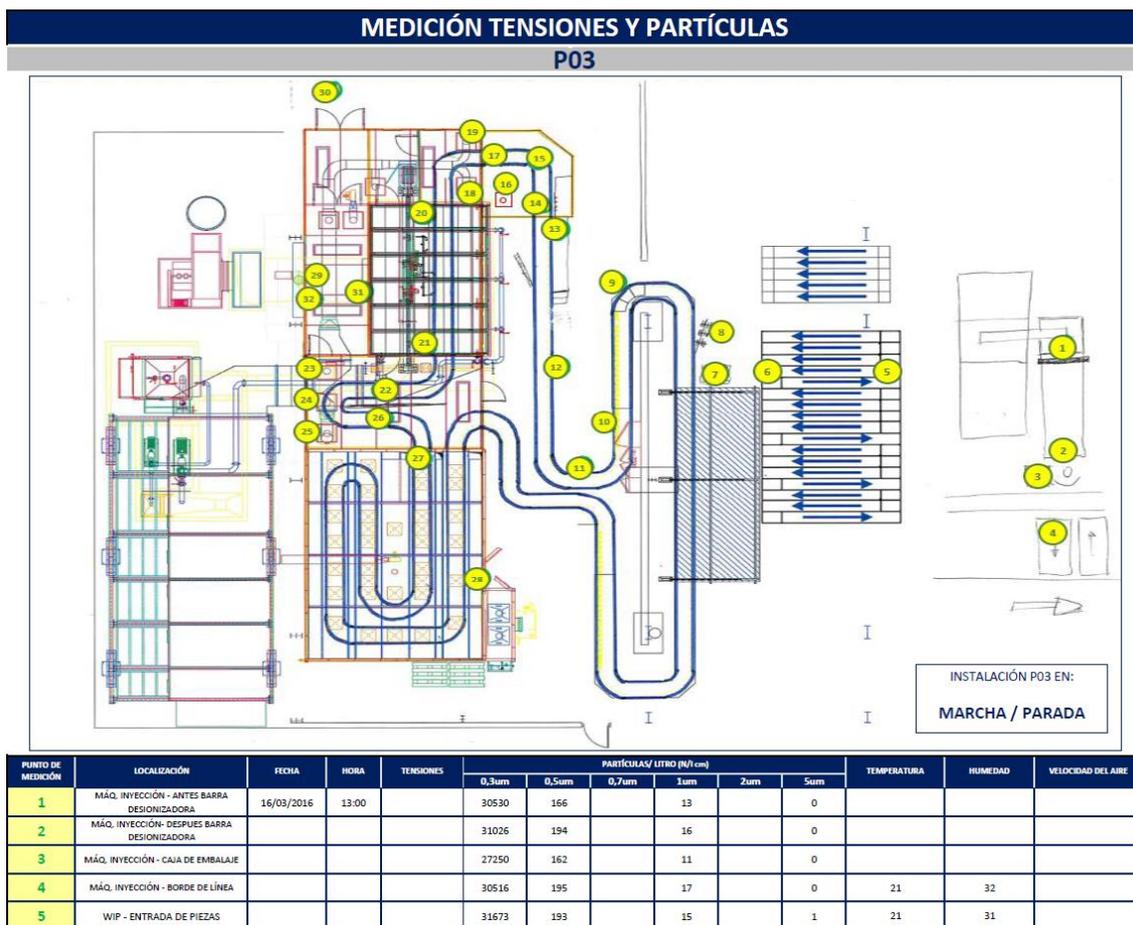


Figura 48: Versión antigua de medición de partículas

Este procedimiento evolucionó con la llegada del TPM. Debido a la necesidad de detectar focos concretos de suciedad, se pasó a realizar **mediciones de partículas por secciones**. Esta técnica consiste en seleccionar las zonas más críticas del recorrido y subdividirla en pequeños cuadrantes en los cuales se realizarán las mediciones. Además, para ver el resultado de manera más visual, según la cantidad de partículas medidas en cada subzona, ésta adquirirá colores diferentes en función de si el resultado es bueno (verde), aceptable (naranja) o malo (rojo). En este caso se ha elegido como indicador el tamaño de partícula de 0,5 μm , a partir del cual se aprecia la partícula como suciedad en la pieza.

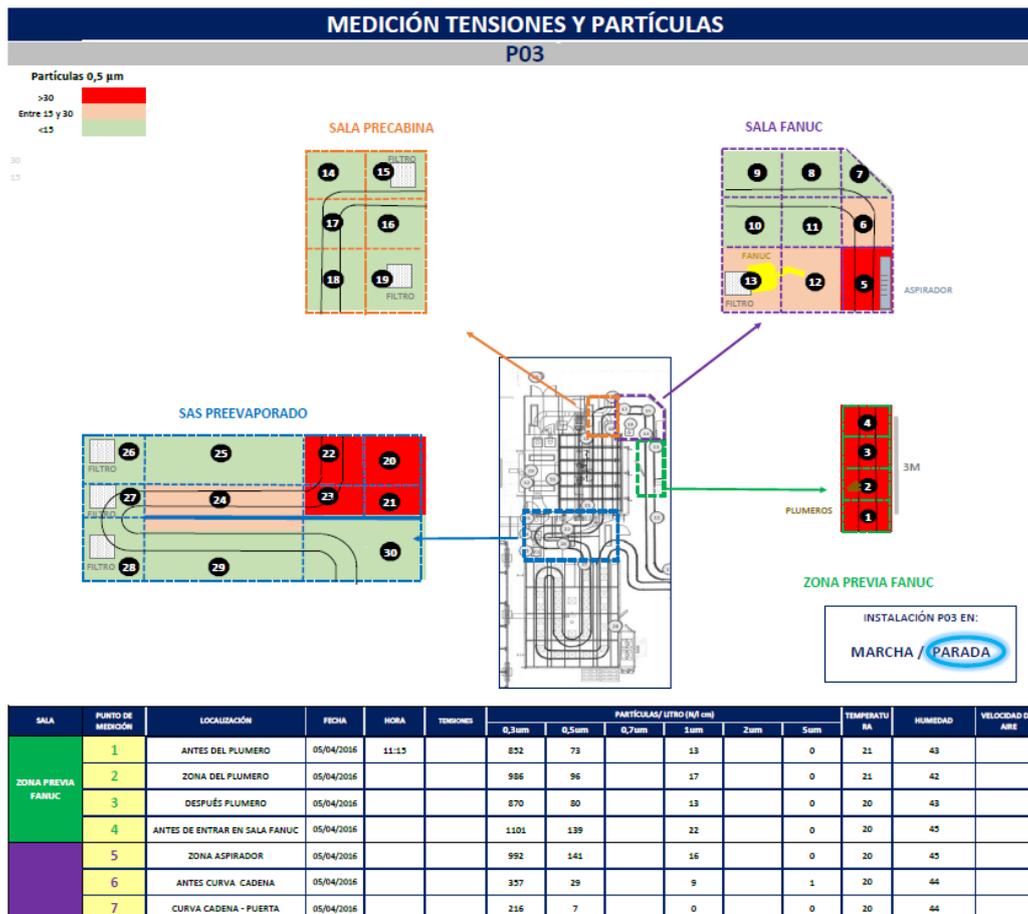


Figura 49: Nueva versión de medición de partículas

Tras realizar las primeras mediciones de esta manera se detectaron las zonas más problemáticas. Las zonas en rojo son las que más partículas de 0,5 µm tienen y que por lo tanto pueden estar contribuyendo a ensuciar las piezas. Se aprecia que las zonas críticas reveladas son la zona de la cadena anterior a la sala del Fanuc, en la cual hay unos plumeros de avestruz y unas barras desionizadoras para limpiar las piezas antes de entrar en el circuito cerrado, la esquina del aspirador en la sala del Fanuc y la zona de entrada de piezas en el SAS preevaporado.

Lo más recalable de la medición de partículas es que permite **tomar acciones basadas en contraste de datos**. A pesar de que en algunos casos se realicen tareas que no dan los resultados deseados, el poder comparar datos y ver su evolución según las modificaciones que se van haciendo en la instalación constituye una línea de trabajo sobre la que apoyarse para realizar mejoras. En los **anexos 2 y 3** se muestra la hoja completa de las dos versiones de medición de partículas.

Actualmente se están realizando pruebas con un túnel de material atrapa polvos que cubra la zona de limpieza previa a la entrada de la sala del Fanuc y así evitar que la suciedad que se elimina de unas piezas quede circulando por el aire y se posen en otras. El túnel es la evolución de un panel de material atrapa polvos que se colocó frente a los plumeros y barras desionizadoras, presente en las primeras mediciones.

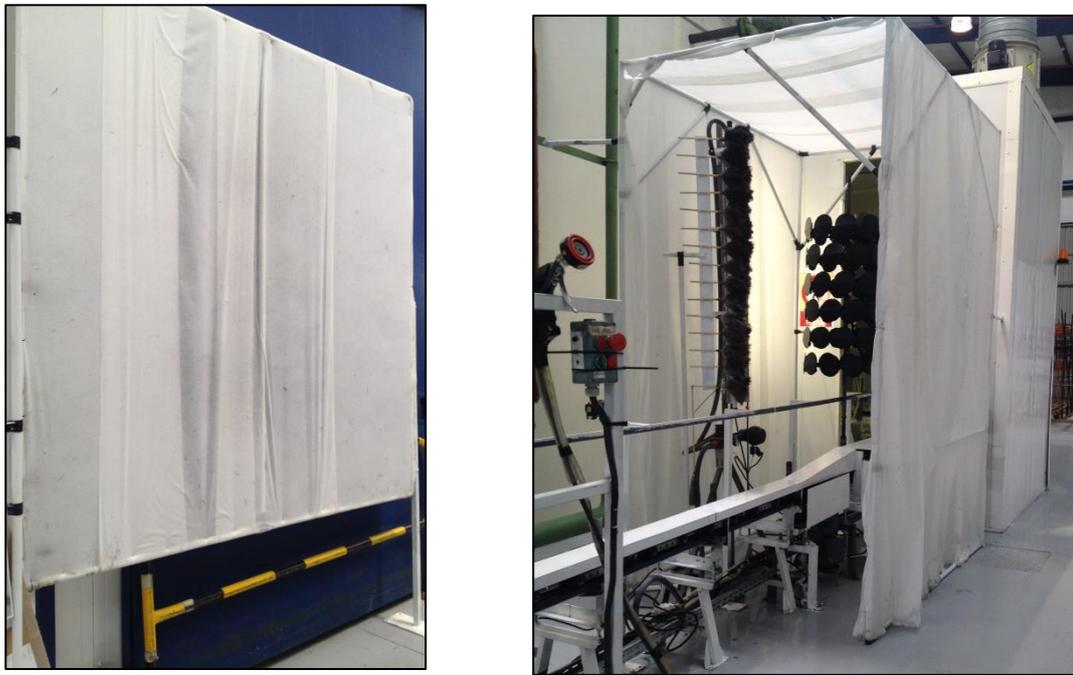


Figura 50: Panel y túnel de material atrapapolvo

2. Reducción y eliminación de focos de suciedad

Una vez identificadas fuentes de contaminación que pueden estar contribuyendo a ensuciar las piezas, se procede a su eliminación y su no es posible, a su reducción. Gracias a la técnica de medición de partículas se detectaron varios puntos sobre los que actuar.

En el caso del SAS preevaporado se analizaron los posibles focos de entrada de suciedad, hallando una ranura por la que entraba aire no filtrado y una trampilla con el mismo problema. Como acción se selló la ranura y la trampilla está pendiente de eliminar ya que existe otro acceso al mismo lugar. En cuanto al aspirador que se encuentra en frente del Fanuc para absorber la suciedad que éste elimina de las piezas, se forró con material atrapa polvos para retener aquellas partículas que no se succionan y así evitar la circulación de las mismas por la sala.



Figura 51: Aspiración cubierta con material atrapapolvos

Con estas acciones se consiguió reducir la cantidad de partículas tanto en el SAS como en la sala del Fanuc y parte de la zona de los plumeros, tal y como se puede apreciar en las mediciones antes y después de los cambios.

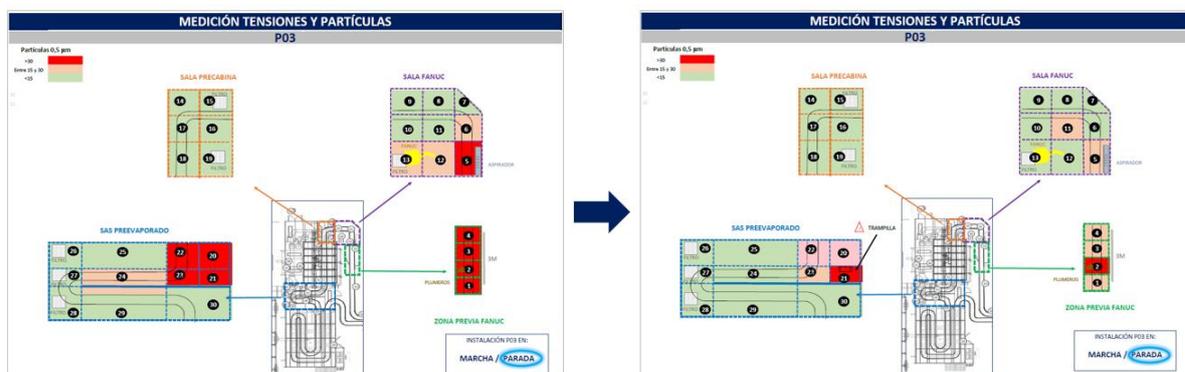


Figura 52: Evolución medición partículas

En cuanto a los focos de suciedad más evidentes, también se realizaron varias acciones. Para solventar el problema de la penetración en la nave de polvo proveniente de Pienso Saioa, se colocó un muelle en las puertas exteriores de tal forma que éstas se cierran solas, y así evitar el tiempo de exposición del interior de la nave a la contaminación de los pienso. Igualmente, con el objetivo de evitar la entrada de suciedad de la nave de principal de la fábrica a la de pintura, se colocaron puertas rápidas en el paso de una a otra.

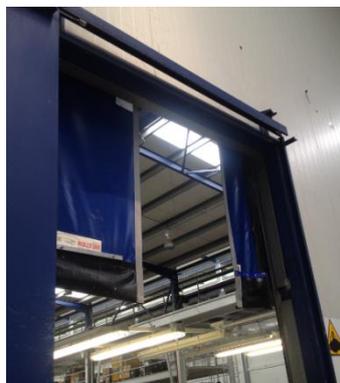


Figura 53: Puertas rápidas

Respecto a la inevitable suciedad cíclica de cubrecadenas y cortina, y en general, a la acumulación de suciedad en las diferentes zonas del recorrido de las piezas, se tendrían en cuenta en la tercera fase del Mantenimiento Autónomo, en el diseño de rutas de limpieza.

3. Visita de proveedor

En esta fase de eliminación de focos de suciedad y de implantar mejoras en la instalación, resultó muy útil la visita del proveedor del negro brillante (Soficor), el color más exigente y con más problemas de suciedad que se pinta en P03.

Entre las recomendaciones que realizó el técnico de Soficor más relevantes se encuentran:

- Zona anterior a entrar en la sala del Fanuc

- **Pelo de caballo** para sustituir a los plumeros de avestruz

Antes de entrar en la sala del robot desionizador Fanuc, las piezas pasan por un primer sistema de limpieza para eliminar la suciedad que traen de fuera. Consiste en una hilera vertical de plumeros de avestruz junto a unos ventiladores que mueven las plumas y desionizan las piezas a su paso. Con su presencia se consiguió reducir el rechazo, es decir, la limpieza previa a la entrada de las piezas en la instalación de pintura es necesaria. No obstante, los plumeros avestruz se deterioran con bastante rapidez, causando el desprendimiento de fragmentos de plumas que se quedan adheridas a la pieza o circulando por el aire.

Sin embargo, el pelo de caballo tampoco ralla las piezas y no se deteriora tan fácilmente. Además, si el rodillo de pelo de caballo es denso y con filamentos largos, penetrara mejor en la pieza limpiándola en profundidad. En las pruebas realizadas con este pelo, no se ha observado una gran diferencia en la calidad de las piezas pero si se evita el desprendimiento de filamentos que tanto ensucia su entorno.



Figura 54: Rodillos de pelo de caballo y de plumas de avestruz

- Colocar **túnel** a toda la cadena desde después de la carga de piezas hasta la entrada a la sala del Fanuc.

Tras la limpieza con el plumero de avestruz o pelo de caballo es importante de que las partículas queden ya aisladas del exterior. De aquí nace la idea de construir un túnel con mecano tubo y forrarlo de material atrapapolvos, tal y como se ha comentado en el apartado de medición de partículas. El propósito era hacer una simulación y ver los efectos del aislamiento de piezas tras la primera limpieza y una vez comprobada su efectividad, hacer un túnel de obra definitivo. Esto último ha sido desestimado debido a la falta de equilibrio entre los beneficios obtenidos con el túnel y el coste económico.

- Salas de Fanuc, precabina y SAS preevaporado

- **Bandejas de agua** en el suelo y **forrar paredes** con grasa, vaselina o algún producto teflonado.

Para evitar que las partículas retiradas de las piezas queden circulando por el aire, el proveedor propuso colocar bandejas de agua en el suelo y la cubrición de paredes con algún producto que atrape la suciedad. Sin embargo, la colocación de bandejas de agua resulta demasiado complicado y caro, por lo que a pesar de ser una buena recomendación se desestimó. Respecto a las paredes, se contempla en un futuro forrarlas de material atrapapolvos, y para comprobar su eficacia se ha comenzado por cubrir el aspirador frente al robot Fanuc, tal y como se ha explicado en el apartado de mediciones de partículas.

- Sala de mezclas

- **Aumentar el tiempo de agitación** de la pintura y de la mezcla

Cuando se va a preparar la pintura para pintar una tirada de piezas, es muy importante el tiempo de agitación para que la pintura quede homogénea.

Junto a estas recomendaciones de mejora, el proveedor también hizo mención de todas las cosas que ya se estaban haciendo correctamente. Gracias a su experiencia, sus consejos constituyen una gran ayuda para mejorar la instalación y ser conscientes de sus carencias.

4. Mejoras técnicas

Como ya se ha comentado anteriormente, fruto de la avería del verano de 2015, se cambió el variador del robot de pintura y se programó por técnicos de la empresa Iruña. Este cambio mejoró notablemente la pulverización de las pistolas.

En la línea de mejorar el proceso de pintado y evitar suciedad en el circuito, se automatizó la limpieza de los grupos de pistolas. Esto es muy necesario, ya que una misma pistola se emplea para pulverizar diferentes colores y entre cambio y cambio de color, si no se realiza una limpieza exhaustiva de los conductos puede que la siguiente pintura arrastre pintura del color anterior, causando piezas defectuosas.

Otra de las mejoras técnicas más relevantes que se realizaron fue la reducción de longitud del circuito de tubos desde las bombas a las pistolas, gracias a una catenaria. Se redujo la longitud de 10 a 7 metros.

5. Mejora de accesos

Resulta necesaria la mejora de áreas inaccesibles para que las limpiezas e inspecciones se realicen correctamente y sin dificultades. En esta línea se realizaron las siguientes acciones:

- **Escaleras** de paso de un lado de la cadena al otro.

Anteriormente se accedía a un lado y a otro de la cadena saltando por encima de ella, lo cual suponía riesgo de tropiezos y caídas. Para facilitar el paso se colocaron escaleras a un lado y a otro de manera que el tramo entre ambas es estrecho y se puede pasar fácilmente por encima.

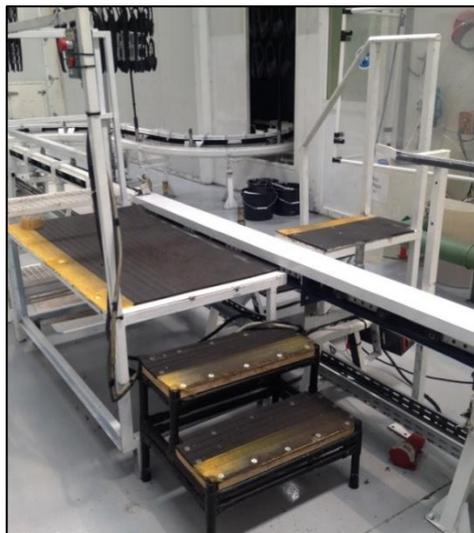


Figura 55: Escaleras de acceso

- Reubicación **plataforma** para **limpieza** de piezas.

La calidad de algunas referencias pintadas aumenta notablemente si además de pasar por los plumeros se les ejecuta una limpieza a mano con pistola de aire. Para realizar la limpieza a la altura de las piezas, en el momento de bajar la cadena al suelo a principios de 2015, se colocó una plataforma. Sin embargo, con el diseño del túnel se planteó retirarla de su ubicación y colocarla antes del túnel y del lado de la cadena más accesible, minimizando el recorrido a hacer del operario.

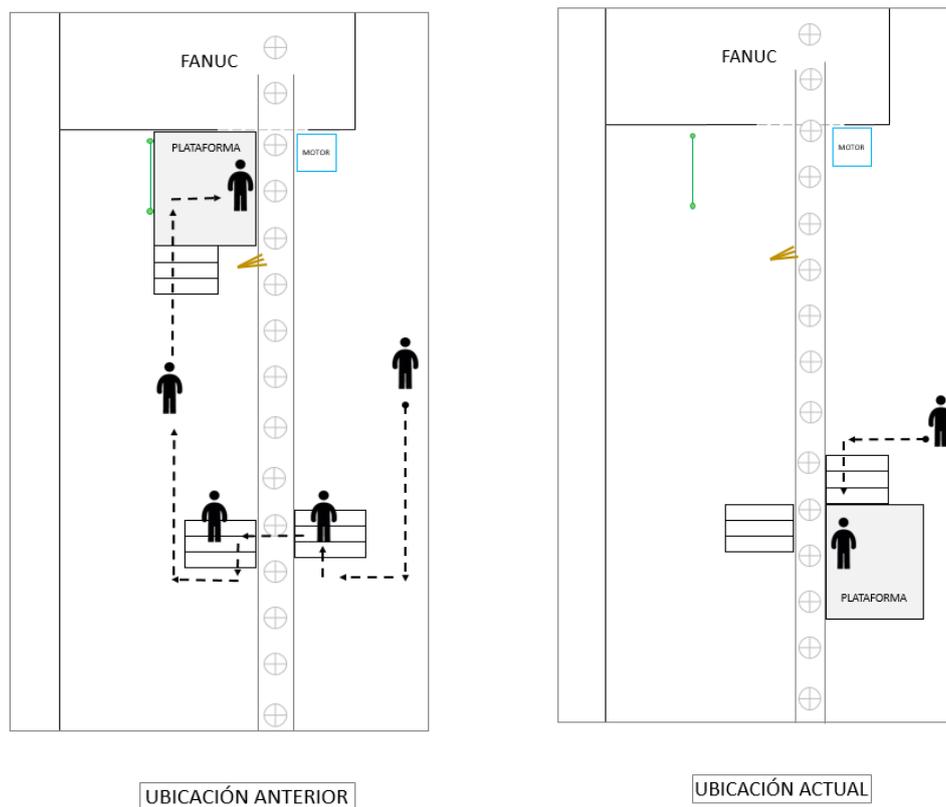


Figura 56: Evolución lay out plataforma operarios

- **Palo telescópico** para la cortina de agua

Para poder acceder a la parte alta de la cortina en sus limpiezas, era muy complicado acceder a la parte de arriba y muchas veces se dejaba sin limpiar, ya que para ello era necesario un andamio. Para solventar este problema, se ha puesto a disposición de estas limpiezas un palo telescópico con un cepillo en el extremo.

8.1.3. Creación de estándares (M.A.3)

1. Seleccionar qué preventivos realizar en Mantenimiento Autónomo.

Para la elección de rutas a hacer por el personal de producción, se realiza en primer lugar un listado de todos los preventivos que realizaba hasta el momento el departamento de mantenimiento. Tras un análisis, se determinarán cuáles de esas tareas pueden pasar a realizarse por los operarios de producción. Para optar a ser actividad de MA, deben ser actividades que no requieran una habilidad técnica demasiado alta y deben cumplir los siguientes criterios:

- Ninguna ruta puede tener una duración mayor a 8 horas
- La frecuencia del preventivo puede ser como máximo mensual

Además, se pueden incluir como rutas de MA aquellas que, aunque no estén contempladas en los preventivos, se crean necesarias. En el **anexo 4**, se muestra un listado con los preventivos necesarios para la instalación de pintura, resaltando en naranja los transferidos a Mantenimiento Autónomo.

2. Diseño de rutas

Una vez seleccionados los preventivos que pasan a realizarse como Mantenimiento Autónomo, han de diseñarse las Hoja Estándar de Trabajo (HET) o Rutas. Para ello hay que tener en cuenta los siguientes **criterios**:

- Las rutas han de ser elaboradas de forma que diferentes operarios puedan realizar **diferentes rutas simultáneamente**
- Las operaciones de cada ruta se centrarán en una **zona física** del equipo minimizando los desplazamientos y/o herramientas necesarias
- Determinar si la ruta debe realizarse en **máquina en marcha o parada** (en principio este criterio ha de estar establecido desde el listado de preventivos inicial, pero conviene revisarlo)
- Valorar con qué **frecuencia** conviene ejecutar las rutas (al igual que el anterior criterio, debe revisarse lo establecido en el listado de preventivos)
- **Materiales** necesarios
- Debe definirse una **ruta de preparación** tanto de herramientas como de consumibles
- El **número de operarios** necesarios para realizar la ruta
- **Tiempo** de ejecución de la ruta. En algunos casos el tiempo que se tarda en hacer el preventivo está establecido, pero conviene tomar tiempos para verificar los ya determinados o adecuarlos.

En el caso de la instalación de pintura P03, se han determinado los parámetros de diseño para las rutas que figuran en el siguiente listado, las diseñadas hasta la fecha.

	Frecuencia	Tipo de operario	Nºoperarios	MM/MP
Limpieza del cubre cadenas	SEMANAL	OP CARGA/DESCARGA	2	MP
Limpieza lavador inferior	SEMANAL	OP CARGA/DESCARGA	3	MP
Limpieza cortina	SEMANAL	OP CARGA/DESCARGA	2	MP
Limpieza estructura robot	SEMANAL	OP CARGA/DESCARGA	2	MP
Limpieza en profundidad precabina y sala Fanuc	SEMANAL	OP CARGA/DESCARGA	1	MP
Limpieza SAS pre- evaporado	SEMANAL	OP CARGA/DESCARGA	1	MP
Limpieza exterior cadena	SEMANAL	OP CARGA/DESCARGA	1	MP
Limpieza sala mezclas	SEMANAL	OP CARGA/DESCARGA	1	MP
Ruta reposición carro	SEMANAL	OP CARGA/DESCARGA	1	MM
Cambio KIT PISTOLAS 1A, 2A	QUINCENAL	OP A (PINTOR)	1	MP
Cambio KIT PISTOLAS 1B,2B	QUINCENAL	OP A (PINTOR)	1	MP
Cambio KIT PISTOLAS CONDUCTOR	QUINCENAL	OP A (PINTOR)	1	MP
Cambio KIT PISTOLAS 3, 4	QUINCENAL	OP A (PINTOR)	1	MP
Cambio KIT PISTOLAS 5, 6	QUINCENAL	OP A (PINTOR)	1	MP
Cambio KIT PISTOLAS 3A, 4A	QUINCENAL	OP A (PINTOR)	1	MP
Cambio tubos primer: bomba : válvula	MENSUAL	OP A (PINTOR)	1	MP
Cambio tubos metálicos: bomba : válvula	MENSUAL	OP A (PINTOR)	1	MP
Cambio tubos lisos: bomba : válvula	MENSUAL	OP A (PINTOR)	1	MP
Cambio tubos conductor: bomba : pistolas	MENSUAL	OP A (PINTOR)	1	MP
Cambio tubos pistolas: 1A,2A,1B,2B	MENSUAL	OP A (PINTOR)	1	MP
Cambio tubos robot en pistolas color: 3,4,3A,5,4A,6	MENSUAL	OP A (PINTOR)	1	MP
Cambio tubos filtro: bomba 1 y 2	MENSUAL	OP A (PINTOR)	1	MP
Cambio tubos filtro: bomba 3 y 4	MENSUAL	OP A (PINTOR)	1	MP
Cambio tubos filtro: bomba 5 y 6	MENSUAL	OP A (PINTOR)	1	MP
Limpieza zonas de carga, descarga y varios	DIARIA	OP CARGA/DESCARGA	1	MP
Limpieza precabina y sala Fanuc	DIARIA	OP CARGA/DESCARGA	1	MP
Limpieza cortina de agua (parte superior)	DIARIA	OP CARGA/DESCARGA	1	MP
Verificación de fosa y niveles de producto	DIARIA	OP A (PINTOR)	1	MM

AÑADIDAS (NO FIGURABAN EN LISTADO PREVENTIVOS)

Tabla 7: Listado de tareas de MA

Más adelante se diseñará un planning de rutas, para el cuál se tendrán en cuenta los parámetros definidos en la tabla anterior para trabajar en la simultaneidad de las rutas, la ocupación de todos los operarios y la minimización del tiempo de parada de la instalación.

3. Creación de estándares (Hojas de Trabajo Estándar)

Existe un estándar del Grupo Maier para elaborar **Hojas de Trabajo Estándar** o HET, un documento en el que se detallan las tareas que componen una actividad, en este caso, de una ruta. Este documento es de vital importancia, ya que un mismo

preventivo va a ser ejecutado por personas diferentes, y ha de realizarse de la misma manera. Con la HET se precisan las tareas a realizar dentro de la ruta para que todo el personal lo haga igual, especificando las operaciones de trabajo, el tiempo que dura cada una y el total, el número de operarios necesarios y las normas o puntos de atención, así como los Equipos de Protección Individual (EPI) obligatorios para desempeñar la ruta. Igualmente, se especifica en un lay-out el recorrido a realizar con los puntos de parada y la actividad a hacer en cada uno de ellos; inspección, lubricación, limpieza o intervención.

Por lo tanto, para elaborar los estándares es necesario hacer acopio de los parámetros de diseño concretados en el apartado anterior, y plasmar por escrito todo el contenido de la ruta. En los **anexos 5, 6, 7 y 8** se muestra un ejemplo de ruta diaria, una semanal y una mensual y por último la de reposición del carro de material.

4. Acopio de materiales en carro de TPM

Tal y como se ha comentado, hay una ruta de reposición para el **carro de herramientas y consumibles**. Efectivamente, se vio la necesidad de disponer de una misma ubicación para todos los materiales a emplear en las rutas, con el fin de minimizar las pérdidas de tiempo de preparación de herramientas y de acopio de materiales al comenzar cada ruta.

Para poder diseñar este carro, se realizó la siguiente tabla, en la que se contempla qué materiales y que volumen de los mismos que va a contener.

CARRO DE MATERIALES RUTAS LIMPIEZA P03

MATERIALES	RUTAS											
	D1	D2	D3	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	
Materiales colgados	Espátula			XX				X	X			
	Brecha pintura			XX								
	Brecha grasa			XX								
	Tijeras			XX							X	
	Cinta americana			X								
	Mopa atrapapolvos		X			X		X				
	Caja guantes de látex					X		X			X	
	Guantes rojos								X		X	
	Cepillo telescópico			X			XX					
	Escoba y recogedor										X	
	Gafas								X			
	Bridas										X	
Materiales apilados	Buzo		X	XX		XXXX		X			X	
	Recambios mopa					XXXXXX						
	Trapo atrapapolvos					XXXXXX		X			X	
	Trapo de tela										X	
Materiales apoyados	Papelera /cubo agua			XX				X	X	X		
	Cubo Pintura pelable			X								
	Cubo Grasa			X								
	Film plástico			X								
	Caja-reja		X			X					X	
	Fregona					X				X	X	
	Bidón decapante									X	X	
	Aspiradora	X										

No se ubican en el carro

Tabla 8: Necesidades carro de materiales

Con estos datos se realizó un boceto para poder guiar la construcción del carro con mecano tubo y así conocer las dimensiones necesarias aproximadas.

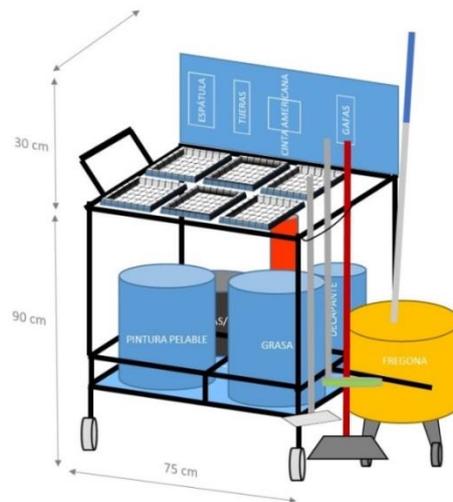


Figura 57: Diseño inicial de carro de TPM

Durante su manufactura se realizaron algunos cambios sobre el diseño inicial, siendo el de las siguientes imágenes la última versión del carro completo.



Figura 58: Carro de rutas de TPM

La creación de este carro resulta indispensable para las rutas, ya que contribuye al orden y al ahorro de tiempo al iniciar y finalizar una ruta. Para asegurar que todas las herramientas y consumibles estén disponibles, y que haya un control de los mismos, se ha creado una ruta específica de reposición del carro de TPM, tal y como se ha mencionado en los apartados anteriores.

5. Programación de rutas

Debido a la necesidad de organizar la secuenciación de rutas, qué días hacer cada una, cuales realizar simultáneamente y cuándo parar la instalación, se determinó la elaboración de un planning. Las dos propuestas que se barajaron fueron las expuestas a continuación. Difieren en la planificación de las rutas semanales, quincenales y mensuales a máquina parada. Las diarias en máquina parada se realizarán siempre al final del día aprovechando el final de turno del pintor y la ruta D4 de verificación de fosa y niveles de producto, en máquina en marcha, se hará al comienzo del día en ambos casos.

PLANIFICACIÓN RUTAS TPM P03

OPCIÓN 1

TODOS LOS DÍAS (5) PARAR 45 MINS

		LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES				
OP. CARGA/DESCARGA	D1	ZONAS DE CARGA, DESCARGA Y VARIOS	D1	ZONAS DE CARGA, DESCARGA Y VARIOS	D1	ZONAS DE CARGA, DESCARGA Y VARIOS				
	D2	SALA FANUC + PRECABINA	D2	SALA FANUC + PRECABINA	D2	SALA FANUC + PRECABINA				
	D3	PARTE SUPERIOR CORTINA DE AGUA	D3	PARTE SUPERIOR CORTINA DE AGUA	D3	PARTE SUPERIOR CORTINA DE AGUA				
	S1	CUBRECADENAS	S3	CORTINA CON CEPILLO	S5	LAVADOR INFERIOR	S6	SALA MEZCLAS (1/2)	S8	ESTRUCTURA ROBOT
	46'	2 personas	46'	2 personas	20'	3 personas	38'	1 persona	43'	2 personas
	S2	SALA FANUC + PRECABINA	S6	SALA MEZCLAS (1/2)			S7	SAS PREEVAPORADO		
	21'	1 persona	26'	1 persona			22'	1 persona		
							S4	EXTERIOR CADENA		
							20'	1 persona		
	OP. A (PINTOR)	D4	RUTA DISOLVENTE	D4	RUTA DISOLVENTE	D4	RUTA DISOLVENTE	D4	RUTA DISOLVENTE	D4
Q		CAMBIO KIT PISTOLAS 1 persona	M	CAMBIO TUBOS 1 persona	Q	CAMBIO KIT PISTOLAS 1 persona	M	CAMBIO TUBOS PISTOLAS 1 persona	Q	CAMBIO KIT PISTOLAS 1 persona

OPCIÓN 2

4 DÍAS PARAR 45 MINS

		LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES				
OP. CARGA/DESCARGA	D1	ZONAS DE CARGA, DESCARGA Y VARIOS	D1	ZONAS DE CARGA, DESCARGA Y VARIOS	D1	ZONAS DE CARGA, DESCARGA Y VARIOS				
	D2	SALA FANUC + PRECABINA	D2	SALA FANUC + PRECABINA	D2	SALA FANUC + PRECABINA				
	D3	PARTE SUPERIOR CORTINA DE AGUA	D3	PARTE SUPERIOR CORTINA DE AGUA	D3	PARTE SUPERIOR CORTINA DE AGUA				
	S3	CORTINA CON CEPILLO	S1	CUBRECADENAS	S5	LAVADOR INFERIOR	S7	SAS PREEVAPORADO		
	10'	2 personas	46'	2 personas	20'	3 personas	22'	1 persona		
	S2	SALA FANUC + PRECABINA	S6	SALA MEZCLAS (1/2)			S4	EXTERIOR CADENA		
	21'	2 personas	26'	1 persona			20'	1 persona		
	S6	SALA MEZCLAS (1/2)					S8	ESTRUCTURA ROBOT		
	26'	1 persona					43'	2 personas		
	OP. A (PINTOR)	D4	RUTA DISOLVENTE	D4	RUTA DISOLVENTE	D4	RUTA DISOLVENTE	D4	RUTA DISOLVENTE	D4
Q		CAMBIO KIT PISTOLAS 1 persona	M	CAMBIO TUBOS 1 persona	Q	CAMBIO KIT PISTOLAS 1 persona	M	CAMBIO TUBOS PISTOLAS 1 persona		

Tabla 9: Planning de rutas de MA

En la primera opción, se pretendía que todos los días de la semana se dedicase una parada de 45 minutos a realizar las rutas semanales y quincenales de máquina parada. Con esta configuración se consigue que los operarios de producción incorporen de manera rutinaria la realización de rutas dentro de su jornada de trabajo. No obstante, la desigualdad de tiempos de ejecución de rutas que se realizan simultáneamente, provoca que los operarios que hagan preventivos más breves tengan que esperar a que acaben los demás. No resulta difícil buscar tareas complementarias para ocupar ese tiempo, pero ya que se pretende la autonomía de los operarios, es preferible evitar la intervención del piloto para encomendar dichas tareas.

La segunda alternativa está enfocada en ocupar a los operarios durante toda la parada. Por ello, en esta configuración, un mismo operario realizará dos rutas cortas seguidas que le ocupe todo el tiempo de parada. Sin embargo, con esta configuración sobraría un día de la semana, perdiendo así la rutina.

Finalmente, se eligió la primera opción por ser la que más hábito crea en los operarios. Se ha establecido que en caso de que un operario esté realizando una ruta más corta que el resto de compañeros, se procederá a gestionar piezas bloqueadas de la instalación de pintura que necesitan revisión.

8.1.4. Formación, puesta en marcha y producción autónoma (M.A.4)

1. Matriz ILU y STAC para seguimiento de formación de rutas

Desde grupo está establecido que cuando un proyecto implique nuevos conocimientos y tareas para los operarios, éstos han de recibir una formación estructurada y siguiendo las siguientes etapas:

- 1) **Show**: mostrar al operario cómo desempeñar el proceso estándar simulando el proceso
- 2) **Training**: el operario puede seguir el método de trabajo establecido en el proceso simulado sin considerar el tiempo de ciclo
- 3) **Approve**: valorar si el operario puede realizar el trabajo estándar en el puesto dentro del tiempo de ciclo
- 4) **Confirm**: confirmar que el operario se adecúa al trabajo estándar

Se realizarán varias repeticiones en cada fase del STAC según la dificultad de la tarea a enseñar. Cuando el alumno supera las dos primeras etapas obtiene la letra I en la matriz ILU, que quiere decir que la persona puede realizar la tarea con ayuda y cuando haya sido confirmado, obtendrá la letra L, indicando que puede hacer la actividad sólo.

A continuación se nombran los tres tipos de documentación, además por supuesto del estándar que se vaya a formar, necesarios para realizar las formaciones de las rutas y que están disponibles en los **anexos 9, 10 y 11**:

- Hoja STAC. Es la empleada por la formadora para evaluar cada fase
- Registro de formación STAC. En él se apunta diariamente las formaciones realizadas sirviendo de medio visual para ver la evolución de la formación.
- Matriz ILU. Tabla que refleja el nivel alcanzado por cada operario.

La formación es una pieza clave para asegurar el éxito del TPM. El personal de producción debe recibir un aprendizaje estandarizado para que las tareas se hagan de igual manera aunque el trabajador sea distinto.

2. Implantación de las rutas diarias, mensuales y quincenales

Una vez completada la fase tres del Mantenimiento Autónomo de Creación de estándares o rutas, y que los operarios de producción estén formados las mismas, se procede a la realización de los preventivos de forma autónoma y totalmente integrada en la jornada de trabajo del operario.

No obstante, a pesar de ya estar diseñadas las rutas y elaborados los estándares, pueden sufrir pequeñas modificaciones si se considera oportuno. En muchas ocasiones, es necesaria la puesta en práctica de los estándares y la observación de sus resultados para darse cuenta de aspectos a mejorar. Por lo tanto, en este punto del desarrollo del Mantenimiento Autónomo conviene revisar y si es necesario realizar pequeños ajustes en las rutas, para así conseguir los estándares definitivos.

3. Seguimiento con panel TPM

Es fundamental en todo proyecto realizar un seguimiento cuando se está implantando. Para ello se emplea un Panel TPM en el cual se pone a disposición visual de todos, datos y documentación de interés para el proyecto. En este caso, desde el grupo Maier, se establece que la información que ha de figurar en el panel sea:

- La **matriz ILU** para poder consultar el nivel de formación de cada operario en las distintas rutas.
- El **planning semanal** de rutas, indicando cuál hacer cada día y por qué tipo de operario (de carga y descarga o el pintor).
- Todas **Hojas Estándares de Trabajo** o rutas. Las ya efectuadas en la semana se colocarán en el apartado de realizadas y las que faltan por hacer, en el de planificadas.
- **Tarjetas** rojas y azules para informar de incidencias de seguridad y generales respectivamente. Al realizar las rutas puede que surjan incidencias, que el operario tanto de producción como de mantenimiento deberá anotar en estas tarjetas. Cuando en la gestión diaria de la UAT el piloto de pintura y el operario A se reúnan, dedicarán una parte del tiempo a analizar el contenido de estas tarjetas y establecer acciones si es necesario.
- **Indicadores** de TPM. En el siguiente apartado se detalla este dato debido a su importancia.

En la siguiente imagen se muestra el Panel de TPM de la instalación de pintura. Como se puede observar, algunos campos todavía están incompletos, debido a que la evolución del proyecto se encuentra precisamente en este estadio.

Indicadores de TPM

Esta información es clave para observar los efectos y resultados tiene la implantación del TPM en el mantenimiento y en la productividad de la instalación. Sirven para medir los criterios de comportamiento de un sistema de producción, tales como la fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad. Existen múltiples indicadores de TPM, pero en el caso de Maier se trabaja con los tres siguientes:

- MTBF (*Mean Time Between Failure*). Indica el tiempo medio de buen funcionamiento entre paradas (horas) [11]:

$$MTBF = \frac{\sum \text{horas trabajadas}}{\sum n^{\circ} \text{ de averías}}$$

- MTTR (*Mean Time To Repair*). Es el tiempo medio de cada parada [11] :

$$MTTR = \frac{\sum \text{horas de parada por avería}}{\sum n^{\circ} \text{ de averías}}$$

- OEE (*Overall Equipment Efficiency*). Es la eficiencia global de los equipos, que se emplea para comparar el número de piezas que podrían haberse producido, en este caso pintado, si no hubiese habido ninguna avería y las que realmente se han producido. Para el cálculo de este indicador se necesitan los siguientes: disponibilidad, eficiencia y calidad [12]:

$$OEE = \text{Disponibilidad} \times \text{Eficiencia} \times \text{Calidad}$$

La recopilación de los datos necesarios para calcular estos indicadores se obtienen de un sistema informático ligado a las terminales, en las cuales los operarios registran la duración y tipos de paradas que sufre la instalación y el rechazo de piezas.

La forma de representar estos indicadores es por medio de gráficos. El MTBF y EL MTTR se muestran del acumulado de cada mes, y la OEE diariamente, pudiendo

recopilar los datos mensuales para trabajar los tres indicadores con el mismo periodo de tiempo.

En el apartado de resultados, se expondrán y analizarán estos indicadores desde algunos meses anteriores a la implantación del TPM hasta la fecha actual.

8.1.5. Auditar (M.A.5.)

Es esencial para la correcta continuidad en el tiempo de los logros alcanzados con el TPM en la instalación de pintura, que se realicen auditorías. En ellas se deben verificar que las rutas se realizan de acuerdo a los estándares y detectar anomalías si las hay.

A nivel de fábrica existe una herramienta que ayuda a que los estándares establecidos en las distintas Unidades Autónomas de Producción se sigan cumpliendo tiempo después de haber sido creados: el Panel Kamishibai.

1. Panel Kamishibai

Se trata de una herramienta proveniente del Lean Manufacturing para dar soporte a la realización de auditorías de procesos. En el caso de Maier se aplica a auditorías de calidad (supervisión de inicios de serie de inyección), de estándares y de TPM.

Este tablón sirve de guía para las personas encargadas de realizar las auditorías. Su funcionamiento es sencillo. Existe un planificador que cada mes colocará una serie de tarjetas en el panel indicando quién debe hacer cada auditoría, dónde y cuándo. Conforme cada auditor vaya completando las auditorías que le han sido conferidas, colocará tras la tarjeta ubicada por el planificador, una tarjeta verde, si el resultado de la auditoría es satisfactorio, o roja si no lo ha sido.



Figura 59: Panel Kamishibai. Auditores / auditorías

Además, al igual que en el Panel del TPM, existe un mecanismo de tarjetas de incidencias, que en este caso los auditores deben completar y colocar en la ubicación correspondiente en el apartado de incidencias del panel.



Figura 60: Panel Kamishibai. Incidencias

Al final de cada semana se convoca a los auditores para gestionar las incidencias y comentar los resultados obtenidos durante la semana. En el tablón se pone a disposición de los auditores las hojas estándar de auditorías, así como un resumen de resultados al que todas las personas interesadas puedan acceder.



Figura 61. Panel Kamishibai. Documentación panel

Aunque todavía no han comenzado las auditorías para el TPM de pintura, el panel Kamishibai será una pieza clave para asegurar que los estándares implantados en el TPM se mantengan “vivos” y se sigan realizando correctamente a largo plazo.

8.2. Mantenimiento Planificado

A pesar de no haber llegado todavía al diseño focalizado del Mantenimiento Planificado, parte de ese diseño está determinado por la definición del Mantenimiento Autónomo. En efecto, al tratar las diferentes fases de este último, paralelamente han quedado establecidos algunos aspectos del mantenimiento preventivo que va a desempeñar el Departamento de Mantenimiento.

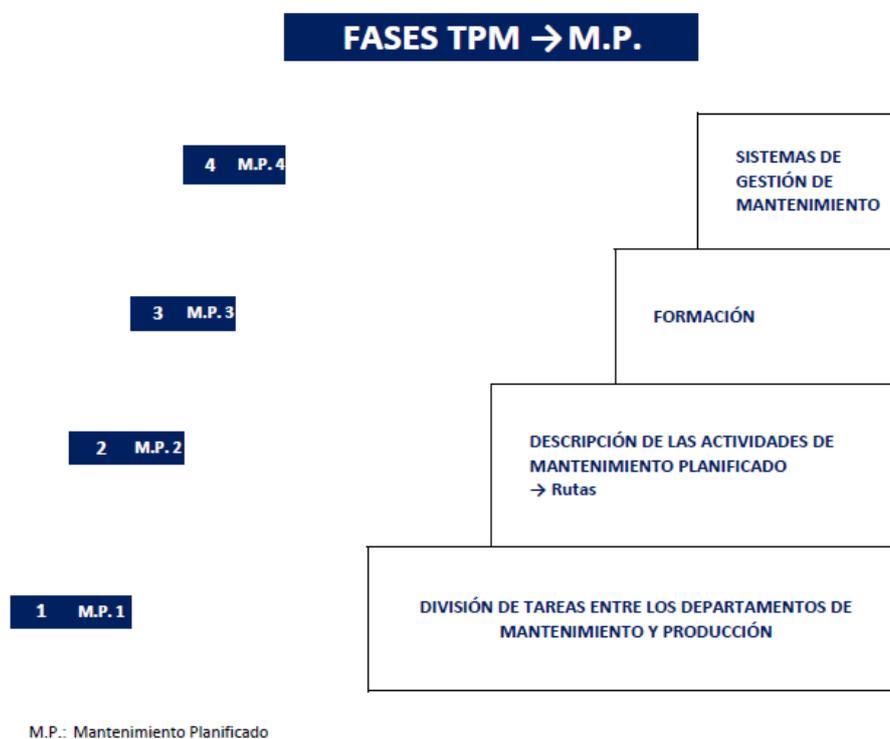


Figura 62: Escaleras con fases de MP

A continuación, se va a tratar únicamente la primera etapa del Mantenimiento Planificado, ya que se ha realizado paralelamente con el diseño del Mantenimiento Autónomo. Como ya se ha comentado anteriormente, el TPM de una instalación es un proyecto largo, y en el estadio en el que se encuentra actualmente todavía no se han implementado todas las fases del Mantenimiento Planificado. Aun así es preciso añadir, que las siguientes etapas serán muy similares a las del Mantenimiento Autónomo y los estándares que se establezcan serán igualmente auditados con el Panel Kamishibai.

8.2.1. División de tareas entre los Mantenimiento y Producción (M.A.1.)

Este punto del diseño del Mantenimiento Planificado coincide con la primera acción de la Creación de Estándares del Mantenimiento Autónomo, la selección de preventivos a realizar por producción.

Como ya se ha explicado, el proceso consiste en listar los preventivos que se hacían hasta el momento y seleccionar según ciertos criterios como la frecuencia o dificultad cuáles van a pasar a ser realizados por los operarios de producción. Por descarte, los que no se atribuyan al Mantenimiento Autónomo serán ejecutados por el personal de mantenimiento, y si es preciso se añadirán nuevos preventivos que se echen en falta.

A continuación se muestra la lista de preventivos que realizará el Departamento de Mantenimiento de Maier Navarra en la instalación de pintura.

Nº	TAREA	FRECUENCIA
1	SUSTITUIR FILTROS BOLSA ENTRADA	CUATRIMESTRAL
2	CAMBIO FILTRO	ANUAL
3	CAMBIO FILTRO	ANUAL
4	CAMBIO FILTRO	ANUAL
5	REVISIÓN TUBOS PRODUCTO BOMBAS	SEMESTRAL
6	REVISAR FILTRO MANTA	BIMENSUAL
7	REVISAR ALTA EFICACIA	BIMENSUAL
8	LIMPIAR HUMECTADORA	BIMENSUAL
9	REVISAR TENSADO CORREAS	BIMENSUAL
10	LIMPIAR SALIDA DE PIEZAS	MENSUAL
11	LIMPIAR	MENSUAL
12	LIMPIAR	MENSUAL
13	REVISAR ESTADO DE TUBOS	MENSUAL
14	REVISIÓN AGUA CORTINA	SEMANAL
15	REVISAR ESTADO	ANUAL
16	LIMPIAR PARRILLA SALA MEZCLAS Y PASAR ESKIRREL	MENSUAL
17	LIMPIAR REJILLAS, FILTROS, REVISIÓN/SUSTIT. FILTROS	SEMESTRAL
18	SUSTITUIR FILTROS CABINA	ANUAL
19	SUSTITUIR TERCER FILTRO	ANUAL
20	REVISAR BOYAS DESAGÜE	ANUAL
21	CAMBIO FILTRO AIRE ARMARIO ROBOT	SEMESTRAL
22	REVISAR, LIMPIAR, SUSTITUIR	CUATRIMESTRAL
23	COMPROBAR SETAS	ANUAL
24	LIMPIEZA ARMARIO CONTROL	ANUAL
25	REVISAR FUNCIONAMIENTO ALARMAS TEMPERATURA	ANUAL
26	CAMBIO DE BATERIAS ROBOT FANUC	ANUAL
27	REVISIÓN Y EVITAR CONGELACIÓN	ANUAL
28	CAMBIAR PIEZAS MAL ESTADO..	ANUAL
29	LIMPIEZA	TRIMESTRAL
30	LIMPIEZA	SEMESTRAL
31	LIMPIEZA CON BARREDORA	SEMESTRAL
32	REVISAR BOMBAS DE AGUA	QUINCENAL
33	REVISAR BOMBAS DE ACHIQUE	QUINCENAL
34	REVISAR ALUMBRADO FOSO	QUINCENAL
35	LIMPIAR FOSO	QUINCENAL
36	RELLENAR DEPOSITO DE ACEITE	QUINCENAL
37	REVISAR NIVELES DE LODOS	QUINCENAL
38	LIMPIEZA	ANUAL
39	LIMPIEZA	SEMESTRAL
40	SUSTITUIR FILTROS	SEMESTRAL
41	LIMPIAR	SEMESTRAL
42	CAMBIO FILTRO ARMARIO ROBOT	SEMESTRAL
43	ENGRASE RODAMIENTOS VENTILADORES	TRIMESTRAL
44	ENGRASE CADENA ARRASTRADOR	TRIMESTRAL
45	RELLENAR DEPOSITO DE ACEITE	TRIMESTRAL
46	ENGRASE	TRIMESTRAL
47	REVISAR RUIDOS EXTRAÑOS	TRIMESTRAL
48	REVISAR MOTORES BOMBAS	TRIMESTRAL
49	ENGRASE ASPIRACIÓN SALA DE MEZCLAS	TRIMESTRAL
50	REVISAR ESTADO	SEMESTRAL

51	REVISAR QUEMADORES	SEMANAL
52	REVISAR VISUALMENTE	SEMANAL
53	SUSTITUIR PISTOLAS DE APLICACIÓN	SEMANAL - DIARIA
54	CAMBIAR FILTROS PRODUCTO	SEMANAL - DIARIA
55	REVISAR SEGURIDAD PUERTA ROBOT	SEMANAL - DIARIA
56	LIMPIEZA	SEMANAL
57	LIMPIEZA PISTOLAS AIRE DESIONIZADO	SEMANAL
58	PURGAR Y CAMBIAR	SEMANAL
59	CAMBIAR Y LIMPIAR PARA REPUESTO	MENSUAL
60	CAMBIAR Y LIMPIAR PARA REPUESTO	MENSUAL
61	CAMBIAR Y LIMPIAR PARA REPUESTO	MENSUAL
62	CAMBIAR Y LIMPIAR PARA REPUESTO	MENSUAL
63	REVISIÓN (DESMONTAR, LIMPIAR Y ENGRASAR BOMBAS)	QUINCENAL
64	REVISIÓN (DESMONTAR, LIMPIAR INTERIOR Y ENGRASAR)	SEMESTRAL
65	REVISIÓN (DESMONTAR, LIMPIAR INTERIOR Y ENGRASAR)	SEMESTRAL
66	REVISIÓN (DESMONTAR, LIMPIAR INTERIOR Y ENGRASAR)	SEMESTRAL
67	REVISIÓN (DESMONTAR, LIMPIAR INTERIOR Y ENGRASAR)	SEMESTRAL
68	REVISIÓN (DESMONTAR, LIMPIAR INTERIOR Y ENGRASAR)	SEMESTRAL
69	REVISIÓN (DESMONTAR, LIMPIAR INTERIOR Y ENGRASAR)	SEMESTRAL
70	REVISIÓN (DESMONTAR, LIMPIAR INTERIOR Y ENGRASAR)	SEMESTRAL
71	REVISIÓN (DESMONTAR, LIMPIAR INTERIOR Y ENGRASAR)	SEMESTRAL
72	REVISIÓN (DESMONTAR, LIMPIAR INTERIOR Y ENGRASAR)	SEMESTRAL
73	REVISIÓN (DESMONTAR, LIMPIAR INTERIOR Y ENGRASAR)	SEMESTRAL
74	INSPECCIÓN CABLES ELÉCTRICOS	QUINCENAL
75	REVISAR SUJECCIÓN DE ALTA	QUINCENAL
76	LIMPIEZA	TRIMESTRAL

Tabla 10: Listado rutas MP

Al igual que en el Mantenimiento Autónomo, tras un previo diseño, para los preventivos seleccionados se crearán Hojas Estándar de Trabajo o Rutas en las que quedarán descritas las tareas a realizar en cada uno. Finalmente se formará a todos los operarios de mantenimiento en dichas rutas y se establecerá un modo de gestión para cooperar conjuntamente con el Departamento de Producción y alcanzar una estabilidad y éxito del TPM.

9. RESULTADOS

La implantación del TPM en la instalación de pintura de Maier Navarra se encuentra en un estadio avanzado de Mantenimiento Autónomo, pero todavía falta por asentar el Mantenimiento Planificado. Por lo tanto, los resultados que se muestran en este apartado no reflejan el antes y el después de la implantación del TPM, si no el antes y el durante.

Para poder ver los efectos que está teniendo el TPM en la productividad y mantenimiento de la instalación de pintura, a continuación se examina la evolución del **MTBF y MTTR**, indicadores propios del TPM, y de la **OEE** por meses a lo largo 2015 y de 2016. Igualmente se va a examinar la influencia que están teniendo las rutas de preventivos que realizan los operarios de producción, sobre todo de limpieza, en el **rechazo** de la instalación.

9.1. MTBF: Mean Time Between Failure

Como ya se ha explicado anteriormente, el MTBF refleja el número de horas medio de buen funcionamiento de la instalación. Por lo tanto, interesa que este parámetro sea lo mayor posible, el número de horas totales que trabaja la instalación, al estar representando meses, unas 260 horas.

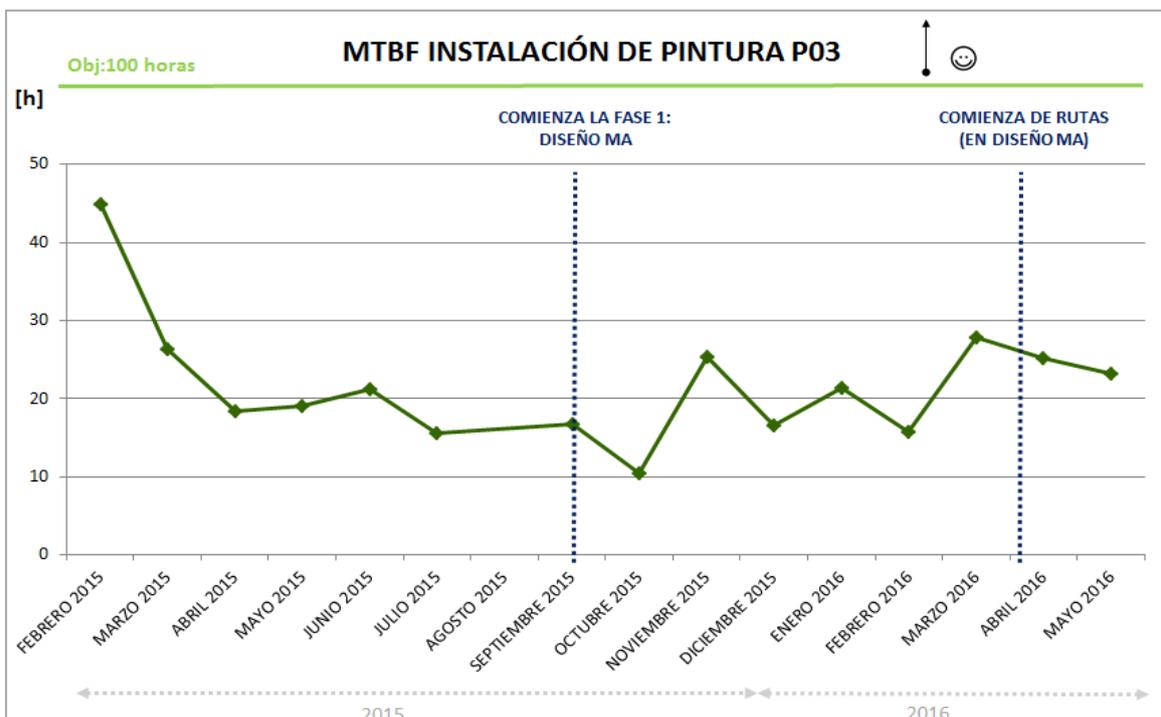


Figura 63: Gráfico MTBF

Como se puede observar, la instalación de pintura está muy lejos del objetivo ideal de que el buen funcionamiento medio coincida con el número de horas que la máquina trabaja. Es por ello que se ha establecido un objetivo más bajo, aunque también ambicioso dada la situación actual. Desde que se comenzaron las acciones de implantación del Mantenimiento Autónomo hasta el comienzo de realización de rutas por producción, no se observan grandes mejorías en el MTBF. Sin embargo, en los últimos tres meses de marzo abril y mayo, a pesar de ser la tendencia decreciente, el MTFB ha tomado valores en torno al 25, algo mejores que en meses anteriores. Al haber comenzado únicamente Producción las rutas de preventivos y llevar tan poco tiempo, es pronto para observar grandes cambios.

9.2. MTTR: Mean Time To Repair

Este indicador muestra el tiempo medio de reparación, por lo que incumbe principalmente al Departamento de Mantenimiento. No obstante, la mejora de accesos y las limpiezas periódicas que se realizan con las rutas de Mantenimiento Autónomo ayudan a que la resolución de averías sea más ágil.

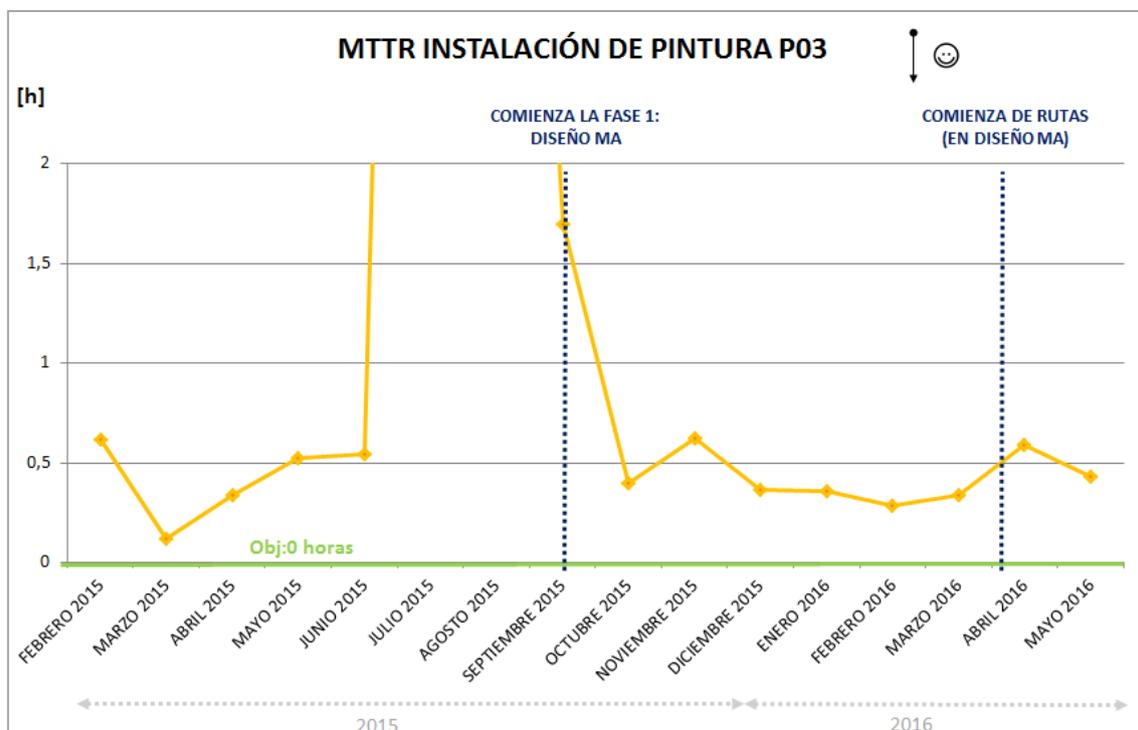


Figura 64: Gráfico MTTR

Efectivamente, tras el comienzo del diseño del Mantenimiento Autónomo, obviando los picos de noviembre y abril, el valor medio de tiempo de reparación está bastante estabilizado en torno a las 0,3 horas, no muy alejado del objetivo de 0. El gran pico en

los meses de verano es debido a la gran avería que duró alrededor de una semana, y que fue el motivo principal por el cual se tomó la decisión de hacer un TPM en la instalación de pintura.

9.3. OEE: Overall Equipment Efficiency

Este parámetro indica la eficiencia de la instalación como producto de tres factores: la disponibilidad, el rendimiento y la calidad. Aunque la implantación de TPM va a tener sus efectos en este indicador, es preciso recordar que está condicionado por muchos otros aspectos como paradas por otros motivos que no sean averías, productividad de los operarios etc.

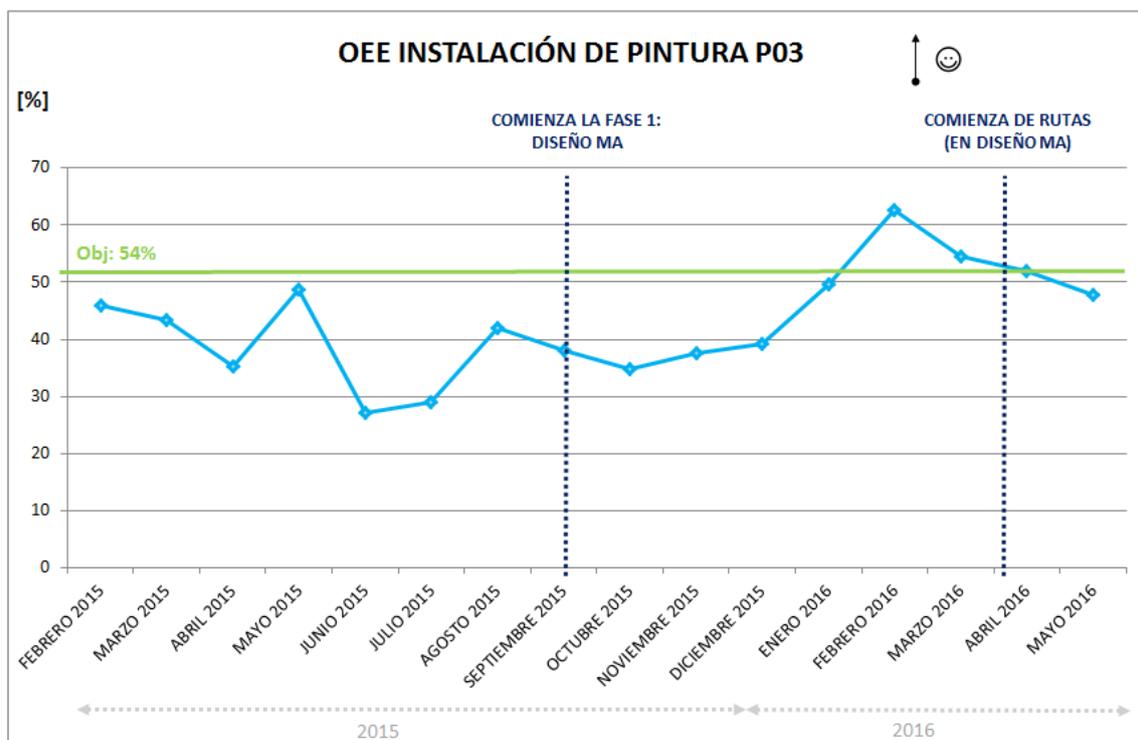


Figura 65: Gráfico OEE

A pesar de estar condicionado este indicador por otros factores, se observa una tendencia positiva desde el comienzo de la primera fase del TPM, que probablemente esté ligado a la disminución de tiempo de reparación de averías, y por lo tanto incremento de la disponibilidad de la instalación.

Sin embargo, se observa que con la entrada en juego de las rutas de Mantenimiento Autónomo la OEE ha disminuido. Esto era previsible, ya que desde principios de abril se empezaron a hacer las rutas de manera programada parando la instalación entre 45 minutos y 1 hora para realizar los preventivos de máquina parada. Por lo tanto,

aunque se busque aumentar la OEE de la instalación con el TPM, paradójicamente una de las novedades que trae este método es la dedicación de tiempo de producción a la realización de preventivos por parte de los operarios. Se podría decir que se trata de una disminución de la OEE controlada y “permitida” temporalmente. Más adelante, cuando el TPM esté totalmente implementado, las mejoras en calidad y reducción del tiempo de parada por averías compensarán la bajada de disponibilidad que suponen las rutas de Mantenimiento Autónomo, de manera que la OEE de la instalación aumentará.

9.4. Rechazo de piezas e impacto económico

Uno de los principales objetivos del TPM era conseguir cero defectos en las piezas pintadas. Una gran parte de los preventivos que realiza ahora Producción consiste en limpiezas de las distintas zonas de la instalación. Como ya se ha comentado anteriormente, la suciedad en las piezas puede ser consecuencia de que las piezas ya entren sucias, o que se ensucien por la suciedad presente en las diferentes zonas que recorren en la instalación de pintura. En la siguiente gráfica se representa el rechazo total de la instalación de pintura a lo largo del año pasado y de este, así como la parte de ese rechazo debido a suciedades.

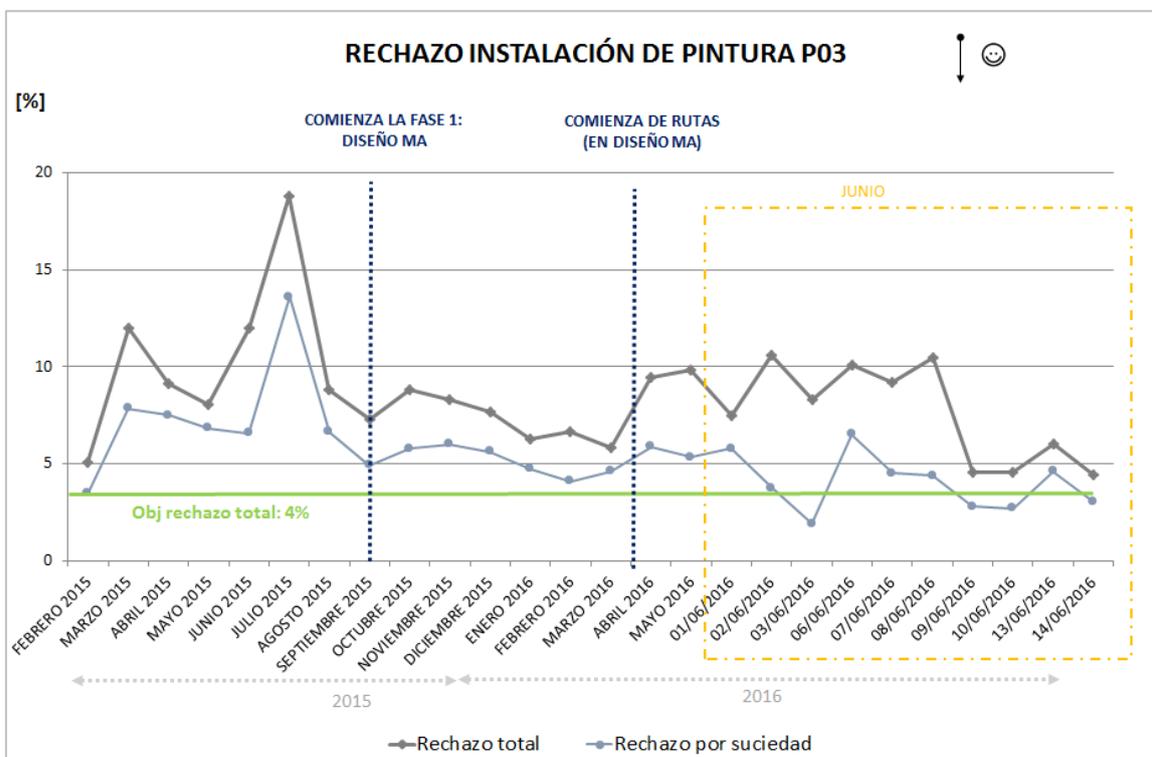


Figura 66: Gráfico rechazo

Se puede observar que las suciedades es el tipo de rechazo que más contribuye al rechazo global. En efecto, tienen prácticamente la misma tendencia hasta principios de este año 2016. Examinando el gráfico se puede afirmar que desde que se pusieron en marcha las primeras fases del Mantenimiento Autónomo la instalación ha mejorado en calidad, disminuyendo poco a poco todos los meses. Es sobre todo a partir del comienzo de realización de rutas cuando se empieza a notar que las tendencias son más divergentes. Aunque el rechazo total de la instalación ha aumentado desde el inicio de las mismas, se observa que por el contrario las suciedades van disminuyendo. Efectivamente, los meses de abril y mayo ha habido otro tipo de problemas de calidad, provenientes de inyección y por falta de cubrición.

Como ya se ha comentado anteriormente, el TPM está en fase de puesta en marcha y hace falta que se estabilice para poder observar en plenitud los efectos positivos que va a tener en la instalación. Sin embargo, el hecho de que desde el comienzo del proyecto se haya conseguido contener el **rechazo por suciedades entre el 4 y el 6%**, y que incluso en junio se esté manteniendo por debajo de 5 casi todos los días, hace pensar que la instalación de pintura de Maier Navarra está empezando a advertir la implantación del TPM.

El rechazo de piezas es sin duda el factor que más castiga económicamente a la instalación de pintura. En este apartado se van a exponer los datos económicos de una de las referencias más significativas de la instalación. No se han tomado todas las referencias pintadas en la instalación porque al tener diferente coste de rechazo, alteraría el análisis que queremos hacer de disminución de pérdidas económicas fruto de la reducción de piezas rechazadas. En efecto, si se trabaja con todas las piezas que se pintan puede haber meses que las pérdidas económicas aumenten pero no necesariamente porque se hayan tirado muchas piezas, sino porque el coste de las que se han tirado es alto.

Para evitar interpretaciones erróneas, se van a analizar los datos de coste de rechazo de la referencia 5835 pintada por los colores exigentes negro brillante y *scandium*, que como se puede apreciar en el siguiente diagrama es de las que más satura a la instalación, un 26%, además de ser la más sensible a la suciedad y cara, y por lo tanto representativa.

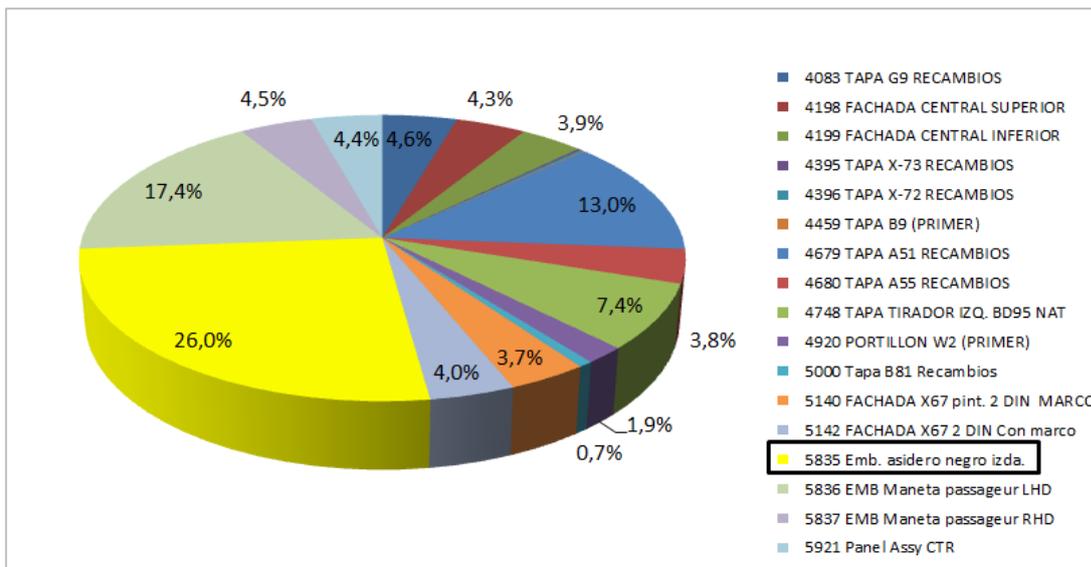


Figura 67: Saturación a la instalación por referencias

	5835SA/SB Negro Brillante y 5835SA/SB Scandium				
	Cantidad Fabricada	Cantidad Buenas	Cantidad Rechazada	Coste rechazo unit. (€/pieza)	Valor Global de Rechazo (€)
Enero 2015	3.544	1.312	2.232	1,8	4.018
Febrero 2015	8.944	6.144	2.800	1,8	5.040
Marzo 2015	13.084	6.092	6.992	1,8	12.586
Abril 2015	26.290	18.602	7.688	1,8	13.838
Mayo 2015	53.222	41.104	12.118	1,8	21.812
Junio 2015	60.474	41.584	18.890	1,8	34.002
Julio 2015	95.334	47.996	47.338	1,8	85.208
Agosto 2015	22.650	18.162	4.488	1,8	8.078
Septiembre 2015	80.156	65.336	14.820	1,8	26.676
Octubre 2015	69.470	55.446	14.024	1,8	25.243
Noviembre 2015	74.920	61.002	13.918	1,8	25.052
Diciembre 2015	48.016	40.042	7.974	1,8	14.353
Enero 2016	64.336	54.036	10.300	1,8	18.540
Febrero 2016	61.804	52.058	9.746	1,8	17.543
Marzo 2016	54.192	45.642	8.550	1,8	15.390
Abril 2016	68.526	60.558	7.968	1,8	14.342
Mayo 2016	73.746	65.392	8.354	1,8	15.037

Tabla 11: Datos de rechazo de la referencia 5835

En esta tabla se recogen varios datos de fabricación y calidad de la referencia 5835, así como el valor de coste por pieza rechazada y la pérdida económica mensual que supone su rechazo. Para que el valor global de rechazo sea comparable de mes a mes, se ha tomado un valor medio de coste de rechazo unitario, si bien este cambia ligeramente de algunos meses a otros.

Se han destacado con colores las franjas de tiempo más representativas desde enero de 2015 hasta la actualidad, que desvelan la evolución de las pérdidas económicas de la instalación de pintura por motivos de calidad.

Se puede apreciar que la época más crítica en este último año y medio fue el verano de 2015 (en rojo). En junio de ese año la cantidad de piezas rechazadas en pintura de esta referencia aumentó considerablemente respecto de meses anteriores, al igual que sucedió con otras muchas referencias de la instalación. Sin embargo fue en julio, mes en el que tuvo lugar la gran avería, cuando se disparó el rechazo causando terribles problemas económicos a la instalación, además de los asociados a la parada que provocó la avería durante 1 semana.

El siguiente intervalo de tiempo destacado es el del comienzo de TPM con la primera fase del Mantenimiento Autónomo (en naranja). En este periodo se empezaron a realizar limpiezas y puestas a cero de la instalación, lo cual se ve reflejado en la disminución de pérdidas económica respecto de los meses de verano (obviando el mes de agosto en el que se pintaron muy pocas piezas, no resulta representativo). Además en esta época se consigue estabilizar el rechazo, lo cual en cierta medida constituye un avance en el control que se tiene de la instalación.

Por último, se han resaltado los dos últimos meses de los que se disponen datos económicos y que corresponden a los meses afectados ya por el comienzo de las rutas de limpieza y preventivos (en verde). Comparado con meses anteriores, la cantidad de piezas defectuosas se ha reducido considerablemente, suponiendo una reducción en las pérdidas económicas por rechazo de la instalación de hasta un 45% respecto al punto de partida del TPM.

10. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

La implantación del TPM en la instalación de pintura de Maier Navarra constituye el camino para alcanzar una mejor productividad, disminuyendo lo máximo posible el número y duración de averías así como el rechazo de piezas pintadas.

Al estar el proyecto todavía en fase de desarrollo, es temprano para apreciar unos resultados tangibles, si bien algunos avances ya se van manifestando. Es preciso recordar que un proyecto de TPM dará sus mayores frutos cuando el Mantenimiento Autónomo y el Planificado trabajen en conjunto tras un tiempo de estabilización, en el que las rutas de preventivos se hagan correctamente y de manera sistemática.

Actualmente, en la instalación de pintura el Mantenimiento Planificado no ha entrado en juego todavía, y el Autónomo está en proceso de adaptación. Por lo tanto, los buenos resultados se manifestarán a largo plazo, cuando las acciones de ambos departamentos confluyan y le dé tiempo a la instalación a evidenciarlos.

Por lo tanto, los siguientes pasos a ejecutar son aquellos que se requieran para el desarrollo del Mantenimiento Planificado, es decir, la creación de rutas de preventivos para el Departamento de Mantenimiento, la formación del personal y la puesta en marcha y cooperación con Producción. Igualmente, no conviene olvidar la importancia de auditar los estándares establecidos tanto en el Mantenimiento Autónomo con el Planificado, para asegurar que se cumplen y conducir al éxito el TPM de la instalación de pintura de Maier Navarra.

REFERENCIAS

- [1] Maier S.Coop, «Declaración Ambiental de Maier Sociedad Cooperativa,» Gernika, 2005.
- [2] «www.maier.es,»
- [3] M. Navarra, «Presentaciones internas».
- [4] G. Kaizen, *Documentación de Maier sobre TPM.*
- [5] L. C. Arbós, Organización de la producción y dirección de operaciones, Diaz de Santos, 2014.
- [6] «www.emaze.com,»
- [7] F. T. M. Lluís Cuatrecasas Arbós, TPM en un entorno Mean Management, Profit Editorial, 2010.
- [8] K. Shirose, TPM para Mandos Intermedios de Fábrica, TGP Hoshin S.L., 1994.
- [9] «www.cdiconsultoría.es»
- [10] F. J. C. Carrasco, La gestión del conocimiento en la ingeniería de mantenimiento industrial, OmniaScience, 2014.
- [11] F. R. Sacristán, Mantenimiento total de la producción (TPM): proceso de implantación y desarrollo, FC Editorial, 2001.
- [12] J. L. S. G. Manuel Radajell Carreras, Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad, Díaz de Santos, 2010.

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Análisis de causas. Piezas entran sucias.....	49
Tabla 2: Análisis de causas. Circuito de pintura sucio.....	50
Tabla 3: Análisis de causas. Contaminación en proceso de pintado.....	50
Tabla 4: Análisis de causas. Suciedad en el ambiente.....	51
Tabla 5: Análisis de causas. Pintura sucia.....	51
Tabla 6: Análisis de causas. Proceso de inyección.....	52
Tabla 7: Listado de tareas de MA.....	69
Tabla 8: Necesidades carro de materiales.....	70
Tabla 9: Planning de rutas de MA.....	72
Tabla 10: Listado rutas MP.....	80
Tabla 11: Datos de rechazo de la referencia 5835.....	86

LISTADO FIGURAS

Figura 1: Estructura de la división de automoción MCC [1]	10
Figura 2: Piezas exteriores e interiores de automóvil [1]	13
Figura 3: Organigrama del Grupo Maier.....	13
Figura 4: Mapa mundial con plantas de Maier [2].....	14
Figura 5: Sede Maier S. Coop.....	15
Figura 6: Maier Gernika	15
Figura 7: MTC.....	16
Figura 8: Fases de desarrollo y fabricación.....	16
Figura 9: Maier UK.....	17
Figura 10: Maier Ferroplast.....	17
Figura 11: Maier Navarra	18
Figura 12: Maier CZ.....	18
Figura 13: Ventas y personal 2014 - 2016	19
Figura 14: Distribución de ventas por clientes.....	19
Figura 15: Ubicación Maier Navarra.....	20
Figura 16: Clientes Maier Navarra	21
Figura 17: Porcentaje de productos fabricados en Maier Navarra.....	21
Figura 18: Principales clientes de tapas de gasolina.....	22
Figura 19: Ejemplos de piezas y tecnologías para distintos modelos de automóvil.....	22
Figura 20: Organigrama Maier Navarra	22
Figura 21: Plano de la planta de Maier Navarra	23
Figura 22: Esquema niveles de gestión [3]	24
Figura 23: Línea cronológica 1.....	26
Figura 24: Lay out instalación de pintura.....	27
Figura 25: El antes y el después de bajar la cadena al suelo.....	28
Figura 26: Esquema de mejoras con la bajada de la cadena al suelo.....	29
Figura 27: Control bihorario	30
Figura 28: Ficha para seguimiento diario de calidad y OEE	31
Figura 29: Esquema de procesos complementarios a la inyección	32
Figura 30: Esquema visual de aumento de acciones preventivas	33
Figura 31: Ilustración de TPM [6]	34
Figura 32: Pilares del TPM [9].....	35
Figura 33: Escalera TPM	39
Figura 34: Automantenimiento vs. Mantenimiento Planificado [3]	44

Figura 35: Línea cronológica 2.....	45
Figura 36: Piezas pintadas del Renault Kadjar	45
Figura 37: Gráfico del rechazo en la instalación de pintura	46
Figura 38: Diagrama de motivos de rechazo.....	46
Figura 39: Ilustración de una espina de pescado	47
Figura 40: Diagrama Ishikawa realizado por el Equipo de mejora de P03.....	49
Figura 41: Porcentaje rechazo Scandium	51
Figura 42: Porcentaje de rechazo negro brillante.....	52
Figura 43: Gráfico con resultados logrados por el Equipo de mejora	53
Figura 44: Escalera con fases del MA.....	56
Figura 45: Recorrido piezas en la instalación de pintura	57
Figura 46: Enrejado del suelo de la cabina y cortina de agua antes y después.....	58
Figura 47: Medidor de partículas.....	59
Figura 48: Versión antigua de medición de partículas.....	60
Figura 49: Nueva versión de medición de partículas.....	61
Figura 50: Panel y túnel de material atrapapolvo	62
Figura 51: Aspiración cubierta con material atrapapolvos	63
Figura 52: Evolución medición partículas.....	63
Figura 53: Puertas rápidas.....	63
Figura 54: Rodillos de pelo de caballo y de plumas de avestruz	64
Figura 55: Escaleras de acceso.....	66
Figura 56: Evolución lay out plataforma operarios	67
Figura 57: Diseño inicial de carro de TPM	71
Figura 58: Carro de rutas de TPM.....	71
Figura 59: Panel Kamishibai. Auditores / auditorías	76
Figura 60: Panel Kamishibai. Incidencias.....	77
Figura 61. Panel Kamishibai. Documentación panel	77
Figura 62: Escaleras con fases de MP	78
Figura 63: Gráfico MTBF	81
Figura 64: Gráfico MTTR	82
Figura 65: Gráfico OEE.....	83
Figura 66: Gráfico rechazo.....	84
Figura 67: Saturación a la instalación por referencias.....	86

ANEXOS

Anexo 1. Planning del proyecto TPM en la instalación de pintura

Anexo 2. Ejemplo de medición de partículas versión antigua

Anexo 3. Ejemplo de medición de partículas versión actual (por secciones)

Anexo 4. Listado de preventivos para la instalación de pintura MA/MP

Anexo 5. Ejemplo de ruta diaria

Anexo 6. Ejemplo de ruta semanal

Anexo 7. Ejemplo de ruta mensual

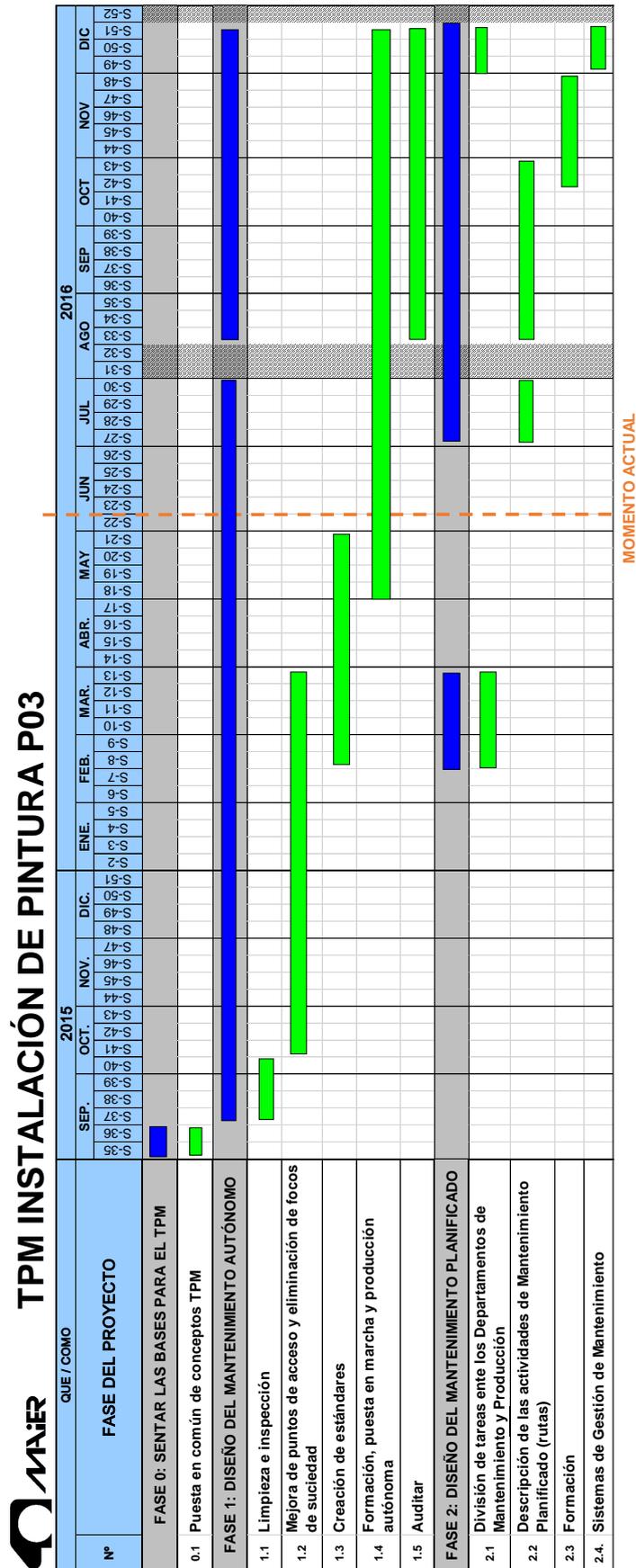
Anexo 8. Ruta de reposición del carro de material de TPM

Anexo 9. Hoja STAC

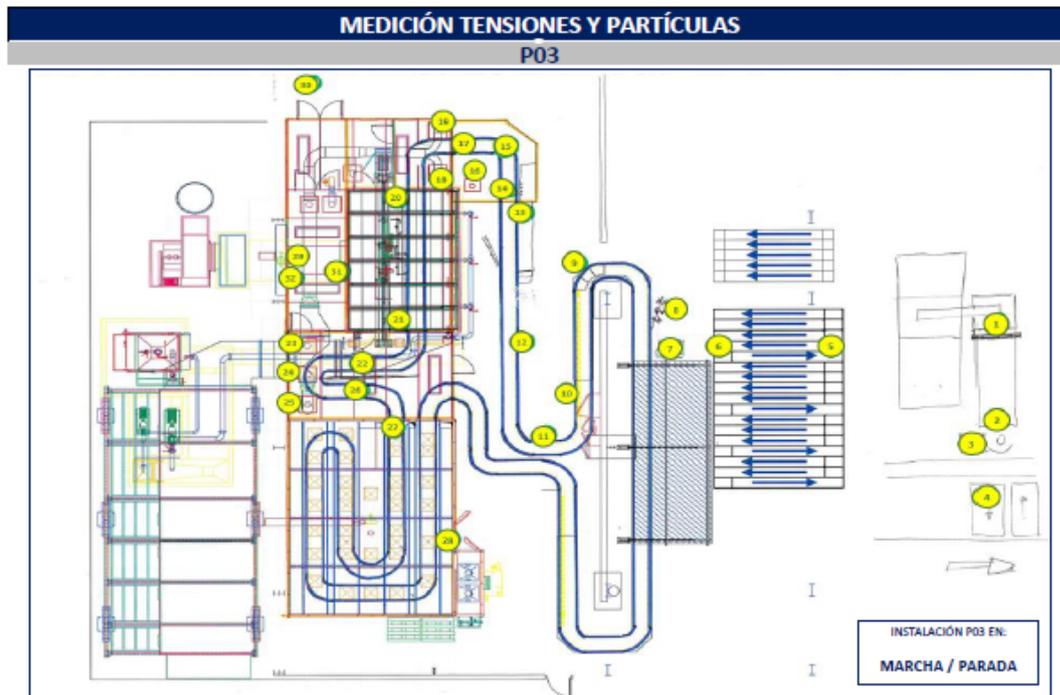
Anexo 10. Extracto del Registro de formación STAC

Anexo 11. Matriz ILU

Anexo 1. Planning del proyecto TPM en la instalación de pintura

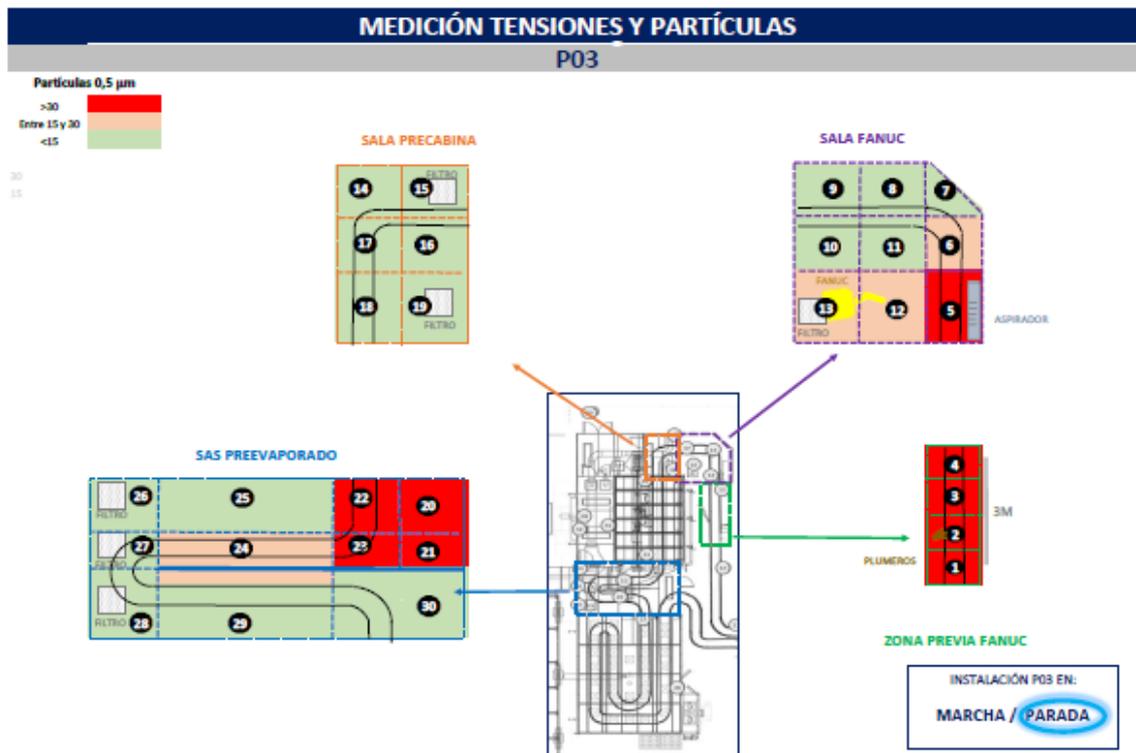


Anexo 2. Ejemplo de medición de partículas versión antigua



PUNTO DE MEDICIÓN	SITUACIÓN	FECHA	HORA	TENSIONES	PARTÍCULAS (um) (µg/m³)					TEMPERATURA	HUMEDAD	VELOCIDAD DEL AIRE
					0,3um	0,5um	0,7um	1um	2um			
1	MÁQ. INYECCIÓN - ANTES BARRA DESHOMOGENIZADORA	16/03/2016	13:00		30530	166		13		0		
2	MÁQ. INYECCIÓN - DESPUES BARRA DESHOMOGENIZADORA				31026	194		16		0		
3	MÁQ. INYECCIÓN - CAJA DE ENRIANAS				27250	162		11		0		
4	MÁQ. INYECCIÓN - BORNEN DE LÍNEA				30516	195		17		0	21	32
5	WIP - ENTRADA DE PIEZAS				31673	193		15		1	21	31
6	WIP - SALIDA DE PIEZAS				26293	163		24		3	21	32
7	CARGA - CAJA (sin ventilador)				24003	192		32		4	21	35
7	CARGA - CAJA (con ventilador)				21331	187		30		0	21	40
8	CARGA - BASTIDOR				23279	205		35		2	21	35
9	CARGA - CADENA (curva)				9493	140		45		2	20	45
10	CARGA - CADENA (donde va el aire)				8212	110		25		1	20	44
11	CARGA - CADENA				9352	116		23		2	21	43
12	CARGA - ANTES DE LIMPIEZA CON JUEG				7910	123		21		2	20	43
13	CARGA - ANTES DE ENTRAR EN FANUC				8376	133		29		2	21	43
14	FANUC - ANTES DE ROBOT				8979	170		33		1	20	43
15	FANUC - DESPUES DE ROBOT (robot parado)				4208	6		2		0	20	44
15	FANUC - DESPUES DE ROBOT (robot en marcha)				-	-		-		-	-	-
16	FANUC - DEBAJO DE FILTRO				4657	36		7		2	21	42
17	FANUC - ANTES DE ENTRAR A SALA				4583	3		1		0	20	44
18	SALA ANTES DE CABINA - DEBAJO FILTRO 1				4924	2		0		0	20	46
19	SALA ANTES DE CABINA - DEBAJO FILTRO 2				5145	0		0		0	20	44
20	CABINA - ANTES DE PINTAR				7129	1		0		0	20	47
21	CABINA - DESPUES DE PINTAR (robot en marcha)				-	-		-		-	-	45
21	CABINA - DESPUES DE PINTAR (robot parado)				6689	29		6		0	20	38
22	SAS - ENTRADA				2504	7		0		0	23	33
23	SAS - FILTRO 1				2668	0		0		0	24	
24	SAS - FILTRO 2											
25	SAS - FILTRO 3											
26	SAS - SALIDA				2104	30		4		0	37	29
27	HORNO - ENTRADA											
28	HORNO - PUERTA											
29	SALA DE MEZCLAS - BALANZA											
30	SALA DE MEZCLAS - BOMBAS											
31	ENTRADA SALA DE MEZCLAS											
32	AGITADOR											

Anexo 3. Ejemplo de medición de partículas versión actual (por secciones)



SALA	PUNTO DE MEDICIÓN	LOCALIZACIÓN	FECHA	HORA	TIEMPO	PARTÍCULAS / LITRO (µg/m³)						TEMPERATURA	HUMEDAD	VELOCIDAD DEL AIRE
						0,3µm	0,5µm	0,7µm	1µm	2µm	5µm			
ZONA PREVIA FANUC	1	ANTES DEL PLUMERO	05/06/2016	11:15		852	73		13	2	0	21	43	
	2	ZONA DEL PLUMERO	05/06/2016			986	96		17	0	0	21	42	
	3	DESPUÉS PLUMERO	05/06/2016			870	80		13	0	0	20	43	
	4	ANTES DE ENTRAR EN SALA FANUC	05/06/2016			1301	139		22	0	0	20	45	
SALA FANUC	5	ZONA ASPIRADOR	05/06/2016			992	145		16	0	0	20	45	
	6	ANTES CURVA CADENA	05/06/2016			357	29		9	1	0	20	44	
	7	CURVA CADENA - PUERTA	05/06/2016			216	7		0	0	0	20	44	
	8	TRAS CURVA CADENA	05/06/2016			185	7		1	0	0	20	45	
	9	PARED ANTES DE SALA PRECABINA	05/06/2016			147	4		1	1	0	20	45	
	10	SALIDA DE SALA FANUC	05/06/2016			154	5		1	0	0	20	45	
	11	CENTRO SALA FANUC	05/06/2016			248	14		2	0	0	20	45	
	12	ZONA ACTUACIÓN BRAZO FANUC	05/06/2016			313	21		2	0	0	20	43	
	13	FILTRO-ENCIMA FANUC	05/06/2016			347	19		3	0	0	21	43	
SALA PREVIA CABINA	14	PUERTA	05/06/2016			275	9		2	0	0	20	46	
	15	FILTRO (lado puerta)	05/06/2016			165	0		0	0	0	20	46	
	16	ENTRADA A SALA PRECABINA	05/06/2016			226	7		1	0	0	20	45	
	17	CURVA CADENA	05/06/2016			253	11		4	2	0	20	45	
	18	SALIDA SALA PRECABINA	05/06/2016			210	7		3	0	0	20	45	
SAS PREEVAP.	19	FILTRO (lado cabina)	05/06/2016			183	0		0	0	0	20	45	
	20	ESQUINA	05/06/2016			236	32		10	0	0	23	36	
	21	PUERTA	05/06/2016			332	49		12	1	0	24	34	
	22	ENTRADA A SAS PREEVAPORADO	05/06/2016			434	71		12	0	0	24	33	
	23	CURVA CADENA	05/06/2016			390	66		8	0	0	25	33	
	24	TRAMO RECTO CADENA	05/06/2016			181	16		8	1	0	25	32	
	25	PUERTA CABINA-SAS PREEVAPORADO	05/06/2016			157	6		2	0	0	26	32	
	26	FILTRO SAS 1	05/06/2016			141	1		0	0	0	26	31	
	27	FILTRO SAS 2	05/06/2016			131	2		1	0	0	28	28	
	28	FILTRO SAS 3	05/06/2016			135	1		0	0	0	29	26	
	29	TRAMO RECTO CADENA	05/06/2016			207	9		3	0	0	29	26	
	30	CURVA-SALIDA DE SAS PREEVAPORADO	05/06/2016			154	4		1	0	0	30	24	

Anexo 4. Listado de preventivos para la instalación de pintura MA/MP

LISTADO DE PREVENTIVOS P03

Preventivo pasa a ser M.A.

Nº	GAMA	COMPONENTE	TAREA	MM/ MP	FRECUENCIA	Nº OPERARIO	MA VS MP	ruta
1	10111	BOLSA ENTRADA	SUSTITUIR FILTROS BOLSA ENTRADA		CUATRIMESTRAL			
2	10133	TECHO HORNO	CAMBIO FILTRO		ANUAL			
3	10133	ENTRADA SAS	CAMBIO FILTRO		ANUAL			
4	10133	SALA PINTADO	CAMBIO FILTRO		ANUAL			
5	10208	SALA MEZCLAS	REVISIÓN TUBOS PRODUCTO BOMBAS		SEMESTRAL			
6	10215	AIRE PINTADO	REVISAR FILTRO MANTA		BIMENSUAL			
7	10215	AIRE PINTADO	REVISAR ALTA EFICACIA		BIMENSUAL			
8	10215	AIRE PINTADO	LIMPIAR HUMECTADORA		BIMENSUAL			
9	10215	AIRE PINTADO	REVISAR TENSADO CORREAS		BIMENSUAL			
10	10245	HORNO	LIMPIAR SALIDA DE PIEZAS		MENSUAL			
11	10245	ARMARIOS ELÉCTRICOS	LIMPIAR		MENSUAL			
12	10245	CINTA TRANSPORTADORA	LIMPIAR		MENSUAL			
13	10245	TUBOS SOSA	REVISAR ESTADO DE TUBOS		MENSUAL			
14	10300	CORTINA	REVISIÓN AGUA CORTINA		SEMANAL			
15	10401	GARRAS INGRÁVIDO	REVISAR ESTADO		ANUAL			
16	106	SALA DE MEZCLAS	LIMPIAR PARRILLA SALA MEZCLAS Y PASAR ESKIRREL		MENSUAL			
17	114	FILTRO CABINA	LIMPIAR REJILLAS, FILTROS, REVISIÓN/SUSTIT. FILTROS		SEMESTRAL			
18	3111	AIRE COMPRIMIDO	SUSTITUIR FILTROS CABINA		ANUAL			
19	3111	AIRE COMPRIMIDO	SUSTITUIR TERCER FILTRO		ANUAL			
20	3111	AIRE COMPRIMIDO	REVISAR BOYAS DESAGÜE		ANUAL			
21	3208	ARMARIO ROBOT	CAMBIO FILTRO AIRE ARMARIO ROBOT		SEMESTRAL			
22	3703	MANTA CLIMATIZADORA	REVISAR, LIMPIAR, SUSTITUIR		CUATRIMESTRAL			
23	4003	SISTEMA ELÉCTRICO	COMPROBAR SETAS		ANUAL			
24	4003	SISTEMA ELÉCTRICO	LIMPIEZA ARMARIO CONTROL		ANUAL			
25	4003	SISTEMA ELÉCTRICO	REVISAR FUNCIONAMIENTO ALARMAS TEMPERATURA		ANUAL			
26	511	ROBOT DESIONIZADO	CAMBIO DE BATERIAS ROBOT FANUC		ANUAL			
27	512	CL2	REVISIÓN Y EVITAR CONGELACIÓN		ANUAL			
28	6116	RECIPROCADOR	CAMBIAR PIEZAS MAL ESTADO..		ANUAL			
29	6156	FOSO ARRASTRADOR	LIMPIEZA		TRIMESTRAL			
30	6157	CABINA	LIMPIEZA CUBRECADENAS	MP	SEMANAL	2	MA	S1
31	6157	CABINA	LIMPIEZA LAVADOR INFERIOR	MP	SEMANAL	3	MA	S5
32	6157	CABINA	LIMPIEZA CORTINA	MP	SEMANAL	2	MA	S3
33	+ 6157	ROBOT CABINA	LIMPIEZA ROBOT	MP	SEMANAL	2	MA	S8
34	6157	SALA FANUC + PRECABINA	LIMPIEZA	MP	SEMANAL	1	MA	S2
35	6157	SAS	LIMPIEZA	MP	SEMANAL	1	MA	S7
36	6157	CABINA HORNO	LIMPIEZA		SEMANAL			
37	6157	CADENA EXTERIOR	LIMPIEZA	MP	SEMANAL	1	MA	S4
38	+ 6157	SALA DE MEZCLAS	LIMPIEZA	MP	SEMANAL	1	MA	S6
39	6157	PABELLON	LIMPIEZA CON BARREDORA		SEMANAL			
40	6157	HERRAMIENTA MATERIAL		MM	SEMANAL	1	MA	S9
41	6158	BOMBAS DE AGUA	REVISAR BOMBAS DE AGUA		QUINCENAL			
42	6158	BOMBAS DE AGUA	REVISAR BOMBAS DE ACHIQUE		QUINCENAL			
43	6158	BOMBAS DE AGUA	REVISAR ALUMBRADO FOSO		QUINCENAL			
44	6158	BOMBAS DE AGUA	LIMPIAR FOSO		QUINCENAL			
45	6158	BOMBAS DE AGUA	RELLENAR DEPOSITO DE ACEITE		QUINCENAL			
46	6158	BOMBAS DE AGUA	REVISAR NIVELES DE LODOS		QUINCENAL			
47	6160	VENTILADOR EXTRACTOR	LIMPIEZA		ANUAL			
48	6200	VENTILADORES MOTORES	LIMPIEZA		SEMESTRAL			
49	6200	ARMARIO ELÉCTRICO	SUSTITUIR FILTROS		SEMESTRAL			
50	6200	ARRASTRADOR DE LODOS	LIMPIAR		SEMESTRAL			
51	6200	ARMARIO ROBOT	CAMBIO FILTRO ARMARIO ROBOT		SEMESTRAL			
52	6201	VENTILADORES	ENGRASE RODAMIENTOS VENTILADORES		TRIMESTRAL			
53	6201	ARRASTRADOR	ENGRASE CADENA ARRASTRADOR		TRIMESTRAL			
54	6201	CADENA	RELLENAR DEPOSITO DE ACEITE		TRIMESTRAL			
55	6201	BULONES	ENGRASE		TRIMESTRAL			
56	6201	EXTRACTOR CABINA	REVISAR RUIDOS EXTRAÑOS		TRIMESTRAL			
57	6201	FOSO	REVISAR MOTORES BOMBAS		TRIMESTRAL			
58	6201	SALA DE MEZCLAS	ENGRASE ASPIRACIÓN SALA DE MEZCLAS		TRIMESTRAL			
59	6203	PILOTOS DE SEÑALIZACIÓN	REVISAR ESTADO		SEMANAL			
60	6203	CABINA HORNO	REVISAR QUEMADORES		SEMANAL			
61	6203	FILTROS AIRE	REVISAR VISUALMENTE		SEMANAL			
62	6205	CABINA	SUSTITUIR PISTOLAS DE APLICACIÓN		SEMANAL - DIARIA			
63	6205	CABINA	CAMBIAR FILTROS PRODUCTO		SEMANAL - DIARIA			
64	6205	CABINA	REVISAR SEGURIDAD PUERTA ROBOT		SEMANAL - DIARIA			
65	6205	KIT PISTOLAS 1A,2A	CAMBIAR	MP	QUINCENAL	1	MA	Q1
66	6205	KIT PISTOLAS 1B,2B	CAMBIAR	MP	QUINCENAL	1	MA	Q2
67	6205	KIT PISTOLAS CONDUCTOR	CAMBIAR	MP	QUINCENAL	1	MA	Q3
68	6205	KIT PISTOLAS 3,4	CAMBIAR	MP	QUINCENAL	1	MA	Q4
69	6205	KIT PISTOLAS 5,6	CAMBIAR	MP	QUINCENAL	1	MA	Q5
70	6205	KIT PISTOLAS 3A,4A	CAMBIAR	MP	QUINCENAL	1	MA	Q6
71	6206	BARRAS DESIONIZADORAS	LIMPIEZA		SEMANAL			
72	6206	FANUC	LIMPIEZA PISTOLAS AIRE DESIONIZADO		SEMANAL			
73	6206	FILTRO DISOLVENTE	PURGAR Y CAMBIAR		SEMANAL			
74	6207	HELICES MOLINILLO 1 Y 2	CAMBIAR Y LIMPIAR PARA REPUESTO		MENSUAL			
75	6208	HELICES MOLINILLO 3 Y 4	CAMBIAR Y LIMPIAR PARA REPUESTO		MENSUAL			
76	6209	HELICES MOLINILLO 5 Y 6	CAMBIAR Y LIMPIAR PARA REPUESTO		MENSUAL			
77	6210	HELICES MOLINILLO	CAMBIAR Y LIMPIAR PARA REPUESTO		MENSUAL			

78	122	BOMBAS PINTURA	REVISIÓN (DESMONTAR, LIMPIAR Y ENGRASAR BOMBAS)		QUINCENAL			
79	6211	BOMBA 1 PINTURA	REVISIÓN (DESMONTAR, LIMPIAR INTERIOR Y ENGRASAR)		SEMESTRAL			
80	6212	BOMBA 2 PINTURA	REVISIÓN (DESMONTAR, LIMPIAR INTERIOR Y ENGRASAR)		SEMESTRAL			
81	6213	BOMBA 3 PINTURA	REVISIÓN (DESMONTAR, LIMPIAR INTERIOR Y ENGRASAR)		SEMESTRAL			
82	6214	BOMBA 4 PINTURA	REVISIÓN (DESMONTAR, LIMPIAR INTERIOR Y ENGRASAR)		SEMESTRAL			
83	6215	BOMBA 5 PINTURA	REVISIÓN (DESMONTAR, LIMPIAR INTERIOR Y ENGRASAR)		SEMESTRAL			
84	6216	BOMBA 6 PINTURA	REVISIÓN (DESMONTAR, LIMPIAR INTERIOR Y ENGRASAR)		SEMESTRAL			
85	6217	BOMBA 7 PINTURA	REVISIÓN (DESMONTAR, LIMPIAR INTERIOR Y ENGRASAR)		SEMESTRAL			
86	6218	BOMBA 8 PINTURA	REVISIÓN (DESMONTAR, LIMPIAR INTERIOR Y ENGRASAR)		SEMESTRAL			
87	6219	BOMBA 9 PINTURA	REVISIÓN (DESMONTAR, LIMPIAR INTERIOR Y ENGRASAR)		SEMESTRAL			
88	6220	BOMBA 10 PINTURA	REVISIÓN (DESMONTAR, LIMPIAR INTERIOR Y ENGRASAR)		SEMESTRAL			
89	6848	TUBOS PRIMER	CAMBIAR TUBOS PRIMER-BOMBA-VÁLVULA	MP	MENSUAL	1	MA	M1
90	6848	TUBOS METÁLICOS	CAMBIAR TUBOS METÁLICOS-BOMBA-VÁLVULA	MP	MENSUAL	1	MA	M2
91	6848	TUBOS LISOS	CAMBIAR TUBOS LISOS-BOMBA-VÁLVULA	MP	MENSUAL	1	MA	M3
92	6848	TUBOS CONDUCTOR	CAMBIAR TUBOS CONDUCTOR-BOMBA-PISTOLAS	MP	MENSUAL	1	MA	M4
93	6848	TUBOS PISTOLAS	CAMBIAR TUBOS PISTOLAS 1A, 2A, 1B, 2B	MP	MENSUAL	1	MA	M5
94	6848	TUBOS ROBOT	CAMBIAR TUBOS ROBOT EN PISTOLAS COLOR 3,4,3A,5,4A,6	MP	MENSUAL	1	MA	M6
95	6848	TUBOS FILTRO BOMB 1 Y 2	CAMBIAR	MP	MENSUAL	1	MA	M7
96	6848	TUBOS FILTRO BOMB 3 Y 4	CAMBIAR	MP	MENSUAL	1	MA	M8
97	6848	TUBOS FILTRO BOMB 1 Y 4	CAMBIAR	MP	MENSUAL	1	MA	M9
98	6945	ROBOT DESIONIZADO	INSPECCIÓN CABLES ELÉCTRICOS		QUINCENAL			
99	6945	ROBOT DESIONIZADO	REVISAR SUJECCIÓN DE ALTA		QUINCENAL			
100	7108	DETECTOR CAUDAL AIRE	LIMPIEZA		TRIMESTRAL			

Anexo 6. Ejemplo de ruta semanal

HOJA DE TRABAJO ESTANDAR

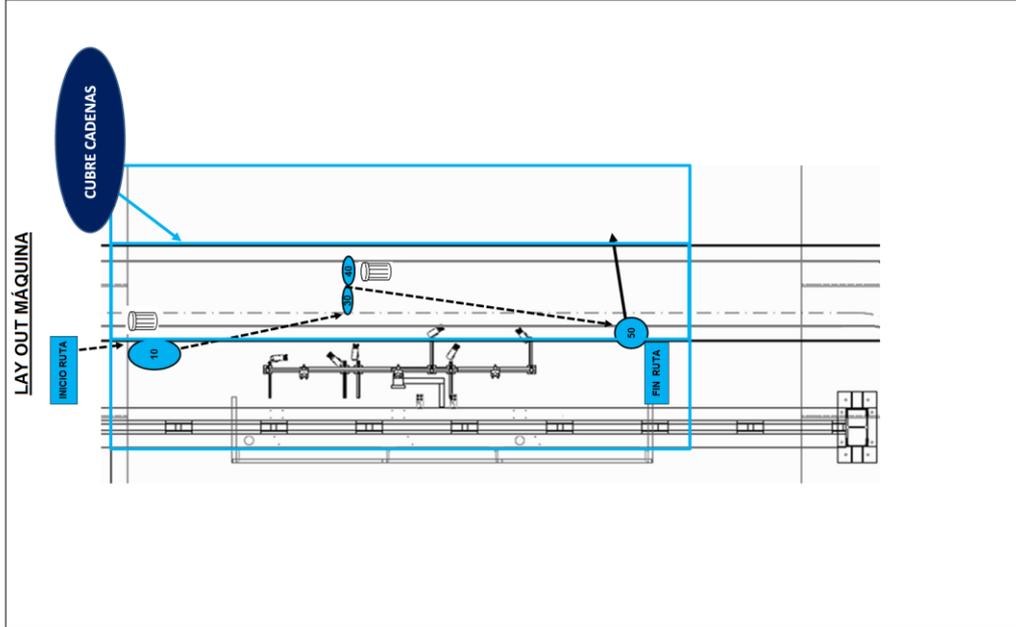


GAMA/RUTA	MP S1
MAQUINA	P03
FRECUENCIA	SEMANAL

CASTELLANO

	E.P.'s NECESARIOS										
	Todas las operaciones										
	Otras operaciones (*)										

MATERIALES	
1. Buzo	6. Grasa
2. Espátula	7. Brochas grasa
3. Pañuelo para pintura sucia	8. Film de plástico
4. Pintura pelable	9. Tijeras
5. Brocha pintura	10. Cinta americana



Nº Norma	OPERACIONES DEL TRABAJO	Tiempo (min)	Operario	NORMAS DE SEGURIDAD / PUNTOS ATENCIÓN
10	CUBRE CADENAS - Quitar plástico y tirar a la basura	2	2	Dejar el robot subido en manual para evitar riesgo de accidentes con las puntas de las agujas (en caso de que estén quitadas las boquillas)
20	CUBRE CADENAS - Limpiar cubre cadenas (quitar pintura pelable)	9	2	Quitar la pintura de la parte más sucia (donde apuntan las pistolas) conservando la de las zonas más limpias
30	CUBRE CADENAS - Aplicar grasa	5	2	Enfocar sobre todo la parte donde apuntan las pistolas
40	CUBRE CADENAS - Aplicar pintura pelable	7	2	
50	CUBRE CADENAS - Poner plástico y sujetarlo bien con cinta americana	18	2	
	RESIDUOS - Verter residuos a su lugar correspondiente	5	2	
TIEMPO TOTAL OPERACIONES				46

Fecha	03/25/2015	Creación de la revisión	No.	1	Revisado		Firma Operarios		PUNTO ENTRENAMIENTO	
Elaborado por	Maria Ingegnaz	Creación de la revisión	No.	2					PUNTO LIMPIEZA	
Revisado por		Revisado							PUNTO LIMPIEZA	
Fecha		Revisado							PUNTO ENTRENAMIENTO	

Anexo 7. Ejemplo de ruta mensual

CAMBIO TUBOS FILTRO-BOMBA

HOJA DE TRABAJO ESTANDAR

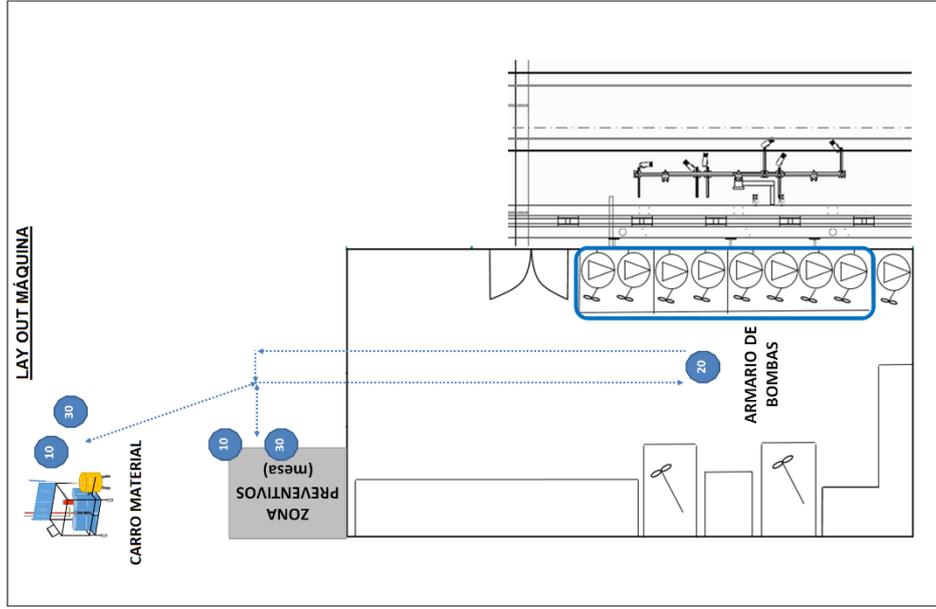


GAMA/RUTA	M7M8M9
MÁQUINA	P03
FRECUENCIA	MENSUAL

CASTELLANO

	E.P.L.-s NECESARIOS Todas las operaciones	
	Otras operaciones (*)	

- MATERIALES**
1. Llave fija nº 14-15 (zona preventivos)
 2. Llave allen nº5 (zona preventivos)
 3. Corta tubos (zona preventivos)
 4. Tubo telón diam.6 (carro material)



Nº Norma	OPERACIONES DEL TRABAJO	Tiempo (min)	Operario	NORMAS DE SEGURIDAD / PUNTOS ATENCION
10	TUBOS FILTRO BOMBA- Acopio de material necesario	3	1	
20	TUBOS FILTRO BOMBA- Cambiar tubos según HT adjunto (en el reverso)	25	1	
30	TUBOS FILTRO BOMBA- Colocar el material en su ubicación	3	1	
40				
50				
60				
70				
TIEMPO TOTAL OPERACIONES		31		

	PUNTO INSPECCION		PUNTO LUBRIFICACION		PUNTO DEBARRERACION
	PUNTO LIMPIEZA		PUNTO DEBARRERACION		PUNTO DEBARRERACION

Fecha	20/02/2016	Revisado	20/02/2016
Contenido de la revisión	CHUZZON LEJIA	No.	1
Elaborado por	Ena Muehlen	Aprobado por	Ena Muehlen
Fecha	20/02/2016	Fecha	20/02/2016

Anexo 9. Hoja STAC

	HOJA STAC VALORAR - CONFIRMAR	Operario: Num operario: HIT:																																						
<p>A VALORAR: el operario puede realizar el trabajo estándar en el puesto dentro del tiempo de ciclo</p>																																								
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <th colspan="2">PROCESO ESTÁNDAR</th> <th colspan="2">Observación</th> </tr> <tr> <td>Secuencia</td> <td>Resultado</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Método</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tempo de ciclo</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">FIRMA FORMADOR/A</td> <td colspan="2">FECHA</td> </tr> </table>			PROCESO ESTÁNDAR		Observación		Secuencia	Resultado			Método				Tempo de ciclo				FIRMA FORMADOR/A		FECHA																			
PROCESO ESTÁNDAR		Observación																																						
Secuencia	Resultado																																							
Método																																								
Tempo de ciclo																																								
FIRMA FORMADOR/A		FECHA																																						
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>Tempo ciclo</td> <td>T1</td> <td>T2</td> <td>T3</td> <td>T4</td> <td>T5</td> <td>T6</td> </tr> </table>			Tempo ciclo	T1	T2	T3	T4	T5	T6																															
Tempo ciclo	T1	T2	T3	T4	T5	T6																																		
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <th>Resultado</th> <th>Resultado</th> </tr> <tr> <td>0</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>Se sigue la secuencia correcta y los chequeos de calidad para todos los elementos</td> <td>No sigue la secuencia establecida en la ruta.</td> </tr> <tr> <td>Método seguro con buenas posturas</td> <td>Métodos no seguros</td> </tr> <tr> <td>Facilita trabajar correctamente el proceso dentro del tiempo</td> <td>No puede acabar el proceso en el tiempo</td> </tr> </table> <p style="font-size: small; text-align: center;">EL NÚMERO DE CICLOS A MEDIR SE INDICA EN LA MATRIZ LU</p>			Resultado	Resultado	0	X	Se sigue la secuencia correcta y los chequeos de calidad para todos los elementos	No sigue la secuencia establecida en la ruta.	Método seguro con buenas posturas	Métodos no seguros	Facilita trabajar correctamente el proceso dentro del tiempo	No puede acabar el proceso en el tiempo																												
Resultado	Resultado																																							
0	X																																							
Se sigue la secuencia correcta y los chequeos de calidad para todos los elementos	No sigue la secuencia establecida en la ruta.																																							
Método seguro con buenas posturas	Métodos no seguros																																							
Facilita trabajar correctamente el proceso dentro del tiempo	No puede acabar el proceso en el tiempo																																							
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th style="width: 30%;">NÚMERO OBSERV.</th> <th style="width: 40%;">COMENTARIOS (Se deben tomar acciones para los marcados con X para llegar al grupo)</th> <th style="width: 30%;">ACCIONES (grupo)</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>			NÚMERO OBSERV.	COMENTARIOS (Se deben tomar acciones para los marcados con X para llegar al grupo)	ACCIONES (grupo)																																			
NÚMERO OBSERV.	COMENTARIOS (Se deben tomar acciones para los marcados con X para llegar al grupo)	ACCIONES (grupo)																																						
<p>¿OPERARIO PUEDE SER CONFIRMADO? marcar con X</p> <table border="1" style="float: right;"> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> </tr> </table>			SI	NO																																				
SI	NO																																							
<p>C CONFIRMAR el operario se adecua al trabajo estándar</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th colspan="2">PREGUNTA</th> <th colspan="2">SI</th> <th colspan="2">NO</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>¿Segue el operario las normas de seguridad definidas en la HIT?</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>¿Lleva puesto a todo la secuencia de trabajo?</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>¿Identifica correctamente los subconjuntos elementales de la máquina?</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>¿Puede el Operario el proceso en el tiempo de ciclo?</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">SEGÚN INDIQUE MATRIZ LU</td> <td>T1</td> <td>T2</td> <td>T3</td> <td>T4</td> <td>T5</td> <td>T6</td> </tr> </table>			PREGUNTA		SI		NO		1	¿Segue el operario las normas de seguridad definidas en la HIT?					2	¿Lleva puesto a todo la secuencia de trabajo?					3	¿Identifica correctamente los subconjuntos elementales de la máquina?					4	¿Puede el Operario el proceso en el tiempo de ciclo?					SEGÚN INDIQUE MATRIZ LU		T1	T2	T3	T4	T5	T6
PREGUNTA		SI		NO																																				
1	¿Segue el operario las normas de seguridad definidas en la HIT?																																							
2	¿Lleva puesto a todo la secuencia de trabajo?																																							
3	¿Identifica correctamente los subconjuntos elementales de la máquina?																																							
4	¿Puede el Operario el proceso en el tiempo de ciclo?																																							
SEGÚN INDIQUE MATRIZ LU		T1	T2	T3	T4	T5	T6																																	
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>FIRMA PLUTO</td> <td>FIRMA OPERARIO</td> <td>FECHA</td> <td>HORA DE FIN</td> <td>TIEMPO OPERARIO</td> </tr> </table> <p>Nivel (marcar con X)</p> <table border="1" style="float: right;"> <tr> <td>F</td> <td>I</td> <td>L</td> </tr> </table>			FIRMA PLUTO	FIRMA OPERARIO	FECHA	HORA DE FIN	TIEMPO OPERARIO	F	I	L																														
FIRMA PLUTO	FIRMA OPERARIO	FECHA	HORA DE FIN	TIEMPO OPERARIO																																				
F	I	L																																						

	HOJA STAC MOSTRAR- PRACTICAR	Operario: Num operario: HIT:								
<p>S MOSTRAR al operario como desempeñar el proceso estándar simulando el proceso</p>										
<p>HORA DE INICIO: _____</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th>SI</th> <th>NO</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> <p>Si fuera necesario se le muestra el panel correspondiente, detallando cada indicador.</p> <p>Se utiliza la Hoja de Instrucción de Trabajo (HIT) para explicarle los EPI's necesarios.</p> <p>Se utilizar el HIT para explicarle el tiempo de ciclo, pasos básicos de trabajo y herramientas necesarias para realizar la HIT.</p> <p>Se le muestra durante _____ ciclos paso a paso el método de trabajo definido usando la Hoja de Instrucciones de Trabajo (HIT)</p>			SI	NO						
SI	NO									
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>FIRMA DEL FORMADOR</td> <td>FIRMA DEL OPERARIO</td> <td>FECHA</td> <td>HORA DE FIN</td> <td>TIEMPO MOSTRAR</td> </tr> </table>			FIRMA DEL FORMADOR	FIRMA DEL OPERARIO	FECHA	HORA DE FIN	TIEMPO MOSTRAR			
FIRMA DEL FORMADOR	FIRMA DEL OPERARIO	FECHA	HORA DE FIN	TIEMPO MOSTRAR						
<p>T PRACTICAR El operario puede seguir el método de trabajo establecido en el proceso simulado sin considerar el tiempo de ciclo.</p>										
<p>HORA DE INICIO: _____</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th>SI</th> <th>NO</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> <p>El operario ha sido supervisado en el proceso simulado. Es capaz de realizar _____ HIT consecutivos siguiendo el método de trabajo definido y nombrando las zonas/ subconjuntos de la máquina.</p> <p>El operario completa 1 HIT más sin ninguna no conformidad.</p>			SI	NO						
SI	NO									
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>FIRMA DEL FORMADOR</td> <td>FIRMA DEL OPERARIO</td> <td>FECHA</td> <td>HORA DE FIN</td> <td>TIEMPO PRACTICAR</td> </tr> </table> <p>Nivel (marcar con X)</p> <table border="1" style="float: right;"> <tr> <td>F</td> <td>I</td> <td>L</td> </tr> </table>			FIRMA DEL FORMADOR	FIRMA DEL OPERARIO	FECHA	HORA DE FIN	TIEMPO PRACTICAR	F	I	L
FIRMA DEL FORMADOR	FIRMA DEL OPERARIO	FECHA	HORA DE FIN	TIEMPO PRACTICAR						
F	I	L								

Anexo 10. Extracto del Registro de formación STAC

ID	DESCRIPCIÓN	S				I				A				C				
		FORMACIÓN	EMERGENCIAS	EMERGENCIAS	EMERGENCIAS	FORMACIÓN	EMERGENCIAS	EMERGENCIAS	EMERGENCIAS	FORMACIÓN	EMERGENCIAS	EMERGENCIAS	EMERGENCIAS	FORMACIÓN	EMERGENCIAS	EMERGENCIAS	EMERGENCIAS	
 MAIER PREVENCIÓN Y FORMACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD LABORAL Y AMBIENTAL	1	DIARIA 1 (Limpieza zonas de carga- descarga y vazio)	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC
	2	DIARIA 2 (Limpieza precubinas y sala Fumoo)	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC
	3	DIARIA 3 (Limpieza cubinas de agua superior)	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC
	4	DIARIA 4 (Verificaciones de fuerza, niveles de producto...)	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC
	5	SEMANAL 1 (Limpieza cubrecadenas)	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC
	6	SEMANAL 2 (Limpieza precubinas y sala Fumoo)	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC
	7	SEMANAL 3 (Limpieza cubinas con cepillo)	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC	OC

