



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Departamento de Ingenierías

PROYECTO DE TITULACIÓN

ASEGURAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD DE LOS
EQUIPOS EN EL PROCESO DE ENSAMBLE.

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

PRESENTA

LUIS FELIPE GUERRERO CERVANTES

ASESOR

JAIME RODARTE MARTÍNEZ



Agradecimientos

Agradezco a Dios por permitirme llegar con salud y vida y concluir un ciclo importante en mi formación personal.

Quiero agradecer de antemano a mis padres, por brindarme todo su apoyo durante este periodo y que siempre han sido un ejemplo de mi vida a seguir; a mi madre por brindarme todo su amor y cariño en todo momento, su incondicional apoyo, por ser una mujer inteligente, valiente, guerrera y que siempre ha estado en los momentos más importantes de mi vida; a mi padre por todo su amor entregado, un ejemplo cabal a seguir, con muchos principios y valores lleno de sabiduría y grandes consejos que me ha brindado a lo largo de toda mi carrera profesional y en mi vida personal, a mi hermana y hermano por su incondicional ayuda y apoyo como hermanos mayores, dando siempre un ejemplo digno a seguir, para mis sobrinos(a), de los cuales quiero servirles como un ejemplo en su educación enseñándoles valores y principios en todo momento, a todos mis profesores y profesoras que pusieron siempre la perseverancia en cada una de sus clases, para enseñar sus conocimientos y valores de los cuales siempre apreciaré y por último a mis amigos, amigas y compañeros que me condujeron con tantas alegrías y conocimientos que les estaré siempre agradecido.

3. Resumen.

En el siguiente proyecto de residencias profesionales, se abordan temas centrándose en la resolución de problemáticas presentadas en una línea de producción manufacturera para el giro automotriz; usando metodologías y herramientas derivadas de Lean Manufacturing y en lo particular, utilizando la metodología TPM, por sus siglas en inglés (Total Productive Maintenance) y para objetivar más en el pilar del mantenimiento autónomo y preventivo de fallas, así mismo pudiendo utilizar las herramientas básicas de un proyecto como lo son PDCA (Plan Do Check Act) y envolviendo este trabajo bajo un pensamiento de KAIZEN de mejora continua.

Bajo esta investigación de metodologías y herramientas se ejecutó el plan de acción a la problemática junto con el actuar y la evaluación directa de cada una de estas actividades, para lo que se esperaba entregar un nuevo concepto al mantenimiento preventivo que se tenía, con el fin de optar por mejorar en el proceso la forma de pensamiento y elaboración de hojas de instrucción que se hicieron para cada una de las operaciones y maquinarias que controla cada uno de los operadores, en el cual se elaboraron OPLs (one point lesson) que daban instrucciones claras de cómo es que debía mantener en óptimas condiciones de trabajo cada colaborador en su área de trabajo.

Con este proyecto se logró atacar indicadores importes (KPIs) que la empresa regula y vigila constantemente, tal es el caso de mejorar la OEE, indicador que mide la eficiencia operativa de los equipos reflejando una capacidad real productiva, a su vez el indicador de seguridad y calidad, rubros importantes que repercuten en todo sentido para una correcta eficiencia en el proceso, cuidando la seguridad e integridad de nuestro personal operario y manteniendo la más alta calidad exigida hoy en día ante clientes donde se vuelven cada vez más rígidos en la entrega de los productos elaborados.

Por último, tras la evaluación y medición del proyecto mediante el software interno de verificación de la OEE en la empresa, se justificaron y completaron los objetivos generales y específicos, planteados en la mejora inicial.

4. Índice.

Índice

4. Índice.....	4
Lista de Tablas	5
CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO	7
5.- Introducción.....	7
6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.	8
7. Problemas a resolver, priorizándolos.	9
8. Justificación	10
9. Objetivos (General y Específicos).....	11
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO	12
10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).....	12
CAPÍTULO 4: DESARROLLO.....	38
11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.	38
Cronograma de actividades.....	50
-CAPÍTULO 5: RESULTADOS.....	51
12. Resultados.....	51
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.....	59
CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS	61
13. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.	61
CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN	63
14. Fuentes de información	63
CAPÍTULO 9: ANEXOS.....	65
15. Anexos.....	65

Lista de Tablas

Tabla 1. Pilares del TPM. Fuente: Manuel Rajadell. & José Luis Sánchez, (2010). LEAN MANUFACTURING La evidencia de una necesidad.....	17
Tabla 2 Criterios para evaluar características de equipos (Suzuki, 1995).	21
Tabla 3. Juan Carlos Hernández Matías Investigador Doctor. Grupo Ingeniería de Fabricación de la Universidad Politécnica de Madrid & Antonio Vizán Idoipe Catedrático. Grupo Ingeniería de Fabricación de la Universidad Politécnica de Madrid, (2013). Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación.....	33
Tabla 4. Check List para revisión y mantenimiento de puntos críticos en las estaciones de trabajo. (2022)	41
Tabla 5. OPLs para revisión y mantenimiento de puntos críticos en las estaciones de trabajo (2022). Fuente: Nissan, elaboración propia.....	44
Tabla 6. Check List para revisión y mantenimiento de puntos críticos en las estaciones de trabajo. (2022)	52
Tabla 7. Evidencia de capacitaciones OPLs (2022). Fuente: Nissan, elaboración propia.	55
Tabla 8. Dinámica ergonómica para las manos (2022). Fuente: Nissan, elaboración propia.	58

Lista de Figuras

Figura 1. Pilares del TPM. Fuente: Manuel Rajadell. & José Luis Sánchez, (2010). LEAN MANUFACTURING La evidencia de una necesidad.....	16
Figura 2 Pasos para la implementación del TPM; diseño para la implementación a los pasos 1, 2 y 3 del pilar de mantenimiento autónomo de la metodología TPM en color química s.a. universidad EAFIT. (Perez, 2007).	20
Figura 3 Diseño de una metodología basada en una técnica inteligente para análisis de los tiempos muertos de una línea de producción. Aplicación en una empresa del sector alimenticio de la zona centro de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Pasuy, D. A. G. (2017). ..	26
Figura 4. Composición del OEE (1996). (Tomado de THE JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE. TPM New implementation program in fabrication and assembly industries. Portland: Productivity Press, p. 40)	27

Figura 5 Pilares del TPM. Fuente: Manuel Rajadell. & José Luis Sánchez. LEAN MANUFACTURING La evidencia de una necesidad (2010).....	29
Figura 6 Fuente: PDCA Manuel Rajadell. & José Luis Sánchez, (2010).....	30
Figura 7 ejemplo de formato OPL (2018). Fuente: leanmanufacturing-online.....	37
Figura 8 Lay out de línea MRK2 (2022) Fuente: NISSAN MEXICANA A1	39
Figura 9. Diagrama de Pareto. Identificación de puntos críticos en el proceso (2022). Fuente: MINITAB 17	40
Figura 10. Corroboración del proyecto, voz de operadores (2022). Fuente: Nissan, elaboración propia.....	47
Figura 11. Sistema PEA (Process Engineering Administrator) (2022). Fuente: PEA Nissan FY 2021. OEE REAL= 96.00%.	48
Figura 12. Capacitación a producción; supervisor, líder y operador (2022). Fuente: Nissan elaboración propia.	53
Figura 13. Estación de ensamble metales de bancada (2022). Fuente: Nissan, correcto nivel de 5's.....	54
Figura 14. Sistema PEA (Process Engineering Administrator) (2022) Fuente: PEA Nissan proyección FY 2023 OEE real= 98.01%.....	56
Figura 15. Cruz de seguridad (2022). Fuente: Nissan, elaboración propia.....	57

CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO

5.- Introducción

Este proyecto de residencias se elaboró bajo una problemática debido a la falta de revisión de equipos y operaciones en la línea de ensamble por parte de producción.

Dichas operaciones se encuentran con un déficit de TPM, más concretamente en la inspección y revisión de sus componentes, así como sus herramientas que en el proceso son indispensables para el trabajo del ensamble de partes para el motor que es ensamblado en los vehículos marca NISSAN.

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una metodología Lean Manufacturing de mejora que permite asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones, de los equipos, y del sistema, mediante la aplicación de los conceptos de: prevención, cero defectos, cero accidentes, y participación total de las personas.

Cuando se hace referencia a la participación total, esto quiere decir que las actividades de mantenimiento preventivo tradicional pueden efectuarse no solo por parte del personal de mantenimiento, sino también por el personal de producción, un personal capacitado y polivalente.

En esta parte es dónde se desempeña el presente proyecto enfocado a la estandarización por medio de revisiones de cada una de las estaciones, usando herramientas lean como: KAIZEN y TPM estandarización de operaciones.

6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.

Antecedentes de la empresa.

A lo largo de 56 años, Nissan ha integrado una historia de liderazgo, innovación y emoción en México. En 1961, Nissan inició operaciones comerciales en el país y cinco años después, en 1966, hizo apertura a la primera planta de manufactura construida fuera de Japón, con la planta CIVAC en Cuernavaca, Morelos. La empresa trabaja proactivamente para responder a las problemáticas ambientales y proveer a sus clientes productos innovadores que ayuden al desarrollo de una sociedad de movilidad sustentable. En el año de 1982 Inicia operaciones la segunda planta de Nissan en México en el estado de Aguascalientes, conocida como A1. En 1999 Se certifican las operaciones de manufactura en ISO-14001, norma internacional que define un proceso para controlar y mejorar el rendimiento medioambiental de una organización. Ya para 2001, se alcanza la cifra de 1 millón de Tsuru ensamblados, un vehículo caracterizado por su alto rendimiento de combustible. De 2009 a 2013, inicia la producción de Nissan MARCH en la planta de Aguascalientes, realizando una inversión conjunta con sus proveedores de 1,050 millones de dólares para la introducción de la plataforma V y otros proyectos. Durante los últimos años de la década de 2010 y en 2020, se realiza el relanzamiento de varios modelos líderes en el mercado, entre los que destacan: Nissan VERSA, Nissan ALTIMA y el Nuevo Nissan SENTRA.

Misión. -Como compañía digna de confianza, Nissan ofrece productos y servicios automotrices únicos e innovadores que brindan valores medibles y superiores a todos nuestros acreedores.

Visión. -Impulsar la innovación para enriquecer la vida de las personas.

Valores. -La promesa de marca: Como Nissan, seremos reflexivamente audaces y estableceremos nuestros propios estándares. El Símbolo de la Marca: Representa la marca de Nissan para promover los productos, las ventas y servicios. El Símbolo de Marca Nissan es el elemento central de información de la marca a nuestros clientes.

7. Problemas a resolver, priorizándolos.

De los problemas principales en la que se centra la investigación y las actividades, son de que no se tiene estandarizado en la línea de producción una revisión de los principales elementos que comprenden la operación de ensamble de motor, como por ejemplo los cilindros neumáticos, mecanismos como topes o dispositivos que sostienen al motor para el ensamble de las partes, herramientas, así como elementos electrónicos visuales y auditivos que indican al operador de producción alguna anomalía presentada en el ensamble. Así mismo al no contar con un mantenimiento autónomo se presentan fallas que afectan la velocidad de producción, paros cortos, mala calidad del ensamble e incidentes de seguridad. Teniendo, enumerando e identificando estos elementos, se procedió a generar un check list estandarizando y priorizando en un formato oficial todos estos elementos antes mencionados para generarle una OPL (hoja de revisión por medio de instrucciones) que ayudan al operador a identificar con facilidad los elementos que comprenden su operación

8. Justificación

En la empresa Nissan A1 se trabaja en un proceso de manufactura, el cual contiene diferentes líneas de producción; actualmente en la línea de ensamble de motor de los modelos MRK2 (SENTRA), la cual contiene distintas operaciones. En cada una de ellas se ensamblan componentes agregando valor al producto. Dichas operaciones cuentan con procesos estandarizados como lo son las HOE que especifican de manera correcta el ensamble del componente para cada motor. Estas operaciones no cuentan con una revisión preventiva de mantenimiento; es decir no se tienen revisiones y correcciones como parte de la metodología que involucra el TPM. Solamente se da el MTTO correctivo (hasta que la operación falla) esto da como resultado recurrentes paros y demoras, ocasionado gastos en reparaciones, presentándose cuellos de botella y tiempos muertos.

Actualmente en el área donde se realiza este proyecto, se ensamblan más de 8 motores diferentes que son distribuidos para todas las plantas en Nissan Mexicana y exportados al mercado estadounidense con amplia participación en el mercado global para exportar las unidades automotrices a más de 100 países. La planta es conocida como Powertrain, benchmarking como línea de ensamble superando a plantas del propio país nipón de donde es originaría la marca Nissan, sólo por detrás de la línea de ensamble en China, es una de las más rápidas en el mundo produciendo en su máxima capacidad, el ensamble de más de cuatro motores por minuto.

Uno de los beneficios que traerá consigo esta mejora, será la de incrementar la OEE hasta en un 2% logrando una optimización de mis equipos de ensamble y su total disposición al arranque, durante y al término de cada jornada laboral. También se pretende llegar a eliminar cualquier anomalía o defectivo que pudiese perjudicar la calidad de los motores, así como la de evitar incidentes de seguridad en el cual el objetivo de planta es cero incidentes registrables.

9. Objetivos (General y Específicos)

Objetivo(s) del proyecto:

Objetivo General

Asegurar la disponibilidad de equipos y la confiabilidad de las operaciones de ensamble.

Objetivos específicos.

- Garantizar la realización total del mantenimiento autónomo en el proceso de ensamble.
- Incrementar en un 2% la productividad en el proceso de ensamble.
- Cero averías en equipos dentro de la línea de ensamble.
- Cero accidentes en el proceso de ensamble.

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).

Tejada Gamarra, J. N. (2019). Propuesta de modelo de optimización de la disponibilidad de maquinaria y equipo del área de Maestranza de la empresa FAMAI, utilizando la metodología del Mantenimiento Productivo Total–TPM.

El TPM nace en Japón en 1971 con ayuda de “Japan Institute of Plant Maintenance” (JIPM), inicialmente como un programa para tener control en equipos. En el pasado, los operarios en Japón realizaban actividades de mantenimiento y producción al mismo tiempo, sin embargo, con los avances tecnológicos los equipos poco a poco se hicieron más dificultosos, se optó por el sistema aplicado en Estados Unidos, encargar a un área específica para la gestión de mantenimiento.

El TPM se define como una filosofía direccionada al mantenimiento que tiene como meta eliminar las pérdidas en el área productiva las cuales son ocasionadas por el mal estado de los equipos. El TPM es una herramienta muy útil para las compañías que sirve para aumentar la efectividad de los equipos con resultados económicos atractivos para la organización. El TPM se concentra en la eficiencia de los equipos, eliminando fallas, imperfecciones y centrados en la seguridad total del equipo, realizando actividades en forma grupal con fines de llegar a cero averías ni defectos. (TEJADA 2019)

Manuel Rajadell. & José Luis Sánchez, (2010). LEAN MANUFACTURING La evidencia de una necesidad

La productividad de una planta industrial está directamente ligada al correcto funcionamiento de las máquinas. Obviamente, si una línea se para por un fallo de una de sus máquinas, la productividad disminuirá. Un análisis detallado de la instalación permite la medida de la importancia relativa de cada uno de los factores que pueden provocar averías, y la puesta en marcha de un plan de eliminación de los mismos, para mantener equipos e instalaciones a un nivel óptimo. A partir de este instante se establece cuál es

el mantenimiento productivo que se debe aplicar, formando a los operarios de la línea para garantizar la continuidad del sistema.

El objetivo del TPM (mantenimiento productivo total) es asegurar que el equipo de fabricación se encuentre en perfectas condiciones y que continúe produciendo componentes de acuerdo con los estándares de calidad en un tiempo de ciclo adecuado. La idea fundamental es que la mejora y buena conservación de los activos productivos es una tarea de todos, desde los directivos hasta los ayudantes de los operarios. El lean manufacturing exige que cada máquina esté lista para empezar a trabajar en cualquier momento en respuesta a los requerimientos de los clientes. Conforme se aproxima al ideal de la producción sin stocks, se intenta asegurar que el equipo sea altamente fiable desde el arranque hasta la parada y con un funcionamiento perfecto y sin averías.

Desde una perspectiva estratégica, los objetivos más destacados del TPM son los siguientes:

- Implicar en la implantación del TPM a todos los departamentos que planifican, diseñan, utilizan o mantienen los equipos (ingeniería y diseño, producción expedición y mantenimiento).
- Promover el TPM mediante actividades autónomas en pequeños grupos, fortaleciendo el trabajo en equipo, el incremento de la moral del trabajador y la creación de un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí, con el fin de conseguir un entorno creativo de trabajo, seguro y agradable.
- Construir en la empresa capacidades competitivas sostenibles en el tiempo gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, la flexibilidad y la reducción de los costes operativos.

Desde una perspectiva operativa, los objetivos del TPM son:

- Maximizar la eficacia del equipo y de las instalaciones, eliminando o reduciendo los tiempos muertos debidos a averías, preparaciones y ajustes.
- Desarrollar un sistema de mantenimiento idóneo para toda la vida útil del equipo de producción, que incluya la implicación activa y la participación de todas las personas

(diseñadores, montadores, usuarios, etc.) para conseguir una mayor disponibilidad de las instalaciones.

- Mejorar la fiabilidad de máquinas, instalaciones y equipos industriales.

Existen diferentes tipos de mantenimientos que se pueden aplicar en un entorno industrial y que repercuten en la disposición de una maquinaria en buen estado. A continuación, se describen estos tipos de mantenimiento. Mantenimiento planificado El mantenimiento rutinario y periódico, basado en valoraciones correctas de las condiciones del equipo, debe ser planificado en función de las prioridades y los recursos actuales y futuros. El mantenimiento planificado eficiente y efectivo en cuanto al coste, requiere la estrecha colaboración de todos los departamentos implicados. Las actividades de mantenimiento planificado las realizan técnicos especialistas y están orientadas a corregir, prevenir y predecir averías.

Dichas actividades necesitan datos de la eficiencia de los equipos, estadísticas de averías e información de los operarios y directores de producción para:

- Coordinar las actividades con el departamento de Producción, para evitar el solapamiento con las actividades de mantenimiento autónomo, mediante la creación de un plan.
- Desarrollar una gestión de inventario de recambios, herramientas y dispositivos de inspección.
- Planificar y realizar reuniones con el departamento de Producción para coordinar las paradas de las líneas y las tareas de mantenimiento. La documentación de los resultados de mantenimiento constituye un elemento acreditativo de la calidad de éste.

Los informes de mantenimiento registran las reparaciones y servicios realizados para restablecer las condiciones de funcionamiento normales del equipo. En estos informes, el personal de mantenimiento registra las reparaciones de averías y los trabajos especificados en la planificación establecida. A lo largo de la vida útil del equipo (que acaba con su desmantelamiento), se mantienen cuadernos de registro, que ofrecen información desde el momento de la compra e instalación análogos al historial clínico que utilizan los médicos. Un cuaderno completo incluye, para cada elemento: fechas, ubicación, detalles y costes de todas las reparaciones más importantes (mano de obra, subcontrataciones, recambios, etc.), mantenimiento periódico, mejoras de la

mantenibilidad, así como nombres, modelos, tamaños, números y fabricantes de piezas de repuesto. Además, esta información es útil para el control presupuestario. Sin embargo, el trabajo rutinario de mantenimiento es tan variado que resulta difícil disponer de registros de todas las tareas realizadas. Además, esta documentación exhaustiva puede resultar innecesaria, por esto no hay un formato estándar para los registros de mantenimiento; los tipos y el contenido deben disponerse de forma que se ajusten a los parámetros de gestión de cada fábrica particular. Sin embargo, todos deben entender cuál es el propósito de la existencia de los registros, es decir, por qué se confeccionan, qué es lo que controlan y cómo deben utilizarse.

Mantenimiento preventivo La finalidad del mantenimiento preventivo es la reducción del número de paradas derivadas de averías imprevistas. En su planteamiento tradicional, el mantenimiento preventivo se basa en paradas programadas para realizar una inspección detallada y para sustituir las piezas desgastadas. El inconveniente de este mantenimiento, además de parar la producción, es que el trabajo de inspección puede causar desajustes, desequilibrios, o incluso averías. La elección del intervalo entre paros programados es complicada, porque si el intervalo es muy corto, el tiempo de producción disminuye y si es muy grande el número de paros por averías aumenta. Los fabricantes especifican la vida de los componentes; esto puede ayudar a escoger la frecuencia de la parada. En la práctica, el intervalo entre paros no es fijo, sino que viene determinado por el análisis del rendimiento de las máquinas críticas en el pasado. A pesar de los inconvenientes citados, el mantenimiento preventivo es utilizado frecuentemente. Por ejemplo, en las fábricas de cristal se realizan paros en los hornos para cambiar los elementos refractarios, lo cual implica la paralización absoluta de la producción.

Mantenimiento predictivo: El mantenimiento predictivo consiste en la detección y diagnóstico de averías antes de que éstas se produzcan, con el fin de programar paradas para reparaciones en los momentos oportunos. En otras palabras, sirve para diagnosticar las condiciones del equipo cuando está en marcha y determinar cuándo requiere mantenimiento, basándose en que normalmente las averías no se producen de golpe, sino que suelen avisar mediante una cierta evolución. Los objetivos principales del mantenimiento predictivo son:

- Reducir averías y accidentes que causan los equipos.
- Reducir los tiempos y costes de mantenimiento.
- Incrementar los tiempos operativos y la producción.
- Mejorar la calidad de los productos y servicios.

Cuando las reparaciones pueden ser caras o las averías ocasionan pérdidas importantes las empresas pasan del mantenimiento periódico al predictivo. La tecnología de diagnóstico de máquinas mide la fatiga del equipo, su deterioro, la resistencia, el rendimiento y otras propiedades, sin tener que recurrir al desmantelamiento. Se basa en la identificación de las condiciones actuales y permite monitorizar el cambio continuo, con una exactitud y precisión mayor que a través del mantenimiento periódico, las revisiones generales, las inspecciones visuales o las estadísticas. La aplicación del mantenimiento predictivo se limita a los tipos de averías en los que se pueden detectar cambios en los parámetros previamente fijados. No es válido cuando no existen medios para detectar con antelación los defectos de funcionamiento, ni cuando el coste de supervisión es más elevado que el ahorro en gastos de reparaciones y pérdidas de producción. La monitorización de condiciones consiste en la aplicación de las tecnologías de diagnóstico de máquinas.

Método práctico: El TPM se basa en dos pilares, que a su vez se dividen en cuatro pasos a seguir, (ver figura 1).

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	
MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	PROCESO FIABLE
<ul style="list-style-type: none"> • Volver a situar la línea en su estado inicial. • Eliminar la suciedad y las zonas de difícil acceso. • Aprender a inspeccionar el equipo. • Mejora continua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Implantación de un buen indicador (OEE). • Aplicar PDCA para eliminar los desajustes. • Mejorar el nivel de OEE. • Mantener el nivel de OEE.

Figura 1. Pilares del TPM. Fuente: Manuel Rajadell. & José Luis Sánchez, (2010).

LEAN MANUFACTURING La evidencia de una necesidad

En la siguiente tabla podemos observar a detalle las 6 grandes pérdidas en nuestros equipos (ver tabla 1).

Tabla 1. Pilares del TPM. Fuente: Manuel Rajadell. & José Luis Sánchez, (2010). LEAN MANUFACTURING La evidencia de una necesidad

TABLA 7 Perdidas en equipos	
Las seis grandes pérdidas en los equipos productivos	
Tipo	Perdida
Tiempo Muerto	1. Averías debidas a fallos en equipos.
	2. Preparación y ajustes. Ejemplos, cambios de utillajes, moldes, ajustes herramientas.
Perdidas de velocidad	3. Tiempo en vacío y paradas cortas (operación anormal de sensores, bloqueo de trabajo en rampas, etc.).
	4. Velocidad reducida (diferencia entre la velocidad nominal y la real).
Defectos	5. Defectos en proceso y repetición de trabajos (desperdicios y defectos de calidad que requieren reparación).
	6. Menor rendimiento entre la puesta en marcha de las máquinas y producción estable.

2.2.1 Pilares de TPM: Cada uno de estos pilares muestra una ruta a seguir para lograr los objetivos de eliminar o reducir las pérdidas en la producción. Mejoras enfocadas: Es encontrar una oportunidad de mejora dentro de la planta, esta oportunidad debe reducir o eliminar las pérdidas y/o maximizar la efectividad global de equipos y procesos. Mantenimiento autónomo: “Está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento. En este pilar Los operarios deben ser entrenados y deben contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo que opera.” (Perez, 2007)

Los objetivos fundamentales del mantenimiento autónomo son:

- Uso del equipo como herramienta para que el personal adquiera conocimiento sobre el mismo.
- Enseñar y generar habilidades para la comprensión y solución de problemas con los equipos.

- Haciendo uso correcto y con supervisión según las pautas de los equipos, evitar el deterioro de estos.
- A través de los conocimientos adquiridos por el operario por el uso de la máquina, mejorar su funcionamiento.
- Garantizar que las condiciones físicas del entorno sean las necesarias para que la maquina funciones sin contratiempos.
- Mejorar la seguridad en el trabajo.
- Construir un vínculo de pertenencia con el trabajador.

Mantenimiento planeado: El mantenimiento planeado pretende avanzar de manera sistemática hacia la meta de cero averías en los equipos del proceso. Este mantenimiento abarca cuatro formas de mantenimiento: el Mantenimiento de averías, el mantenimiento 12 preventivo, el mantenimiento predictivo y el mantenimiento correctivo (Tokumaro, 1995).

En algunos textos de TPM, se consideran además el mantenimiento basado en el tiempo (TBM) y el mantenimiento basado en condiciones (CBM). Sin embargo, en este trabajo estos dos tipos de mantenimiento se incluyen dentro del mantenimiento preventivo que es una combinación de ambos.

- Mantenimiento de averías: En este tipo de mantenimiento, se espera a que el equipo falle, para intervenirlo. Se utiliza cuando las averías no afectan significativamente la operación de las máquinas, la producción de la planta o cuando no se genera una pérdida adicional a los costos de reparación. Es importante en este mantenimiento, capacitar (Perez, 2007) los operarios para que detecten anomalías cuando se realizan inspecciones diarias.
- Mantenimiento preventivo: Es también llamado TBM, y consiste en inspeccionar, limpiar y reemplazar piezas con una periodicidad establecida con anterioridad, con el fin de evitar averías esporádicas o inesperadas.
- Mantenimiento predictivo: También llamado CBM y consiste en utilizar diagnósticos para evaluar las condiciones reales y el estado en que se encuentran las máquinas y sus partes.

- **Mantenimiento correctivo:** Este tipo de mantenimiento mejora el equipo y sus componentes, ya que se corrigen debilidades de diseño de las máquinas y se hacen los rediseños de las piezas que dificultan el mantenimiento preventivo.

La finalidad de realizar el mantenimiento preventivo y predictivo es eliminar las averías mediante el análisis de los tiempos medios entre fallas (MTBF) y su control sistemático, especificando los intervalos de las tareas y creando calendarios de mantenimiento semanal, mensual, anual, etc. Adicionalmente, esto permite a su vez tener una adecuada relación de Costo – Eficiencia.

2.2.2 Los seis pasos del mantenimiento planeado.

De acuerdo con Tokutaro Suzuki, el tiempo de vida útil que tiene cada uno de los equipos de la planta, se puede predecir haciendo con eficiencia la gestión de mantenimiento. Esto consiste en un proceso general de Mantenimiento Planeado con base en el conocimiento general del estado de los equipos, pasando por la sistematización general del mantenimiento y finalizando en un nivel superior de Mantenimiento Predictivo. La implementación del mantenimiento planeado paso a paso ayuda acumular los resultados a medida que se despliegan las actividades y se refuerzan entre sí. Es por esto por lo que un buen programa de implementación del mantenimiento planeado, como se puede ver en el Figura 2, muestra que no todas las actividades se deben realizar a la vez, porque éstas dependen del nivel en que se encuentran los equipos en cada planta en particular. Una planta con un sistema de mantenimiento débil y averías frecuentes debe poner en práctica todos los pasos, uno a uno, mientras que una planta con un sistema fuerte de mantenimiento debe centrarse en aquellas actividades que lleven a reducir las averías y elevar el rendimiento, eliminando las debilidades de diseño y operación.



Figura 2 Pasos para la implementación del TPM; diseño para la implementación a los pasos 1, 2 y 3 del pilar de mantenimiento autónomo de la metodología TPM en color química s.a. universidad EAFIT. (Perez, 2007).

Paso 1: Evaluar el equipo y su situación actual.

Debido a que en una industria se utilizan varios tipos de equipos, estos deben clasificarse según su importancia y función en el proceso. Para decidir que equipos serán objeto de mantenimiento planificado, es necesario preparar un registro de los equipos y priorizar éstos de acuerdo con criterios preestablecidos. Para ello, son válidos muchos formatos siempre y cuando quede registrada la información importante como: fabricante, modelo, código de planos, proceso al cual pertenece, fecha de arranque, especificaciones, fechas de mantenimiento, historia de averías o averías principales, etc. Luego de tener registro de los equipos hay que evaluarlos y priorizarlos según el mantenimiento que necesiten. Para este fin, los equipos se evalúan en función de la seguridad, calidad, operatividad, mantenibilidad, etc., y luego se clasifican como tipo A, B o C según el requerimiento de cero averías que tengan. La sig. Tabla muestra algunos criterios de evaluación para las características de los equipos, (ver tabla 2).

Tabla 2 Criterios para evaluar características de equipos (Suzuki, 1995).

ATRIBUTO	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	CLASE
Seguridad: Efecto de las averías sobre personas y entorno	Una avería del equipo expone a riesgo de explosión y otros peligros; esta avería causa una polución seria	A
	La avería del equipo puede afectar adversamente el entorno	B
	Otros equipos	C
Calidad: Efecto de averías sobre la calidad del producto	La avería del equipo tiene un gran efecto sobre la calidad (puede contaminar el producto o producir reacciones que den origen a un producto fuera de especificaciones)	A
	Una avería del equipo produce variaciones de calidad que pueden corregirse por el operario de forma rápida	B
	Otros equipos	C
Operaciones: Efecto de averías sobre la producción	Equipos con gran efecto sobre la producción, sin unidades de reserva, cuyas averías causan que los procesos previos y siguientes paren completamente	A
	Una avería del equipo causa sólo una parada parcial	B
	Una avería del equipo tiene poco o ningún efecto sobre la producción	C
Mantenimiento: Tiempo y costo de reparación	La reparación del equipo toma 4 o más horas, o bien se producen tres o más averías por mes.	A
	El equipo puede repararse en menos de 4 horas o falla menos de tres veces por mes	B

Debido a que el mantenimiento planificado es también una actividad de planeación, siempre que se identifique el estado actual, debe identificarse también el estado final o punto de llegada. En este caso, tal punto de llegada se determina con base en indicadores como rango de averías, frecuencias, severidades, MTBF (tiempos medios entre averías), MTRH (tiempos medios de reparación), costos, etc. Antes de comenzar el diseño del programa de mantenimiento, es necesario tener claramente definidas estas metas de mejoras.

Paso 2. Restaurar el deterioro y corregir debilidades Como normalmente el mantenimiento planificado es posterior al mantenimiento autónomo y este mantenimiento exige mayor tiempo, la implementación de un programa de mantenimiento planificado no puede forzarse, sino que debe comenzar apoyando las actividades de mantenimiento autónomo de los operarios. Esto se hace restaurando el deterioro acelerado y corrigiendo debilidades de diseño hasta que el equipo se lleve hasta su condición óptima. Muchos textos incluyen formas de ayudar a los operarios en la restauración del deterioro, pero básicamente están los siguientes modos: Preparar “lecciones de un punto”, enseñando a los operarios la estructura y funcionalidad de los equipos.

- Adiestrar in situ a los operarios sobre inspección, restauración y mejoras.
- Preparar estándares de inspección y ayudar a los operarios a implementarlos. Deben existir estándares diarios y estándares periódicos.

Para este fin, es muy útil además una buena gestión en el pilar 4 de formación y adiestramiento. En cuanto a la corrección de debilidades o mejoras de diseño, es necesario en primer lugar, identificarlas con ayuda de los operarios y registrarlas sistemáticamente en formatos establecidos. Generalmente, estas debilidades son las causas de averías grandes o intermedias que representan mayores pérdidas para las empresas, por lo que deben corregirse cuanto antes.

La predicción de las averías puede facilitarse enormemente mediante algunas actividades como:

- Calibrar cuidadosamente los instrumentos de medida y chequearlos regularmente.
- Estudiar el historial de averías y usar estos resultados para formar a los operarios en la restauración de los procesos hasta su estado ideal.
- Siempre que se presente una avería, registrarlo en un informe detallado que describa su naturaleza, síntomas y acciones tomadas.
- Utilizar técnicas como el AMEF (análisis modal de efectos y fallos) para luego reconstruir el informe de averías según los resultados de estas técnicas.

Paso 3. Crear un sistema de gestión de mantenimiento: El sistema de gestión de información es sumamente importante en el programa de mantenimiento. Sin embargo, definir como debe ser este sistema algunas veces es complejo y depende del número de equipos, procesos, criticidad de equipos, presupuesto de mantenimiento, etc. Para este fin es necesario primero definir cuáles datos son necesarios para ejecutar el sistema de mantenimiento existente, luego determinar el grado de complejidad, diseñar métodos simples de entrada de datos, y, sobre todo, tener claro que un sistema de gestión informatizado no puede funcionar eficazmente si persisten las averías grandes e intermedias. No existe un formato universal para la gestión de averías puesto que esta información depende del tipo de empresa, necesidades y nivel de mantenimiento existente. Sin embargo, en tal sistema no puede faltar la siguiente información: fechas y horarios (turno según el caso), clasificación de averías (grandes, intermedios o pequeños), modelo del equipo, componente que ha fallado, naturaleza de la avería, causa, acción tomada, efecto sobre la producción, tiempos y número de personas requeridas para la reparación. Finalmente, el sentido de esta gestión sólo se adquiere cuando se generan informes periódicos (diarios y/o semanales) que estimulan y hacen posible la discusión de las averías en equipos de trabajo para tomar medidas preventivas respecto a ellos. Además de que permiten determinar la frecuencia de averías, tiempos de paro y otros datos necesarios para el restante proceso de implementación. Cuando se tiene una gestión informatizada del mantenimiento, mediante un software u hoja de cálculo, este sistema permite además de lo anterior, calcular, asignar y totalizar el presupuesto de mantenimiento. La información que se genera a partir de este software es (Alejandro, Basantes, & Oña, 2016):

- Informes de gastos y presupuesto de mantenimiento para el mismo período del año durante los 2 o 3 últimos años.
- Información sobre planes de trabajo, costos, uso de materiales previstos, y stocks de materiales.
- Listas de trabajos que incluyan prioridades, tiempos de parada, costos, etc.

- Datos de vida útil de los equipos que aseguren la gestión adecuada del mantenimiento. El sistema debe arrojar datos de MTBF históricos junto con fechas en las que se prevé que el equipo termine su vida útil.
- Gráficos o cuadros que comparen las pérdidas de paradas previstas con los costos de mantenimiento que ayuden a medir la eficacia del mantenimiento.
- Como se distribuye el presupuesto de mantenimiento en averías, mejoras, mantenimiento planeado y proyectos.

Adicional a la información anterior que se requiere manipular, un buen sistema de información de mantenimiento debe a su vez, ser capaz de generar y controlar los repuestos y materiales mediante listas de stocks, pedidos mensuales, uso esperado, cantidades y razones para almacenar, etc. También debe permitir controlar la información técnica y los planos mediante registros de equipos, planos de detalle, diagramas de flujo, catálogos, etc.

Paso 4: Crear un sistema de Mantenimiento periódico.

Antes de abordar la importante tarea de realizar el cronograma de mantenimiento, es necesario tener información de los elementos de mantenimiento que existen como reserva (repuestos, lubricantes, planos de detalle, etc.). Luego de tener cierta claridad en este sentido, el equipo de mantenimiento debe realizar un diagnóstico de los equipos y componentes que requieren de un mantenimiento periódico. Estos equipos pueden determinarse por su historial de averías, porque son críticos en un proceso, porque requieren inspección periódica debido a la susceptibilidad de fallo o desgaste que tienen, porque la vida útil definida por el fabricante lo amerita o porque es un equipo imposible de intervenir en producción. Los planes de mantenimiento que se programen para estos equipos deben estar determinados para un período mediano de producción (2 a 3 años) incluyendo períodos anuales, mensuales, semanales y diarios. Es importante además incluir en el plan de mantenimiento, el “mantenimiento de oportunidad” que puede realizarse a los equipos cada vez que paren por algún motivo. Un plan de mantenimiento debe diseñarse con base a los siguientes criterios principales:

- Disponibilidad de piezas para reducir el tiempo que toma el trabajo de mantenimiento.
- Minimizar el movimiento de personal durante el mantenimiento, buscando que la gran mayoría de los técnicos tengan una formación múltiple.
- Preparar por anticipado los recursos necesarios para la gestión de mantenimiento (luz, materiales, energía eléctrica, aire comprimido, agua, etc.).

Paso 5: Crear un sistema de Mantenimiento Predictivo.

Debido a que el mantenimiento periódico se basa en el tiempo y asume una tasa hipotética del deterioro, pueden ocurrir fallos inesperados que incrementen los costos de mantenimiento, aun teniendo un programa de mantenimiento periódico. Esto se debe a que los intervalos de servicio óptimos van cambiando con el tiempo por el deterioro real de los equipos. Para poner en práctica el mantenimiento predictivo o basado en condiciones, debe ser posible medir las características que indican el deterioro. Entre estas se encuentran la vibración, temperatura, presión, tasa de flujo, contaminación de lubricantes, reducción del espesor de paredes, crecimiento de defectos metalúrgicos, tasa de corrosión y resistencia eléctrica. La selección de las técnicas o equipos de mantenimiento predictivo dependen del equipo y las condiciones a que está sometido. Los análisis más comunes son el análisis de vibraciones (aplicado sobre todo a maquinaria rotativa), la medición de espesores, la inspección visual, la termografía, entre otros.

Paso 6: Evaluar el sistema de mantenimiento planeado.

Luego de los 5 pasos anteriores, debe evaluarse el sistema de mantenimiento planeado para sistematizar las técnicas de mantenimiento más eficaces que conducen a eliminar los fallos por degradación o pérdida total de las funciones de producción del equipo. Esta evaluación debe conducir a una integración eficaz del trabajo conjunto de los departamentos de mantenimiento y producción. El departamento de mantenimiento es responsable del mantenimiento periódico basándose en un calendario de mantenimiento y del MP que utiliza equipos de diagnóstico y supervisa las condiciones. El departamento de producción es responsable de mantener el equipo en las mejores condiciones mediante chequeos diarios regulares. *Pasos para la implementación del TPM (Perez, 2007).*

OEE

Es un indicador global de la condición de la planta y su productividad. Tiene en cuenta el tiempo de operación, el rendimiento de las máquinas y la calidad del producto para evaluar la eficacia con la que se utiliza la planta y con la que esta agrega valor al producto. El OEE permite medir la productividad de la línea, observar y evaluar los resultados obtenidos de mejoras propuestas. Con este indicador, es posible observar qué tan eficiente es la implementación del TPM, para la disminución de tiempos de averías en un determinado equipo. Este indicador se expresa como el producto de otros indicadores de disponibilidad, desempeño y calidad, (Pasuy, 2017).

Cuando se desea ver el comportamiento de la planta, se utiliza el indicador llamado OEE vale decir, los indicadores de disponibilidad, desempeño y calidad, evaluados en la planta en general y no en cada equipo.

Es importante resaltar que este indicador es un índice de las posibilidades de mejoramiento que hay en las máquinas; es muy estricto, ya que si alguno de los tres indicadores referidos (disponibilidad, desempeño o calidad), es bajo, inmediatamente el resultado, será bajo. Por ejemplo, si se tiene una disponibilidad del 90 %, una calidad del 99.6% y un desempeño del 88.5%, que si se miran independientemente son valores buenos, pero el indicador del OEE, será tal como se muestra en la siguiente figura (ver figura 3).

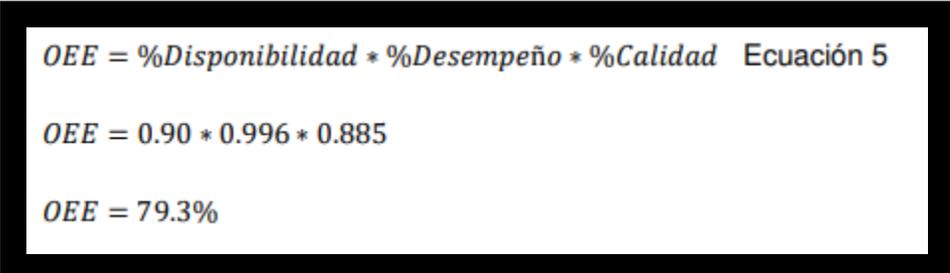

$$\begin{aligned} OEE &= \%Disponibilidad * \%Desempeño * \%Calidad \quad \text{Ecuación 5} \\ OEE &= 0.90 * 0.996 * 0.885 \\ OEE &= 79.3\% \end{aligned}$$

Figura 3 Diseño de una metodología basada en una técnica inteligente para análisis de los tiempos muertos de una línea de producción. Aplicación en una empresa del sector alimenticio de la zona centro de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Pasuy, D. A. G. (2017).

Según los estándares internacionales el OEE debe ser superior al 85%, por lo cual este indicador de OEE estaría por debajo de dichos estándares y significa que hay un 20.7% de posibilidades de mejorar la efectividad de las máquinas o de la planta, trabajando en su disponibilidad y su desempeño. Una explicación de la evaluación de los parámetros de la OEE es presentada en la figura 4.

Según los estándares internacionales el OEE debe ser superior al 85%, por lo cual este indicador de OEE estaría por debajo de dichos estándares y significa que hay un 20.7% de posibilidades de mejorar la efectividad de las máquinas o de la planta, trabajando en su disponibilidad y su desempeño. Una explicación de la evaluación de los parámetros de la OEE es presentada en esta figura (ver figura 4).

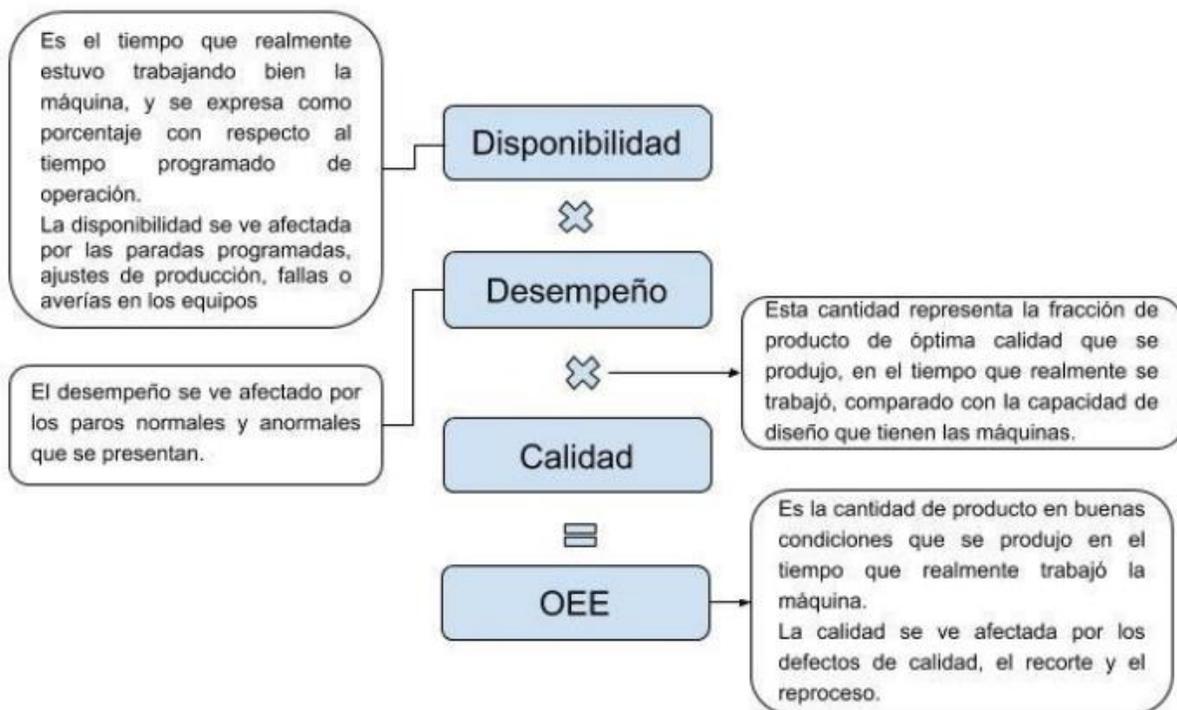


Figura 4. Composición del OEE (1996). (Tomado de THE JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE. TPM New implementation program in fabrication and assembly industries. Portland: Productivity Press, p. 40)

Implantación de un indicador De acuerdo con todo lo expuesto, la mejora de la eficacia con la que trabajan los equipos e instalaciones permite el Incremento de la eficiencia del sistema productivo. Para poder calcular las desviaciones respecto al objetivo es necesario disponer de indicadores que permitan medir dicha eficiencia. El indicador numérico “natural” para el TPM se considera que es el *índice de operatividad efectiva del equipo*, conocido como OEE (*overall equipment efficiency*), que se calcula como el producto de los ratios de *disponibilidad, eficiencia y calidad*. El OEE es un ratio interesante de carácter internacional porque en un único indicador se evalúan todos los parámetros fundamentales de la producción industrial. OEE (eficiencia global de equipos productivos) = $D \cdot E \cdot C$ donde:

D = Coeficiente de disponibilidad o fracción de tiempo que el equipo está operando.
E = Eficiencia o nivel de funcionamiento de acuerdo con los tiempos de paro.
C = Coeficiente de calidad o fracción de la producción obtenida que cumple los estándares de calidad. El coeficiente de eficiencia global se obtiene calculando la fracción de tiempo que el equipo funciona, una vez deducidas las pérdidas derivadas de un funcionamiento incorrecto o incompleto, y las que resultan de fabricar productos defectuosos. Disponer de un OEE de por ejemplo el 60%, significa que de cada 100 piezas buenas que la maquina podría haber fabricado, solo ha producido 60. A partir del 80% se considera aceptable. El valor de la eficiencia global es un porcentaje que se determina con anterioridad a la introducción de mejoras, para conocer el punto de partida del equipo cuya eficiencia quiere incrementarse. Este indicador permite valorar la progresión de la eficiencia a medida que se introducen las distintas mejoras. Podemos ver el desglose de los tiempos durante la jornada laboral y los distintos ratios para cada tiempo (ver figura 5).

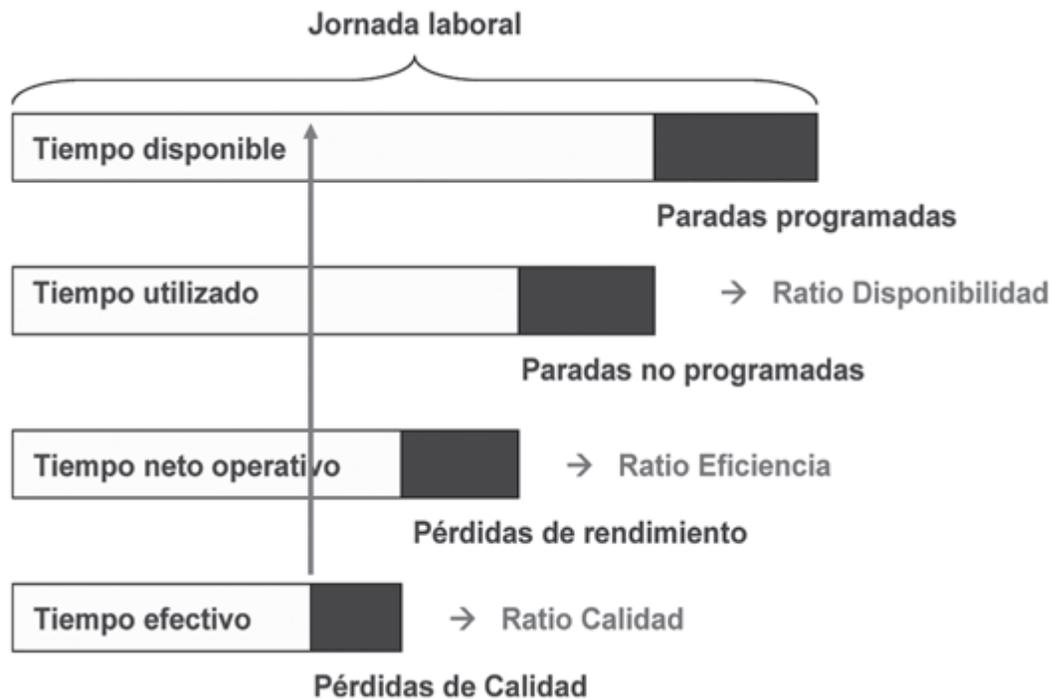


Figura 5 Pilares del TPM. Fuente: Manuel Rajadell. & José Luis Sánchez. LEAN MANUFACTURING La evidencia de una necesidad (2010).

PDCA

Para poder obtener esta nivelación de la OEE se utiliza la herramienta PDCA basada, como es sabido, en cuatro pasos:

- P (*plan*): se planifica la acción a realizar mediante la asignación de un responsable y una fecha prevista de finalización.
- D (*do*): desarrollar las acciones, implantar.
- C (*check*): verificar el resultado para comprobar que realmente es efectiva.
- A (*act*): actuar, asegurar que se mantienen en el tiempo las mejoras realizadas (formación de operarios, estandarización a otras unidades productivas, etc.)

Estabilización de la OEE Una vez implantado el OEE, hay que asegurar la estabilidad del sistema a lo largo del tiempo. De esta manera se aprecia cómo afectan determinadas actuaciones a la línea de producción, ya que si el indicador

está nivelado y se produce un pico hacia arriba o hacia abajo, se puede decir que es debido a esta actuación realizada, y por tanto hay que proceder a su corrección si ha sido perjudicial o dejarla como una mejora conseguida. Para poder obtener esta nivelación de la OEE se utiliza la herramienta PDCA basada, como es sabido, en cuatro pasos: • P (plan): se planifica la acción a realizar mediante la asignación de un responsable y una fecha prevista de finalización. • D (do): desarrollar las acciones, implantar. • C (check): verificar el resultado para comprobar que realmente es efectiva. • A (act): actuar, asegurar que se mantienen en el tiempo las mejoras realizadas (formación de operarios, estandarización a otras unidades productivas, etc.) en la siguiente figura podemos reafirmar lo anterior (ver figura 6)

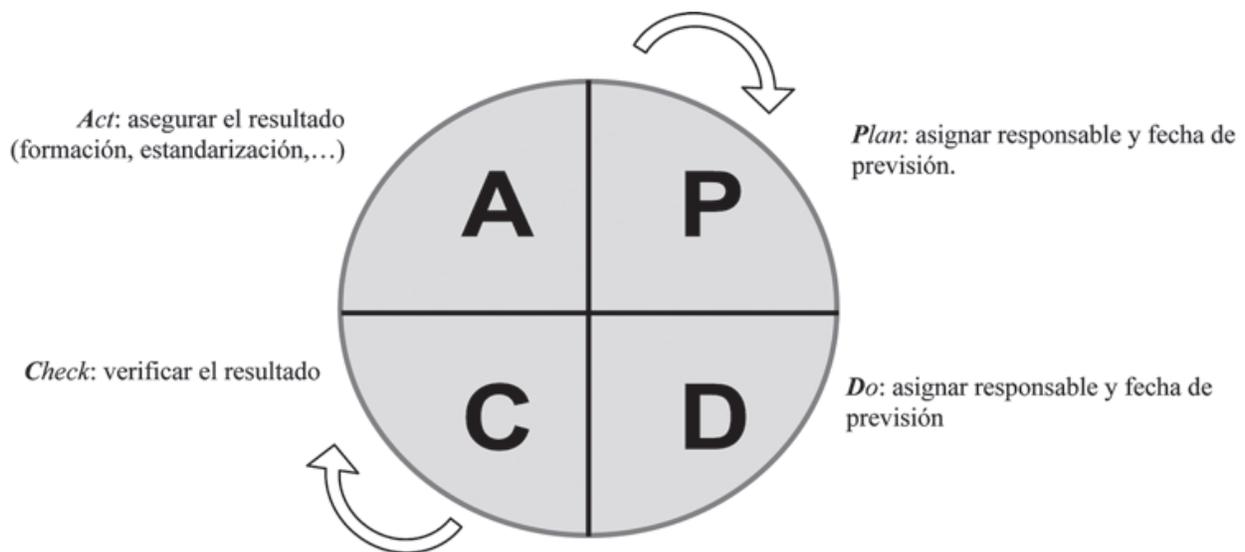


Figura 6 Fuente: PDCA Manuel Rajadell. & José Luis Sánchez, (2010)

Mejorar el nivel de OEE En este punto también se trabaja con la herramienta PDCA, construyendo un plan de acción con puntos para la mejora del nivel de OEE. Un factor muy importante será seguir una disciplina para dirigir el plan de acciones del paso P al A, con el fin de obtener resultados. Habrán de realizarse auditorías de lo que se ha realizado a fin de observar que realmente sean robustas y eficaces.

Mantener el nivel de OEE En el último paso se establece la estandarización de todas las operaciones, de manera que las condiciones de funcionamiento permanezcan constantes a lo largo del tiempo.

El TPM (total productive maintenance), en castellano mantenimiento productivo total, es un conjunto de técnicas orientadas a realizar un mantenimiento preventivo de los equipos, por parte de todos los empleados, para minimizar los tiempos de parada por avería. Una consecuencia importante de la implantación del TPM en la fábrica es que los operarios toman conciencia de la necesidad de responsabilizarse del mantenimiento básico de sus equipos, con el fin de mantenerlos en buen estado de funcionamiento y además realizan un control permanente sobre dichos equipos, para detectar anomalías antes de que causen averías. El TPM incluye como primeras actividades la limpieza, la lubricación adecuada y la inspección visual. Los beneficios que se obtienen incluyen cero averías y un número mínimo de pequeñas paradas debidas a problemas de calidad, retrasos en los cambios de utillajes y faltas de ajustes. Una elevada tasa de operación del equipo se traduce en menores costes. La calidad de la implantación del TPM puede cuantificarse utilizando el índice OEE (operatividad efectiva del equipo).

Juan Carlos Hernández Matías Investigador Doctor. Grupo Ingeniería de Fabricación de la Universidad Politécnica de Madrid & Antonio Vizán Idoipe Catedrático. Grupo Ingeniería de Fabricación de la Universidad Politécnica de Madrid, (2013). Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación

KAIZEN.

Concepto de mejora continua y KAIZEN

El concepto de mejora continua ha sido mencionando a lo largo de las páginas anteriores como clave dentro de los conceptos del Lean Manufacturing. La mejora continua se basa en la lucha persistente contra el desperdicio. El pilar fundamental para ganar esta batalla es el trabajo en equipo bajo lo que se ha venido en denominar espíritu Kaizen, verdadero impulsor del éxito del sistema Lean en Japón. Kaizen significa “cambio para mejorar”; deriva de las palabras KAI-cambio y ZENbueno. Kaizen es el cambio en la actitud de las personas. Es la actitud hacia la mejora, hacia la utilización de las capacidades de todo el personal, la que hace avanzar el sistema hasta llevarlo al éxito. Lógicamente este espíritu lleva aparejada una manera de dirigir las empresas que implica una cultura de cambio constante para evolucionar hacia mejores prácticas, que es a lo que se refiere la denominación de “mejora continua”. La mejora continua y el espíritu Kaizen, son conceptos maduros, aunque no tienen una aplicación real extendida. Su significado puede parecer muy sencillo y, la mayoría de las veces, lógico y de sentido común, pero la realidad muestra que en el entorno empresarial su aplicación es complicada sino hay un cambio de pensamiento y organización radical que permanezca a lo largo del tiempo. Las ventajas de su aplicación son patentes si consideramos que los estudios apuntan a que las empresas que realizan un constante esfuerzo en la puesta en práctica de proyectos de mejora continua se mueven con crecimientos sostenidos superiores al 10% anual.

A continuación, la sig. tabla nos muestra los 10 puntos clave del espíritu Kaizen (ver tabla 3)

Tabla 3. Juan Carlos Hernández Matías Investigador Doctor. Grupo Ingeniería de Fabricación de la Universidad Politécnica de Madrid & Antonio Vizán Idoipe Catedrático. Grupo Ingeniería de Fabricación de la Universidad Politécnica de Madrid, (2013). Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación.

 **TABLA 3**
Excelencia en las operaciones: La mejora continua

Los 10 puntos clave del espíritu Kaizen

1. Abandonar las ideas fijas, rechazar el estado actual de las cosas.
2. En lugar de explicar los que no se puede hacer, reflexionar sobre cómo hacerlo.
3. Realizar inmediatamente las buenas propuestas de mejora.
4. No buscar la perfección, ganar el 60% desde ahora.
5. Corregir un error inmediatamente e in situ.
6. Encontrar las ideas en la dificultad.
7. Buscar la causa real, plantearse los 5 porqués y buscar la solución.
8. Tener en cuenta las ideas de diez personas en lugar de esperar la idea genial de una sola.
9. Probar y después validar.
10. La mejora es infinita.

Fuente LeanSis.

En el mantenimiento preventivo es necesario garantizar que los equipos de fábrica están en perfectas condiciones operativas para lo cual es necesario que los operarios aprenden las pautas diarias de mantenimiento que necesitan los equipos basándose en las técnicas TPM.

Estandarización

La implantación de las técnicas anteriores permite afrontar el despliegue de aquellas acciones Lean más específicas relacionadas con la optimización de los métodos de trabajo y el control de la gestión. Los objetivos de esta etapa son:

- Optimizar métodos de trabajo.

- Diseñar métodos de trabajo capaces de adaptarse a las variaciones de la demanda.
- Adaptar el ritmo de producción a la demanda del cliente.
- Adaptar la mano de obra y capacidad a la demanda requerida.

En esta etapa, los métodos bajo los cuales se han logrado lotes pequeños deben ser estandarizados y diseñados para ajustarse a las variaciones de demanda que genere el cliente. Elementos como el tiempo de ciclo demandado (takt time), shojinka y trabajo estandarizado deben utilizarse en esta etapa; los talleres Kaizen siguen siendo importantes para encontrar formas de mejorar los métodos estándar. En esta fase cobra aún más importancia la educación y entrenamiento de todos los trabajadores involucrados en la implementación y operación de sistema es muy importante. Los trabajadores multifuncionales deben adaptarse al requerimiento de demanda de los clientes.

(Juan Carlos Hernández Matías Antonio Vizán Idoipe (2013)).

Kaizen según su creador Masaki Imai, se plantea como la conjunción de dos palabras, kai, cambio y, zen, para mejorar, luego se puede decir que kaizen significa “cambio para mejorar”, que no es solamente un programa de reducción de costes, si no que implica una cultura de cambio constante para evolucionar hacia mejores prácticas, es lo que se conoce como “mejora continua”. Según Imai “en tu empresa, en tu profesión, en tu vida: lo que no hace falta sobra; lo que no suma resta”. La mejora kaizen tiene algunas características que la diferencian de la innovación. La innovación implica un progreso cuantitativo que genera un salto de nivel, que generalmente se produce por el trabajo de expertos, sin embargo, la mejora kaizen consiste en una acumulación gradual y continua de pequeñas mejoras hechas por todos los empleados (incluyendo a los directivos). El concepto de kaizen debe interpretarse como lo mejor en un sentido tanto espiritual como físico. Comprende tres componentes esenciales: percepción (descubrir los problemas), desarrollo de ideas (hallar soluciones creativas), y finalmente, tomar decisiones, implantarlas y comprobar su efecto, es decir, escoger la mejor propuesta, planificar su realización y llevarla a la práctica (para alcanzar un determinado efecto).

Los métodos de creatividad y su ejercicio apoyan los dos primeros puntos, especialmente el segundo. Cabe decir que estas técnicas que promueven la

creatividad por sí solas no pueden sustituir un estudio apropiado de kaizen, porque “las ideas solo son valiosas si pueden ponerse en práctica”, y las propuestas que no pueden implantarse son como castillos en el aire, que no sirven para nada. La mejora continua es una filosofía que trasciende a todos los aspectos de la vida, no solo al plano empresarial, ya que en general, el ser humano tiene la necesidad de evolucionar hacia el auto perfeccionamiento. El slogan “siempre hay un método mejor” consiste en un progreso paso a paso con pequeñas aportaciones que se van acumulando y que van más allá de lo estrictamente económico. El proceso de la mejora continua propugna que cuando aparece un problema el proceso productivo se detiene para analizar las causas, tomar las medidas correctoras, y su resolución aumenta la eficiencia del sistema productivo. En un proceso de mejora continua se integran dos tipos de avances diferentes: los pequeños avances conseguidos con numerosas pero pequeñas mejoras, y los grandes saltos logrados gracias a las innovaciones tecnológicas o de organización, que generalmente implican inversiones de tipo económico. Evidentemente, ambos tipos de mejora deben complementarse. La mejora de los grandes pasos se denomina kairyo, mientras que la mejora de los pequeños pasos se denomina KAIZEN y en ella están implicados todos los miembros de la empresa. Tal como puede observarse en la figura, llega un momento en que los incrementos derivados de la introducción de mejoras son poco significativos. Por otro lado, en un proceso de mejora continua las personas constituyen el capital más importante, según Taiichi Ohno “los recursos humanos son algo que se encuentran por encima de toda medida. La capacidad de esos recursos puede extenderse ilimitadamente cuando toda persona empieza a pensar”, y es que los operarios están en permanente contacto con el medio de trabajo, son los primeros interesados por la organización del puesto, los mejor colocados para captar los problemas antes que nadie y en muchos casos los más capaces para imaginar las soluciones de mejora.

OPL

Las lecciones de un punto son presentaciones visuales breves sobre un solo punto que tienen tres propósitos:

- Mejoran el conocimiento y las habilidades relacionadas con el trabajo al comunicar información sobre problemas y mejoras específicas.
- Comparten fácilmente información importante justo a tiempo.
- Mejoran el rendimiento del equipo.

La seguridad

Este tipo de lección llena un vacío de seguridad. Garantiza que los miembros del equipo tengan el conocimiento que necesitan para hacer su trabajo de manera segura y sean conscientes de los riesgos potenciales.

Conocimiento básico

Este tipo de lección llena un vacío de conocimiento. Asegura que los miembros del equipo tengan el conocimiento que necesitan para hacer su trabajo o participar en actividades de mejora.

Problema

Este tipo de lección brinda ejemplos reales de averías, defectos y otras anomalías para ilustrar cómo identificar y/o evitar un problema en el lugar de trabajo. Es más efectivo cuando se presenta inmediatamente después de que ocurre el problema.

Mejora

Este tipo de lección resume los conceptos, contenidos y resultados de las mejoras que resultan de las actividades del equipo. Ayuda a los equipos de otras áreas a realizar mejoras similares.

Sugerencias para buenas OPL

- OPL debe ser 80% visual y 20% escrito. Use bocetos e imágenes para mostrar el punto de entrenamiento;
- El escritor es el primer formador, pero luego todos los formados pueden ser formadores. Asegúrese de poner la fecha y poner sus iniciales en la OPL después de realizar la capacitación;
- Recuerde que las OPL deben enviarse para que las revise una persona con conocimientos. Las sugerencias para otros revisores son Seguridad, Calidad e Ingeniería o Mantenimiento;

- El TEMA es una definición muy breve de la OPL, por ejemplo, "Demostrar cómo cambiar el cartucho de tinta". El OBJETIVO explica en detalle por qué se necesita la OPL y cómo implementarla, así como los beneficios de la OPL

Ejemplo: OPL en blanco: incorrecto/correcto: contenido en la caja (ver figura 7).

One Point Lesson						
	Location	Area	Line	OPL #		
	Theme				REV #	
Objective				Date:		
Type	<input type="checkbox"/> Safety	<input type="checkbox"/> Basic Knowledge	<input type="checkbox"/> Improvement Cases	<input type="checkbox"/> Trouble Cases	Prepared by:	Approved by:

Figura 7 ejemplo de formato OPL (2018). Fuente: leanmanufacturing-online.

CAPÍTULO 4: DESARROLLO

11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

Plan de acción:

Para comenzar la implantación en el plan de acción para este proyecto, se elaboró la siguiente lluvia de ideas, para encontrar las posibles soluciones en la problemática del proceso:

- No se tiene un estándar de referencia de los equipos de las operaciones.
- Operadores y supervisores de producción no cuentan con un panorama claro de fallas recurrentes.
- No se tiene identificado los principales puntos de revisión.
- Existen paros recurrentes por falta de inspección de puntos a inicio de turno
- Caída de velocidad, identificados por el sistema interno PEA, monitoreado por el área de ingeniería de procesos.
- Área de mantenimiento planificado no cuentan con las OPL's para las estaciones de ensamble.

Concluyendo así en hacer la elaboración de un listado que tuviera todos aquellos indicadores potencialmente recurrentes, en las fallas de cada una de las operaciones de ensamble de la línea MRK2 y en base a esos puntos poder atacar la contramedida real. Estandarizando todas las operaciones de la línea ensamble de motor y generando en los manuales de mantenimiento las OPLS de las estaciones. Capacitar a las plantillas de los operadores por medio de sus supervisores y líderes de campo dándoles instrucciones precisas en el cómo debía llevarse a cabo la revisión inicial, mediante y al final del turno. Pudiendo determinar que este plan de acción favorezca considerablemente los resultados en la mejora de la OEE, midiéndolo con nuestro sistema interno PEA.

Se realizó un levantamiento en cada estación de la línea de ensamble de motor; en la cual se muestra un lay out de cómo es que se encontraba estructurada la línea MRK2 (ver figura 8).



Figura 8 Lay out de línea MRK2 (2022) Fuente: NISSAN MEXICANA A1

DO, elaboración según nuestro plan de acción.

Siguiendo nuestro PDCA en la parte del desarrollo, se comenzó con la actividad de identificar los puntos más críticos en las operaciones de ensamble que afectaban directamente con la producción al momento del arranque de turno y también durante él, revisando un total de 30 operaciones diferentes para evaluar todos los aspectos que repercutían en la velocidad de producción.

Se procedió a realizar el siguiente diagrama de Pareto (herramienta de priorización), con el fin de que nos ayudara a identificar los principales problemas para trabajar sobre ellos, para reducir la frecuencia con la que estos se presentaban (ver figura 9).

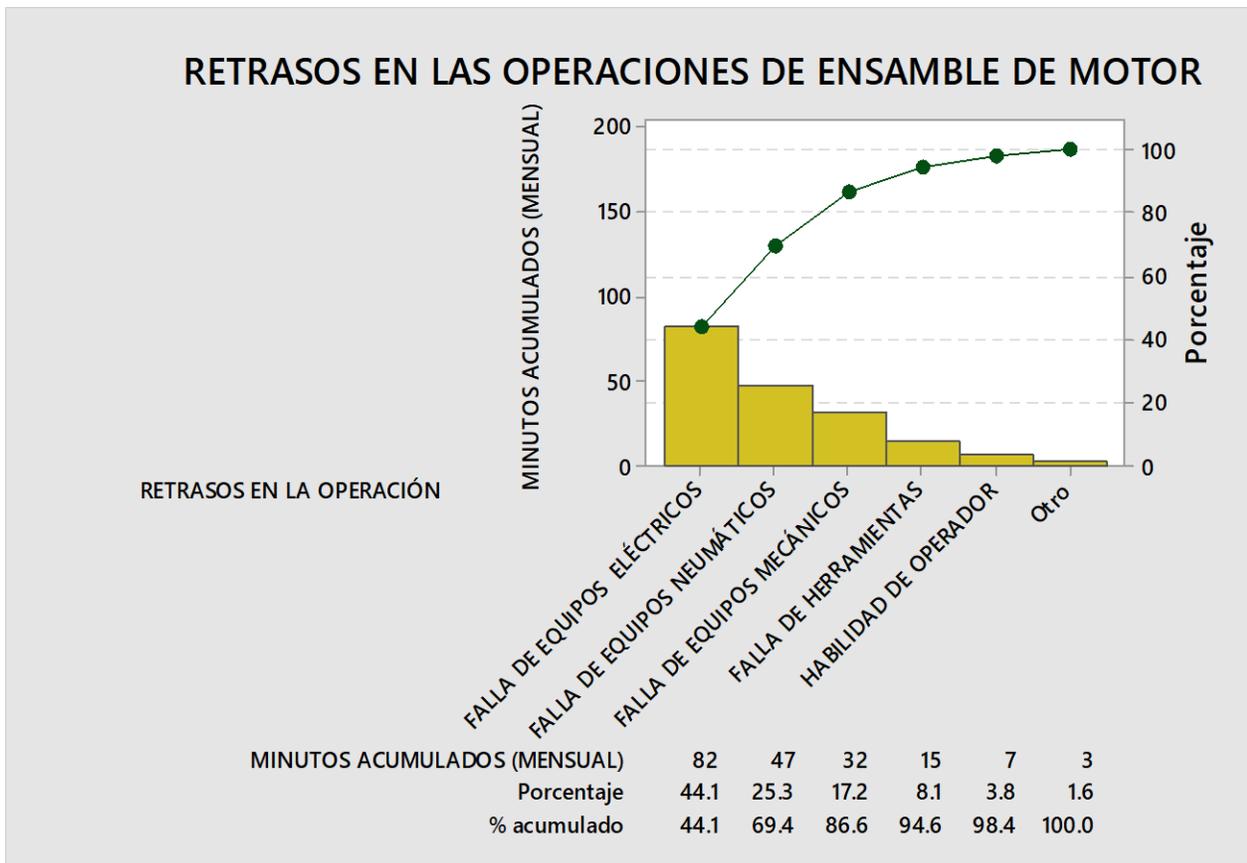


Figura 9. Diagrama de Pareto. Identificación de puntos críticos en el proceso (2022).

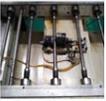
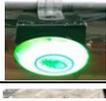
Fuente: MINITAB 17

Del diagrama de Pareto realizado, se obtuvo que las fallas que más efecto tienen en el proceso es la de: falla de equipos eléctricos y neumáticos, seguido por los equipos mecánicos y las de herramientas concentrando así en darle prioridad de resolución a estos problemas

Se procedió entonces a realizar una revisión general de todos los sistemas involucrados mencionados en el anterior diagrama de Pareto en las afectaciones del proceso, identificando punto por punto y desglosando en un check list junto con su imagen, para la correcta y fácil identificación (como se muestra en la tabla 4).

Tabla 4. Check List para revisión y mantenimiento de puntos críticos en las estaciones de trabajo. (2022)

NISSAN MEXICANA S.A. DE C.V. PLANTA COMPONENTES		REGISTRO DE NORMA DE REVISION Y MANTENIMIENTO (HRPM)		MODELO HR & MR	<table border="1"> <tr> <td>NUM. CONTROL HRPM</td> <td>NUM. HOJA</td> </tr> <tr> <td>HRPM-019-2020</td> <td>1/1</td> </tr> </table>		NUM. CONTROL HRPM	NUM. HOJA	HRPM-019-2020	1/1
NUM. CONTROL HRPM	NUM. HOJA									
HRPM-019-2020	1/1									
CHECK LIST DE REVISION DE ESTACION DE TRABAJO:										
ITEM	REVISION	COMENTARIO	NORMA	IMAGEN	CLASIFICACION	STATUS	OBS			
1		PERNOS DE SUJECIONDE ANTIBACK (1)	EXISTENTE,SIN DANO Y TORNILLERIA APRETADA							
2		PERNO DE AMORTIGUADOR	LIBRE DESPLAZAMIENTO							
3		CHAVETAS EN PERNOS (2)	EXISTENTE Y SIN DANO		OEE					
4		AMORTIGUADOR	SIN DANO (QUE AMORTIGUE)		QAR OEE SEG					
5		TORNILLERIA APRETADA (M6,M8,M10)	COMPLETA APRETADA VS MARCA		OEE					

5	TOPES DE PALLET	TORNILLERIA APRETADA (M6,M8,M10)	COMPLETA APRETADA VS MARCA		OEE		
6		FUNCIONAMIENTO DE CILINDRO	SIN DANO Y SIN FLUGA		OEE		
7		CONECTORES NEUMATICOS	APRETADOS,SIN FLUGA Y VS MARCA		OEE		
8		MANQUERA NEUMATICA	SIN DANO Y SIN FLUGA		OEE		
9		SENSOR DE PRESENCIA DE PALLET	APRETADO VS MARCA , SIN DANO CAMBIO DE ESTADO ON/OFF		OEE		
10	ESTACION DE TRABAJO	SOPORTE PARA ID	SIN DANO Y APRETADO VS MARCA		QAR OEE		
11		PLACA DE SUJECION (BASE)	APRETADA VS MARCA		QAR SEG OEE		
12	BOTONERA DE ESTACION	CONDICION DE RODILLOS	GIRO LIBRE Y SIN ATORAMIENTO		SEG OEE		
13		PARO DE EMERGENCIA	SIN DANO QUE ACTIVE PARO DE EMERGENCIA		SEG OEE		
14		SELECTOR (PASO/TRABAJO)	COMPLETOS Y SIN DANO		QAR SEG OEE		
15	LAMPARAS BANNER	BOTONES (FIN DE CICLO)	COMPLETOS Y SIN DANO		QAR OEE		
16		LAMPARAS	LIMPIAS,CONFIRMAR ACTIVACION EN TODOS LOS MODELOS QUE APLIQUE		QAR OEE		
17		CONDICION DE TORNILLERIA	COMPLETA APRETADA VS MARCA		QAR OEE		

19	PEDAL NEUMATICO PARA GIRO DE PALLET	CONECTORES NEUMATICOS	SIN DAÑO		OEE		
19		MANGUERA NEUMATICA	SIN FUGA Y SIN DANO		OEE		
20		CONDICION DE TORNILLERIA	COMPLETA Y CONFIRMAR FIJACION DE PEDAL		OEE		
21		PERNO PARA GIRO DE PALLET	SIN DESGASTE / APRETADO		OEE SEG		
22	PEDAL ELECTRICO PARA LIBERACION DE PALLET	CONECTORES NEUMATICOS	SIN DANO		QAR OEE		
23		MANGUERA NEUMATICA	SIN FUGA Y SIN DANO		QAR OEE		
24		CONDICION DE TORNILLERIA	COMPLETA Y CONFIRMAR FIJACION DE PEDAL		QAR OEE		
25		TROLES	CONFIRMAR LIBRE DESPLAZAMIENTO	SIN ATORAMIENTO		OEE SEG	
26	CONDICION DE TORNILLERIA		COMPLETA Y APRETADA VS MARCA		QAR OEE SEG		
27	COLGADOR DE BALANCIN		SIN DESGASTE Y SIN DANO		QAR OEE SEG		
28	CABLE DE SEGURIDAD		SIN DANO		QAR OEE SEG		
29	BALANCIN	TORNILLERIA DE BALANCIN	COMPLETA APRETADA VS MARCA		QAR OEE SEG		
30		LIBRE DESPLAZAMIENTO	SIN ATORAMIENTO		QAR OEE SEG		
31		CABLE DE ACERO	SIN DESGASTE		QAR OEE SEG		
32		COLGADOR DE HERRAMIENTA SIN DESGASTE	SIN DESGASTE Y SIN DANO		QAR OEE SEG		

<table border="1"> <tr> <td>APROBO Carlos Alberto Chavira Chávez</td> <td>REVISO Luis Eduarco Alcalá Colín</td> <td>ELABORÓ Luis Felipe Guerrero Cervantes</td> </tr> </table>			APROBO Carlos Alberto Chavira Chávez	REVISO Luis Eduarco Alcalá Colín	ELABORÓ Luis Felipe Guerrero Cervantes	FECHA	7-Sep-22	
APROBO Carlos Alberto Chavira Chávez	REVISO Luis Eduarco Alcalá Colín	ELABORÓ Luis Felipe Guerrero Cervantes						
			REALIZA	Luis Felipe Guerrero Cervantes				
			SUPERVISOR	Luis Eduarco Alcalá Colín				

En este check list se puede observar cómo se elaboró y en qué puntos se fueron atrapando y agregando un comentario para cada uno, indicando la norma de revisión, la imagen ilustrativa y la clasificación que se le da de acuerdo con las normativas de cada segmento de operación.

Continuando con esta actividad se elaboró un documento OPL para cada punto de la operación, con el cual, se logró dar instrucciones claras de su revisión, con el objetivo de que cada operador de cada estación tuviera el instructivo de cómo solucionar algún problema que pudiera surgir y darle un mantenimiento preventivo o bien solo hacer una inspección visual para definir si tenía una condición OK (ver en la sig. tabla 5)

Tabla 5. OPLs para revisión y mantenimiento de puntos críticos en las estaciones de trabajo (2022). Fuente: Nissan, elaboración propia.

NISSAN		ONE POINT LESSON (OPL)					
TEMA		PERNOS DE SUJECIONDE ANTIBACK				No. DE CONTROL	FECHA DE ELABORACIÓN
DEPARTAMENTO	LÍNEA / ÁREA	ESTACION DE ENSAMBLE E1 MRK2				OPL-M150-068-2022	10/4/2022
M150	E3 / CYL HEAD	CALIDAD	COSTO	CUMPLIMIENTO	AUTOMANTIO.	SEGURIDAD	OTROS
						C. CHAVIRA	M. ROSALES LUIS FELIPE GUERRERO C
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">EXISTENTE, SIN DANO Y TORNILLERIA APRETADA</div> 							

NISSAN		ONE POINT LESSON (OPL)			No. DE CONTROL		FECHA DE ELABORACIÓN			
TEMA		PERNO DE AMORTIGUADOR			OPL-M150-069-2022		10/4/2022			
DEPARTAMENTO	LÍNEA / ÁREA	ESTACION DE ENSAMBLE E1 MRK2			JEFE	S. GRAL.	ELABORO			
M150	E3 / CYL HEAD	CALIDAD	COSTO	CUMPLIMIENTO	AUTOMANTIO	SEGURIDAD	OTROS	C. CHAVIRA	M.ROSALES	LUIS FELIPE GUERRERO C.
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">LIBRE DESPLAZAMIENTO</div> 										

NISSAN		ONE POINT LESSON (OPL)			No. DE CONTROL		FECHA DE ELABORACIÓN			
TEMA		SELECTOR (PASO/TRABAJO)			OPL-M150-070-2022		10/5/2022			
DEPARTAMENTO	LÍNEA / ÁREA	ESTACION DE ENSAMBLE E1 MRK2			JEFE	S. GRAL.	ELABORO			
M150	E3 / CYL HEAD	CALIDAD	COSTO	CUMPLIMIENTO	AUTOMANTIO	SEGURIDAD	OTROS	C. CHAVIRA	M.ROSALES	LUIS FELIPE GUERRERO C.
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">COMPLETOS Y SIN DAÑO</div> 										

Derivado de cada una de las one point lesson, se fueron dando instrucciones precisas en ese documento, junto con imágenes ilustrativas, instrucciones claras y precisas en el que se atacaba las principales inspecciones que se deben seguir por parte de cada operador de cada estación de ensamble.

Cada una de estas one point lesson fueron debidamente revisadas por los encargados del área para su validez y su reafirmación en el que se debía posteriormente llevar a cabo un plan de capacitación preciso en las diferentes plantillas del personal de producción.

El estándar que se buscó era esencial para poder llevar a cabo los objetivos primordiales y llevar a cabo un correcto mantenimiento autónomo como parte de la herramienta y la metodología TPM, involucrando las diferentes áreas y atacando las diferentes problemáticas sin perder de vista el principal objetivo de asegurar la disponibilidad de equipos y la confiabilidad de las operaciones de ensamble.

Check, verificación objetivo de mejora.

Se comenzó a revisar los diferentes puntos que se habían atrapado en la OPL para la verificación y validación de los resultados y cómo es que estos se comportaban a nivel del proceso en la línea, corroborando la información en la que los operadores mismos decían y afirmaban que son la mayor de las fallas que se daban derivado de los puntos que se mencionaron y atraparon en los check list. Así se justificó la elaboración de las hojas de instrucciones de cada punto, dando por hecho que se planteaba un buen camino hacia el plan de la mejora en los objetivos. Cada una de estas hojas de instrucciones fueron validadas y firmadas por la jefatura y supervisión del departamento de mantenimiento ensamble de motor, haciendo válida la horizontalidad que se estaba dando y teniendo para estos puntos en los que se planteaba, llevarlos a la estandarización del proceso de manufactura automotriz.

Como se puede apreciar en la figura 10 que se muestra a continuación, en donde se corroboraron los puntos con el operador de producción:



Figura 10. Corroboración del proyecto, voz de operadores (2022). Fuente: Nissan, elaboración propia.

En el proceso estadístico y medible se corroboró mediante una simulación (dando como proyección un año fiscal) la implementación de este trabajo en el sistema PEA (Process Engineering Administrator), plasmando las actividades que se hicieron erradicando las fallas de paro corto ocasionadas por esta falta de puntos de revisión en el que repercutían el proceso de ensamble y la velocidad de la línea; mejorando la OEE considerablemente en un 2.01%

En esta siguiente figura 11, se muestra el cumplimiento en la OEE respecto al año fiscal 2021, en donde se dio como resultado un porcentaje del 96%, cabe resaltar que el porcentaje de cumplimiento en este proceso es del 98%. También se apreció que las pérdidas que más generaron afectaciones fueron la falla de equipos, paros cortos y baja velocidad.



MDIPEA - [frmPrincipal]



PEA (Process Engineering Administrator)

OEE & 6 Grandes Pérdidas Diario

Fecha de Impresión:

19/10/2022 0:00



POWERTRAIN LINE E1 MAIN LINE MRK2

FY 2021

PERDIDA	OBJETIVO %	REAL %	EVAL.	% DIF
FALLA DE EQUIPO	1.43%	3.10%	X	1.67%
PARO CORTO	0.32%	0.50%	X	0.18%
BAJA VELOCIDAD	0.01%	0.10%	X	0.09%
C/HERRAMIENTA	0.13%	0.13%	O	0.00%
REP. DE DEFECTOS	0.11%	0.20%	X	0.09%
ARRANQUE	0.00%	0.00%	O	0.00%
FALTA DE MATERIAL	0.00%	0.00%	O	0.00%
OEE	98.00%	96.00%	Δ	-2.00%
TOTAL	100.00%	100.00%	96.00%	OEE C/F. MAT

6 + 1 GRANDES PERDIDAS

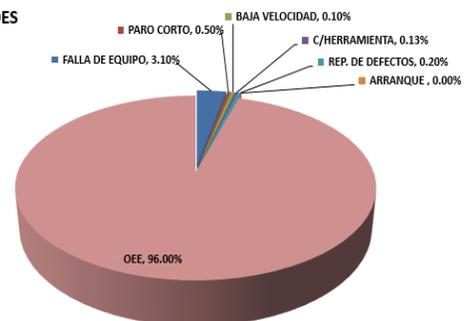


Figura 11. Sistema PEA (Process Engineering Administrator) (2022). Fuente: PEA Nissan FY 2021. OEE REAL= 96.00%.

ACT. - Poner en marcha.

Después de la revisión y la horizontalidad que se daba, tanto como retroalimentaciones y opiniones de viva voz del proceso y de los operadores de ensamble, se dio a la tarea de empezar a correr esta mejora dando así por entendido que se entregaba un buen kaizen de optimización de proceso, en el que se quedaba la tarea de seguir mejorando y optimizando aún más los puntos de revisión conforme sucedan los hechos para esclarecer futuras dudas en alguna nueva estación que se pretenda integrar al proceso.

Cronograma de actividades

Actividades	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
Identificación de los puntos críticos por operación.	X				
Análisis de la situación actual y elaboración de check list para verificación		X			
Definir acciones de mejora		X	X		
Estandarización (elaborar OPL).			X	X	
Implementación y desarrollo de personal team leader y/o supervisores de producción de la línea.				X	
Cascadeo del team líder y/o supervisores, hacia el operador.				X	
Evaluar cumplimiento de las revisiones, mediante sistema PEA.					X
Agregar el punto de revisión en agenda del supervisor. CSPC (cuadro sinóptico de puntos de control).				X	X
Evaluar los objetivos planteados					X
Reuniones de seguimiento con asesores	X	X	X	X	X
Elaboración y entrega de reporte final	X	X	X	X	X

-CAPÍTULO 5: RESULTADOS

12. Resultados

Objetivo Propuesto	Resultado Obtenido
Asegurar la disponibilidad de equipos y la confiabilidad de las operaciones de ensamble.	Elaboración del proyecto, basándose en la idea de la optimización de los equipos y maquinarias de cada una de las estaciones de ensamble de motor por medio de herramientas y metodologías TPM, KAIZEN, OPL, PDCA etc.
Garantizar la realización total del mantenimiento autónomo en el proceso de ensamble.	Mediante herramientas como check list y OPLs se designó y capacitó a cada operador las hojas de instrucciones para poder elaborar el correcto mtto autónomo a inicio, durante y termino del turno productivo.
Incrementar en un 2% la productividad en el proceso de ensamble.	Mediante una simulación en el software, sistema PEA, se agregaron valores en los cuales erradicaba el paro corto y la caída de velocidad que se tenía por la falta de mantenimiento autónomo de las estaciones y maquinaria de cada uno de los operadores de ensamble de motor, concluyendo que, al no tener este indicador de falla, se logró incrementar en un 2.01% la OEE, cumpliendo y superando así el objetivo inicial.

Lograr cero accidentes en el proceso de ensamble.

Se han mantenido al momento, cero accidentes registrables en donde se le pudiese atribuir la falta de mantenimiento autónomo, derivado de la propuesta inicial de este proyecto de residencias.

Mediante herramientas como check list y OPLs se designó y capacitó a cada operador, las hojas de instrucciones para poder elaborar el correcto mto autónomo a inicio, durante y término del turno productivo.

Este check list dio como resultado el identificar todos los componentes que comparten las estaciones y que son las que más se repiten, para poder llevar a cabo un estándar de revisión y verificación en la que se derivó a generar las hojas de instrucciones (OPLs). (ver tabla 6)

Tabla 6. Check List para revisión y mantenimiento de puntos críticos en las estaciones de trabajo. (2022)

PUNTO CRÍTICO		REVISIÓN DE NORMAS DE REVISIÓN Y MANTENIMIENTO (R/R)		HR & MR		FECHA	
ITEM	DESCRIPCIÓN	NORMA	IMAGEN	CONDICIÓN	ESTADO	FECHA	OTRO
ESTACION DE TRABAJO	PERIODO DE SUBSECCION ANTERIOR	EXISTENTE SIN DAÑO Y TORILLERA IMPRESA					
	PERIODO DE ABORTADOR	LIBRE DE DESPLAZAMIENTO					
	CONEXIÓN DE PERIODO	EXISTENTE Y SIN DAÑO		OK			
	ABORTADOR	SIN DAÑO (QUE ABORTAR)		OK			
	TORILLERA IMPRESA (BRUNNEN)	COMPLETA IMPRESA Y SIN DAÑO		OK			
ESTACION DE TRABAJO	TORILLERA IMPRESA (BRUNNEN)	COMPLETA IMPRESA Y SIN DAÑO		OK			
	PLACARDAMIENTO DE COLUMNA	SIN DAÑO Y SIN FALSA		OK			
	CONECTORES NEUMÁTICOS	APERTURAS SIN DAÑO Y SIN FALSA		OK			
	MANEJO DE MANEJO DE PALETS	SIN DAÑO Y SIN FALSA		OK			
	CONEXIÓN DE PERIODO	EXISTENTE Y SIN DAÑO		OK			
ESTACION DE TRABAJO	CONEXIÓN DE PERIODO	SIN DAÑO Y SIN FALSA		OK			
	PERIODO DE EMERGENCIA	SIN DAÑO QUE ACTIVA PERIODO DE EMERGENCIA		OK			
	SELECCIÓN (MANEJO DE PALETS)	COMPLETO Y SIN DAÑO		OK			
	BOTONES DE PERIODO	COMPLETO Y SIN DAÑO		OK			
	LAMPARAS	SIN DAÑO Y SIN FALSA		OK			
ESTACION DE TRABAJO	CONEXIÓN DE PERIODO	SIN DAÑO Y SIN FALSA		OK			
	CONEXIÓN DE PERIODO	SIN DAÑO Y SIN FALSA		OK			
	CONEXIÓN DE PERIODO	SIN DAÑO Y SIN FALSA		OK			
	CONEXIÓN DE PERIODO	SIN DAÑO Y SIN FALSA		OK			
	CONEXIÓN DE PERIODO	SIN DAÑO Y SIN FALSA		OK			

En la figura n. 12 a continuación, se puede apreciar la capacitación a los supervisores y líderes de producción, en el que se daban instrucciones precisas de cómo es que debían llevarse a cabo cada una de las revisiones de OPLs y que ellos deberían administrar correctamente su tiempo y su recurso dando la encomienda de las revisiones del mantenimiento autónomo, atacando así un pilar importante del TPM, que no se tenía, ni que tampoco se tenía la estandarización, con el fin de mejorar y optimizar el proceso:



Figura 12. Capacitación a producción; supervisor, líder y operador (2022). Fuente: Nissan elaboración propia.

Derivado de estas capacitaciones se pudo precisar punto por punto cada inspección a revisarse por cada OPL; en esos puntos se confirmaron el correcto mantenimiento autónomo que debía seguirse respecto a cada operación con sus máquinas y herramientas disponibles.

Se procedió a estandarizar en cada operación de ensamble dichas hojas de instrucciones logrando así el estándar esperado.

Así mismo como resultado obtenido por la estandarización y revisión de puntos de control, se logró tener un excelente nivel de 5's en el área del operador; tal como se muestra en la siguiente imagen (ver figura 13).



Figura 13. Estación de ensamble metales de bancada (2022). Fuente: Nissan, correcto nivel de 5's.

En la siguiente imagen n. 14, se consiguió el resultado esperado, graficado en la simulación del sistema PEA.

Al mejorar los indicadores de perdidas (falla de equipos, paro corto y baja velocidad), se logró incrementar en un 2.01% la OEE, cumpliendo y superando así el objetivo inicial.

Como se puede observar en nuestra grafica de pastel, se cumplió y se superó el resultado planteado a inicio de proyecto, ya que nuestra OEE era de 96% y ahora con la proyección que se realizó para el nuevo año fiscal se logró un 98.01%, gracias a que se pudo mejorar los indicadores tales como: las pérdidas de fallas de equipos, paros cortos y baja velocidad. Con ello se mejoró el nivel de eficiencia de los equipos disponibles de cada operación volviendo el proceso más ágil y eficiente.

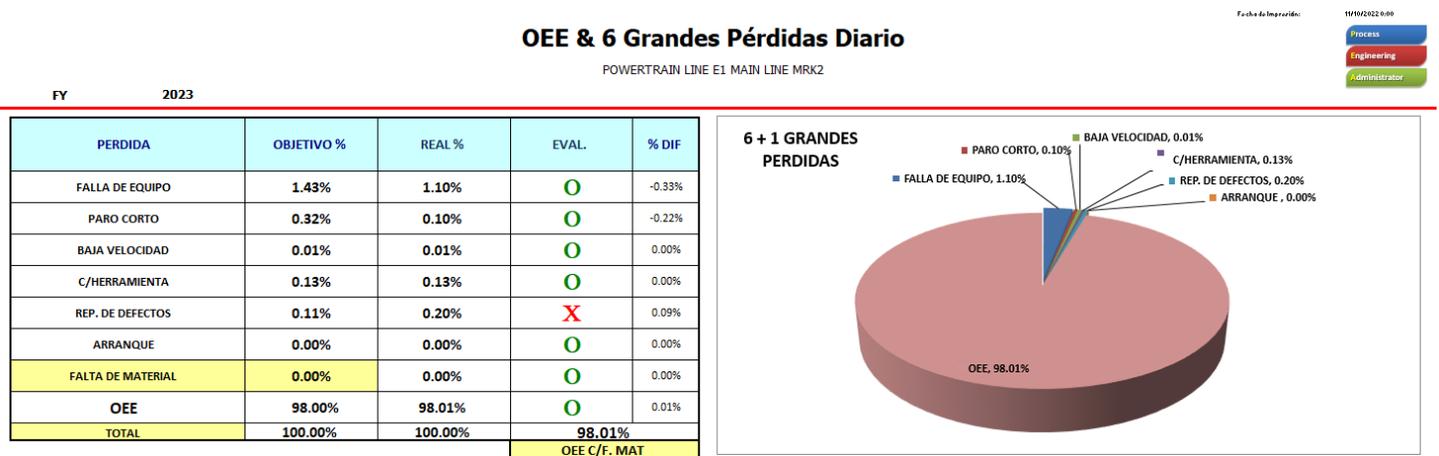


Figura 14. Sistema PEA (Process Engineering Administrator) (2022) Fuente: PEA Nissan proyección FY 2023 OEE real= 98.01%

Como resultado en seguridad del operador, se actualizó el formato de cruz de seguridad, en donde se puede ver reflejado el índice de cero incidentes registrables.

Aquí se apreció el índice de 0 accidentes laborales y refleja que, con la implementación de la mejora de revisión de equipos, no se ocasionaron ningún accidente con algún operador (ver figura 15).



Figura 15. Cruz de seguridad (2022). Fuente: Nissan, elaboración propia.

Para complementar el rubro de seguridad se elaboró una dinámica a inicio de turno para que el operador pueda manipular su área, sus máquinas y herramientas para el ensamble del motor con toda seguridad de una manera ergonómica.

En la siguiente tabla se refleja la dinámica implementada que también ya se lleva acabo, para mejorar la habilidad de revisión de los equipos.

Con esta dinámica en la tabla, se buscó el cuidar de las manos de los operadores de la línea de ensamble, con el fin de mitigar cualquier lesión que pudiera ocasionarse por la

interacción que se tuvo para las inspección y maniobra en los equipos derivadas de las hojas de inspección y verificación.
(ver en la tabla 8).

Tabla 8. Dinámica ergonómica para las manos (2022). Fuente: Nissan, elaboración propia.

CALENTAMIENTO DE MANOS

DESCRIPCION	ILUSTRACION	REPETICIONES	DESCRIPCION	ILUSTRACION	REPETICIONES
1.- MANO IZQUIERDA SOBRE DERECHA Y HACER MOVIMIENTOS LATERALES		8 VECES	8.- ENTRELAZAR DEDOS Y HACER EXTENSIONES Y FLEXIONES		8 VECES
2.- TENSAR TODO EL BRAZO Y PUÑOS 3 SEGUNDOS DE TENSION POR 3 DE DESCANSO		8 VECES	9.- DOBLAR CODOS Y GIRAR ANTEBRAZO HACIA ARRIBA Y HACIA ABAJO		8 VECES
3.- UNIR Y SEPARAR DEDOS		8 VECES	10.- RELAJACION		8 VECES
4.- DEDO CON DEDO AL PULGAR		8 VECES	11.- FLEXOEXTENSIONES DE MUÑECA		8 VECES
5.- ABRIR Y CERRAR MANOS		8 VECES	12.- HACER CIRCULOS CON LAS MANOS		8 VECES
6.- RELAJAR		8 VECES	13.- JUNTAR DEDO CON DEDO Y TRATAR DE TOCAR LAS PALMAS DE LAS MANOS .		8 VECES
7.- ABRIR DEDOS Y HACER CIRCUNDUCCIONES		8 VECES			

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

Para este proyecto de residencias, la implementación de herramientas esenciales como el PDCA y KAIZEN derivó en una buena combinación, dando en los resultados para el cumplimiento de todos los objetivos planteados al inicio de este trabajo, conjuntándose a partir de cero, el desarrollo mismo y el resultado, así como el de seguir mejorando continuamente hasta la optimización completa del proceso para futuros nuevos equipos en línea.

En la idea de implementar y mantener una metodología tan primordial y de gran importancia hoy en día en la industria automotriz como lo es el TPM, resulta interesante ver que tanto pudo atribuir en la falta de estandarización de un proceso productivo como lo es el manufacturero. Mas esencialmente enfocado al mantenimiento autónomo. Partiendo de una idea que nació derivado de unas problemáticas presentadas resulta claro el poder identificar que las herramientas esenciales para llevar a cabo una mejora son fundamentales y estrictamente llevadas a cabo en una buena implementación para el resultado y la conclusión de un gran KAIZEN, que a su vez, se transformó en un inicio y encaminado hacía que todo esto pudiera dar resultados contundentes, el de poder optimizar y mejorar en algo que en una iniciación no estaba fundamentado y que procede, a dar entendimientos de que se consiguieron grandes cosas partiendo de la teoría hacia la práctica encaminado a dar mejores propuestas para seguir continuamente mejorando.

En el ámbito de la teoría se pudieron observar diferentes espacios en el que se pudo esclarecer lo más esencial posible para el proyecto mismo, en el que se le dieron más relevancia en algunas cosas que continuamente se vieron que aportaban mejor que otras, algunas de ellas resultaban interesantes de distinguir mismas que son otros puntos propios de la metodología TPM tales como mantenimiento autónomo, el enfoque en las mejoras y la gestión de seguridad y entorno.

Hablando de la metodología TPM, ayudó a diferenciar los diferentes puntos que se pudieron atrapar, tal es el caso de la calidad del producto y la seguridad del operador

qué si bien esta última resulta la más importante de todas ayudando así a la integridad de cada uno de los operadores del proceso para que continuarán con sus labores cotidianas, estas mismas fueron beneficiadas derivado de llevar un buen correcto mantenimiento de todas las partes, toda la maquinaria e instrumentará que se utiliza en su entorno de operación dando la calidad de origen y la seguridad del personal.

Para el caso de los resultados medibles como la utilización de softwares internos que miden mediante gráficos y ponderaciones el correcto cálculo de la OEE, medida que es de gran relevancia y constantemente monitoreada por las gerencias y jefaturas de la empresa, se dieron los mejores resultados esperados y el poder dar a entender que este trabajo fue una de las mejores aportaciones que se pudo tener para mejorar el proceso, satisface así, la idea primordial y el objetivo general que se planteó para concluir de gran manera que el proyecto fue un éxito y una mejora bien enfocada dándole pauta hacia poder implementar y llevarlo al siguiente nivel de estandarización y monitoreo como KPI de proceso.

CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS

13. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.

1. Apliqué los principales pilares que conforman la metodología TPM, con una visión estratégica.
2. Elaboré un plan de acción PCDA implementado desde cero hasta su ejecución y mejora, como soporte de elaboración.
3. Gestioné eficientemente los recursos proporcionados por la empresa, con el fin de elaborar el proyecto KAIZEN de buena calidad y entrega.
4. Apliqué métodos cuantitativos y cualitativos en el análisis e interpretación de datos, para la mejora continua, atendiendo estándares de calidad. Tal es el caso de la elaboración de OPLs y check list para su fácil interpretación de cada hoja de instrucción.
5. Me dirigí hacia diferentes grupos de trabajo y programas de capacitación para la mejora continua y correcto funcionamiento del proyecto.
6. Interpreté la información proporcionada a inicio de la problemática para después transformarla en objetivos de corto y mediano plazo, alcanzables y medibles que tuvieran una solución eficiente y probable con métodos y herramientas de lean manufacturing.
7. Utilicé las nuevas tecnologías de información y comunicación de la empresa y externas, para optimizar los procesos y lograr una correcta interpretación de resultados dados de cada una de ellas.

6. Aprendí la comunicación que se puede llegar a tener de las diferentes áreas para el correcto manejo de información y ejecución de cada uno de los pasos implementados en el proyecto.

7. Apliqué métodos de investigación para desarrollar e innovar los procesos en la línea de producción.

8. Apliqué la correcta comunicación para la correcta comprensión del plan, desarrollo y resultados, para dar el conocimiento del proyecto hacia las diferentes áreas de servicio y de producción, así como las jefaturas, la supervisión en los departamentos y el personal que labora en cada una de las operaciones de la línea de ensamble de motor.

CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

14. Fuentes de información

1. *Perez, C. M. R. (2007). DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACION DEL PASO 2 DEL PILAR DE MANTENIMIENTO PLANEADO, PARA DARLE DESARROLLO A LOS PASOS 1, 2 Y 3 DEL PILAR DE MANTENIMIENTO AUTONOMO DE LA METODOLOGIA TPM EN COLORQUIMICA S.A. Universidad EAFIT.*
2. *Pasuy, D. A. G. (2017). Diseño de una metodología basada en una técnica inteligente para análisis de los tiempos muertos de una línea de producción. Aplicación en una empresa del sector alimenticio de la zona centro de Colombia. Universidad Nacional de Colombia.*
3. *Alejandro, H., Basantes, I., & Oña, I. C. (2016). IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN FUNCION DE LA CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS DEL PROCESO PRODUCTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LA EMPRESA UESFALIA ALIMENTOS S.A. Universidad Privada del Norte*
4. *Moubray, J. (2004). Mantenimiento basado en confiabilidad.*
5. *Hernández, P. L., Oca, J. M. De, Fernández, S. J., & Enero, R. (2008). Optimización del mantenimiento preventivo, utilizando las técnicas de diagnóstico integral. Resultados finales y evaluación económica. Energética, XXIX (2), 2–7*
6. *Carrasco, F. J. C. (2016). Características de los sistemas TPM y RCM en la ingeniería del mantenimiento. 3C Tecnología: glosas de innovación aplicadas a la pyme, 5(3), 68-75.*

Referencias de Libros

1. *Rajadell Manuel & Sánchez José Luis, (2010). LEAN MANUFACTURING La evidencia de una necesidad*
2. *Juan Carlos Hernández Matías Investigador Doctor. Grupo Ingeniería de Fabricación de la Universidad Politécnica de Madrid Antonio Vizán Idoipe Catedrático. Grupo Ingeniería de Fabricación de la Universidad Politécnica de Madrid (Madrid, 2013) Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*
3. *Manual de lean manufacturing guía básica (2007). Alberto Villaseñor Contreras & Édber Galindo México: Limusa.*

Referencias de internet:

1. *LEAN MANUFACTURING ONLINE (2018) ¿Qué son las lecciones de un punto?*
https://leanmanufacturing-online.translate.google.com/what-are-one-point-lessons/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es-419&_x_tr_pto=sc

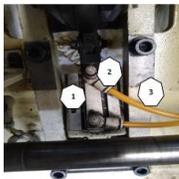
CAPÍTULO 9: ANEXOS

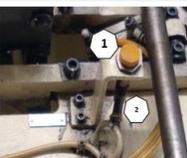
15. Anexos

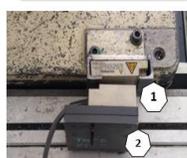
NISSAN											
ONE POINT LESSON (OPL)											
PERNOS DE SUJECION DE ANTIBACK											
TEMA		ESTACION DE ENSAMBLE E1 HNEZ						N. DE CONTROL		FECHA DE ELABORACION	
DEPARTAMENTO	LINEA / AREA	CALIDAD	COSTO	CUMPLIMIENTO	AUTOMANTO	SEGURIDAD	OTROS	JEFE	S. GRAL.	ELABORO	
M158	E1 / CYL HEAD							C. CHAYRA	M. ROSALES	UIS FELIPE GUERRERO	
<p>EXISTENTE, SIN DAÑO Y TORNILLERIA APRETADA</p>  <p>1.-PERNO DE SUJECION DE ANTIBACK</p>											

NISSAN											
ONE POINT LESSON (OPL)											
PERNO DE AMORTIGUADOR											
TEMA		ESTACION DE ENSAMBLE E1 HNEZ						N. DE CONTROL		FECHA DE ELABORACION	
DEPARTAMENTO	LINEA / AREA	CALIDAD	COSTO	CUMPLIMIENTO	AUTOMANTO	SEGURIDAD	OTROS	JEFE	S. GRAL.	ELABORO	
M158	E1 / CYL HEAD							C. CHAYRA	M. ROSALES	UIS FELIPE GUERRERO	
<p>LIBRE DESPLAZAMIENTO</p>  <p>1.-PERNO DE AMORTIGUADOR</p>											

NISSAN											
ONE POINT LESSON (OPL)											
SELECTOR (PASO/TRABAJO)											
TEMA		ESTACION DE ENSAMBLE E1 HNEZ						N. DE CONTROL		FECHA DE ELABORACION	
DEPARTAMENTO	LINEA / AREA	CALIDAD	COSTO	CUMPLIMIENTO	AUTOMANTO	SEGURIDAD	OTROS	JEFE	S. GRAL.	ELABORO	
M158	E1 / CYL HEAD							C. CHAYRA	M. ROSALES	UIS FELIPE GUERRERO	
<p>CONFIRMACION DE BOTONERAS</p>  <p>1.-BUZZER 2.-SELECTOR (PASO /TRABAJO) 3.-BOTON PULSADOR COMPLETAS Y SIN DAÑO</p>											

NISSAN											
ONE POINT LESSON (OPL)											
FUNCIONAMIENTO DE CILINDRO											
TEMA		ESTACION DE ENSAMBLE E1 HNEZ						N. DE CONTROL		FECHA DE ELABORACION	
DEPARTAMENTO	LINEA / AREA	CALIDAD	COSTO	CUMPLIMIENTO	AUTOMANTO	SEGURIDAD	OTROS	JEFE	S. GRAL.	ELABORO	
M158	E1 / TOP LINE							C. CHAYRA	M. ROSALES	UIS FELIPE GUERRERO	
<p>SIN DAÑO Y SIN FUGA</p>  <p>1.-CILINDRO SIN FUGA 2.-CONECTOR SIN FUGA 3.- MANGUERA SIN FUGA</p>											

NISSAN											
ONE POINT LESSON (OPL)											
SENSOR DE PRESENCIA DE PALLET											
TEMA		ESTACION DE ENSAMBLE E1 HNEZ						N. DE CONTROL		FECHA DE ELABORACION	
DEPARTAMENTO	LINEA / AREA	CALIDAD	COSTO	CUMPLIMIENTO	AUTOMANTO	SEGURIDAD	OTROS	JEFE	S. GRAL.	ELABORO	
M158	E1 / TOP LINE							C. CHAYRA	M. ROSALES	UIS FELIPE GUERRERO	
<p>APRETADO VS MARCA , SIN DAÑO, CAMBIO DE ESTADO ON/OFF</p>  <p>1.-SENSOR LIMPIO Y SIN DAÑO SUPERFICIAL APRETADO VS LA MARCA 2.-CONECTOR LIMPIO Y SIN DAÑO SUPERFICIAL</p>											

NISSAN											
ONE POINT LESSON (OPL)											
SOPORTE PARA ID											
TEMA		ESTACION DE ENSAMBLE E1 HNEZ						N. DE CONTROL		FECHA DE ELABORACION	
DEPARTAMENTO	LINEA / AREA	CALIDAD	COSTO	CUMPLIMIENTO	AUTOMANTO	SEGURIDAD	OTROS	JEFE	S. GRAL.	ELABORO	
M158	E1 / TOP LINE							C. CHAYRA	M. ROSALES	UIS FELIPE GUERRERO	
<p>SIN DAÑO, LIMPIO Y APRETADO VS MARCA</p>  <p>1.-ID SIN DAÑO Y LIMPIO 2.-SOPORTE DE ID APRETADO VS MARCA</p>											

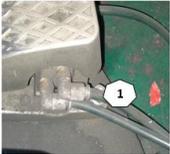
NISSAN											
ONE POINT LESSON (OPL)											
CONDICION DE RODILLOS											
TEMA		ESTACION DE ENSAMBLE E1 HNEZ						N. DE CONTROL		FECHA DE ELABORACION	
DEPARTAMENTO	LINEA / AREA	CALIDAD	COSTO	CUMPLIMIENTO	AUTOMANTO	SEGURIDAD	OTROS	JEFE	S. GRAL.	ELABORO	
M158	E1 / TOP LINE							C. CHAYRA	M. ROSALES	UIS FELIPE GUERRERO	
<p>GIRO LIBRE Y SIN ATORAMIENTO</p>  <p>1.-REVISION FISICA DE RODILLOS DEL TRANSPORTADOR QUE NO PRESENTE ALGUNA FALLA O ATORAMIENTO</p>											

NISSAN											
ONE POINT LESSON (OPL)											
PARO DE EMERGENCIA											
TEMA		ESTACION DE ENSAMBLE E1 HNEZ						N. DE CONTROL		FECHA DE ELABORACION	
DEPARTAMENTO	LINEA / AREA	CALIDAD	COSTO	CUMPLIMIENTO	AUTOMANTO	SEGURIDAD	OTROS	JEFE	S. GRAL.	ELABORO	
M158	E1 / TOP LINE							C. CHAYRA	M. ROSALES	UIS FELIPE GUERRERO	
<p>SIN DAÑO QUE ACTIVE PARO DE EMERGENCIA</p>  <p>1.-REVISION SIN ALGUN DAÑO Y FUNCIONANDO, ACTIVACION DE PARO</p>											

NISSAN									
ONE POINT LESSON (OPL)									
TEMA		PICK TO LIGHT (LÁMPARA-SENSOR)				Nº. DE CONTROL		FECHA DE ELABORACIÓN	
						OPL-MSR-044-1922		07/10/2022	
DEPARTAMENTO	LÍNEA / ÁREA	ESTACION DE ENSAMBLE E1 M02				JEFE	S. GRAL.	ELABORO	
MSR	E1 / TOP LINE	CALIDAD... COSTO... CUMPLIMIENTO... AUTOMATIZADO... SEGURIDAD... OTROS				C. CHAYBA	M. ROSALES	MIS FELIPE GUERRERO C	
<p>LIMPIAS, CONFIRMAR ACTIVACIÓN EN TODOS LOS MODELOS QUE APLIQUE</p>  <p>1-LÁMPARA-SENSOR, LIMPIA, SIN DAÑO Y FUNCIONANDO.</p>									

NISSAN									
ONE POINT LESSON (OPL)									
TEMA		PEDAL NEUMÁTICO				Nº. DE CONTROL		FECHA DE ELABORACIÓN	
						OPL-MSR-045-1922		07/10/2022	
DEPARTAMENTO	LÍNEA / ÁREA	ESTACION DE ENSAMBLE E1 M02				JEFE	S. GRAL.	ELABORO	
MSR	E1 / TOP LINE	CALIDAD... COSTO... CUMPLIMIENTO... AUTOMATIZADO... SEGURIDAD... OTROS				C. CHAYBA	M. ROSALES	MIS FELIPE GUERRERO C	
<p>SIN DAÑO Y SIN FUGAS</p>  <p>1-PEDAL NEUMÁTICO SIN DAÑO (SIN FRACTURAS) 2-CONECTORES DE PEDAL SIN FUGA, SIN DAÑO</p>									

NISSAN									
ONE POINT LESSON (OPL)									
TEMA		CONECTORES NEUMÁTICOS				Nº. DE CONTROL		FECHA DE ELABORACIÓN	
						OPL-MSR-046-1922		08/10/2022	
DEPARTAMENTO	LÍNEA / ÁREA	ESTACION DE ENSAMBLE E1 M02				JEFE	S. GRAL.	ELABORO	
MSR	E1 / TOP LINE	CALIDAD... COSTO... CUMPLIMIENTO... AUTOMATIZADO... SEGURIDAD... OTROS				C. CHAYBA	M. ROSALES	MIS FELIPE GUERRERO C	
<p>SIN DAÑO</p>  <p>1-CONECTORES DE PEDAL SIN FUGA, SIN DAÑO, LIMPIOS</p>									

NISSAN									
ONE POINT LESSON (OPL)									
TEMA		MANGUERA NEUMÁTICA				Nº. DE CONTROL		FECHA DE ELABORACIÓN	
						OPL-MSR-047-1922		08/10/2022	
DEPARTAMENTO	LÍNEA / ÁREA	ESTACION DE ENSAMBLE E1 M02				JEFE	S. GRAL.	ELABORO	
MSR	E1 / TOP LINE	CALIDAD... COSTO... CUMPLIMIENTO... AUTOMATIZADO... SEGURIDAD... OTROS				C. CHAYBA	M. ROSALES	MIS FELIPE GUERRERO C	
<p>SIN DAÑO Y SIN FUGAS</p>  <p>1-MANGUERA SIN DAÑO, SIN FUGAS</p>									







RESUMEN DE NORMAS Y DE C/O PLANTA COMPARTIMENTOS		REGISTRO DE NORMA DE REVISION Y MANTENIMIENTO (RPM)		MODELO		HR & MR		Actualización: 111	
CHECK LIST DE REVISION DE ESTACION DE TRABAJO:									
ITEM	REVISOR	COMENTARIO	NORMAL	IMAGEN	CLASIFICACION	STATUS	CR1		
TORRES DE PALLET		PERNOS DE BUEJECION DE ANTI-BACK (1)	EXISTENTE SIN DAÑO Y TORNERIA APRETADA						
		PERNO DE AMORTIGUADOR	LIBRE DESPLAZAMIENTO						
		CHAVETAS EN PERNOS (2)	EXISTENTE Y SIN DAÑO		CEE				
		AMORTIGUADOR	SIN DAÑO (QUE AMORTIGUE)		CEE OAR SEG				
		TORNILLERIA APRETADA (M8,M6,M10)	COMPLETA APRETADA VS MARCA		CEE				
		TORNILLERIA APRETADA (M8,M6,M10)	COMPLETA APRETADA VS MARCA		CEE				
		FUNCIONAMIENTO DE CILINDRO	SIN DAÑO Y SIN FUGA		CEE				
		CONECTORES NEUMATICOS	APRETADOS SIN FUGA Y VS MARCA		CEE				
		MANGUERA NEUMATICA	SIN DAÑO Y SIN FUGA		CEE				
		SENSOR DE PRESENCIA DE PALLET	APRETADO VS MARCA, SIN DAÑO CAMBIO DE ESTADO ON/OFF		CEE				
PEDAL NEUMATICO PARA GIRO DE PALLET		CONECTORES NEUMATICOS	SIN DAÑO		CEE				
		MANGUERA NEUMATICA	SIN FUGA Y SIN DAÑO		CEE				
		CONDICION DE TORNERIA	COMPLETA Y CONFIRMAR FUNCION DE PEDAL		CEE				
		PERNO PARA GIRO DE PALLET	SIN DESGASTE / APRETADO		CEE SEG				
TROLES		CONECTORES NEUMATICOS	SIN DAÑO		CEE OAR				
		CONFIRMAR LIBRE DESPLAZAMIENTO	SIN ATORAMIENTO		CEE SEG				
		CONDICION DE TORNERIA	COMPLETA Y APRETADA VS MARCA		CEE OAR SEG				
		COLGADOR DE BALANCON	SIN DESGASTE Y SIN DAÑO		CEE OAR SEG				
ELEMENTOS SUSPENDIDOS		CABLE DE SEGURIDAD	SIN DAÑO		CEE OAR SEG				
	BALANCON	TORNILLERIA DE BALANCON	COMPLETA APRETADA VS MARCA		CEE OAR SEG				
		LIBRE DESPLAZAMIENTO	SIN ATORAMIENTO		CEE OAR SEG				
		CABLE DE ACERO	SIN DESGASTE		CEE OAR SEG				
	COLGADOR DE HERRAMIENTA SIN DESGASTE	SIN DESGASTE Y SIN DAÑO		CEE OAR SEG					

APROBADO	REVISOR	ELABORADO	FECHA	REVISOR	FECHA
Carlos Alberto Gonzalez Chavez	Luis Eduardo BARRA OCHOA	Luis Felipe GARCIA Gonzalez		Luis Felipe GARCIA Gonzalez	
			VALIDACION	Luis Eduardo BARRA OCHOA	



Process Engineering Administrator

A

MDIPEA - [frmPrincipal]



PEA (Process Engineering Administrator)

OEE & 6 Grandes Pérdidas Diario

Fecha de Impresión:

19/02/2022 0:00



POWERTRAIN LINE E1 MAIN LINE MRK2

FY 2021

PERDIDA	OBJETIVO %	REAL %	EVAL.	% DIF
FALLA DE EQUIPO	1.43%	3.10%	X	1.67%
PARO CORTO	0.32%	0.50%	X	0.18%
BAJA VELOCIDAD	0.01%	0.10%	X	0.09%
C/HERRAMIENTA	0.13%	0.13%	O	0.00%
REP. DE DEFECTOS	0.11%	0.20%	X	0.09%
ARRANQUE	0.00%	0.00%	O	0.00%
FALTA DE MATERIAL	0.00%	0.00%	O	0.00%
OEE	98.00%	96.00%	Δ	-2.00%
TOTAL	100.00%	100.00%	97.00%	OEE C/F. MAT

6 + 1 GRANDES PERDIDAS



OEE & 6 Grandes Pérdidas Diario

Fecha de Impresión:

19/02/2022 0:00

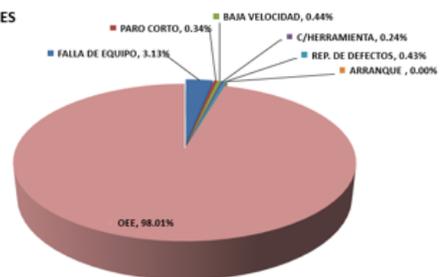


POWERTRAIN LINE E1 MAIN LINE MRK2

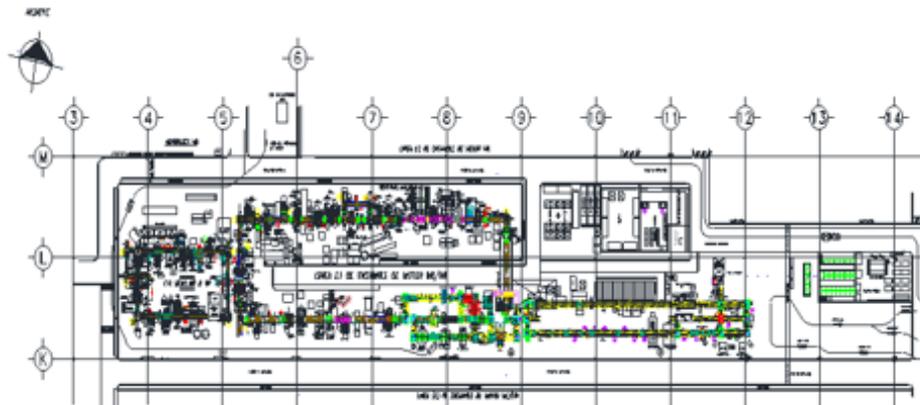
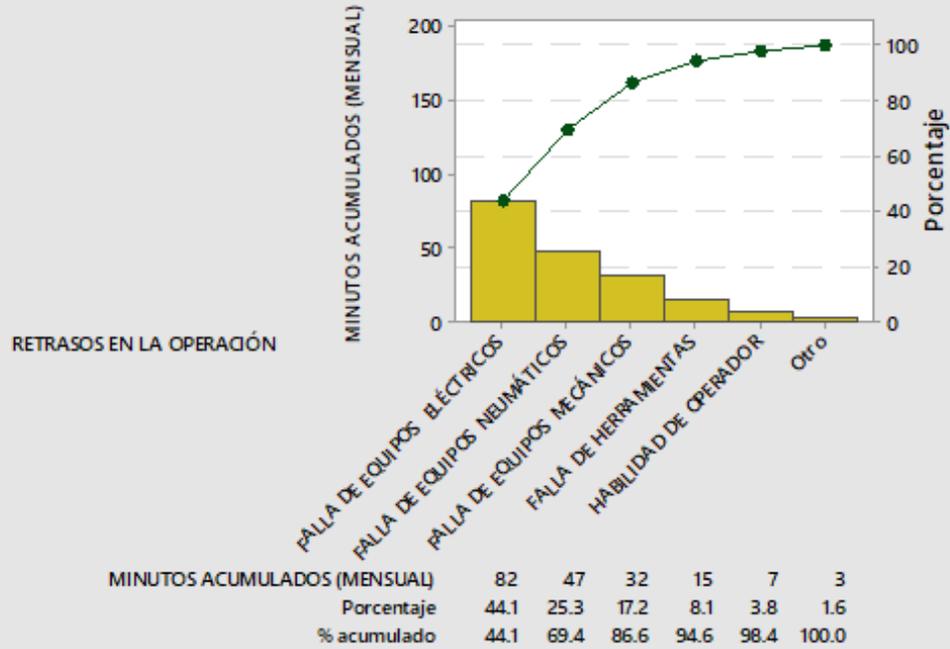
FY 2023

PERDIDA	OBJETIVO %	REAL %	EVAL.	% DIF
FALLA DE EQUIPO	1.43%	1.44%	Δ	0.01%
PARO CORTO	0.32%	0.33%	Δ	0.01%
BAJA VELOCIDAD	0.01%	0.01%	O	0.00%
C/HERRAMIENTA	0.13%	0.13%	O	0.00%
REP. DE DEFECTOS	0.11%	0.12%	Δ	0.01%
ARRANQUE	0.00%	0.00%	O	0.00%
FALTA DE MATERIAL	0.00%	0.00%	O	0.00%
OEE	98.00%	98.01%	O	0.01%
TOTAL	100.00%	100.00%	98.01%	OEE C/F. MAT

6 + 1 GRANDES PERDIDAS



RETRASOS EN LAS OPERACIONES DE ENSAMBLE DE MOTOR





Aguascalientes, Ags., 09 de Diciembre del 2022

Dr. José Ernesto Olvera González
Director del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga

Att: Dra. Julissa Elayne Cosme Castorena
Jefa del departamento de Gestión Tecnológica y Vinculación

PRESENTE

A través del presente se hace constar que el **C. LUIS FELIPE GUERRERO CERVANTES** de la carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**, con número de matrícula **A181050706** cumplió satisfactoriamente su periodo de residencias / prácticas profesionales dentro de nuestras instalaciones de Nissan Mexicana S.A. de C.V. representada legalmente por el **ING. LORENZO PEDROZA SAAVEDRA** durante el periodo comprendido de **AGOSTO 22 – DICIEMBRE 22**, cubriendo el total de 500 horas, con el proyecto **"Aseguramiento de la disponibilidad de los equipos en el proceso de ensamble"**.

Sin más por el momento, expido la presente para los fines académicos y de titulación necesarios, quedando de usted para cualquier aclaración al respecto.

ATENTAMENTE

NISSAN
 **SCHOOL**

LIC. DIANA ELIZABETH FLORES ALMAGUER
SR. SPECIALIST APW-TRAINING