



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA DE LA
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TEMA:

**ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LAS
PISTOLAS DE ELECTROPUNTO EN EL ÁREA DE SUELDA Y SU
INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA
ENSAMBLADORA DE VEHÍCULOS.**

Proyecto previo la obtención del título de Ingeniero Industrial

AUTOR:

Christian Marcelo Montalvo Padilla

TUTOR:

MDEI. Gustavo Almeida

QUITO – ECUADOR

2018

APROBACIÓN POR EL TUTOR

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Director del Proyecto “ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LAS PISTOLAS DE ELECTROPUNTO EN EL ÁREA DE SUELDA Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA ENSAMBLADORA DE VEHÍCULOS.” presentado por el señor Christian Marcelo Montalvo Padilla para optar por el título de Ingeniero Industrial, CERTIFICO, que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

Quito 30 de marzo de 2018

MDEI. Gustavo Almeida

DIRECTOR

C.I.: 1711245132

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Montalvo Padilla Christian Marcelo, declaro ser autor del Proyecto de Tesis, titulado “ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LAS PISTOLAS DE ELECTROPUNTO EN EL ÁREA DE SUELDA Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA ENSAMBLADORA DE VEHICULOS”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial, autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 30 días del mes de marzo del 2018, firmo conforme:

Autor:

Montalvo Padilla Christian Marcelo

Firma

C.C.: 1712487055

Dirección: Solanda

Correo Electrónico: christianmontalvop@hotmail.com

Teléfono: 0983028521

AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

El abajo firmante, declara que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente proyecto, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Christian Marcelo Montalvo Padilla

C.I.: 1712487055

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal Examinador aprueban el Informe de tesis, sobre el Tema: “ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LAS PISTOLAS DE ELECTROPUNTO EN EL ÁREA DE SUELDA Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA ENSAMBLADORA DE VEHÍCULOS” del estudiante Montalvo Padilla Christian Marcelo, de la carrera de **Ingeniería Industrial** de la “**Universidad Tecnológica Indoamérica**”

Quito,2018

Para constancia firman:

TRIBUNAL DE GRADO

.....
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....
VOCAL 1

.....
VOCAL 2

AGRADECIMIENTO

Agradezco ante todo a Dios, por darme la oportunidad de vivir mis sueños, a mi amada esposa por su apoyo incondicional en esta trayectoria que es mi carrera, a mis padres, hermanos y familiares que fueron parte de este camino recorrido, al Ing. Gustavo Almeida en quien pude encontrar el apoyo estructural y científico y a todas las personas que hicieron posible este hermoso sueño de darme la oportunidad e incrementar mi conocimiento, para forjarme principalmente como un mejor ser humano, padre e hijo para afrontar el futuro.

Christian

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo primero a mis padres, ya que fueron ellos los que me dieron la vida, a mi esposa Paulina, mis hijos Matías, Sebastián y Camila, la razón de vivir, para mis familiares, amigos y todas las personas, que hicieron posible que llegue a culminar este anhelo en mi vida convirtiéndome en un buen ser humano y profesional.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

	Pág.
PRELIMINARES	
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiv
EXECUTIVE SUMMARY.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....	4
Tema.....	4
Planteamiento del problema.....	5
Contextualización macro.....	5
Contextualización meso.....	6
Contextualización micro.....	8
Árbol de problemas.....	10
Análisis crítico.....	11
Prognosis.....	12
Formulación del problema.....	12
Delimitación de la Investigación.....	12
Justificación.....	13
Objetivos.....	15
General.....	15
Específicos.....	15

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	16
Antecedentes de la Investigación.....	16
Fundamentaciones.....	19
Categorización de Variables.....	23
Constelación de Ideas de la Variable Independiente.....	24
Constelación de Ideas de la Variable Dependiente.....	25
Marco Teórico.....	26
Hipótesis.....	68
Señalamiento de variables.....	68
Definición de términos técnicos.....	69
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	71
Enfoque de la modalidad.....	71
Modalidad Básica de Investigación.....	71
Niveles o tipos de Investigación.....	72
Población y muestra.....	73
Operacionalización de las Variables.....	74
Variable Independiente.....	74
Variable Dependiente.....	75
Plan para la recolección de la información.....	76
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	79
Interpretación de datos.....	79
Verificación de la hipótesis.....	93
Planteamiento de la hipótesis.....	93
Cálculo del estadístico Chi-Cuadrado.....	96
Conclusiones y Recomendaciones.....	98
CAPÍTULO V: LA PROPUESTA	100
Título.....	100
Datos informativos.....	100

Objetivos.....	102
Justificación.....	102
Factibilidad.....	103
Metodología.....	105
Desarrollo de la propuesta.....	106
Conclusiones y recomendaciones de la propuesta.....	127
BIBLIOGRAFÍA.....	128
ANEXOS.....	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1. Marcas automotrices líderes.....	5
Figura N°2. Cargas de trabajo.....	8
Figura N°3. Árbol de problemas.....	10
Figura N°4. Categorización de Variables.....	23
Figura N°5. Constelación de ideas de la Variable Independiente.....	24
Figura N°6. Constelación de ideas de la Variable Dependiente.....	25
Figura N°7. Posición del Mantenimiento década 1930.....	27
Figura N°8. Posición del Mantenimiento década 1930 y 1940.....	27
Figura N°9. División organizacional del Mantenimiento.....	28
Figura N°10. Posición del PCM.....	28
Figura N°11. Pilares del TPM.....	31
Figura N°12. Criticidad en el software MAXIMO 7.....	52
Figura N°13. Criticidad de equipos.....	53
Figura N°14. Soldadura por puntos.....	58
Figura N°15. Fase de soldadura por puntos.....	62
Figura N°16. Fase de soldadura por puntos.....	64
Figura N°17. Puntos de suelda no vistos.....	66
Figura N°18. Tipos de puntos de soldadura.....	66
Figura N°19. Ingreso de datos al MAXIMO 7.....	77
Figura N°20. Obtención de datos desde el MAXIMO 7.....	77
Figura N°21. Cargas de trabajo Mantenimiento 2017.....	78
Figura N°22. Distribución de cargas de trabajo.....	78
Figura N°23. Paras de línea Agosto.....	81
Figura N°24. Carga de trabajo Mantenimiento 2017.....	81
Figura N°25. Desempeño Mantenimiento preventivo (KPI2).....	82
Figura N°26. Paras de línea Septiembre.....	84
Figura N°27. Desempeño Mantenimiento preventivo (KPI2).....	85
Figura N°28. Desempeño Mantenimiento preventivo (KPI2).....	87
Figura N°29. TOP 5 de falla de equipos.....	87
Figura N°30. Desempeño Mantenimiento preventivo.....	88

Figura N°31. Desempeño Mantenimiento preventivo.....	90
Figura N°32. TOP 5 de fallas de equipos	90
Figura N°33. Desempeño Mantenimiento preventivo.....	91
Figura N°34. Gráfica de los valores obtenidos.....	97
Figura N°35. Ubicación de la empresa.....	101
Figura N°36. Hoja de tarea de mantenimiento.....	113
Figura N°37. Hoja STS (Trabajo estandarizado no cíclico).....	114
Figura N°38. Hoja TIS (Toma 2).....	115
Figura N°39. Hoja TIS (Verificar y cambiar partes con desgaste).....	116
Figura N°40. Hoja TIS (Lijar contactos del cable de poder).....	117
Figura N°41. Hoja TIS (Ajustar pernos y tuercas).....	118
Figura N°42. Hoja TIS (Mantenimiento sueldas de punto).....	119
Figura N°43. Pareto de paras.....	121
Figura N°44. Plan de tareas.....	123
Figura N°45. Tareas a ser intervenidas por el equipo de OMA.....	124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Etapas de implementación del TPM.....	35
Tabla N°2. Equipos críticos del área.....	48
Tabla N°3. Operacionalización de la Variable Independiente.....	74
Tabla N°4. Operacionalización de la Variable Dependiente.....	75
Tabla N°5. Directrices Plan de Recolección de Información.....	76
Tabla N°6. Producción Agosto Mantenimiento Área de Suelta.....	80
Tabla N°7. Producción Septiembre Mantenimiento Área de Suelta.....	83
Tabla N°8. Producción Octubre Mantenimiento Área de Suelta.....	86
Tabla N°9. Producción Noviembre Mantenimiento Área de Suelta.....	89
Tabla N°10. Flexibilidad del Equipo de Mantenimiento.....	92
Tabla N°11. Producción y tiempos en minutos del área de suelta.....	93
Tabla N°12. Tabla de Contingencia.....	94
Tabla N°13. Cálculo de la frecuencia esperada.....	94
Tabla N°14. Cálculo del Estadístico Chi-Cuadrado.....	96
Tabla N°15. Cálculo manual del Estadístico Chi-Cuadrado.....	97
Tabla N°16. Valores críticos Chi-Cuadrado.....	97
Tabla N°17. Cronograma de actividades para implementar OMA.....	105
Tabla N°18. Plan de Mantenimiento.....	109
Tabla N°19. TOP MTBF.....	120
Tabla N°20. TOP MTTR.....	120
Tabla N°21. Minuta de reunión y decisiones.....	122
Tabla N°22. Costo provocado por paras de línea antes de la propuesta.....	124
Tabla N°23. Costo por implementación del equipo OMA.....	125

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA “INDOAMÉRICA”
FACULTAD INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TEMA:

“ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LAS PISTOLAS DE ELECTROPUNTO EN EL ÁREA DE SUELDA Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA ENSAMBLADORA DE VEHÍCULOS”.

AUTOR:

Montalvo Padilla Christian
M.

TUTOR:

Ing. Gustavo Almeida M.Sc.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio se basa, en el análisis de la gestión de Mantenimiento Preventivo, en la cual está inmerso, el cumplimiento de órdenes de trabajo a tiempo, factor determinante para la correcta operación de los múltiples equipos de soldadura que se encuentran en el área. Varias métricas son las que se maneja para cumplir con la producción de los diferentes productos y poder mantener el control, estrategia y planificación, el producto final debe satisfacer los estándares Nacionales e Internacionales, esto implica mantener un nivel de alta calidad en el producto final. El mantener los equipos de soldadura de punto en perfecto funcionamiento en el área de soldadura de carrocerías, demanda una gran inversión monetaria.

DESCRIPTORES: |Carga de horas de trabajo | Mantenimiento Preventivo | Órdenes de trabajo |Plan de mantenimiento | Operario de mantenimiento avanzado| Indicador clave de Mantenimiento |Adiestramiento al personal.

**TECHNICAL UNIVERSITY “INDOAMÉRICA”
INDUSTRIAL ENGINEERING**

TOPIC:

"ANALYSIS OF WORK LOADS OF PREVENTIVE MAINTENANCE PERSONNEL, FOCUSED ON THE EFFICIENCY OF THE KEY PREVENTIVE MAINTENANCE PERFORMANCE INDICATOR (KPI-2), ON OBBO COMPANY SALARY AREA EQUIPMENT".

AUTHOR:

Montalvo Padilla Christian
M.

TUTOR:

Ing. Gustavo Almeida M.Sc.

EXECUTIVE SUMMARY

The present study is based on the analysis of the management of Preventive Maintenance, in which is immersed the fulfillment of work orders on time which is a determining factor for the correct operation of the multiple welding equipment that are in the area. Several metrics are managed to comply with the production of the required products and, to maintain control, strategy and planning. The final product must meet the National and International standards, this implies maintaining a high-quality level in the final product. Maintaining spot welding equipment in perfect operative conditions in the area requires a large monetary investment.

KEYWORDS: | Loading working hours | Preventive Maintenance | Work orders | Maintenance plan | Advanced maintenance operator | Key indicator of Maintenance | Training of personnel.

INTRODUCCIÓN

El análisis del presente estudio se enfoca en la implementación de los nuevos procesos con el control de calidad manteniendo los estándares nacionales e internacionales.

Analizar las distintas estrategias de mantenimiento aplicables. El principal interés es dar una guía a los responsables y líderes de mantenimiento para acertar en la implantación de la estrategia adecuada y así conseguir un diseño óptimo de su plan de mantenimiento.

La correcta aplicación de la estrategia de mantenimiento industrial ha reportado enormes ahorros a aquellas empresas que han seguido los lineamientos de los diferentes tipos de mantenimientos, tales como:

Mantenimiento Regresivo

Mantenimiento Reactivo

Mantenimiento Preventivo

Mantenimiento Predictivo

Mantenimiento Proactivo

El plan de capacitación continua a los trabajadores para el área de Suelda para el manejo de equipos de soldadura y el mejoramiento de los puestos de trabajo. Así como la versatilidad del cambio de puestos de trabajo por los diferentes trabajadores donde se evalúan, repotenciar las destrezas y capacidades de los trabajadores, líderes de grupo, líderes de áreas, y con el programa justo a tiempo. Hace que sea un análisis muy complejo donde cada cambio, modificación, simple y profunda está ligado a la productividad evaluada por la cantidad de unidades diarias y mensuales de automóviles de altos índices de confiabilidad para cada cliente, que se encuentra manejando un auto de la marca.

La incidencia en la productividad del área de suelda, implica los costos de los estudios preliminares, costos de programación, costos de nuevos Equipos, modificación de equipos existentes, costos de Implementación y Seguimiento en el área de la suelda. Se acogerá a un presupuesto predeterminado, con un pequeño margen de tolerancia para no incrementar los costos de la producción de producto final como es un Automóvil y su competencia con los costos de las diferentes marcas de Automóviles, en el Mercado Nacional e internacional.

Capítulo I, se expone **EL PROBLEMA**, línea de investigación, planteamiento del problema, contextualización (macro, meso y micro), árbol de problemas, análisis crítico, pronosis, formulación del problema, delimitación del objeto.

Delimitación del objeto de investigación (Línea de investigación), el campo, el área, aspecto, espacial y temporal, la justificación (técnica, económica) y el planteamiento de los objetivos general y específico.

Capítulo II, mediante el **MARCO TEÓRICO** se enfocan los antecedentes de la investigación relacionada con el problema, por medio de fundamentos legales y técnicos, constelación de ideas de las variables dependiente e independiente, se establece la hipótesis del trabajo de investigación.

Capítulo III, **METODOLOGÍA** se explica el enfoque de la investigación, las modalidades, nivel o tipo de investigación. Siendo la modalidad de investigación directa de campo y la agrupación de datos después de las investigaciones pertinentes, lo importante es el segregar la información que agregue valor a nuestra investigación en el área de soldadura de carrocerías y sus respectivas estaciones de trabajo, el instrumento de recolección de datos para un análisis y la estandarización de los diferentes puestos de Trabajo.

Capítulo IV, se describe el **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**, en la situación actual este nos deriva a realizar un análisis minucioso, en los diferentes aspectos y etapas, (investigativo, estadístico) el determinar la opción más viable a la problemática y desarrollar procesos que incrementen la productividad económica de empresa.

Capítulo V, se plantea **LA PROPUESTA** contempla implementar un plan de trabajo de mantenimiento para establecer los procesos en el área de soldadura, deben satisfacer la necesidad de cumplir los objetivos generales, específicos que se planteará en la propuesta.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Tema: “Análisis de la gestión de mantenimiento para las pistolas de electro punto en el área de suelda y su incidencia en la producción de la empresa ensambladora de vehículos”.

El equipo de mantenimiento del área de soldadura ha presentado problemas en su estructura organizacional, procesos internos, no hay políticas departamentales definidas y los procesos existentes no se encuentran modificados en sus MTS (Hojas de tareas de mantenimiento), TIS(Hojas de instrucciones de tareas), POS(Práctica de operación segura), falta de capacitación del personal, falta de capital para los repuestos, trámites burocráticos para adquirir repuestos, personal insuficiente, insuficientes registros de mantenimiento de equipos (órdenes de trabajo), falta de control de inventario de herramientas, falta de un taller de mantenimiento adecuado, todos los factores mencionados inciden en la producción.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

CONTEXTUALIZACIÓN

Macro

El desarrollo de la industria automotriz, las empresas referentes dentro del manejo de automóviles según los entendidos en materia automotriz son: SUDAMERICANA DE MOTORES MOTSUR Cía. Ltda. (Uruguay), OXITANE GLOBAL Cía. Ltda.(Brasil), Negocios Automotrices NEOHYUNDAI S. A.(Korea), MOTOINDUSTRIA S. A., DUKARE Cía. Ltda.(China), PRIMA ELECTRONICORP S. A.(Korea), FACTORYTECH S. A. IMP.&EXP. INDUSTRIAL AUTOMOTRIZ S. A. IMPEASA y en puesto catorce está, OMNIBUS BB TRANSPORTES S. A.

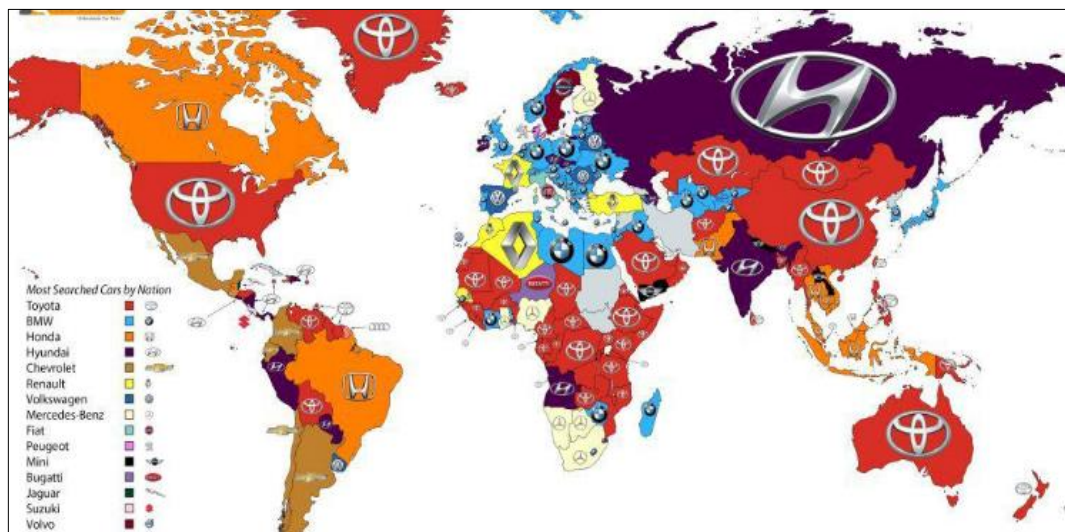


Figura N°1: Marcas automotrices líderes
Fuente: Producción de vehículos de motor
Elaborado por: Observación directa

Por lo mencionado anteriormente es primordial que la competencia por manufacturar los vehículos es una tarea muy competitiva y resolver los

inconvenientes referentes al ensamblaje de vehículos, para aquello es importante considerar las características técnicas como es: peso, vida útil, consumo de combustibles, comodidades, colores disponibles, stock de repuestos, concesionarios eficientes, el costo y facilidades de pago son algunos de los factores que influyen al momento que el cliente opta por un determinado vehículo.

Cabe mencionar que uno de los factores y si no el más importante son los sistemas de sueldas que se están utilizando lo que es determinante por parte de los diseñadores para brindar las garantías de seguridad a los dueños de los vehículos.

Las ensambladoras automotrices de Brasil y Argentina, por la demanda de producción que tienen, en la mayoría de las líneas de producción son robotizadas y las otras son manuales las mismas garantizan un alto estándar de seguridad, calidad y producción requerida diaria y mensualmente por la corporación, para lo cual existe un equipo altamente capacitado todo esto es con la finalidad de mantener altos estándares de calidad que les permitan mantener un nivel competitivo en el mercado.

Meso.

Para permanecer liderando el mercado automotriz, al basarse en la estadística, se dice que en el país, se comercializaron 52 marcas de vehículos durante el año 2017, de este número, 21 corresponden a marcas de países asiáticos tales como Japón, China, Tailandia, Corea del Sur y la India según (la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador AEADE). En lo que se refiere con las marcas que presentan la mayor demanda podemos mencionar a Chevrolet que es líder con el 44% del mercado, luego está KIA con el 10% y HYUNDAI que tiene el 8,46% del mercado, ocupa el tercer lugar. La marca Chevrolet se ha mantenido como la marca líder en el mercado, desde el año 2007, por lo que es la competencia para mantener este liderazgo en el mercado.

La competencia de las ensambladoras de vehículos a nivel nacional conlleva a la implementación de nuevos programas para la mejora de la planificación de órdenes de trabajos de mantenimiento dentro de sus diferentes áreas de producción, todo esto es para mejorar la eficiencia y disminuir el costo que representa en las líneas productivas, el tener desperdicio en el proceso mediante las partes no programadas.

Tomando en cuenta que el proceso se lo realice de la mejor manera para lo cual el personal que participa en el proceso debe tener un alto nivel de adiestramiento, recertificado en lo tecnológico, no se debe escatimar en la innovación de conocimientos para la mano de obra, tanto en software como en hardware. Según el Ministerio de Industrias y Productividad (2014):

“La iniciativa de sustitución programática de importaciones, impulsada por el MIPRO, representa una oportunidad para incrementar e innovar la producción nacional con calidad; La política del Gobierno y del Ministerio con el economista Ramiro González además de fortalecer la economía ecuatoriana genera un impacto social positivo”

El MIPRO (ministerio de industria y productividad), es la puerta de entrada para innovar los diferentes procesos productivos, mejorar los estándares de calidad que demandan los clientes en los diversos tipos de productos que adquieren.

Micro

Actualmente el área de soldadura de carrocerías se maneja con un volumen de producción diario de 140 unidades en 8 horas laborables, 5 días a la semana, solamente con un turno de producción, es decir al mes se producirá 2800 unidades aproximadamente, sin considerar jornadas extendidas entre semana y partes

provocadas por daños en los equipos de soldadura o JIGs(moldes donde se coloca los componentes para ser soldados).

La producción diaria del área de suelda se la maneja en mix, mezcla de modelos tales como AVEO, SAIL, D-MAX, GRAND VITARA.

El proceso de soldadura empieza desde las celdas, en donde se arma los distintos componentes del vehículo, tales como componentes donde se aloja el motor, los laterales, pisos delanteros y posteriores. Luego de este proceso las carrocerías se las traslada a la línea de remate, donde se instala las puertas delanteras y posteriores, guardafangos, capot y compuerta. Al culminar este proceso de remate y montaje de paneles se envía las carrocerías al área de pintura.

Para cumplir con los objetivos de producción anteriormente detallados, el equipo de mantenimiento debe atender en todas las celdas y líneas de producción, realizando las reparaciones correctivas en su mayoría de los equipos de soldadura, razón por la cual es importante revisar la carga laboral que se encuentra cargado en el software MAXIMO 7

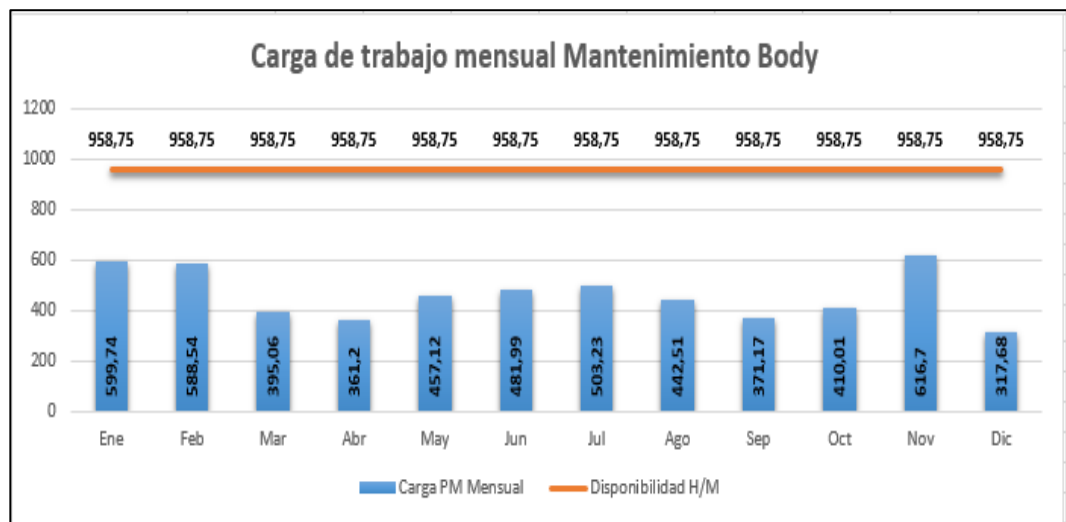


Figura 2: Cargas de trabajo 2017
Fuente: Observación directa
Elaborado por: El investigador

Cabe mencionar que las cargas de trabajo que muestra en la Figura 3, cuentan con un trabajo estandarizado (MTS – TIS), las cuales cuentan con un estudio de tiempos y movimientos que aplican en todos los procesos productivos.

Ubicación

Actualmente se encuentra ubicada en la ciudad de Quito, Parroquia Carcelén Alto, Barrio Carcelén Industrial, Av. Galo Plaza Lasso, área de construcción 50.000 m².

Misión

Mejorar la atención los autos de nuestros clientes de una manera eficiente con Tecnología de punta, con un equipo humano capacitado, de poder mejorar los tiempos de entrega basado en un servicio de calidad y justo a tiempo.

ÁRBOL DE PROBLEMAS

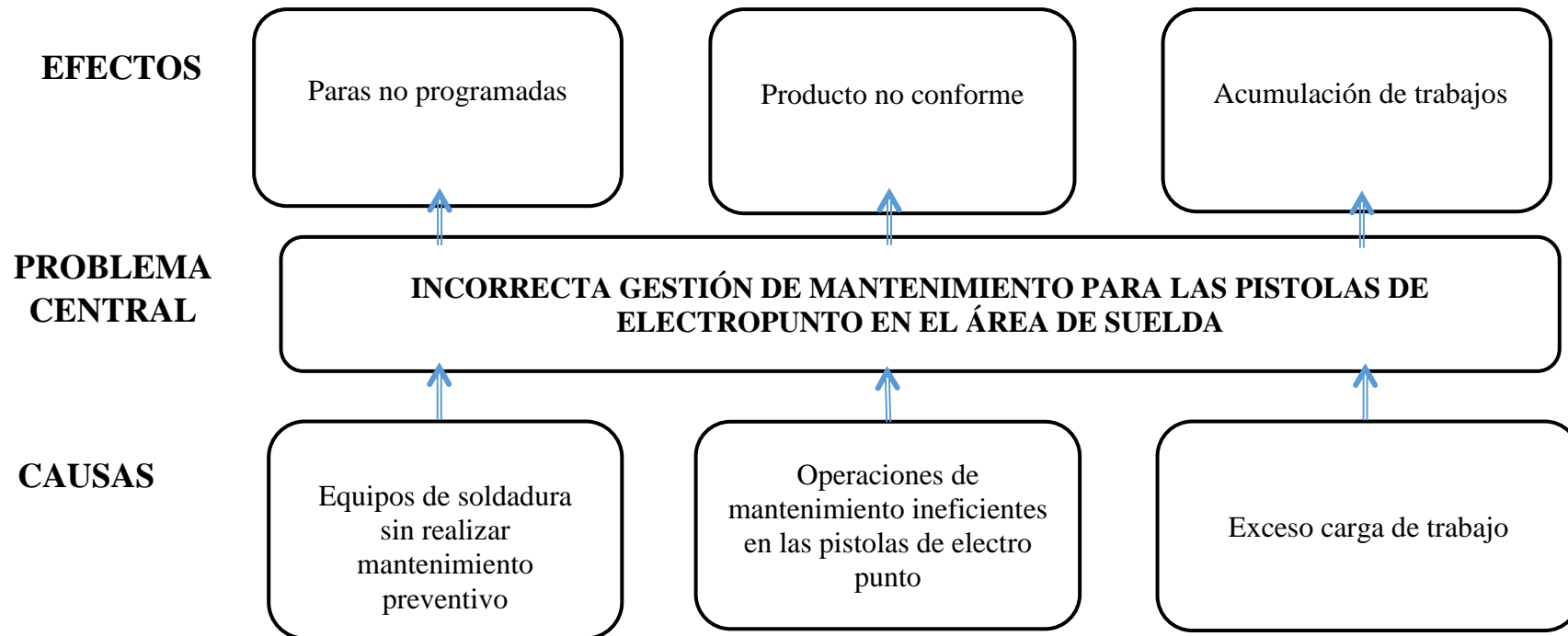


Figura N° 3: Árbol de Problemas

Elaborado por: El investigador

Fuente: Observación directa

Análisis Crítico

Los equipos de soldadura de las áreas de producción de remate y celdas empezaron paulatinamente a presentar problemas, es decir los sub componentes dan fallas e incluso los materiales llegan a fatigarse, este inconveniente se radicó porque se llegó a perder el enfoque en el mantenimiento preventivo, por diversas causas, se absorbió actividades de otra persona por una restructuración del área de mantenimiento, el descuido del mantenimiento de los equipos de manera preventiva incrementó exponencialmente las paras no programadas provocadas por los daños de los diversos equipos que afecta directamente a la productividad del área e incluso está llegando a ser considerado como un cuello de botella.

Las diversas operaciones de mantenimiento realizadas en las pistolas y equipos del área de suelda en la mayoría de ocasiones son ineficientes, porque no soportan el trabajo exigente del proceso y llegan nuevamente a colapsar, esto se debe al poco tiempo que tiene el técnico de mantenimiento para realizar una reparación óptima que a la larga se refleja en los indicadores de paras de línea porque el daño de los equipos llega a duplicarse en el día. Afecta a la productividad porque se debe programar horarios extendidos para recuperar de cierta manera el objetivo de producción establecido.

Actualmente el plan de trabajo de órdenes de mantenimiento se encuentra sub utilizado, esto se debe a que no existe un planificador en el equipo de trabajo, que se dedique a ingresar las diferentes órdenes al software MAXIMO 7 y poder tener una estrategia de trabajo a diario. Sin explotar la herramienta los técnicos de mantenimiento se encuentran trabajando todo el día sin tener un norte, con trabajos pequeños tales como: cambio de mangueras de refrigeración, abrazaderas, cambio de electrodos, shunts, todo esto consume el tiempo de los técnicos y los trabajos grandes que terminan de absorber el tiempo de la persona.

Prognosis

Revisada la gestión administrativa del área de mantenimiento, control y manejo de cargas de trabajo, considerando que la eficiencia del personal actualmente es limitada con lo cual permita ir corrigiendo los errores entre la situación actual a un futuro programado.

Con el pasar del tiempo en el área de soldadura de carrocerías, constantemente debe ir implementando sistemas de control para ofrecer un servicio de calidad, porque de continuar con el actual sistema de manejo los niveles de producción irán decreciendo, afectando las entregas a los clientes del producto final, a la postre se perderá credibilidad por no cumplir con las fechas establecidas.

Respecto a la parte financiera, tendrá un incremento ya que se recurre a más gastos en las reparaciones de los equipos.

Formulación del problema

¿Cómo la gestión de mantenimiento actual, incide en los niveles de producción del área de suelda?

Delimitación del objeto de la investigación

Línea de investigación

La presente investigación pertenece a la página web de la Universidad Tecnológica Indoamérica:

Segùn UTI (2011):

“Empresarial y Productividad .- Esta línea de investigación se orienta por un lado al estudio de la capacidad de emprendimiento o Empresarialidad de la región, así como su entorno jurídico-empresarial: es decir, de repotenciación y/o creación de nuevos negocios o industrias que ingresan al mercado con un componente de innovación. Por otro lado, el estudio de las empresas existentes en un mercado, en una región, se enmarcará en la productividad de este tipo de empresas, los factores que condicionan su productividad, la gestión de la calidad de las mismas, y que hacen que estas empresas crezcan y sobrevivan en los mercados. En este ámbito es de interés estudiar aspectos como exportaciones, diversificación de la producción y afines” (p.2)

Campo: Ingeniería Industrial

Área: Mantenimiento

Aspecto: soldadura de carrocerías

Variable Independiente: Gestión de Mantenimiento para las pistolas de electropunto.

Variable Dependiente: Producción

Delimitación Espacial: “Empresa ensambladora de vehículos” Av. Galo Plaza Lasso y Enrique Guerrero Portilla.

Delimitación Temporal: Julio 2017 – Marzo 2018.

Justificación

La importancia de realizar un análisis de la gestión de mantenimiento de la suelda consiste en determinar los indicadores reales de para no programadas que están afectando la producción, los mismos que se encuentran en los niveles mínimos

requeridos para una producción estándar de acuerdo a los objetivos determinados por la corporación y las metas que se imponen en producción, con el fin de proponer mejoras posteriormente aplicando conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera.

Los beneficiarios serán los técnicos de mantenimiento y el área de suelda, porque permitirá conocer las falencias del sistema de gestión de mantenimiento, adicionalmente otro beneficiario será el investigador porque incrementa el nivel de experiencia.

Este proyecto es factible porque se toma datos reales de paras no programadas, provocadas por los daños del mismo equipo en diferentes frecuencias de tiempos, además de que la alta gerencia está interesada en la implementación de la propuesta.

También es viable por la parte económica porque la inversión es accesible, se puede utilizar la mano de obra directa que se encuentra en el área de producción para poder solventar el problema de la carga de trabajo de los técnicos de mantenimiento, además se menciona la facilidad de adquirir la información que se encuentra en el trabajo estandarizado de los técnicos de mantenimiento para el traslado posterior al personal de producción.

La trascendencia de la investigación en el tiempo depende del correcto análisis que se realice a los diferentes aspectos inmersos en la gestión de mantenimiento, tales como, plan de mantenimiento (control de órdenes de trabajo, preventivo, correctivo), el enfoque a conseguir los resultados de producción, toda esta información servirá posteriormente para futuros proyectos enfocados en la misma línea de investigación, tanto para los futuros estudiantes, como sociedad en general.

Objetivos

Objetivo General

Analizar la gestión de mantenimiento para las pistolas de electro punto en el área de suelda y su incidencia en la producción de la empresa ensambladora de vehículos

Objetivo Específico

- Analizar el sistema de gestión de mantenimiento aplicada a las pistolas de electro punto para el ensamble de carrocerías
- Determinar los niveles de producción de vehículos en el área de soldadura
- Realizar una propuesta de un plan de mejoras que ayude a mantener los niveles de producción de vehículos, en el área de soldadura

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

Antecedentes Investigativos.

La evolución tecnológica agigantada y la competencia entre empresas automotrices se dan día a día, razón por la cual es necesario ir oxigenando los procesos y equipos continuamente.

Citaremos algunos antecedentes de investigaciones relacionadas con este tema:

El estudio realizado por la UTQ (Universidad Tecnológica de Querétaro), en mayo del 2013 sobre el tema de “Implementación de Plan de Mantenimiento Preventivo”, resume que la empresa contaba con demasiados paros innecesarios de equipos y maquinaria diariamente por falta de mantenimiento preventivo a los mismos, lo cual generó un retraso en tiempos de entrega e incrementa los costos de producción. Con la idea de reducir los tiempos de entrega, costos de producción, confiabilidad y eficiencia de los equipos y maquinaria se propone implementar un programa de mantenimiento preventivo el cual se puso en marcha, llevando una capacitación y monitoreo del personal. Obteniendo los resultados esperados logrando la implementación de un programa de mantenimiento preventivo reduciendo en un 35% la reincidencia de los equipos al departamento de mantenimiento, además de una disminución del 21% en el consumo de gas (argón) realizando chequeos y formatos para su ayuda. Según (Salvador Enrique Varela tesis pregrado mayo 2013). Este estudio afecta directamente a esta investigación ya que confirma que un plan de mantenimiento bien aplicado, monitoreado y controlado da resultados con beneficios a la empresa.

La Investigación efectuada en la escuela Superior Politécnica de Chimborazo refiriéndose a la “Implementación de un Sistema de Mantenimiento Productivo

Total en los Equipos de la Sección Lona de la Empresa Plasticaucho Ind. S.A.,” del cual se puede resumir que la implementación del Mantenimiento Productivo Total, se lo ha realizado por la necesidad de Optimizar el Proceso Hombre-Máquina y a la vez hacer más efectivas las tareas de mantenimiento programado existentes en la empresa Plasticaucho.

Por tanto el Mantenimiento Productivo Total bien concebido constituirá en un medio de reducción de costos, con la participación del personal operativo que se lo capacita, en tareas de mantenimiento, induciendo a prevenir averías, logrando así tener una mayor efectividad de funcionamiento de la maquinaria, y al compromiso continuo del operador como responsable de su máquina.

Con ésta nueva filosofía de mantenimiento que se propone, se obtendrán ventajas tangibles e intangibles las cuales aseguren que la maquinaria y equipos operen de un modo eficiente, que provoque pérdidas mínimas de operación. Como elementos claves para esta Implementación de Mantenimiento Productivo Total, se lo ha considerado al Mantenimiento Autónomo (realizado por el propio operador), el Mantenimiento Preventivo y la Mejora de Equipos, así como la Implementación de Sistemas Visuales, los cuales constituyen un aporte a la Efectividad Global de Equipo.

Según (Villacreses Gamboa Luis, tesis pregrado 2012)

Esta investigación propone la “oportunidad de conocer, profundizar y aplicar conocimientos, que permitan aportar al desarrollo empresarial, valorando los beneficios que generará la implementación en la sección lona, sobre todo a la eliminación de pérdidas.”

El estudio realizado por la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo sobre el tema de la “Optimización del Mantenimiento en Función del Costo en la Empresa Bioalimentar Cía. Ltda.” Cuyo propósito es el reducir los costos totales de mantenimiento porque la empresa invierte en exceso, se debe a que realizaba el mantenimiento de una forma limitada, mediante acciones correctivas, razón por la cual se ha implementado software para la gestión del plan de mantenimiento.

Se les ha realizado FMEA (Análisis de modo y efecto de fallo) a estos equipos con el fin de seleccionar y evaluar las tareas que eliminan los modos de fallo para prevenir el mantenimiento correctivo y controlar el mantenimiento preventivo. Implementar la optimización de mantenimiento preventivo en función a costo ha contribuido a reducir los costos totales en un 7.3% del año 2009 al 2010.

Aumentar los parámetros de disponibilidad en un 2%, la eficiencia en un 4% y disminuir los costos totales de mantenimiento mejora la rentabilidad. El parámetro numérico que debe evaluar la optimización del mantenimiento en función al costo es la rentabilidad y con este indicador se puede evaluar el aporte del departamento de mantenimiento al cumplimiento de los objetivos de la empresa.

Además se recomienda capacitar periódicamente al personal sobre técnicas de gestión de mantenimiento y garantizar la sostenibilidad del plan de mantenimiento preventivo de los equipos. ”

Según (Marcela de Lourdes Garcia Guerrero tesis de pregrado Riobamba 2011).

Un aporte muy significativo representa esta investigación porque se refiere al “control del costo de mantenimiento, enfocado a los repuestos y tiempo invertidos en máquinas que no tienen relevancia”, dada a una mala definición de las frecuencias de mantenimiento preventivo, ya que aumenta el costo de mano de obra y de repuestos, también hace referencia a que la planificación basada en datos reales y en la criticidad de los equipos es determinante para la toma de decisiones del equipo a cargo de planificar y gestionar todas las actividades que esto amerita.”

Al realizar el Mantenimiento Preventivo a los equipos de soldadura de carrocerías y la revisión de la carga de trabajo de las personas, enfocados en la eficiencia de los indicadores (KPI-2), se realiza el estudio con la premisa de encontrar las mejores alternativas y así mantener la competitividad dentro del área automotriz a nivel nacional e internacional.

En los cálculos de costos, es imperiosa la necesidad de vincular varios aspectos, tales como, mano de obra, desempeño adecuado de las máquinas inmersas en los procesos.

Lo antes mencionado aporta para mantener un de ganancias y estas puedan ser utilizadas en la mejora de la empresa y claro, en la mano de obra.

Fundamentaciones

Fundamentación tecnológica.

El desarrollo de la investigación abarca normas y leyes, de manera que se puede mejorar determinados procesos o procedimientos de mantenimiento de equipos para la soldadura de automotores livianos cumpliendo con los estándares, además debe tomarse en cuenta que se debe trabajar en todo proyecto de mejora con las normas de calidad ISO 9001-2015; ISO 14001-2015, aplicando las 5S mejora continua.

Según las normas de calidad ISO 9001- 2015:

“6.3 Infraestructura La organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para lograr la conformidad con los requisitos del producto. La infraestructura incluye, cuando sea aplicable: a) edificios, espacio de trabajo y servicios asociados, b) equipo para los procesos, (tanto hardware como software), y c) servicios de apoyo tales (como transporte o comunicación).”

Por definición las normas técnicas emitidas por organismos de normalización como la IEC, UNE, ISO, etc. De implementación voluntaria.

Es importante acotar que según la norma UNE EN 13306 el mantenimiento es la:

“Combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y gerenciales durante el ciclo de vida de un ítem con el fin de mantenerlo, o restaurarlo, a un estado en el cual pueda desempeñar la función requerida”.

Mencionado esto, para mantenimientos específicos de maquinarias y equipo según esta normativa es necesario utilizar los manuales y procedimientos y planes de mantenimiento especificados por cada fabricante de los equipos y componentes de maquinarias a mantener, de esta manera aseguramos que se cumple con los requerimientos necesarios para que los equipos y maquinarias cumplan su tiempo de vida útil.

Se cita algunas normas que se debe cumplir para realizar el proceso de soldadura de electro punto:

- Normas 014: seguridad en operaciones de soldadura.
- OSHA 18001: Administración de Seguridad y salud ocupacional (soldadura, corte y bronce soldadura, prevención de un incendio, EPP, ventilación).
- ISO 9001-2015
- ISO 14001-2015

Ciencia, Tecnología, Innovación y saberes ancestrales.

Art. 385.- El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al medio ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad.

- 1.-** Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos.
- 2.-** Recuperar, fortalecer y potenciar los saberes ancestrales.
- 3.-** Desarrollar tecnología e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir.

El Estado, a través de los organismos competentes, designa objetivos, políticas, que estén alineados con el plan nacional de desarrollo.

Art. 387.- Será de responsabilidad del Estado

1. Facilitar e impulsar la incorporación a la sociedad del conocimiento para alcanzar los objetivos del régimen de desarrollo.
2. Promover la generación y producción de conocimiento, fomentar la investigación científica y tecnológica, y potenciar los saberes ancestrales, para así contribuir a la realización del buen vivir, al sumak kawsay.
3. Asegurar la difusión y el acceso a los conocimientos científicos y tecnológicos, el usufructo de sus descubrimientos y hallazgos en el marco de lo establecido en la Constitución y la Ley.
4. Garantizar la libertad de creación e investigación en el marco del respeto a la ética, la naturaleza, el ambiente, y el rescate de los conocimientos ancestrales.
5. Reconocer la condición de investigación de acuerdo con la Ley.

Son contundentes las consideraciones antepuestas por la constitución y Leyes de nuestro país que nos garantizan y promueven el desarrollo Científico y Tecnológico a todo nivel.

Fundamentación legal.

Se debe indicar, que para la elaboración del presente informe de investigación, se toma en cuenta los parámetros legales de la constitución de la republica que va desde el numeral del art. 319 la 324 en los cuales nos describen formas de organización y producción de la nueva matriz Productiva del país.

Art. 319.- Se reconocen diversas formas de organización de la producción en la economía, entre otras las comunitarias, cooperativas, empresariales públicas o privadas, asocia familiares, domésticas, autónomas y mixtas. El estado promoverá las formas de la producción que aseguren el buen vivir de la población u

desincentivará aquellas que atenten contra sus derechos o los de la naturaleza; alentará la producción que satisfaga la demanda interna y garantice una activa participación del Ecuador en el contexto internacional. “Extraído el 15 de Enero del 2017 desde (Universidad Católica de Santiago de Guayaquil / Gonzales-Gonzales, Santiago, doc.).

Se debe indicar adicionalmente, que existe un cuerpo legal vigente sobre el uso de sustancias de limpieza para las empresa dedicadas tecnología y su desarrollo, publicado en el Registro Oficial N°.620, N° 621 del 31 de Enero de 1.995, que es el reglamento de uso y aplicación de sustancias de limpieza precautelando en Medio Ambiente, y los procesos manuales que afectan al personal que trabaja en la empresa y sus políticas Internas.

Categorización de Variables

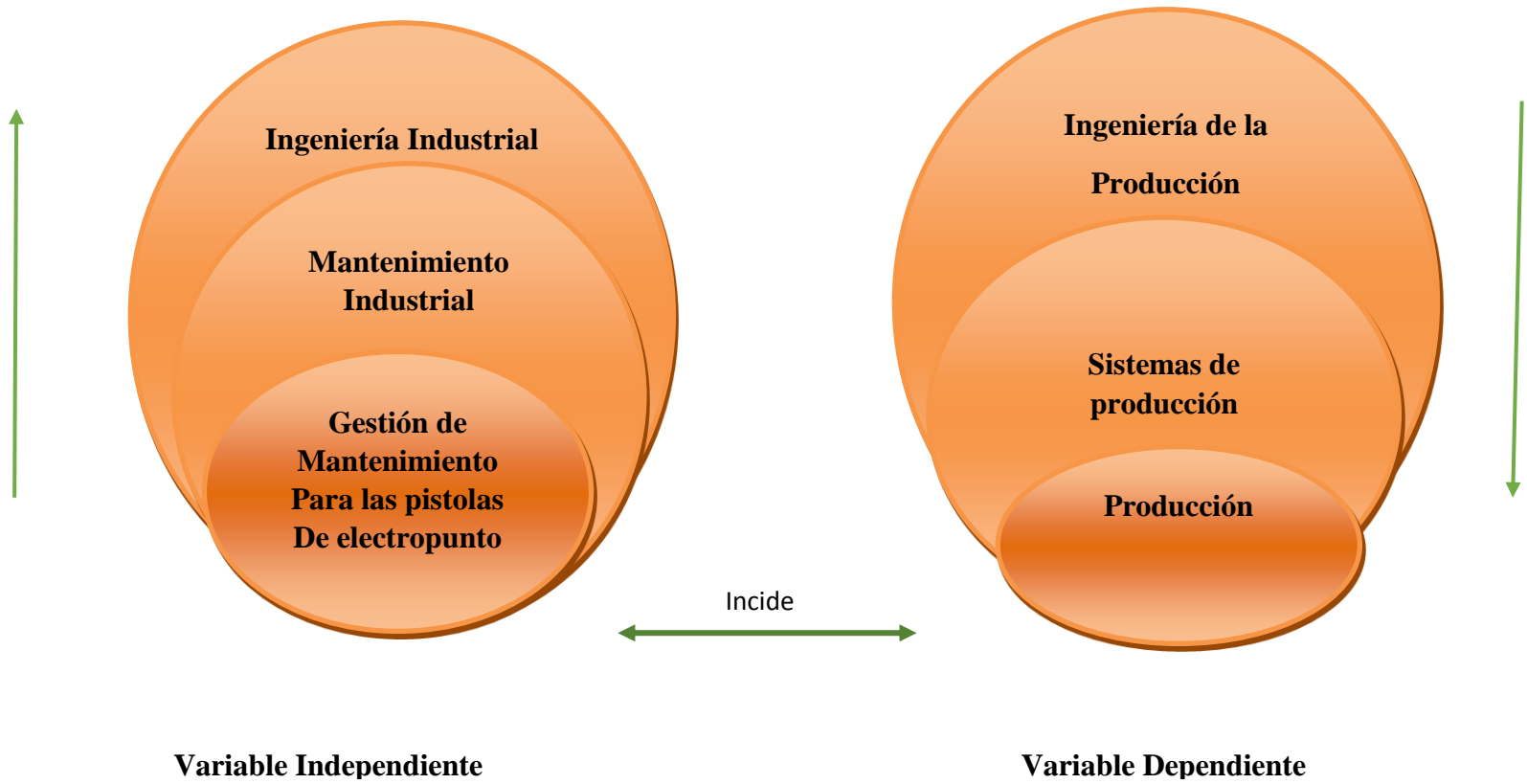


Figura N° 4: Categorización de Variables
Fuente: Observación directa
Elaborado por: El Investigador

Constelación de Ideas de la Variable Independiente

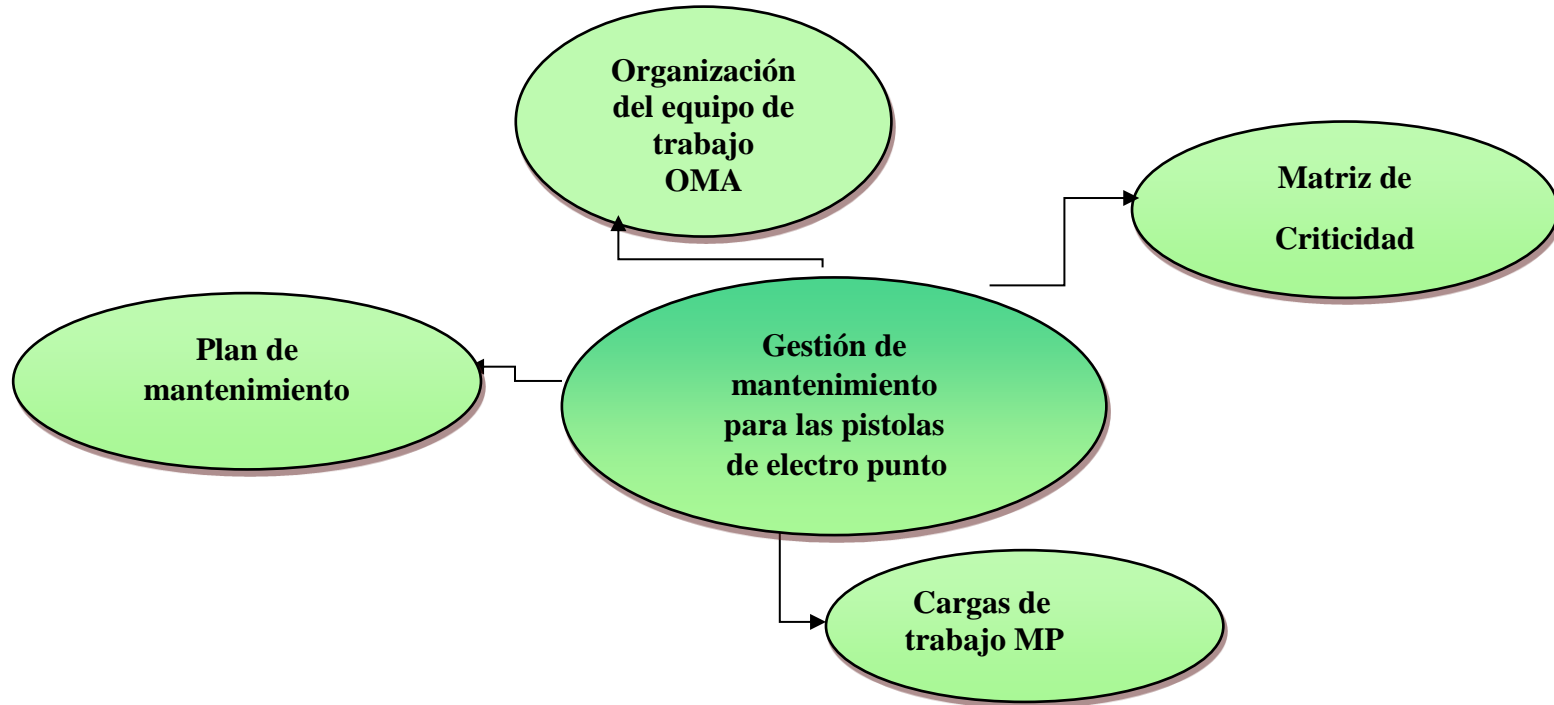


Figura N° 5: Variable Independiente

Fuente: Observación directa

Elaborado por: El Investigador

Constelación de Ideas de la Variable Dependiente

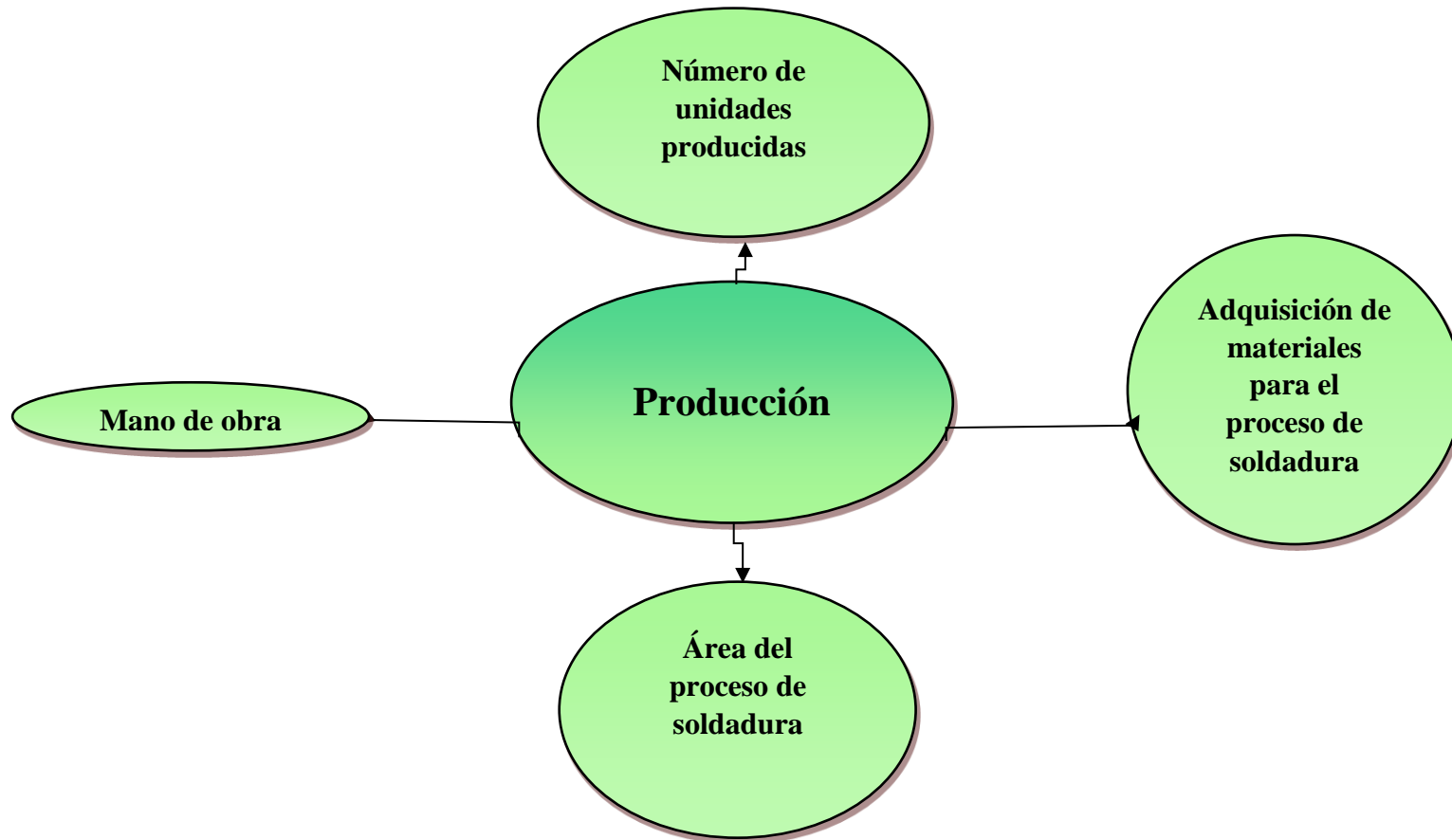


Figura N° 6: Variable Dependiente
Fuente: Observación directa
Elaborado por: El Investigador

Desarrollo del marco teórico

Variable Independiente

Plan de mantenimiento

La evolución organizacional del mantenimiento hasta la década de 1980 la industria de la mayoría de los países occidentales tenía un objetivo bien definido: obtener el máximo de rentabilidad para una inversión dada. Sin embargo, el consumidor pasó a ser considerado un elemento importante en las adquisiciones, o sea, exigir la calidad de los productos y servicios, y esta demanda hizo que las empresas considerasen la “calidad”, como una necesidad para mantenerse a un nivel competitivo especialmente en el mercado internacional.

En 1975, la Organización de las Naciones Unidas definía a la actividad final de cualquier entidad organizada como Producción = Operación + Mantenimiento, donde al segundo factor de este binomio, pueden ser atribuidas las siguientes responsabilidades:

- Reducción del tiempo de paralización de los equipos que afectan la operación.
- Reparación en tiempo oportuno de los daños que reducen el potencial de ejecución de los servicios.
- Garantía de funcionamiento de las instalaciones, de manera que los productos o servicios satisfagan criterios establecidos por el control de la calidad y estándares preestablecidos.

La historia del mantenimiento acompaña el desarrollo técnico industrial de la humanidad. A fines del siglo XIX, con la mecanización de las industrias, surgió la necesidad de las primeras reparaciones. Hasta 1914, el mantenimiento tenía importancia secundaria y era ejecutado por el mismo grupo de operación.

Al iniciar la Primera Guerra Mundial y con la implantación de la producción en serie, dada por Henry Ford, las fábricas pasaron a establecer programas mínimos de producción y como consecuencia de esto, sintieron la necesidad de formar equipos que pudiesen efectuar reparaciones en máquinas en servicio en el menor

tiempo posible. De esta manera surge un equipo subordinado a la operación, cuyo objetivo específico era la ejecución del mantenimiento, hoy conocido como “Mantenimiento Correctivo”. De este modo, los organigramas de las empresas presentaban la posición del mantenimiento como indica la Figura 8.



Figura N° 7.- Posición del Mantenimiento hasta la década de 1 930
Fuente: Administración moderna de mantenimiento
Elaborado por: El Investigador

En función de la Segunda Guerra Mundial y la necesidad de aumentar la rapidez de producción, la alta administración pasó a preocuparse, no solamente de corregir fallas sino también de evitar que las mismas ocurriesen, razón por la cual el personal técnico de mantenimiento pasó a desarrollar el proceso de Prevención de averías que, juntamente con la Corrección, completaban el cuadro general de Mantenimiento, formando una estructura tan importante como la de Operación, siendo el organigrama resultante, el representado en la Figura 9.

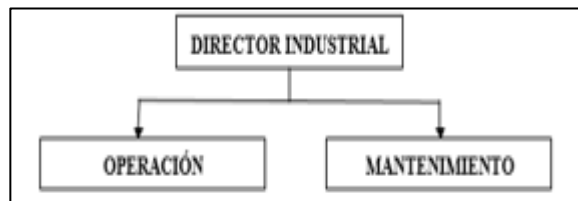


Figura N° 8.- Posición del Mantenimiento en las décadas de 1 930 y 1 940
Fuente: Administración moderna de mantenimiento
Elaborado por: El Investigador

Alrededor del año 1950, con el desarrollo de la industria para satisfacer los esfuerzos de la posguerra, la evolución de la aviación comercial y de la industria electrónica, los Gerentes de Mantenimiento observaron que, en muchos casos, el tiempo empleado para diagnosticar las fallas era mayor que el tiempo empleado en la ejecución de la reparación y seleccionaron grupos de especialistas para conformar un órgano asesor que se llamó Ingeniería de Mantenimiento y recibió las funciones

de planificar y controlar el mantenimiento preventivo analizando causas y efectos de las averías, los organigramas se subdividieron como se indica en la Figura 10.

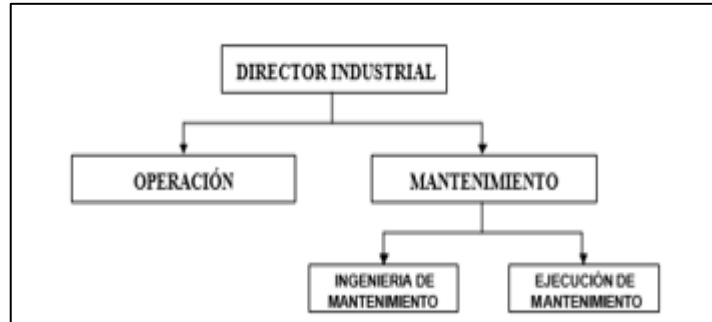


Figura N°9.- División organizacional del mantenimiento
Fuente: Administración moderna de mantenimiento
Elaborado por: El Investigador

En ciertas empresas esta actividad se volvió tan importante que el PCM (Planificación y Control del Mantenimiento) pasó a convertirse en un órgano de asesoramiento a la supervisión general de producción ya que influye también en el área de operación.

Al incrementarse los niveles de la calidad de los productos y servicios, hecha por los consumidores, el mantenimiento pasó a ser un elemento importante en el desempeño de los equipos, con una importancia equivalente a lo que se venía practicando en operación. Como se indica en la figura 11.

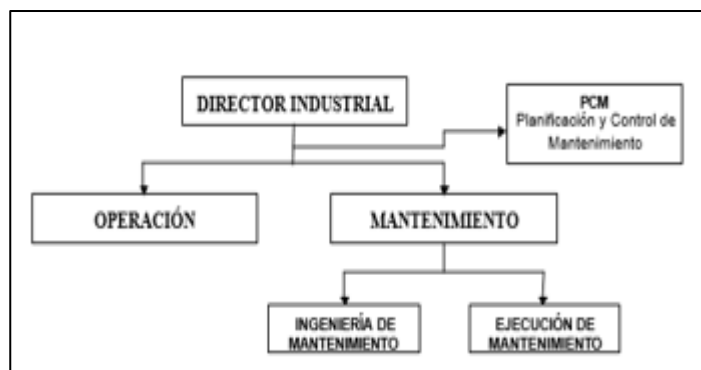


Figura N°10.- Posición del PCM asesorando la supervisión general de producción
Fuente: Administración moderna de mantenimiento
Elaborado por: El Investigador

Esta evolución del Mantenimiento Industrial se caracterizó por la reducción de costos y por la garantía de la calidad (a través de la confiabilidad y la productividad de los equipos) y cumplimiento de los tiempos de ejecución (a través de la disponibilidad de los equipos).

Con esta pequeña y breve reseña histórica ingresamos al sistema de mantenimiento que se encuentra establecido en la planta.

Se considera plan de mantenimiento como el conjunto de tareas de mantenimiento programado, agrupadas o no, siguiendo algún tipo de criterio, y además que incluya a una serie de determinados equipos de la planta, que normalmente no son todos. Existe un grupo de equipos o máquinas que se contemplan como no mantenibles desde el punto de vista preventivo, los cuales es más rentable económicamente aplicar una política netamente correctiva.

El plan de mantenimiento abarca tres tipos de actividades:

- Rutinarias: que se realizan a diario, normalmente las realiza el equipo de mantenimiento.
- Programadas: que se realizan a lo largo del año.
- Paradas programadas: estas actividades se las realizan durante las paradas de planta, por ejemplo fin de año.

Las tareas de mantenimiento conforman la base de un plan de mantenimiento, las diversas formas y maneras de realizar dicho plan, no son más que estrategias para determinar las tareas de mantenimiento que compondrán el plan.

Cuando determinamos cada tarea, debe considerarse las siguientes informaciones referentes a ella, tales como:

- Frecuencia
- Especialidad
- Duración

- Permiso de trabajos especiales
- Bloqueo y etiquetado de la máquina o equipo

Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Nippon Denso Co. Ltd., fue la primera empresa al implantar este criterio de estrategias de Total Quality Management en el año 1971. Cuando se establece el TQM, esto hizo que el TPM se desarrollara en esta empresa. En corto tiempo fue otorgado el Premio de Excelencia Empresarial y posteriormente se convirtiera en Premio PM (Mantenimiento Productivo).

Al desarrollarse los sistemas de calidad, todos y cada uno enfocaba su atención en una o más de las llamadas “5 M”, que se las suele utilizar al desarrollar la espina de pescado:

1. Mano de obra
2. Medio ambiente
3. Materia Prima
4. Métodos
5. Máquinas

El mundo occidental tubo una falencia al nunca concentrarse en la última de las cinco “M”, las máquinas, se olvidaron de este aspecto y se concentraron en los otros cuatro, lo que no les permitió que sus sistemas cierren el ciclo, al no alcanza el máximo de su potencial. Es aquí donde toma el protagonismo el nuevo método que toma en cuenta a las “5 M” y ofrece maximizar la efectividad de los sistemas, eliminando las perdidas, así nace el TPM cuyas siglas en español significan Mantenimiento Productivo Total.

En el TPM, resalta la importancia en la efectividad de los equipos, centrando el criterio de "cero defecto" y "cero paradas de producción" ya que estas no son parte del trabajo, un departamento o un círculo de una empresa, sino un trabajo en conjunto de producción y mantenimiento.

El TPM se orienta a la instalación del mantenimiento autónomo, de tal manera, que los miembros de equipo de producción se sienten responsables de los equipos, ya que son encomendadas tareas típicas del sector de mantenimiento. A pesar de ello, se visualizará la mejoría en muchos aspectos técnicos y de motivación del personal de la empresa, lo más difícil es la resistencia que el personal presenta al aceptar el TPM como herramienta rutinaria, auténtica y positiva y sólo entonces se obtendrá el máximo beneficio del concepto.

Pilares del TPM

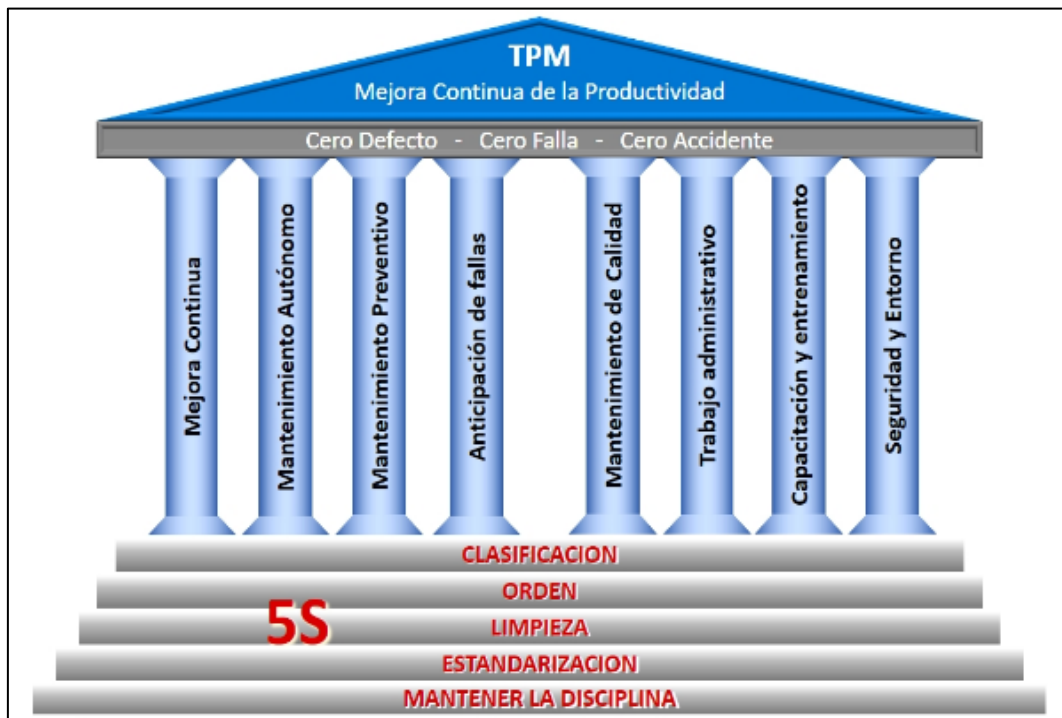


Figura N°11.- Pilares del TPM
Fuente: Observación directa
Elaborado por: El Investigador

Mejora continua: teóricamente consiste en la eliminación sistemáticamente de las pérdidas en el proceso de producción, entre estas pérdidas pueden estar:

- De los equipos
- Recurso humano
- Proceso Productivo

Mantenimiento autónomo: la idea es que los operadores, que pasan día a día, se hagan cargo del mantenimiento de sus equipos, realicen el mantenimiento básico y a la vez desarrollan la capacidad para detectar a tiempo fallas potenciales.

Es prudencial en este punto argumentar que el Mantenimiento Autónomo se basa en las “5S” y con el objetivo de eliminar la seis grandes pérdidas que como hemos dicho pueden generarse en los equipos, en el recurso humano, o en el mismo proceso productivo.

- **SEIRI (Organizar, Clasificar):** significa eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios y que no se requieren para realizar nuestra labor.
- **SEITON (Ordenar Eficientemente):** aplicar Seiton en mantenimiento tiene que ver con la mejora de la visualización de los elementos de las máquinas e instalaciones industriales.
- **SEISO (Limpieza e Inspección):** desde la perspectiva del TPM, Seiso implica la inspección minuciosa del equipo durante el proceso de limpieza ya que se identifican problemas de escapes, averías, fallos
- **SEIKETSU (Estandarización):** metodología que nos permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras "S". Al no existir un proceso para conservar los logros, seguramente el lugar de trabajo volverá a perder la limpieza alcanzada con nuestras acciones.
- **SHITSUKE (Cumplimiento o Disciplina):** significa convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para la limpieza en el lugar de trabajo.

Mantenimiento Preventivo (MP): su objetivo es detectar fallas que puedan desencadenar en el mal funcionamiento del equipo y de esta manera se evita los altos costos por la reparación y disminuye la posibilidad de paradas imprevistas, también, permite una mayor durabilidad de los equipos e instalaciones y mayor seguridad para los trabajadores sobre todo en el caso de aquellos empleados que laboran en industrias con grandes maquinarias.

El mantenimiento preventivo se sub divide en:

- El **mantenimiento programado** se caracteriza por realizarse en un determinado tiempo, como es el caso de los carros;
- El **mantenimiento predictivo** se realiza a través de un seguimiento que determina el momento en que debe de realizarse la referida manutención.
- El **mantenimiento de oportunidad** como lo indica su nombre se realiza aprovechando los periodos en que no se utiliza el objeto.

Anticipación de fallas: el adiestramiento es muy importante para incrementar las competencias de los empleados (aptitud y habilidad), teniendo identificado el proceso de cada persona y que mejor, si los que dan la inducción de lo que se hace y el cómo se lo realiza es el mismo operario.

Mantenimiento de calidad: estrategia de mantenimiento que tiene como propósito establecer las condiciones del equipo en un punto donde el "cero defectos" es factible. Las acciones del mantenimiento de calidad buscan verificar y medir las condiciones "cero defectos" regularmente, con el único objetivo de facilitar la operación de los equipos en la situación donde no se generen defectos de calidad.

Trabajo administrativo: la finalidad es disminuir los desperdicios en las tareas administrativas y ser eficaces al determinar actividades que no agregan valor. La herramienta del TPM se puede aplicar a todos los departamentos o parte de los mismos que están involucrados en el área técnica de una empresa, logística, finanzas, etc.

Cada departamento toma como referencia las siglas del TPM, cuyo significado es:

- T:** Total Participación de sus miembros
- P:** Productividad (volúmenes de ventas y ordenes por personas)
- M:** Mantenimiento de clientes actuales y búsqueda de nuevos

Capacitación y entrenamiento: en este pilar es muy importante que el liderazgo dediquen tiempo y recurso para el desarrollo de las personas a cargo, ya que de esta manera formarán equipos competitivos que puedan estar al nivel de los inconvenientes que presenta la planta. Debe ser explotada las competencias de los operadores.

COMPETENCIA= APTITUD + HABILIDAD

Seguridad y entorno: por último pero no en importancia, crear y mantener permanentemente un sistema el cual garantice un ambiente laboral con “cero accidentes e incidentes y sin contaminación”.

La contaminación en el ambiente de trabajo puede llegar a producir un mal funcionamiento de una máquina y la mayoría de los accidentes son ocasionados por la mala elaboración del LAY OUT de los equipos y herramientas.

Etapas de implementación del TPM

Tabla N°1.- Etapas de implementación del TPM

1	Declaración de la alta dirección para la introducción.
2	Evaluación y campaña para la introducción.
3	Organización de promoción y modelo funcional.
4	Establecimiento de estrategias y metas.
5	Elaboración del plan maestro
6	Inicio del TPM
7	Formación de la estructura eficiente de producción.
8	Control inicial de nuevos productos y equipos.
9	Mantenimiento de calidad.
10	TPM para oficinas.
11	Sistema de control ambiental y de seguridad.
12	Realización plena del TPM.

Fuente: Observación directa
Elaborado por: El Investigador

Declaración de la alta dirección para introducción.

Consiste en declarar en el comité directivo para realizar la introducción del TPM, posteriormente esta decisión es comunicada a todos los operadores, se debe organizar seminarios o charlas refiriéndose al tema y esto será la confirmación de la parte introductoria del TPM. Es muy importante considerar la disposición de tiempo y recurso humano.

Evaluación y campaña para introducción.

Se debe garantizar que los objetivos fundamentales del TPM y las estrategias sean comprendidos, antes del lanzamiento, a través de campañas de entrenamiento por personas que dominan el tema para no distorsionar la información.

Organización de la promoción y modelo funcional

El único objetivo es generar una estructura organizada para promocionar el TPM, es decir que vaya desde los pequeños grupos en el lugar de trabajo, llegando al comité de desarrollo y a la dirección.

Establecimiento de estrategias y metas

Debe ser parte medular de la administración de la empresa a corto y largo plazo y se debe incluir en la planificación anual por cada shop, departamento o sección que conforman una planta.

Elaboración de un plan maestro

Un paso importante ya que se trata de establecer un plan concreto para la implantación del TPM que integra las actividades a desarrollar para conseguir las metas propuestas

- Establecimiento de un programa de mantenimiento autónomo llevado a cabo por los propios operarios.
- Mejora de la efectividad del equipo a través de la eliminación de las seis grandes pérdidas.
- Establecimiento de un programa de mantenimiento planificado por personal de mantenimiento.
- Formación y entrenamiento para aumentar aptitudes personales.

Iniciación del TPM.

El comienzo de la marcha ya que se trata de recuperar el tiempo no aprovechado en las otras etapas. Desde la fase de preparación en las cinco primeras etapas, la dirección y el staff juegan el rol dominante. A partir de este punto, los trabajadores individuales deben cambiar desde sus rutinas de trabajo diario tradicionales y empezar a practicar el TPM.

Cada trabajador juega ahora un rol preponderante, razón por la cual, cada trabajador debe respaldar la política del TPM, realizando sus actividades.

Formación de la estructura eficiente de producción.

Básicamente es la conformación de grupos de trabajo TPM multidisciplinarios con la participación de ingenieros de producción, personal de mantenimiento y operarios, dentro de este equipo de trabajo se debe encontrar un experto en análisis de PM con el propósito de eliminar las pérdidas y mejorar la efectividad del equipo. Para la corrida de esta etapa se deberá seleccionar de todo el conglomerado de equipos de planta un equipo que sufra pérdidas crónicas, puede ser un cuello de botella y una vez medidas y evaluadas sigilosamente, se analizará de manera que se obtengan mejoras y que se puedan cuantificar en un trimestre aproximadamente.

Método de siete pasos

- **Paso 1: Limpieza inicial**

Las personas a cargo de las máquinas o equipos están comprometidos a realizar la limpieza profunda, del cual salen algunas preguntas tales como: ¿Por qué esta parte de la máquina siempre acumula suciedad rápidamente? a la vez que se empiezan a contestar otras como, ¿se elimina la vibración cuando este perno está adecuadamente ajustado o torquado!, y las personas deducen que por medio de la limpieza se llega a la inspección.

Además aprenden tareas básicas como el lubricado y las técnicas de anclaje y se capacitan en detectar fallos tempranos en sus equipos, aunque algunas veces esto se desarrolla de manera empírica, porque los operadores pasan la mayor cantidad de tiempo con la maquinaria.

- **Paso 2: Eliminar fuentes de contaminación y lugares inaccesibles.**

Mientras sea más difícil para el operario de la máquina realizar la limpieza inicial, la convicción de mantener el equipo impecable es más fuerte, de manera que si se reduce el tiempo de limpieza debe eliminarse las causas más probables de acumulación de esquirlas, suciedad, polvo, etc., o en su defecto usar forros de cualquier tipo de material.

Las actividades previas conllevan a la motivación de los operarios para descubrir y encontrar la solución para eliminar cualquier fuente de suciedad que afecta directamente lo que tanto trabajo le ha costado limpiar.

- **Paso 3: Establecer estándares de limpieza y lubricación.**

Podemos establecer las condiciones básicas (limpieza, lubricación, ajuste de tornillos y tareas sencillas de Mantenimiento Autónomo) que aseguran el óptimo funcionamiento de la máquina. Los mismas personas determinarán estándares que se cumplirá en los procedimientos de limpieza y tomarán la responsabilidad del mantenimiento de su propio equipo, para lo cual es importante que los estándares de operaciones no se impongan, es decir, que los estándares salgan de las propias opiniones de los operarios y basados en su propia experiencia con la máquina.

Es recomendable realizar las siguientes preguntas a la hora de formular y aplicar los estándares:

- Elementos a inspeccionar a incluir en la estandarización
- Aspectos clave a estandarizar
- Metodología a estandarizar
- Tiempos Estándar
- Frecuencia Estándar

Los estándares responden a las preguntas básicas, más conocidas como las “5W”y “1H” que facilitan a los operarios diariamente realizar y sin olvidos los chequeos diarios.

- ¿Where? = ¿Dónde?
- ¿What? = ¿Qué?
- ¿When? = ¿Cuándo?
- ¿Why? = ¿Por qué?
- ¿Who? = ¿Quién?
- ¿How? = ¿Cómo?

- **Paso 4: Inspección general del equipo**

La finalidad es introducir controles sobre los elementos vitales del equipo de manera que tenga el mismo en perfecto funcionamiento.

La capacidad de las personas para determinar conclusiones de lo que miran, escuchan o sienten en el equipo mediante las inspecciones y chequeos diarios, no está por demás instruirlos sobre las características, tecnología y funciones del equipo que manejan. Solo así, podrán realizar inspecciones acertadas sobre el desgaste del equipo, mediante esta actividad se podrá brindar una completa autonomía para cuestionar las anomalías que van surgiendo durante las actividades rutinarias diarias.

- **Paso 5: Inspección autónoma**

Los operarios deben ser competentes, razón por la cual deben tener una formación y entrenamiento en equipos, esta llegará a revolucionar no solo la gestión del equipo sino todos los demás aspectos de la gestión de los lugares de trabajo, para lo cual implica la gran inversión de esfuerzos, económico y de tiempo, en la formación del personal.

Con los esfuerzos a los que se ha citado se incorporarán paulatinamente las tareas de inspección al mantenimiento realizado por un grupo autónomo, con el transcurrir del tiempo se irá constituyendo una depuración sistemática del deterioro del equipo, como ya estaba estimado, hay que optimizar lo que puede afectar directamente al funcionamiento adecuado del equipo, sin descartar la calidad, fiabilidad y seguridad.

- **Paso 6: Organización y orden**

La gestión de área de trabajo está perfectamente contemplada en el mantenimiento autónomo. Se trata de aplicar dos de las 5s: Seiri (Organización) y Seiton (Orden).

Con la organización se pretende minimizar el número de elementos del área de trabajo, de forma que en ella no haya ningún elemento que no sea necesario. El orden se refiere a la disposición de los elementos necesarios para el área de trabajo, es decir aquellos que han sobrevivido a la organización, de forma que su utilización sea lo más rápida y sencilla posible. La organización y orden abarcan todos estos elementos, de forma que cada cosa esté donde debe estar, en el momento en que se necesita, en la cantidad exacta y con la calidad precisa.

- **Paso 7: Mantenimiento autónomo sistemático**

La planta que haya asumido los niveles anteriores del mantenimiento autónomo habrá alcanzado condiciones óptimas en el equipo apoyadas en un sistema de estándares adecuados.

Los operarios expertos en los equipos que manejan son capaces de detectar y corregir las anomalías ocurridas en su trabajo diario, a través de chequeos y otras actividades. Poco a poco se van refinando las acciones y se acumulan las mejoras.

Control inicial de nuevos productos y equipos.

Esta etapa trata de la justificación de inversiones mediante un análisis inicial enfocado en el diseño y la tecnología que se requiere para la fabricación de las nuevas instalaciones y además se debe considerar operaciones nuevas que se debe unir al proceso.

Luego de estas fases, se realiza la puesta en marcha uniendo las operaciones y mantenimiento, todo esto desencadena en la mejora continua. Muy importante el considerar la justificación económica de los equipos por reparaciones mayores, qué máquina da mejor rendimiento.

Mantenimiento de calidad.

Mientras los equipos van tomando protagonismo en la producción, la calidad es dependiente del desempeño de ellos. Por ende el mantenimiento de calidad consiste en realizar actividades que garantice la correcta funcionabilidad de los equipos al cien por ciento.

Entonces es muy importante cumplir con los siguientes requisitos:

- Certificación de la máquina para que no realice defectos.
- Prevenir anomalías potenciales
- Mapear los componentes de la máquina que pueden provocar defectos.

Podemos argumentar del conocido círculo infinito de calidad, el cual presenta los siguientes pasos:

- Conocimiento de la situación actual
- Restauración
- Análisis de causa
- Eliminar la causa
- Establecimiento de condiciones.

- Control de condición
- Mejoramiento

TPM áreas administrativas.

En esta etapa no involucra directamente al equipo de producción, incrementan la productividad al documentar sus sistemas administrativos y reduciendo las pérdidas, ayudando a elevar la eficacia en el sistema de producción.

El objetivo primordial es aumentar la eficiencia del trabajo mediante la mejora continua que esto conlleva a crear un mantenimiento autónomo de lo administrativo que se logrará con la educación y formación del equipo administrativo.

Sistema de control ambiental y seguridad.

Esta es una actividad clave en el TPM ya que evita o minimiza la posibilidad de incidentes o accidentes, se debe trabajar con las personas para que adopten una cultura interdependiente de seguridad. Para lo cual es importante establecer las directrices de seguridad básicas.

Con respecto a la seguridad se debe estar en capacitaciones frecuentes y observar las medidas de seguridad para erradicar las condiciones y actos inseguros, para lo cual se debe saber claramente lo que es riesgo y peligro. Todo esto podemos apalancar cumpliendo orden y limpieza en el lugar de trabajo.

Realización plena del TPM.

El seguimiento sistemático de todos los pasos es muy importante para la consecución del TPM.

Organización del equipo de trabajo (OM-OMA)

La estructuración del equipo de trabajo está dada por un Líder de Equipo de Trabajo (LET) y Miembros de Equipo de Trabajo (MET), es con el objetivo de comprobar la eficacia en cada uno de sus objetivos.

El Líder de Equipo de Trabajo (LET) es una figura muy importante ya que es la persona que debe guiar al grupo. Planifica el trabajo a realizar y lo distribuye entre sus miembros de equipo, siempre debe estar motivando a sus compañeros. Con la capacidad de resolver los problemas a alto nivel y adopta responsabilidad por su equipo y la tarea a realizar. Cuando el líder de equipo tiene un plan de mantenimiento de trabajo y es capaz de organizar al grupo, mantener motivados a sus miembros de equipo, puede llevar a su equipo en la dirección correcta para terminar eficazmente su trabajo.

El Miembro de Equipo de Trabajo (MET) es considerado como el complemento del equipo ya que juega un factor muy importante para que pueda aportar al desarrollo del equipo. Debe tener competencias desarrolladas es decir la habilidad y la aptitud para desempeñar el cargo.

Operador de Mantenimiento (OM)

Para la selección del personal calificado es importante que tengan estudios técnicos o que cuenten con experiencia laboral técnica.

Está considerado como OM, la persona externa al equipo de trabajo de mantenimiento, pero tiene un vínculo indirecto porque es la persona que tiene contacto diario con el equipo, es decir trabaja día a día utilizando el mismo, es decir el operario de producción (soldador de carrocerías).

El Operador de mantenimiento se encuentra en la primera línea cuya función es dar la alerta sobre condiciones fuera de estándar.

El OM debe cumplir con los primeros niveles del TPM, los cuales se menciona a continuación:

- NIVEL 1
 - Limpieza
 - Inspección visual del equipo

- NIVEL 2
 - Tareas de nivel 1
 - Tareas para lubricación y ajuste
 - Pequeños cambios en el equipo

Objetivo

Aprovechar el conocimiento que tiene el operario de producción respecto al equipo que tiene a su cargo, es con la finalidad de que la misma persona puede predecir un daño en el equipo porque él lo conoce, la manera como se comporta, defectos propios del equipo y con una retroalimentación al técnico de mantenimiento se podrá llegar a prevenir un daño en la pistola de soldadura o en otro equipo.

Otro de los objetivos es reducir las paras no planificadas provocadas por los daños de los equipos (DOWNTIME) que intervienen en la producción, al trabajar de manera preventiva.

Operador de Mantenimiento Avanzado (OMA)

Está considerado como OMA, al técnico del equipo de trabajo de mantenimiento que se encuentra en la primera línea de respuesta, alerta y reacción, la persona en mención tiene el conocimiento técnico y la experiencia necesaria para actuar de manera eficiente en caso de un daño del equipo y así evitar la para de la línea de producción.

El OMA debe cumplir con los siguientes aspectos:

- Tareas de OM más el conocimiento técnico para reparar los equipos.
- Diagnosticar correctamente el estado de los equipos.

- Conocimiento del reseteo de los equipos.
- Trabajar con la premisa de la Mejora Continua.

Objetivo de la implementación del OM y OMA

- Emplear y enriquecer el conocimiento de los operarios de producción respecto a los equipos que utilizan diariamente.
- Mejora el flujo de comunicación e información de calidad entre Mantenimiento y Producción.
- Garantizar la vida útil de los equipos del área de suelda.
- Disminuir el impacto de costos, por el mantenimiento correctivo.
- Fomentar el involucramiento de todas las personas.
- Óptimizar las cargas de trabajo del equipo de mantenimiento.
- Reducir el DOWNTIME.

Matriz de criticidad

Al realizar el análisis de equipos críticos se debe enfocar a dar una respuesta a las interrogantes, dado que genera un levantamiento puntuado, considerando desde el elemento más crítico al menos crítico del total de los equipos del área analizados, segmentando en tres zonas de clasificación: críticos, semi críticos y no críticos. Luego de identificar estas zonas, es más fácil establecer una estrategia, para realizar estudios que apalanque y mejore la confiabilidad operacional, iniciando las aplicaciones en el grupo de procesos o elementos que estructuren la zona de alta criticidad. Los criterios para realizar un análisis de criticidad suelen estar asociados con: seguridad, ambiente, producción, costos de operación y mantenimiento, estadística de fallas y tiempo de reparación de los equipos principalmente. Estos criterios se relacionan con una ecuación matemática, que genera puntuación para cada elemento evaluado.

Luego de tener establecido cuales sistemas son más críticos, se podrá determinar de una manera eficiente la priorización de los programas y planes de mantenimiento de tipo: predictivo, preventivo, correctivo e inclusive posibles rediseños al nivel de procedimientos y cambios menores; incluso permitirá priorizar para la programación y ejecución de órdenes de trabajo.

Se debe tener en claro el criterio con el cual se clasifica los equipos, razón por la cual se menciona lo siguiente:

- Equipo CRÍTICO

Aquel que cuando falla, provoca una parada total de la producción, es decir, afecta de manera drástica el funcionamiento normal del sistema productivo.

Solamente cuando el equipo es reparado, se puede reiniciar la producción e incluso el tiempo que permanezca fuera de servicio es igual al tiempo en el cual no hay producción.

- Equipo SEMI-CRITICO

Aquel que cuando tenga una falla, afecta parcialmente el funcionamiento de la producción, pero no causa una parada total, es decir, la falla de un equipo semi-crítico origina perdidas parciales de producción.

Su estado fuera de servicio, solo reduce los niveles de producción.

- Equipo NO-CRÍTICO

Aquella falla no afecta la producción.

Su estado fuera de servicio no afecta la producción.

El orden en el que se alimenta la matriz no tiene ninguna afectación con el nivel de criticidad.

$$\textit{Criticidad} = \textit{frecuencia} * \textit{consecuencia}$$

- **Frecuencia:**
 - Frecuencia de falla, todo tipo de falla (MTBF).
 - Tiempo de operación (horas/día)

- **Consecuencia**

Consecuencia = (Flexibilidad*MTTR *uptime*Prod dif.) + Costo de Rep + daño al pers. + Imp Amb + Satisfacción del Cliente

- Flexibilidad
- Tiempo promedio para reparación (MTTR).
- Up time del sistema
- Producción perdida por falla Downtime
- Costo de reparación
- Daños al personal (impacto en seguridad)
- Impacto ambiental.
- Satisfacción del cliente

Tabla N° 2: Equipos críticos del área de suelda

Descripción	Descripción	Aporte	%aporte	Acumulado	Criticidad
BS0853	Jig Neumático Molde Maestro J3 (Jig con Poka yoke) (Crítico MTTO)	64,80	0,77%	0,8%	9
BS0275	Jig Neumático Molde Maestro (RT-50)	64,80	0,77%	1,5%	9
BS0608	Jig Neumático Molde Maestro P2 S3 (Critico MTTO)	57,60	0,69%	2,2%	9
BS0878	Jig Electroneum ático Remate Específico S3	57,60	0,69%	2,9%	9
BS0629	Jig Electroneum ático Forro Lateral Derecho S3	54,00	0,64%	3,6%	9

Tabla N° 2: Continuación

Descripción	Descripción	Aporte	%aporte	Acumulado	Criticidad
BS0886	Jig Neumático Under body P1 S3	54,00	0,64%	4,2%	9
BS0090	Jig Neumático Molde Maestro T- 200 AVEO (Jig con Poka yoke) (Critico MTTO)	54,00	0,64%	4,8%	9
BS0331	Jig Neumático Molde Maestro P1 S3 (Critico MTTO)	54,00	0,64%	5,5%	9
BS0267	Jig Neumático Under Body paso 1 (RT- 50)	45,00	0,54%	6,0%	9
BS0516	Transportad or principal sueldas (Critico MTTO)	36,48	0,43%	6,5%	9

Tabla N° 2: Continuación

Descripción	Descripción	Aporte	%aporte	Acumulado	Criticidad
BS0266	Jig Electroneum ático Componente de Motor P1 S3	34,20	0,41%	6,9%	9
BS0477	Suelda Mag T.Steel Remate especifico RH AVEO Serie 26317123	34,08	0,41%	7,3%	9
BS0630	Suelda MAG T.Steel de la línea de Remate LR- 01 RH Serie 26417936	34,08	0,41%	7,7%	9
BS0169	Sp.Pistola Izquierda NOC-K1848 (Equipo 101)	34,08	0,41%	8,1%	9
BS0941	Angular ULT-50 URYU #6292	32,04	0,38%	8,5%	9
BS0989	Sp. Pistola Derecha	31,32	0,37%	8,8%	9

Tabla N° 2: Continuación

Descripción	Descripción	Aporte	%aporte	Acumulado	Criticidad
BS0521	Sp. Pistola Izquierda NOC-C0440 (Equipo 111)	31,32	0,37%	9,2%	9
BS0770	Sp. Pistola Izquierda NOC-C0420 (Equipo J47) J3	31,32	0,37%	9,6%	9
BS0733	Sp. Pistola Derecha NOC-C0418 (Equipo J21) J3	31,32	0,37%	10,0%	9
BS0534	Sp. Pistola Derecha NOC-C0649 (Equipo J19)	31,32	0,37%	10,3%	9
BS0540	Sp. Pistola Izquierda PC-2350 (Equipo 108)	31,32	0,37%	10,7%	9
BS0535	Sp. Pistola Derecha NOC-C0435 (Equipo 81)	31,32	0,37%	11,1%	9
BS0522	Sp. Pistola Izquierda	31,32	0,37%	11,5%	9

Tabla N° 2: Continuación

Descripción	Descripción	Aporte	%aporte	Acumulado	Criticidad
BS0711	Sp. Pistola Izquierda NOC-C0421 (Equipo J04) J3	31,32	0,37%	11,8%	9
BS0553	Sp. Pistola Izquierda PGB-219 (Equipo J53)	31,32	0,37%	12,2%	9

Fuente: MAXIMO 7
Elaborado por: El Investigador

Los valores que se contempla en la tabla 2, son un ejemplo de los pesos asignados a cada sistema, establecidos según rangos predeterminados (criterios de evaluación). La última columna corresponde con la criticidad, donde basados en una fórmula que relaciona la frecuencia de falla por su consecuencia, estimará un valor para cada sistema.

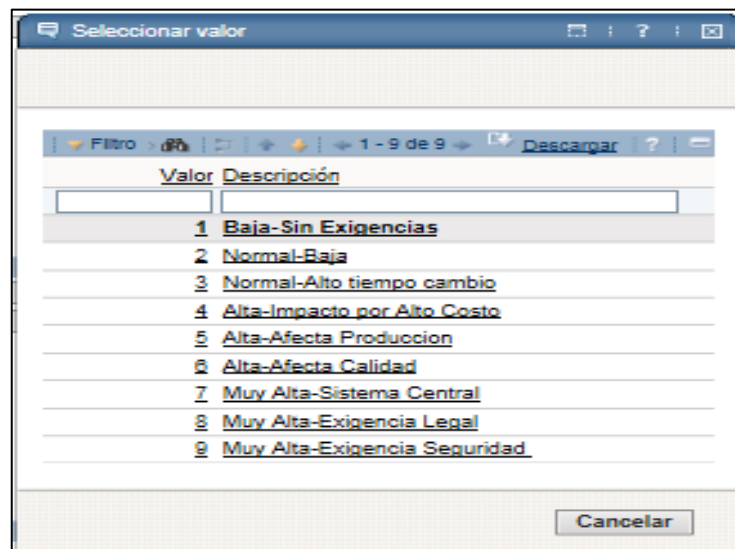


Figura N°12.- Criticidad en el software MAXIMO7

Fuente: MAXIMO 7
Elaborado por: El Investigador

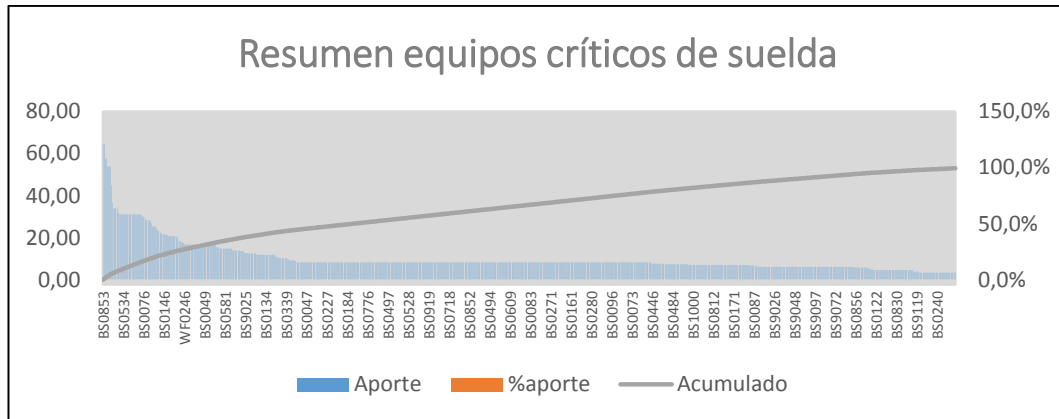


Figura N°13.- Criticidad de equipos
Fuente: MAXIMO 7
Elaborado por: El Investigador

Cargas de trabajo MP (KPI 7 - Porcentaje de OTs de Mantenimiento Preventivo)

Comúnmente se escucha como justificativo que los equipos de mantenimiento no logran superar la etapa de mantenimiento reactivo porque carece de una correcta planificación o por causa de las cargas de trabajo excesivas que tiene su personal.

El adecuado manejo de la carga de trabajo a través de la optimización del recurso humano es el primer objetivo al realizar el plan de mantenimiento, el adecuado manejo entre los recursos disponibles y la carga de trabajo va de la mano porque se tendrá eficiencia en los trabajos a la vez que se corta de raíz la postergación de los mismos.

La acertada administración de la mano de obra, materiales y herramientas, brindará una adecuada capacidad de respuesta, caso contrario la carga de trabajo va complicándose progresivamente, están inmersos factores tales como, antigüedad de las máquinas, planes de mantenimientos no adecuados, adiestramiento erróneo del personal, cambio en los procesos administrativos.

Se puede encontrar una variedad de indicadores, los cuales permiten hacer un seguimiento y evaluar la eficiencia en el manejo de la carga de trabajo.

Backlog en inglés significa “*Acumulación de trabajo no completado*”, no es más que el trabajo que fue planificado y se ingresa al software sin ninguna programación de fecha para cumplirlo o aquel que se inició pero no culminó.

En función de esto el backlog puede categorizarse en:

Atrasado: aquellas ordenes de trabajos (ODT) planificadas, programadas (o no) y no completadas, con atrasos de más de 14 días después de su fecha de requerimiento.

Actual: aquellas ordenes de trabajos planificadas, programadas (o no) y no completadas con exactamente 14 días de haber sido requeridas.

Futuro: aquellas ordenes de trabajos planificadas, programadas (o no) y no completadas con menos de 14 días de la fecha de requerimiento. Quiere decir que son ODT que eventualmente se convertirán en backlog actual o atrasado.

El parámetro de los 14 días puede variar uno o dos días más o menos, todo depende de las políticas de cada empresa.

El Backlog es un índice que permite evaluar la utilización del recurso humano en términos de Horas Hombre (HH) en jornadas de trabajo normales (ocho horas al día). En la mayoría de los casos es medido en días o semanas con la premisa de generar programas de trabajo que permitan tener un mejor control. Para realizar el cálculo se requiere determinar la capacidad laboral de nuestro equipo de trabajo y estimar los tiempos de ejecución de las ODT planificadas.

Para realizar el cálculo de la capacidad laboral se puede realizar de dos maneras:

- **Capacidad laboral Bruta:** Es el tiempo laboral disponible en un periodo de tiempo dado

Por ejemplo anual: (8 Hrs. x 5 días x 52 semanas) multiplicado por la fuerza laboral en condiciones estándar (sin tomar en cuenta el sobre tiempo ni cualquier otra herramienta de ajuste de la fuerza laboral).

- **Capacidad laboral Neta:** es la capacidad laboral bruta menos los compromisos indirectos del personal de mantenimiento, es decir el tiempo promedio perdido estimado en semanas por: tiempo de comidas, vacaciones, entrenamiento, suspensiones médicas, trabajos de emergencia, tiempo en reuniones, asignaciones especiales, etc.

Los tiempos estimados para la realización de las actividades pueden ser determinados de manera empírica de expertos y base de datos, lo cual permite cierta exactitud. En las actividades de tipo mantenimiento preventivo (MP) o predictivo (PdM) la estimación se hace mucho más fácil porque al ser trabajos rutinarios y específicos, es fácil hacer ajustes rápidamente.

Obteniendo la estimación de la capacidad laboral y el tiempo estimado para la ejecución y completación de cada tarea de mantenimiento planificada, se podrá calcular el backlog en términos de días o semanas, por ejemplo:

Suponiendo que la fuerza laboral es de 50 técnicos de mantenimiento y que el tiempo disponibles a la semana es de 40 Horas (5 días x 8 Horas = 40) es decir una capacidad laboral bruta de 2000 HH/semana. Suponer también que 500 ODT en overdue o atrasadas que acumulan un tiempo estimado de ejecución de 4000 HH.

Entonces el backlog será:

$$\text{Backlog} = (4000 \text{ HH}) / (2000 \text{ HH/semana}) = 2 \text{ semanas}$$

Significa que se necesitan dos semanas de trabajo para poder ejecutar y completar las 500 ODT atrasadas, con una fuerza de trabajo de 50 técnicos de mantenimiento en condiciones estándar. Con este valor en mano se pueden entonces hacer programas de trabajos y los ajustes necesarios en la fuerza de trabajo para controlar el backlog.

Estos mismos cálculos se pueden hacer para las ODT en Backlog actuales y futuro, igualmente es recomendable hacerlo por especialidad (mecánicos, electricistas, instrumentistas, etc.) y por áreas de trabajo.

La referencia o target para el backlog en organizaciones de “clase mundial” normalmente está entre 15 a 30 días (de 3 a 6 semanas). Si el backlog está por encima de estos valores de referencias debe considerarse un ajuste de la fuerza de trabajo, estos ajustes pueden ser: más sobretiempos (es lo más fácil de ajustar, pero no debería superar el 15% del tiempo de la nómina normal), incorporación de cuadrillas temporales y/o ajustar la planificación a través de un sistema de prioridades más estricto.

Por otro lado si el valor del backlog está por debajo de los valores de referencias, podría ser indicativo de que los recursos (labor) y los tiempos estimados para la ejecución de las ODT han sido sobre estimados.

Área del proceso de soldadura

El área de suelda de carrocerías está formada por cinco líneas de producción, sub divididas en cuatro líneas estáticas conocidas como CELDAS y una línea móvil llamada REMATE.

El proceso empieza desde el momento que los paneles son entregados en sus respectivos racks, en las estaciones de trabajo, los operadores de producción realizan el proceso de soldadura con pistolas de electro punto, que deben estar calibradas según los parámetros establecidos, bajo el análisis previo de la cantidad de chapas y del material de las mismas.

En el shop de suelda existen una gran variedad de equipos que tienen relación directa con el proceso, tales como: pistolas de soldadura de electro punto, equipos de soldadura MIG-MAG, tecles y polipastos, JIGs cuyo sistema interno de funcionamiento se encuentra constituido por sensores inductivos, cilindros neumáticos, etc.

Soldadura por puntos de resistencia

La mayoría de los subprocesos de ensamblaje de la carrocería se lo realiza con el sistema de soldadura por puntos de resistencia, siempre y cuando el proceso se lo realice de la manera correcta, se obtienen soldaduras con buena calidad, que presentan una zona fundida homogénea, sin agujeros, rechupados o grietas.

El poco apareamiento de las deformaciones, modificaciones en la estructura del material es debido a que la aplicación de calor es mínima porque se realiza de manera concentrada en la zona de contacto de los electrodos, en caso de realizar el proceso de soldadura de manera equivocada no es un inconveniente ya que el zafar el punto de soldadura es sencillo.

Fundamento

El principio de la soldadura por puntos de resistencia se basa en el procedimiento que se conoce: la soldadura por forja, este se lo realiza aprovechando la propiedad de unión que presentan algunos metales al final de su fase sólida, cuando se aplica sobre ellos determinada presión.

Para ejecutarla, se eleva el material a temperaturas próximas a la de fusión mediante un calentamiento, y se unen las dos piezas mediante presión. Se trata por tanto de una soldadura por presión y no por fusión.

Para efectos de la soldadura por resistencia, el calor es el resultado de Corriente y Resistencia de la soldadura.

$$\text{CALOR} = I^2RT$$

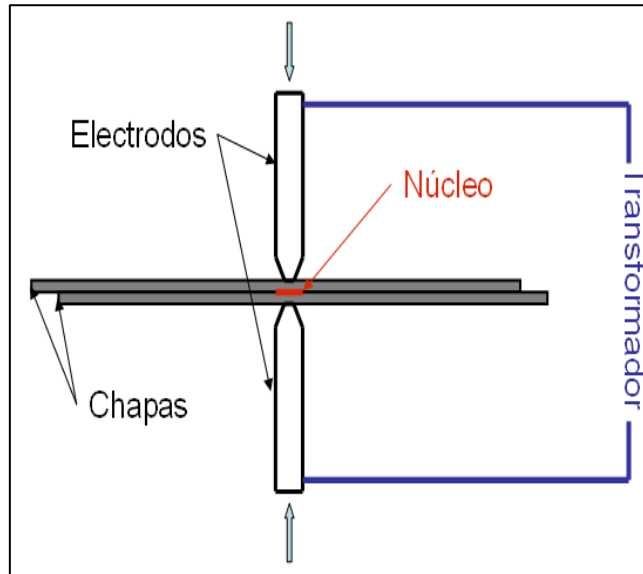


Figura N°14: Soldadura por puntos
Fuente: Manual de soldadura OBB
Elaborado por: El Investigador

Parámetros de la soldadura

- **Intensidad de la corriente-tiempo de soldadura.**

Es fundamental la cantidad de calor para elevar las chapas a estado pastoso, depende directamente de la intensidad de la corriente eléctrica y de su tiempo de paso, razón por la cual, para generar una determinada cantidad de calor, han de regularse adecuadamente estas dos variables.

Por una parte, se puede disminuir el tiempo de soldadura aumentando la intensidad, lo que se conoce como soldadura rápida, o bien se puede optar por una disminución de la intensidad acompañada de un aumento del tiempo de soldadura, denominada soldadura lenta.

La intensidad de corriente máxima que se desea alcanzar está dada por el equipo con el que se realiza el procesos de soldadura y por las chapas que se van a unir, porque se debe evitar su fusión.

Para lograr un buen punto de soldadura se debe:

- Seleccionar la intensidad de corriente máxima del equipo, sin que se llegue a producir la fusión de las chapas, la corriente de soldadura para el acero va de 7000-18000 amperios.
- Regular el tiempo de paso de la corriente considerando el número de chapas que se pretende soldar, los tiempos de soldadura van de 8 ciclos a 48 ciclos
- **Resistencia eléctrica de la unión.**

La resistencia que presentan las chapas al paso de la corriente no es un parámetro de soldadura que pueda ser regulado en el equipo, sino que depende de la composición de la chapa o de cuantas chapas serán unidas para realizar el proceso de soldadura, en este caso se tiene chapas de material como el Boro, Galvaníl que en el momento de ser soldadas desprenden muchas esquirlas.

Un factor a ser considerado es que la resistencia influye directamente en la cantidad de calor generada durante la soldadura, la resistencia que opone un material al paso de la corriente es inversamente proporcional a su conductividad eléctrica, depende de la composición del material así como de su acabado y limpieza, entonces, a mayor conductividad eléctrica, menor resistencia al paso de la corriente, hecho que dificulta la realización de este tipo de soldaduras.

Este percance se puede mitigar en cierta manera con un aumento de la intensidad de la corriente.

- Los valores de resistencia para el acero van de 60 a 150 micro ohms.

- **Presión de apriete.**

El proceso de soldadura por puntos de resistencia podemos decir que es una soldadura por forja, lo cual asume la presencia de una conformación en caliente, esta se obtiene por la presión aplicada a través de los electrodos. La aplicación de la presión tiene tres objetivos distintos:

- Al iniciar la soldadura, la presión ha de ser baja para alcanzar una resistencia alta en el contacto de las chapas, que permita un calentamiento inicial con intensidad óptima.
- La presión debe ser moderada para que las chapas a unir tengan un contacto adecuado y el acople entre chapas sea perfecto.
- Al iniciar la fusión del punto, la resistencia de contacto queda reducida al área marcada por los electrodos, la presión debe ser alta para expulsar los gases incluidos y llevar a cabo la forja del punto.

La presión para la chapa de acero es alrededor de los 10 kg/mm² y debe encontrarse entre ciertos valores límite para evitar los fallos que puedan originarse por exceso o por defecto.

A continuación detallamos las consecuencias cuando las presiones son excesivamente bajas:

- Forja deficiente, que implica puntos de baja calidad.
- Altas resistencias de contacto chapa-chapa y chapa-electrodo, que pueden dar lugar a los conocidos fogonazos, esquirlas, perforación de las chapas y explosión de puntas porque se quedan pegadas.
- Baja resistencia de contacto chapa-chapa y chapa-electrodo.
- Perforación de las chapas.
- Esquirlas de cobre desprendidas de las puntas.
- Deformaciones y desgaste rápido de los electrodos.

Elementos que componen un equipo de soldadura por puntos de resistencia

Los equipos están diseñados de manera que puedan suministrar a la chapa los parámetros mencionados anteriormente; por ello están conformados de los siguientes componentes:

- Pistón, su objetivo es unir a presión las chapas para brindar a los electrodos una fuerza regulable y modificando la resistencia de contacto. El pistón puede ser de accionamiento mecánico, hidráulico o neumático.
- Transformador eléctrico, teniendo la misión de transformar la tensión e intensidad de corriente alterna de la red. De manera que se obtiene en la pinza una intensidad de varios miles de amperios.
- Sistema de corte y temporización, capaz de suministrar la energía deseada en el tiempo preciso.

La pinza de soldadura está conectado a la unidad de alimentación mediante cables flexibles. Su accionamiento se realiza mediante un cilindro neumático incorporado, el mismo que funciona por la electroválvula mandada por el pulsador eléctrico.

En el manejo de la pistola de soldadura se debe tener en cuenta algunas consideraciones:

- Se necesita una tensión de red estable para un correcto funcionamiento.
- La presión del aire de alimentación para la pinza se halla alrededor de 6 bares.
- No se deben forzar las conexiones.
- Es preciso soplar con aire seco el interior de la máquina para eliminar los depósitos de polvo.
- Hay que tener la precaución de no tirar de los cables de conexión o soldadura para mover el equipo.

Fases de la soldadura por puntos

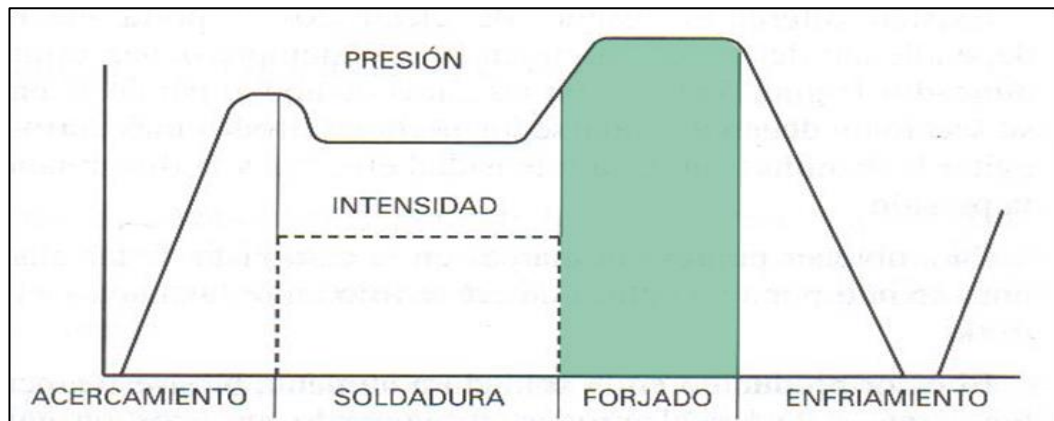
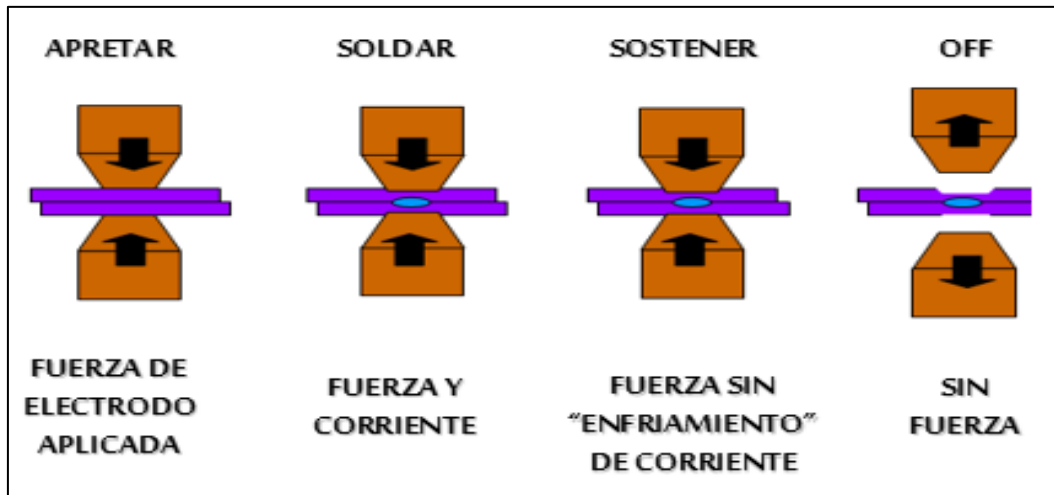


Figura N°15.- Fase de soldadura por puntos

Fuente: Departamento de calidad OBB

Elaborado por: El Investigador

- Colocación de la pinza sobre las chapas.
- Tiempo de bajada: es el tiempo que transcurre desde que se inicia la operación de acercamiento de los electrodos hasta que comienza el paso de corriente. En este tiempo se consiguen aproximar las chapas que se van a unir para obtener una buena continuidad.
- Tiempo de soldadura: tiempo durante el cual está pasando la corriente eléctrica.

- Tiempo de mantenimiento o de forja: es el tiempo transcurrido entre el corte de la corriente y el levantamiento de los electrodos. Esta fase posterior de enfriamiento con mantenimiento de la presión garantiza el grado de resistencia y debe ser, como mínimo, igual al tiempo de soldadura.
- Separación de los electrodos.
- Colocación de chapas o de la pinza para un nuevo punto.

Electrodos y porta electrodos

El electrodo es un componente muy importante en el equipo de soldadura por puntos de resistencia y deben reunir tres requisitos fundamentales:

- Buena conductividad eléctrica para evitar aumentos adicionales de temperatura.
- Tenacidad y alta resistencia mecánica a elevadas temperaturas.
- Buena conductividad térmica para que su refrigeración sea rápida y efectiva.

Los electrodos para la soldadura de los aceros son fabricados en aleaciones de cobre-cromo; el Cobre presenta unas propiedades eléctricas y térmicas óptimas y la adición de Cromo endurece la aleación.

Habitualmente se emplean electrodos troncocónicos con un ángulo en la punta entre 90° y 120°, pero también existen electrodos de punta redonda. El diámetro de su punta o zona de contacto está dado por el espesor de las chapas y puede calcularse aproximadamente por la siguiente fórmula empírica, únicamente válida para materiales ferrosos:

$$d = 2e + 3$$

Donde "d" es el diámetro de la punta del electrodo y "e" el grosor de las chapas a soldar.

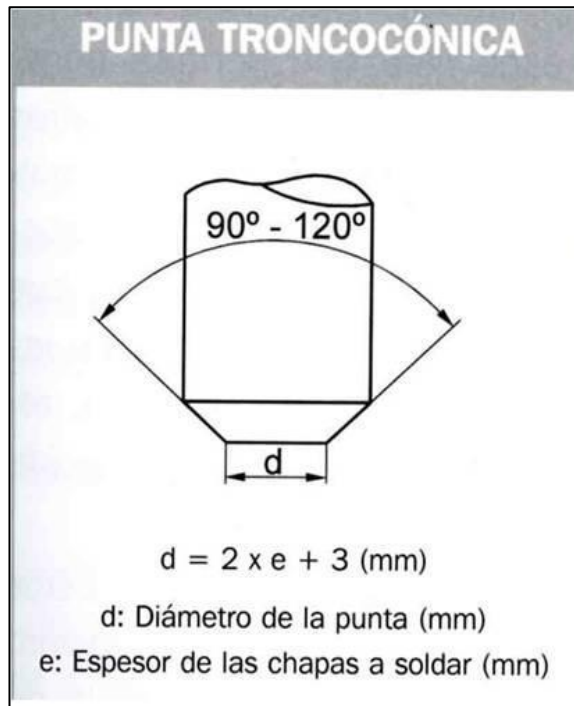


Figura N°16.- Fase de soldadura por puntos
Fuente: Departamento de calidad OBB
Elaborado por: El Investigador

Las puntas deben estar en buenas condiciones si se desea tener puntos de calidad; por ello, se recomienda limarlas o fresarlas periódicamente para que conserven su geometría y así eliminar esquirlas y fagonazos.

Por lo general las chapas que llegan a la planta donde será soldada suele llegar con sus propias especificaciones técnicas para regular los parámetros de fuerza y corriente.

Aspectos importantes en el proceso de soldadura de puntos

Existen otros aspectos que no se debe descartar a la hora de unir piezas por puntos de resistencia.

- **Distancia entre puntos o paso.**

Si dos puntos son muy cercanos, puede producirse una derivación de corriente por las soldaduras cercanas (efecto Shunt); de esta forma, disminuye la intensidad de corriente necesaria para la formación del nuevo punto. El no contemplar este factor, implica un consumo excesivo de energía eléctrica, ya que, además de la corriente útil de soldadura, se está proporcionando a las chapas una corriente adicional, que se pierde a través de los puntos próximos.

- **Distancia al borde o recubrimiento.**

La distancia al borde o "recubrimiento" es la longitud medida desde el centro de la soldadura al borde de la pieza.

Un recubrimiento insuficiente da lugar a:

- Expulsión de material fundido por la junta, debilitando la soldadura.
- Deformaciones en los bordes de las piezas, debido a la presión ejercida por los electrodos.
- Deterioro de los electrodos, que se ensucian con gran facilidad.

- **Obtención de puntos sin marcar la cara vista.**

Cuando se da un punto de soldadura, quedará visible sobre la pieza una pequeña marca provocada por la presión de los electrodos. Sin embargo, existen zonas de la carrocería donde esta marca no puede estar visible por estándares de apariencia, por ejemplo: el parante B de la carrocería (vertical donde se aloja el cinturón de seguridad delantero), se interpone entre la chapa y el electrodo correspondiente una placa de cobre.

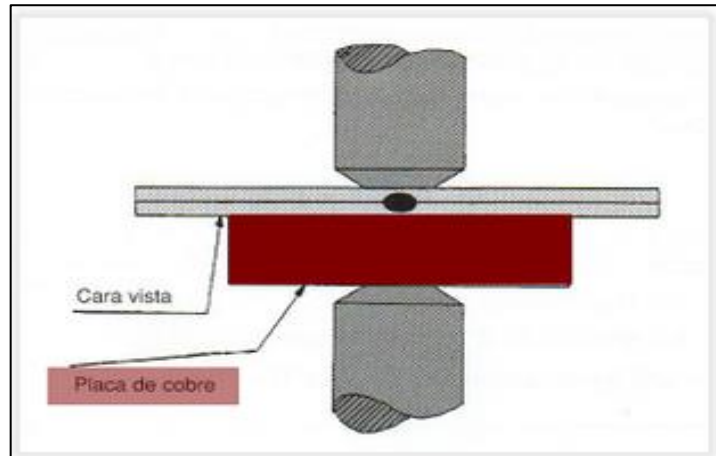


Figura N°17.- Puntos de suelda no vistos
Fuente: Departamento de calidad OBB
Elaborado por: El Investigador

Control de calidad de puntos de soldadura

La forma de evaluar la calidad de un punto es verificando la fuerza de la unión entre chapas, mediante el proceso del cincel o en pruebas destructivas. Si se produce un arrancamiento del material base, el punto está bien realizado; si se desprende reventado, no se ha efectuado adecuadamente el trabajo. Para realizar estas pruebas, se debe soldar unas chapas, de igual espesor y características y proceder después a su rotura.



Figura N°18.- Tipos de puntos de soldadura
Fuente: Departamento de calidad OBB
Elaborado por: El Investigador

Número de unidades producidas

El sistema de producción actual propone una optimización de costos asociados al ensamblaje o fabricación de insumos, circunstancia que impacta en el precio final del bien en cuestión.

La demanda de vehículos en el mercado es un factor determinante para realizar planes de producción, revisando la capacidad productiva de la planta, con estas premisas debemos considerar varios factores para cumplir los objetivos, tales como: mano de obra, materiales, herramientas, logística, tiempos ideales (TACKTIME), tiempo real (ACTUAL TACK TIME), paras de producción (DOWN TIME).

La producción diaria de unidades en el área de suelda es de 140 vehículos, mezclados en sus diferentes versiones. Pero para realizar este proceso está inmerso el uso de los equipos que de acuerdo al proceso que se lo utilice pueden llegar a tener altas frecuencias de trabajo (puntos de soldadura) y mayor desgaste.

Podemos mencionar que los equipos del área de remate de carrocerías son los que tiene más interacción con la producción ya que se encuentran trabajando las ocho horas al día, caso diferente las pistolas de las celdas que trabajan 4 horas al día, por ende se debe realizar mayos enfoque al mantenimiento de las pistolas de remate.

Es importante considerar la depreciación de los equipos en función de la utilización o de la actividad, y no del tiempo. Por lo tanto, el tiempo de vida del equipo se basará en la función del rendimiento y del número de unidades que produce, de horas que trabaja, o del rendimiento considerando estas dos opciones juntas.

Adquisición de materiales para el proceso de soldadura

Los materiales que interactúan en el proceso de soldadura de carrocerías son importados desde diferentes fuentes o países, tales como: Japón (SUZUKI),

Tailandia (IZUSU), Korea (AVEO) y China (SAIL), desde cada fuente llega los paneles o chapas, tornillería, sellantes estructurales.

Cada fabricante o proveedor maneja diferentes aleaciones de las chapas que se utiliza en las carrocerías, razón por la cual se debe considerar una alta gama de equipos y obviamente los componentes de los mismos para que la producción fluya sin tener complicaciones. Otros materiales que forman parte del ensamblaje del vehículo son: CO2, alambre de soldadura MIG, lijas, Caps o puntas de electrodos.

Mano de obra

Los operadores de producción y los técnicos de mantenimiento tienen un alto nivel de conocimiento de sus procesos, porque se realiza entrenamientos cada dos meses y además son evaluados constantemente para verificar en qué se puede reforzar. La empresa dicta cursos mensualmente con la finalidad de tener un nivel competitivo en las personas.

Hipótesis

La gestión de mantenimiento para las pistolas de electro punto en el área de suelda, incide en los niveles de producción de vehículos.

Señalamiento de Variables

Variable Independiente.

Gestión de Mantenimiento en el área de soldadura.

Variable Dependiente.

Producción

Definición de términos técnicos

CICE: curso teórico práctico que se debe tomar por 40 horas para obtener la credencial y poder realizar trabajos eléctricos.

CERCA: curso teórico práctico que se debe tomar por 40 horas para obtener la credencial y poder dar resucitación y primeros auxilios.

EPP: equipo de protección personal

POS: guía para el operador de mantenimiento, la información de los equipos eléctricos debe estar considerada en la placa de Proceso de Operación Segura.

OM: operador de mantenimiento que debe estar en la primera línea, recibe adiestramiento básico para realizar el proceso.

OMA: operador de mantenimiento avanzado, con más conocimiento técnico de los equipos, puede realizar reparaciones de gran magnitud.

LET: líder de equipo de trabajo, el cual lidera al grupo, toma las decisiones.

MET: miembro de equipo de trabajo, parte importante del grupo ya que es la mano de obra directa del equipo, realiza las tareas.

TPM: mantenimiento productivo total, consta de siete etapas.

DOWNTIME: considerada como registro de paras de línea productivas, provocadas por daños de equipos o atrasos en los operadores.

MTBF: registro que proporciona el software MAXIMO7 referente a las frecuencias de fallas de los diversos equipos.

MTTR: registro que proporciona el software MAXIMO7, referente a los tiempo promedio para reparación

MP: mantenimiento preventivo.

PdM: mantenimiento predictivo.

ODT: órdenes de trabajo que se carga en el MAXIMO7

ODT IN OVERDUE: ordenes de trabajos atrasados que reporte el MAXIMO7.

BACKLOG: índice que permite evaluar la utilización del recurso humano en términos de Horas Hombre

JIGS: dispositivos para colocar los paneles y realizar la soldadura.

INTENSIDAD DE CORRIENTE: cantidad de electricidad que circula por un circuito en la unidad de tiempo.

RESISTENCIA ELÉCTRICA: oposición de un conductor al paso de la corriente.

TENACIDAD: acumulación de energía antes de alcanzar la rotura en condiciones de impacto.

TACK TIME: tiempo de producción ideal.

ACTUAL TACK TIME: tiempo de producción real.

SHUNT: derivación de corriente por las soldaduras cercanas (efecto Shunt).

OT: Órdenes de trabajo

KPI (Key Performance Indicators): indicadores claves de rendimiento.

KPI 1: CM Cumplimiento Programado (# OTs)

KPI 2: Porcentaje de OTs Programadas (Horas)

KPI 3: PM Cumplimiento Programado (# OTs)

KPI 4: Porcentaje de OTs No Programadas (Horas)

KPI 5: OTs Programadas Eficiencia en Horas (Horas)

KPI 6: Porcentaje de OTs Planeadas Cumplidas (# OTs)

KPI 7: Porcentaje de OTs de Mantenimiento Preventivas (Horas)

KPI 8: Porcentaje de OTs de Mantenimiento Predictivo (Horas).

KPI 9: Porcentaje de Defectos de Mantenimiento Preventivo (# OTs)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

Enfoque de la Modalidad

El enfoque de la investigación es cualicuantitativo porque mediante estos se define el método de investigación que se realizará:

Cualitativo: porque está relacionado a la forma de razonamiento siendo su principal característica que presta atención a lo profundo de los resultados y no a su generalización, este método utiliza la narrativa, entrevista informal, solamente si es de una fuente confiable para llegar a la obtención de un resultado.

Cuantitativo: lo destacable son los resultados obtenidos en la investigación que se apoya en datos numéricos y métodos estadísticos, para alcanzar resultados precisos de una búsqueda donde reúne la información de la variable independiente, lo contrario de la cualitativa, obtenidos por información que se obtiene al realizar observación directa.

Según lo aclarado en el tipo de métodos, esta investigación será con un enfoque cuantitativo, el procesamiento de datos de parámetros de producción que nos proporciona el software MAXIMO7.

Modalidad y tipo de la investigación

De campo

Durante el desarrollo de esta investigación se recopila la información de las variables in situ, la propuesta cuyo enfoque es determinar lo importante para la ejecución del Mantenimiento Preventivo (MP) y el análisis de eficiencia del

indicador clave de desempeño KPI-2(Porcentaje de órdenes de trabajo programadas).

La obtención de los datos es proporcionados por los registros diarios que se va alimentando e ingresando al software MAXIMO 7, para poder tener una buena trazabilidad y determinar los equipos que tiene más impacto a la producción.

La manera habitual al realizar el estudio de campo, es adquirir los datos, observar los procesos en los puestos de trabajo, se debe realizar la toma de datos y los tiempos de todos los trabajadores, para la elaboración del informe.

Nivel o Tipo de Investigación.

El investigador tendrá el número de mantenimientos preventivos (MP) realizados en determinado tiempo, este dato que se puede obtener del software MAXIMO 7 y cualquier información que se pueda creer como relevante la cual proporcionarán los técnicos de mantenimiento del área.

Exploratoria

Este tipo de investigación se centra en analizar e investigar aspectos concretos de la realidad que aún no han sido analizados en profundidad. Básicamente se trata de una exploración o primer acercamiento que permite que investigaciones posteriores puedan dirigirse a un análisis de la temática tratada. Por sus características, este tipo de investigación no parte de teorías muy detalladas, sino que trata de encontrar patrones significativos en los datos que deben ser analizados para, a partir de estos resultados, crear las primeras explicaciones completas sobre lo que ocurre.

La tabulación de la cantidad de mantenimientos efectuados en diferentes equipos de soldadura y el tiempo demorado en la ejecución del proceso, esta información

será de vital importancia para el análisis de la causa raíz del problema y determinar la solución para solventar las cargas excesivas de trabajo de los técnicos de mantenimiento.

Descriptiva

El objetivo es establecer una descripción lo más completa de un fenómeno, situación o elemento concreto, sin buscar ni causas ni consecuencias de éste. Mide las características y observa la configuración y los procesos que componen los fenómenos, sin pararse a valorarlos.

Así pues, en muchas ocasiones este tipo de investigación ni siquiera se pregunta por la causalidad de los fenómenos (es decir, por el "por qué ocurre lo que se observa"). Simplemente, se trata de obtener una imagen esclarecedora del estado de la situación.

Población y Muestra

Población: 16 pistolas de soldadura de electro punto.

Muestra: no es necesario el cálculo de la muestra porque la población es de 16, se realiza el cálculo cuando la población es mayor a 100 unidades de observación.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable Independiente

Tabla N° 3: Gestión de mantenimiento para las pistolas de electro punto

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
La Gestión de mantenimiento para las pistolas de mantenimiento se mide a través de la eficiencia del indicador KPI-2 del mantenimiento preventivo se determina por el porcentaje de MP cumplidos según lo planificado y por la productividad que genera al ser bien ejecutado.	Porcentaje de MP cumplidos Productividad	Número de MP programados vs número de MP ejecutados Número de Paras en Línea vs Tiempo de Trabajo diario	¿Se cumplió con el objetivo de MP del KPI-2 programado del mes? ¿Hubo paras de producción por responsabilidad de mantenimiento?	Revisión del desempeño del KPI-2 en MAXIMO Revisión registro de base de paras diarias.

Fuente: Observación directa
Elaborado por: El Investigador

Variable dependiente

Tabla N° 4: Producción

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	PUNTOS BÁSICOS	FORMAS DE MEDICIÓN
Fabricación o elaboración de un producto mediante el trabajo	Tiempos empleados al realizar un Mantenimiento Recursos Empleados	Desempeño Eficiencia Herramientas y Equipos	¿Analizar los tiempos, para determinar el tiempo estándar para el proceso de Mantenimiento? ¿Conoce el uso de Equipos y herramientas usadas en el mantenimiento Preventivo?	Toma de datos y verificación visual Realizar un check list para anotaciones y verificaciones el cumplimiento de lo Programado

Fuente: Observación directa
Elaborado por: El Investigado

Tabla N° 5: Directrices Plan de Recolección de Información

Preguntas Básicas	Explicación
¿Para qué?	Para alcanzar los objetivos del Estudio
¿De qué personas u objetos?	Nómina del personal de Mantenimiento suelda
¿Sobre qué aspectos?	Indicador KPI-2 de mantenimiento preventivo
¿Quiénes?	El Investigador
¿Cuándo?	Marzo 2017
¿Dónde?	Empresa OBB
¿De qué técnicas?	Sistema MÁXIMO
¿Con qué?	Datos del Software MÁXIMO
¿En qué situación?	Área suelda de carrocerías

Fuente: El Investigador
Elaborado por: El Investigador.

Con lo detallado en la tabla N°5, el objetivo es adquirir más información que ayude al desarrollo de la investigación.

Plan de Recolección de la Información

La recolección de datos referente a las paras de producción se las va registrando hora a hora en un documento determinado en el cual se detalla el equipo que provocó la para de línea, posteriormente al final de la jornada se pasa los datos obtenidos al MAXIMO 7 y se puede tabular el equipo que está en el TOP 3.

La información que nos arroje el software MAXIMO 7, curvas de desempeño, barras, ayudará a planificar los mantenimientos preventivos de los equipos que estén ocasionando problemas.

Aplicación de instrumentos de recolección de la información

- Abrir el software MÁXIMO 7 e ingresar opción requerida.

Manejo de órdenes de trabajo

Orden de trabajo: 2359140 | Adquisición de etiquetas color ROJO para la | Planta: 6307

Estado: (NPRG) | En Progreso (INPRG) | Afecta Producción: 0

OT de nivel superior: []

Secuencia: [] | Tarea: [] | Resumen: []

...No hay filas para mostrar...

Mano de obra

Tarea	Mano de obra	Nombre	Especialidad	Nivel de habilidades	Acrobada	Fecha de inicio
OBB042		JOSE DELGADO	MC		<input type="checkbox"/>	10/04/18
OBB307		William. Chicaiza.	EL		<input type="checkbox"/>	10/04/18

Mano de obra: [] | Tarea: [] | Mano de obra: OBB307 | William. Chicaiza.

Detalles

Especialidad: EL | Fecha de inicio: 10/04/18 | Fecha de finalización: 10/04/18

Nivel de habilidades: [] | Hora de inicio: 08:00 AM | Hora de finalización: 09:00 AM

Horas normales: 1.00 | Coste de línea: 0.00

Tarifa: 0.00

Mano de Obra Externa | Pago especial

¿Externo? | Código de pago especial: [] | Cuenta de débito del LM: []

Distribuidor: [] | Horas de pago especial: [] | Cuenta de crédito del LM: []

Contrato: [] | Tarifa de pago especial: [] | Ubicación: []

Revisión: | Tipo de tarifa especial: [] | Activo: | Memo: []

Registrado como recibido

Figura N°19.- Ingreso de datos al MAXIMO 7
Fuente: MAXIMO
Elaborado por: El Investigador.

- Seleccionar los datos requeridos, días, meses, años.

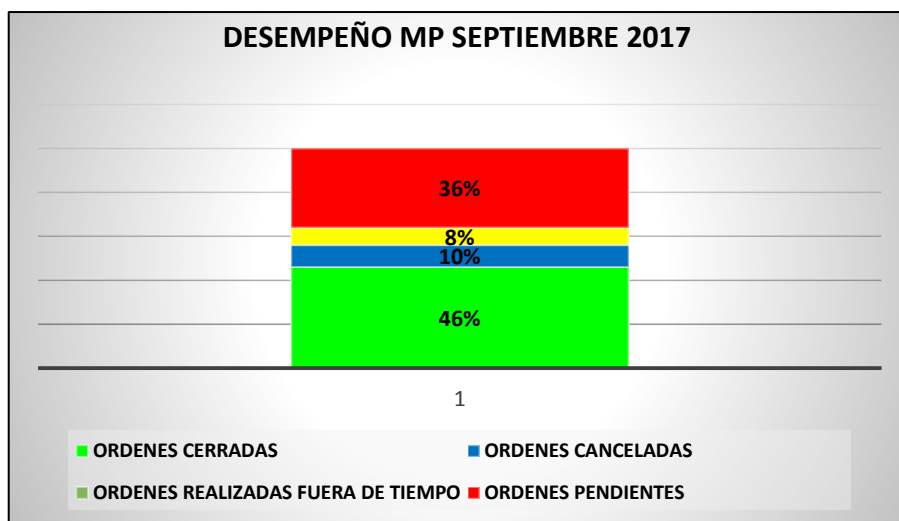


Figura N°20.- Obtención de datos desde el MAXIMO 7
Fuente: MAXIMO 7
Elaborado por: El Investigador.

- Bajar informe detallado de MP.
- Traslado de datos del MAXIMO 7 a la base de carga de trabajo.

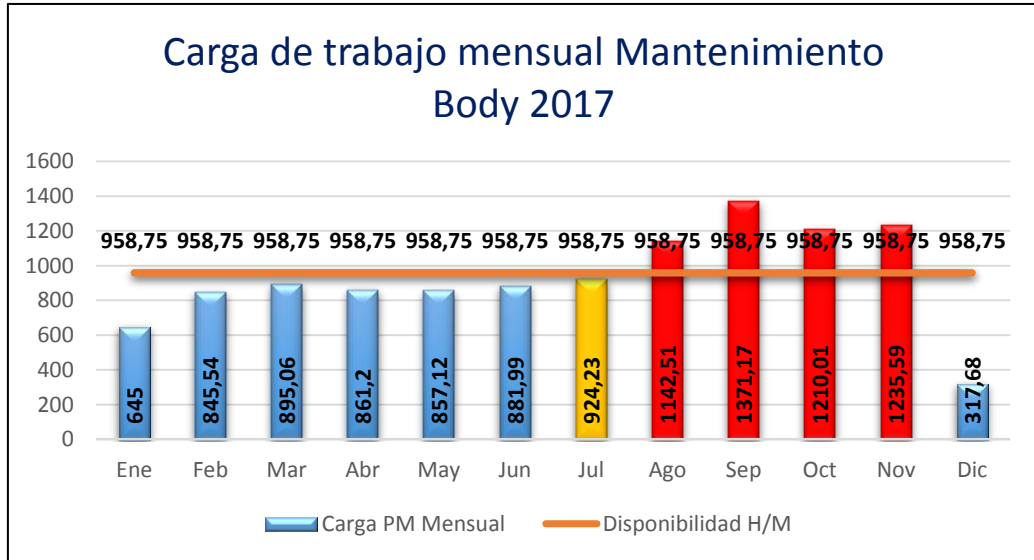


Figura N°21.- Cargas de trabajo del equipo de Mantenimiento
Fuente: MAXIMO 7
Elaborado por: El Investigador.

- Interpretación de gráficos

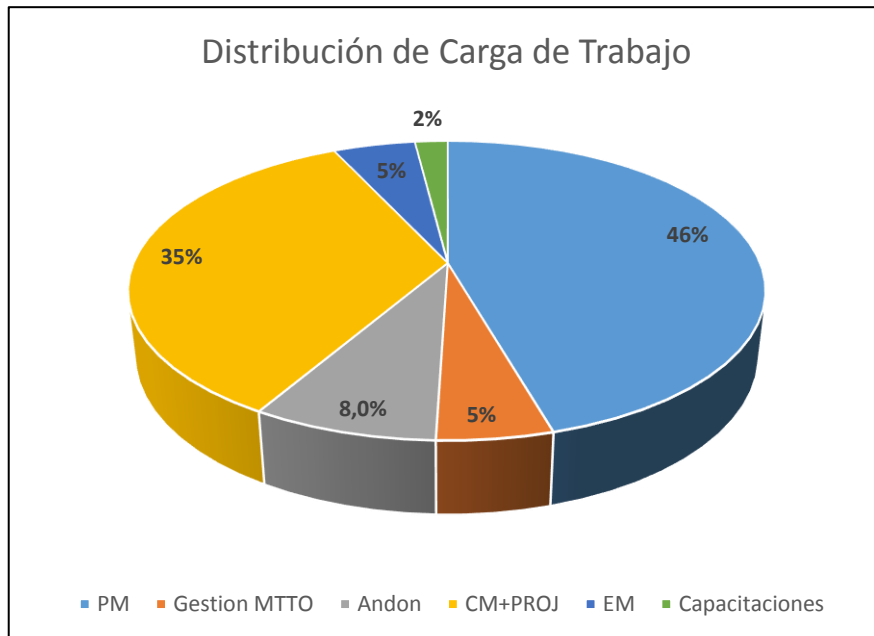


Figura N°22.- Distribución de cargas de trabajo del equipo de Mantenimiento
Fuente: MAXIMO 7
Elaborado por: El Investigador.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez que la información sea recopilada a través del estudio que se realizó, las variables que están inmersas en el Mantenimiento Preventivo de los equipos de soldadura, la obtención de información utilizando el software MAXIMO 7 que facilitan el shop, con las cuales se puede dar seguimiento diario del desempeño de los KPI de mantenimiento que está estrechamente relacionado con el ensamblaje de los vehículos.

Los datos recogidos son trasladados a la Tabla N° 6 de producción mensual y las paras provocadas por mantenimiento en el área de soldadura. Se observa que los datos son repartidos en cinco columnas: días trabajados, segunda columna menciona la cantidad de horas trabajadas por día, tercera columna la cantidad de vehículos por día, la cuarta columna que se refiere a las paras de línea provocadas por producción (atraso del operador, falta de material, cambio de cilindros de CO2, daño del material, re trabajos, implementación de BY PASS) y las paras generadas por fallas de mantenimiento (daños de los equipos, moldes, JIGS, desabastecimiento de energía o agua) los datos son relacionados entre sí.

Lo anteriormente citado da la razón por la cual es trascendental realizar el correcto levantamiento de datos para dar la trazabilidad y determinar las posibles afectaciones al cumplimiento de la producción en el área de soldadura.

Tabla N° 6. Producción Agosto 2017 Mantenimiento Área de Suelda. (Obj: 95 unidades)

DÍA	HORAS TRABAJADAS	PRODUCCIÓN	PARAS DE PRODUCCIÓN	PARAS DE MANTENIMIENTO
1	8	95	2	
2	8	95		
3	8	95		
4	8	95	1	
5	8	92		15
6	8	95		
7	8	91		20
8	8	95		
9	8	95	5	
10	8	94		5
11	8	95		
12	8	95		
13	8	89		30
14	8	95	3	
15	8	90		25
16	8	95		
17	8	95		
18	8	91	4	20
19	8	95		
20	8	95		
TOTAL	160	1877	15	115

Fuente: Base de datos
Elaborado por: El Investigador.

Al analizar la tabla N°6 , se observa algunos datos tales como los que se encuentran en la fila del día 13, siendo este el menor número alcanzado en la producción con 89 carrocerías y al contrario con 14 días que se logró alcanzar el indicador de 95 carrocerías producidas, cumpliendo el objetivo diario de producción con ATT(tiempo real), en la siguiente columna se detalla las paras provocadas por producción y en la quinta columna están detalladas las paras de línea provocadas por mantenimiento, observando que cuando no existe incidencia por parte de mantenimiento (daños de equipos) se logra cumplir con el objetivo de entrega diario.

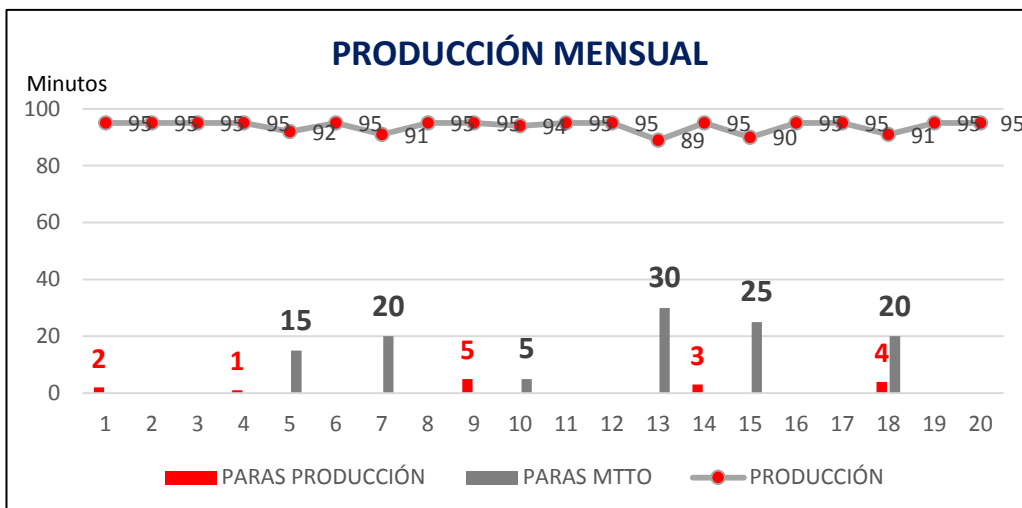


Figura N°23.- Paras de línea-Agosto
Fuente: Base de datos
Elaborado por: El Investigador.

En la figura N°23 se visualiza la incidencia en la producción, provocadas por las paras de mantenimiento en 6 días donde hubo afectación severa a la producción con frecuentes paras de línea.

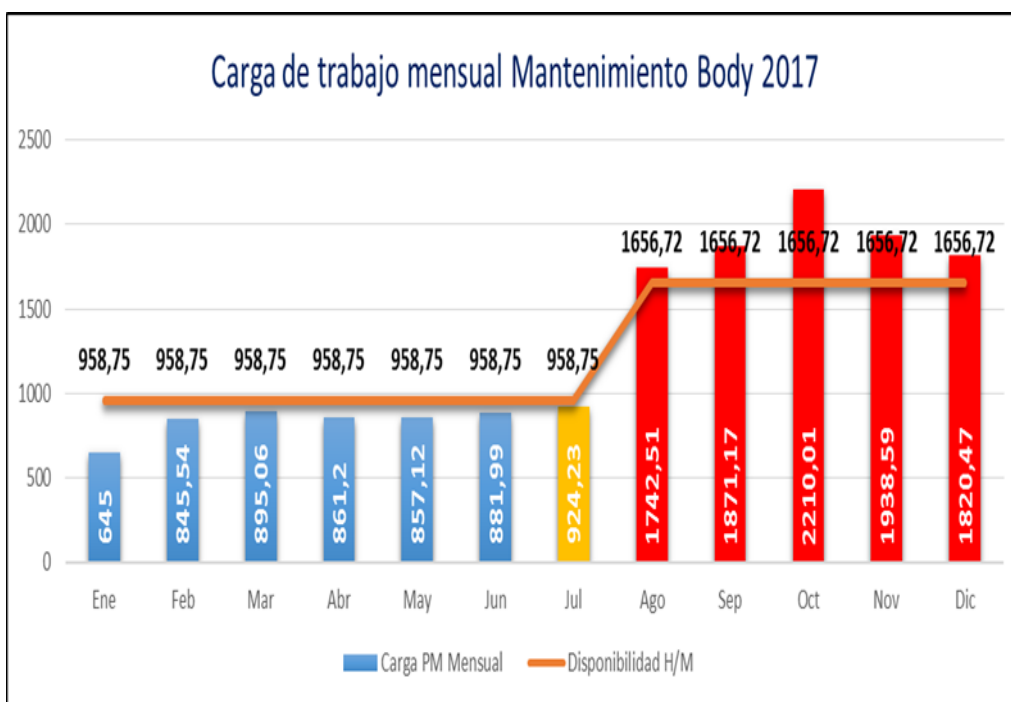


Figura N°24.- Carga de Trabajo Mantenimiento 2017.
Fuente: MAXIMO
Elaborado por: El Investigador.

En la figura N°24 se aprecia que es superado el objetivo de carga de trabajo mensual planificada (**KPI 2: Porcentaje de OTs Programadas**) con respecto a la carga de trabajo real del equipo (**KPI 4: Porcentaje de OTs No Programadas**), en donde se suma el KPI 2 y KPI 4, en el mes de agosto que es de 1742.51 horas, quedando en evidencia que está sobrecargado las tareas de mantenimiento preventivo, siendo el límite 1656.72 horas mensuales, excediéndose con 85.79 horas de trabajo.

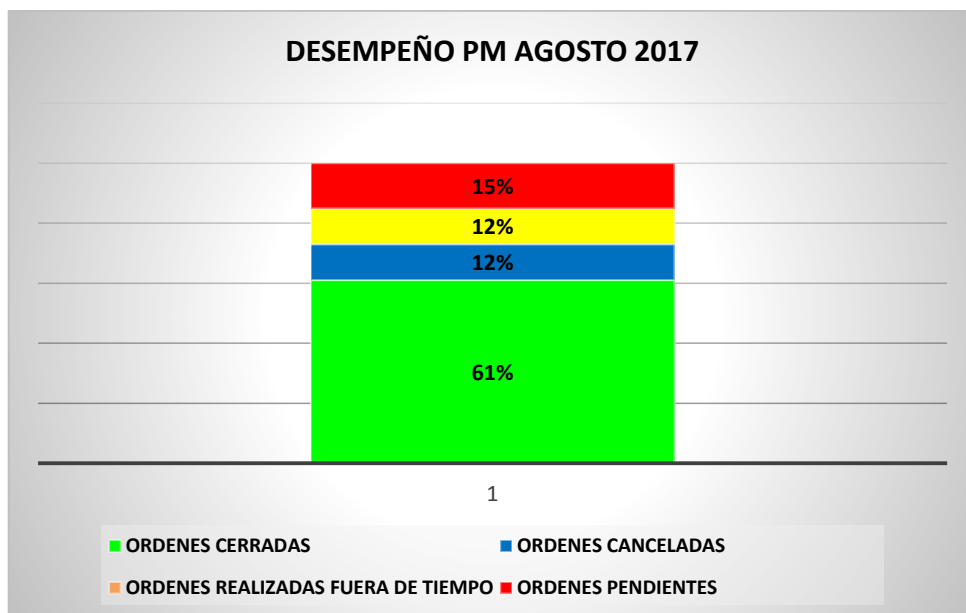


Figura N°25.- Desempeño Mantenimiento Preventivo (KPI 2).
Fuente: MAXIMO
Elaborado por: El Investigador.

La figura N°25 desglosa el indicador KPI-2 (cierre a tiempo de las órdenes de trabajo de MP) que se han programado para las pistolas de soldadura, en la barra apilada tenemos de verde las órdenes de trabajo de MP que se han cerrado a tiempo, siendo, con azul que refleja las de órdenes de trabajo canceladas, seguramente por dar prioridad a trabajos de mantenimiento que surgieron de manera urgente, de amarillo las órdenes de trabajo realizadas, pero con el tiempo ya expirado y de rojo que representa las órdenes de trabajo que no se logró completarlas y quedarían pendientes.

Tabla N° 7: Producción Septiembre 2017 Mantenimiento Área de Suelda. (Obj: 95 unidades)

DÍA	HORAS TRABAJADAS	PRODUCCIÓN	PARAS DE PRODUCCIÓN	PARAS DE MANTENIMIENTO
1	8	95		
2	8	90		25
3	8	95	7	
4	8	91		20
5	8	95		
6	8	94	2	5
7	8	88		35
8	8	95		
9	8	95	15	
10	8	89		30
11	8	93		10
12	8	95		
13	8	91		20
14	8	95	4	
15	8	95		
16	8	90		25
17	8	95		
18	8	95	11	
19	8	92		15
20	8	95		
TOTAL	160	1863	39	185

Fuente: Base datos de producción de carrocerías
Elaborado por: El Investigador

La tabla N°7, registra datos en los cuales se puede tomar como muestra el del día 7 con 88 vehículos ensamblados, siendo este el día más bajo del mes, mientras que en el día 10 se obtuvo un desempeño de 95 vehículos, cumpliendo con el 100% del objetivo diario de 95 vehículos, cabe recalcar que en el día 7 y 10 no existieron paras provocadas por daños de equipos de soldadura e incluso teniendo el impacto de pequeñas paras de producción se puede conseguir el objetivo, si analizamos la tabla en mención observamos que existe un despunte en las paras de mantenimiento.

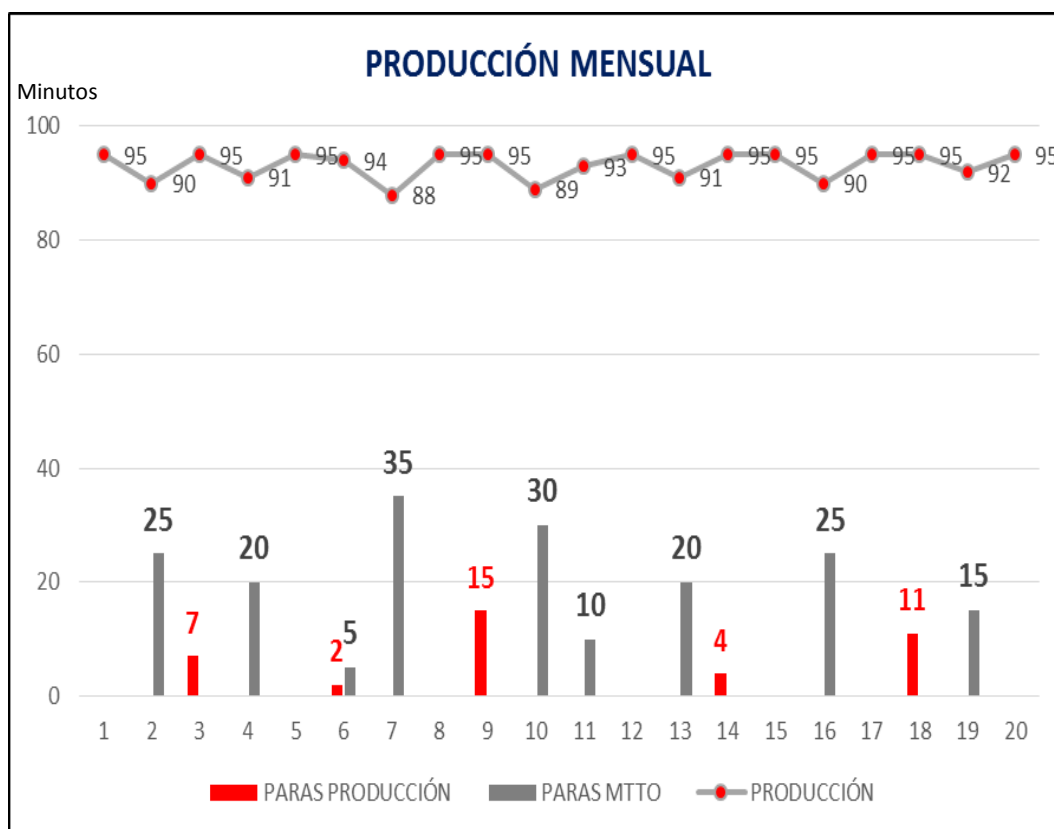


Figura N°26.- Paras de línea-Septiembre
Fuente: Base de datos
Elaborado por: El Investigador.

Claramente se muestra en la figura N°26 las paras de producción provocadas por daños de equipo, esto se replica en 9 días sumando 185 minutos, afectando los objetivos diarios de producción que se tiene graficado en la parte superior, un aumento considerable de paras causadas por la deficiente gestión.

En la figura N°24 la carga de trabajo (**KPI 2: Porcentaje de OTs Programadas**) con respecto a la carga de trabajo real del equipo (**KPI 4: Porcentaje de OTs No Programadas**) en donde se suma el KPI 2 y KPI 4, en el mes de septiembre la carga de trabajo es de 1871.17 horas, claramente refleja que está sobrecargado las tareas de mantenimiento preventivo, siendo el límite 1656.72 horas mensuales, excediéndose con 214.45 horas de trabajo.

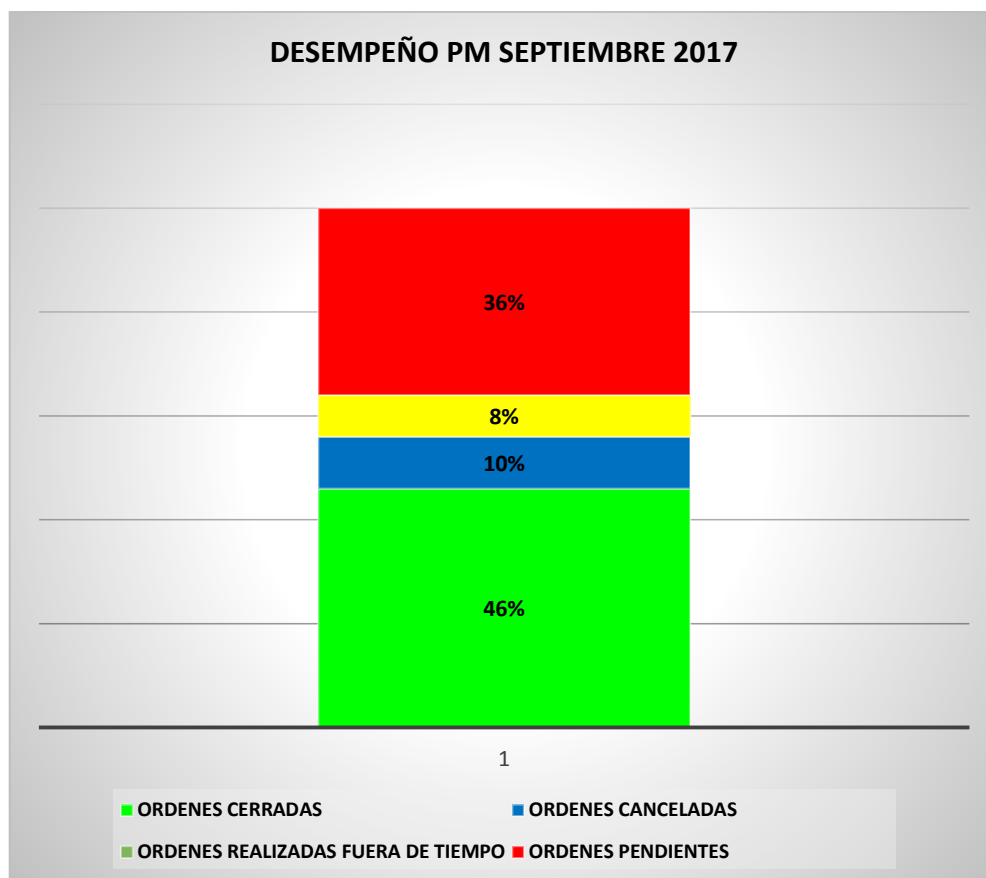


Figura N° 27.- Desempeño Mantenimiento Preventivo (KPI 2).

Fuente: MAXIMO

Elaborado por: El Investigador.

Mientras que la figura N°27 desglosa el indicador KPI-2 (cierre a tiempo de las órdenes de trabajo de MP) que se han programado para las pistolas de soldadura, en la barra apilada tenemos de verde las órdenes de trabajo de MP que se han cerrado a tiempo, siendo, con azul que refleja las de órdenes de trabajo canceladas, seguramente por dar prioridad a trabajos de mantenimiento que surgieron de manera urgente, de amarillo las órdenes de trabajo realizadas, pero con el tiempo ya expirado y de rojo que representa las órdenes de trabajo que no se logró completarlas y quedarían pendientes para cerrarlas el siguiente mes.

En análisis hay que considerar que las órdenes de trabajo pendientes son el 36%, se sumará al siguiente mes y agudiza el problema que debe tratarse de manera inmediata.

Tabla N° 8: Producción Octubre 2017 Mantenimiento Área de Suelda. (Obj: 105 unidades).

DÍA	HORAS TRABAJADAS	PRODUCCIÓN	PARAS DE PRODUCCIÓN	PARAS DE MANTENIMIENTO
1	8	102	15	
2	8	92	11	
3	8	105		
4	8	98		13
5	8	105		
6	8	102		14
7	8	103		
8	8	105		
9	8	104		7
10	8	92		26
11	8	93	11	12
12	8	105		
13	8	101		13
14	8	105		
15	8	105		
16	8	94	6	17
17	8	105		
18	8	85	6	37
19	8	99	8	5
20	8	105		
TOTAL	160	2005	57	144

Fuente: Base datos de producción de carrocerías

Elaborado por: El Investigador.

Los datos mostrados en la tabla N°8, es un reflejo de los problemas que se tiene en mantenimiento, fila del día 18 con una producción de 85 carrocerías, dejando expuesta la falencia del equipo de mantenimiento, al convertirse en el indicador más bajo de octubre y 8 días cumpliendo la producción de 105 carrocerías.

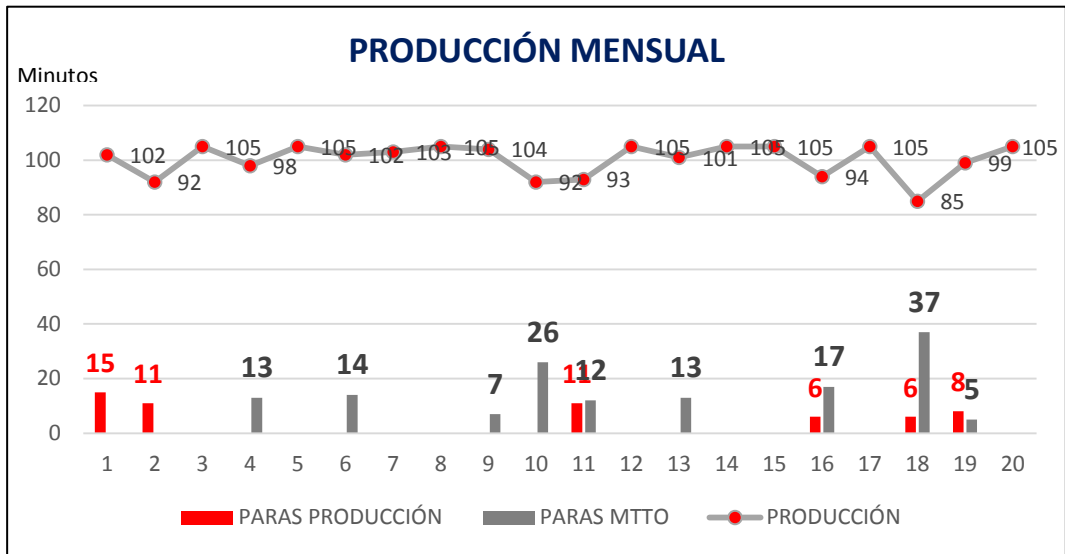


Figura N° 28.- Desempeño Mantenimiento Preventivo.
Fuente: Base de datos.
Elaborado por: El Investigador.

En la figura N°28 se observa el detalle en minutos de las paradas diarias provocadas por los equipos, teniendo un aporte por paradas de mantenimiento de 144 minutos durante 9 días para no poder cumplir con los objetivos de indicada en la parte superior de la figura, sin embargo se nota un decrecimiento en el impacto de paradas con respecto al mes de septiembre.

Resumen del rendimiento del activo					
Ubicación	< Todos >			Estado	=COMP, =CLOSE
Departamento/Mantenedor	MB001			Tipo de tiempo de paro	Tiempo de paro total
Líder de grupo/supervisor	< Todos >			Ordenados por	Tiempo de paro
Propietario	< Todos >			Número a mostrar	5
Grupo propietario	< Todos >			Subtipo de trabajo	< Todos >
Tipo de trabajo	=EM			Fecha de inicio	01/11/2017
Fecha de inicio	01/11/2017			Fecha Final	30/11/2017
Clasificación	Activo	Descripción	Cantidad de OT	Costo Total	Tiempo de paro
1	BS0608	Jig Neumático Molde Maestro P2 S3 (Crítico MTTO)	2	0,00	00:20
1	BS0770	Sp. Pistola Izquierda NOC-C0420 (Equipo J47) J3	2	0,00	00:20
2	BS0822	Tecla Techo (J3)	1	0,00	00:20
3	BS0762	Sp. Pistola Izquierda NOC-C0431 (Equipo J41) J3	1	0,00	00:16
4	BS0446	TORQUE MTC-65P068	1	0,00	00:15

Figura N°29.- TOP 5 fallas de equipos
Fuente: MAXIMO.
Elaborado por: El Investigador.

La figura N°29 se refiere al TOP 5 de los equipos que sufrieron averías, tomando como referencia el tiempo el cual afectaron directamente al desempeño de la producción, cabe recalcar que el tiempo detallado, puede ser por una sola avería al mes o por acumulación de paras diarias.

En la figura N°24 se aprecia que es superado el objetivo de carga de trabajo mensual planificada (**KPI 2: Porcentaje de OTs Programadas**) con respecto a la carga de trabajo real del equipo (**KPI 4: Porcentaje de OTs No Programadas**), en donde se suma el KPI 2 y KPI 4, en el mes de octubre se tiene la demanda de 2210.01 horas, superando largamente la disponibilidad de 1656.72 horas mensuales, siendo la diferencia de 553.29 horas de sobrecarga.

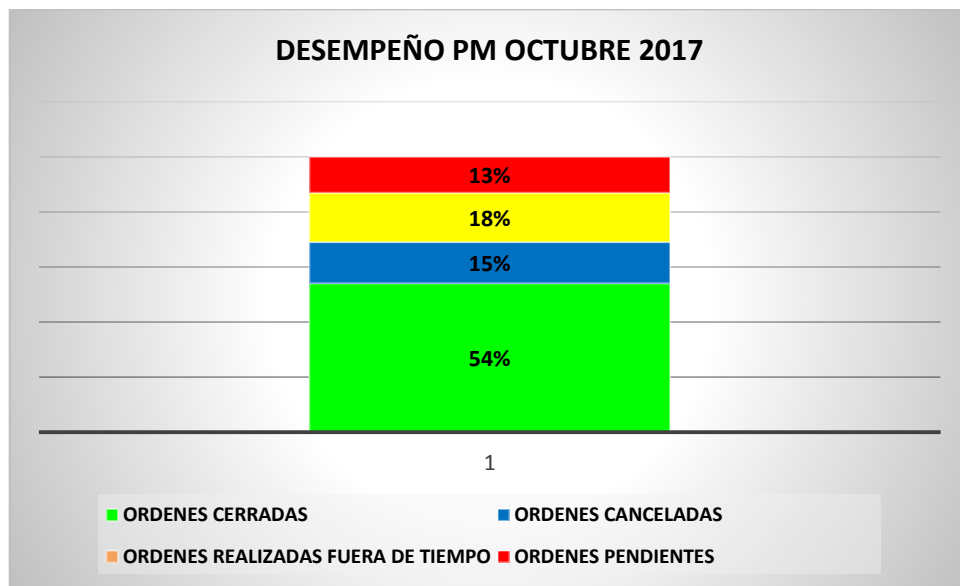


Figura N°30.- Desempeño Mantenimiento Preventivo (KPI 2).
Fuente: MAXIMO.
Elaborado por: El Investigador.

Mientras que la figura N°30 desglosa el indicador KPI-2 (cierre a tiempo de las órdenes de trabajo de MP) que se han programado para las pistolas de soldadura en el mes de octubre, en la barra apilada tenemos de verde las órdenes de trabajo de

MP que se han cerrado a tiempo, siendo, con azul que refleja las de órdenes de trabajo canceladas, seguramente por dar prioridad a trabajos de mantenimiento que surgieron de manera urgente, de amarillo las órdenes de trabajo realizadas, pero con el tiempo ya expirado y de rojo que representa las órdenes de trabajo que no se logró completarlas y quedarían pendientes para cerrarlas el siguiente mes.

Tabla N° 9: Producción Noviembre 2017 Mantenimiento Área de Suelda. (Obj: 120 unidades).

DÍA	HORAS TRABAJADAS	PRODUCCIÓN	PARAS DE PRODUCCIÓN	PARAS DE MANTENIMIENTO
1	8	102	3	39
2	8	119		5
3	8	120		
4	8	112	10	25
5	8	115		12
6	8	116		7
7	8	113		18
8	8	107		14
9	8	112	2	30
10	8	120		
11	8	111	6	21
12	8	115	2	10
13	8	117		6
14	8	106	5	16
15	8	116	7	5
16	8	114	4	7
17	8	110	4	16
18	8	120		
19	8	120		
20	8	109		23
TOTAL	160	2274	43	254

Fuente: Base datos de producción de carrocerías

Elaborado por: El Investigador.

Al revisar la tabla N°9, se observa el registro en el primer día con 102 carrocerías, siendo este el punto inferior de producción en el mes de noviembre y la presencia de 4 días donde se logró el objetivo de 120 carrocerías, siendo el objetivo diario de producción 120 unidades, se mantiene la misma constante de los meses anteriores, paras provocadas por mantenimiento.

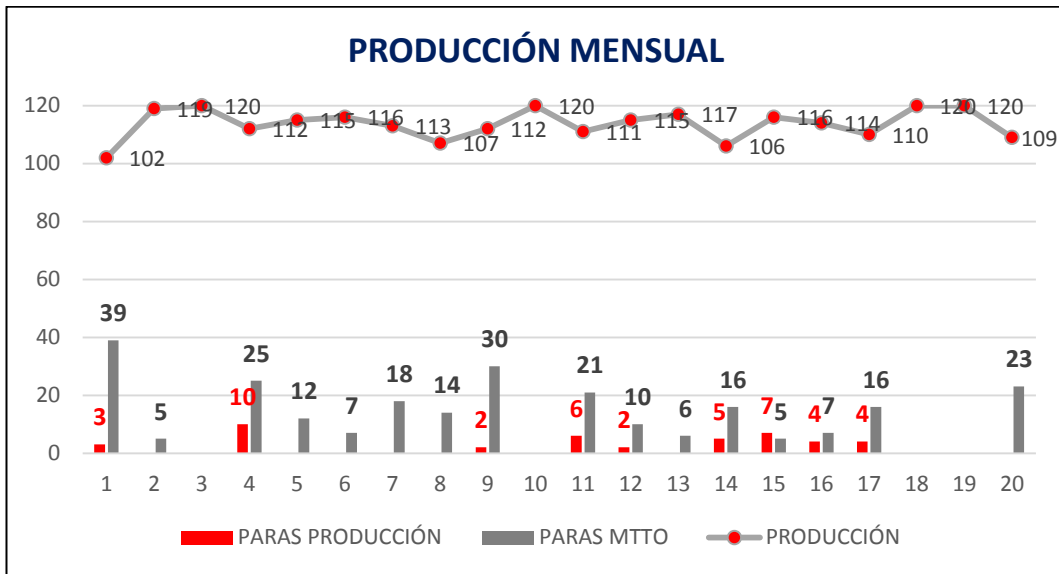


Figura N°31.- Desempeño Mantenimiento Preventivo.

Fuente: Base de datos.

Elaborado por: El Investigador.

En la figura N°31, la afectación por los daños de los equipo a la producción, se da por 16 días es decir (254 minutos de paras) indicada en la parte superior de la figura, este mes en cuestión supera el indicador con respecto al anterior.

Resumen del rendimiento del activo

Ubicación :	<Todos>	Estado :	=COMP, =CLOSE
Departamento/Mantenedor :	MBS01	Tipo de tiempo de paro :	Tiempo de paro total
Líder de grupo/supervisor :	<Todos>	Ordenados por :	Tiempo de paro
Propietario :	<Todos>	Número a mostrar :	5
Grupo propietario :	<Todos>	Subtipo de trabajo :	<Todos>
Tipo de trabajo :	=EM	Fecha Final :	30/11/2017
Fecha de inicio :	01/11/2017		

Clasificación	Activo	Descripción	Cantidad de OT	Costo Total	Tiempo de paro
1	BS0608	Jig Neumático Molde Maestro P2 S3 (Crítico MTTO)	2	0,00	00:20
1	BS0770	Sp. Pistola Izquierda NOC-C0420 (Equipo J47) J3	2	0,00	00:20
2	BS0822	Tecla Techo (J3)	1	0,00	00:20
3	BS0762	Sp. Pistola Izquierda NOC-C0431 (Equipo J41) J3	1	0,00	00:16
4	BS0446	TORQUE MTC-65P068	1	0,00	00:15

Figura N°32.- TOP 5 fallas de equipos

Fuente: MAXIMO.

Elaborado por: El Investigador

La figura N° 32 se refiere al TOP 5 de los equipos que sufrieron averías, tomando como referencia el tiempo el cual afectaron directamente al desempeño de

la producción, cabe recalcar que el tiempo detallado, puede ser por una sola avería al mes o por acumulación de paras diarias.

En la figura N° 24 se relaciona la carga de trabajo mensual planificada (**KPI 2: Porcentaje de OTs Programadas**) con respecto a la carga de trabajo real del equipo (**KPI 4: Porcentaje de OTs No Programadas**) en donde se suma el KPI 2 y KPI 4, siendo claramente evidente que la carga de trabajo del mantenimiento preventivo del mes de noviembre es de 1938,59 horas y esto supera la disponibilidad de 1656.72 horas mensuales, teniendo un déficit de 281.87 horas que satura la carga laboral..

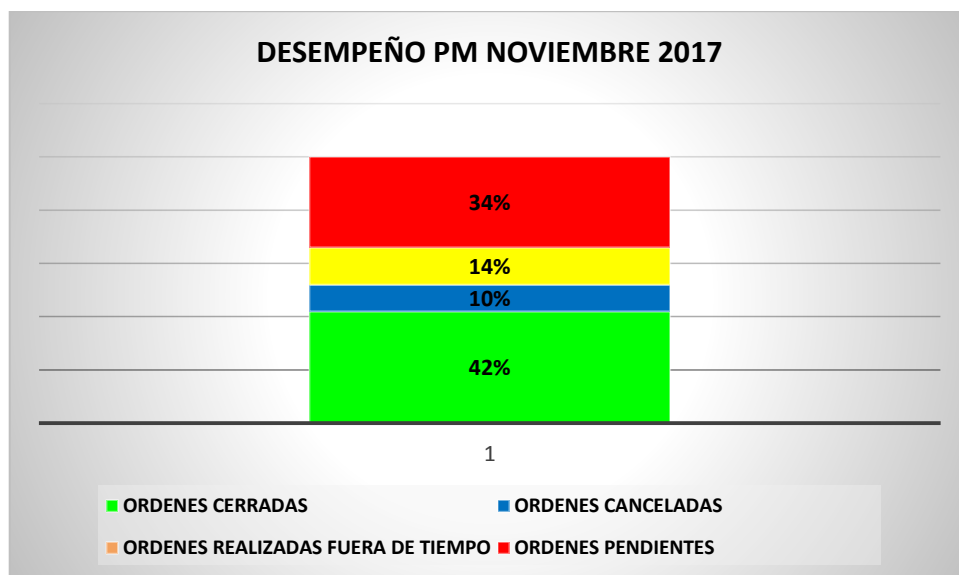


Figura N° 33: Desempeño Mantenimiento Preventivo.
Fuente: MAXIMO
Elaborado por: El Investigador.

Mientras que la figura N° 33 desglosa el indicador KPI-2 (cierre a tiempo de las órdenes de trabajo de MP) que se han programado para las pistolas de soldadura y otros equipos, en la barra apilada se tiene de verde las órdenes de trabajo de MP que se han cerrado a tiempo, con azul que refleja las de órdenes de trabajo canceladas, por dar prioridad a trabajos de mantenimiento que surgieron de manera urgente, de amarillo las órdenes de trabajo realizadas, pero con el tiempo ya

expirado y de rojo que representa las órdenes de trabajo que no se logró completarlas y quedarían pendientes para cerrarlas el siguiente mes.

Flexibilidad del Equipo de Mantenimiento.

Algo importante que se resalta en el equipo de mantenimiento, es la flexibilidad que tiene cada uno de sus integrantes en los diferentes procesos, pero no es suficiente para poder cumplir las órdenes de trabajo abiertas mensualmente. En el entrenamiento se enfoca en la seguridad, POS (Práctica de Operación Segura). Con especial énfasis en trabajos considerados especiales. Como se trata de un equipo multidisciplinario, se torna complejo el entrenamiento de todos los técnicos, es decir, el Ingeniero eléctrico difícilmente podrá aprender al 100% las actividades del técnico en neumática.

La matriz de versatilidad reflejada en la tabla N° 10, muestra que los conocimientos adquiridos por los técnicos del equipo de mantenimiento no son uniformes.

Tabla N° 10: Matriz de Versatilidad del Equipo de Mantenimiento.

FLEXIBILIDAD DEL EQUIPO DE MANTENIMIENTO										
Ítem	Nombre	SOLDADORAS DE ELECTROPUNTO	COMPRESORES	SECADORES	NEUMÁTICA	GENERADORES	TORRE DE ENFRIAMIENTO	SOLDADORAS MIG-MAG	PLC	% DE FLEXIBILIDAD
1	Trabajador 1 (Mecánico)									84%
2	Trabajador 2 (Mecánico)									88%
3	Trabajador 3 (Eléctrico)									91%
4	Trabajador 4 (Programador)									75%

Fuente: Base de datos entrenamiento de las personas.

Elaborado por: El Investigador.

Verificación de la Hipótesis

Con los resultados y análisis realizados se realiza la verificación de la hipótesis, tomando en cuenta las cargas de trabajo respecto al KPI-2

La prueba que se utiliza es la de Chi cuadrado.

Planteamiento de la Hipótesis

H0 La gestión de mantenimiento de las pistolas de electro punto, incide en los niveles de producción de vehículos.

H1: La gestión de mantenimiento de las pistolas de electro punto, no incide en los niveles de producción de vehículos.

Selección del nivel de significación

Se utiliza el nivel $\alpha = 0,05$ y la confiabilidad del 95%.

Descripción de la Población

Se procesan los datos recopilados en los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre del 2017 referentes al departamento de Mantenimiento.

Tabla N° 11.- Producción y tiempo en minutos del área de suelda.

	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	TOTAL
PRODUCCION	93,85	93,15	100,25	113,7	400,95
MNUTOS DE PARA	5,75	9,25	7,2	12,7	34,9
TOTAL	99,6	102,4	107,45	126,4	435,85

Fuente: Observación directa
Elaborado por: El Investigador.

Tabla N° 12.- Tabla de contingencia

	AGO		SEP		OCT		NOV		TOTAL
	f.obser.	f.esper	f.obser	f.esper	f.obser.	f.esper	f.obser.	f.esper.	
Producción	93,8	91,6	93,1	94,2	100,2	98,8	113,7	116,2	400,9
Minutos de para	5,7	7,9	9,2	8,2	7,2	8,6	12,7	10,1	34,9
TOTAL	99,6		102,4		107,4		126,4		435,8

Tabla N° 12.- Continuación.

		PRODUCCIÓN Y PARAS					
			Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Total
Meses analizados	Producción	Recuento	94	93	100	114	401
		%del total	21,6%	21,3%	22,9%	26,1%	92%
	Paras	Recuento	6	9	7	13	35
		%del total	1,4%	2,1%	1,6%	3,0%	8,0%
Total		Recuento	100	102	107	127	436
		%del total	22,9%	23,4%	24,5%	29,1%	100%

*Nota: Tabla de contingencia meses analizados * producción y paras.*

Fuente: Observación directa
Elaborado por: El Investigador.

Tabla N° 13.- Cálculo de la frecuencia esperada.

Frecuencia esperada	f.observada*total/TOTAL	TOTAL
e1	99.6*400.9/400	91.62
e2	99.6*34.9/400	7.9
e3	102.4*400.9/400	94.2
e4	102.4*34.9/400	8.2
e5	107.45*400.9/400	98.85
e6	107.45*34.9/400	8.6
e7	126.4*400.9/400	116.28
e8	126.4*34.9/400	10.12

Fuente: Software SPSS
Elaborado por: El Investigador.

Al analizar la Tabla N°12 se observa que tiene 8 frecuencias observadas y por ende se requiere realizar el cálculo de 8 frecuencias esperadas, las mismas que se las realiza en la Tabla N°13.

Especificación del Estadístico

Según la tabla de contingencia 2 x 4, se utiliza la fórmula:

$$\mathbf{X^2} = \sum \frac{(fo-fe)^2}{fe}$$

fo = Frecuencia observada

fe = Frecuencia esperada

Σ = Sumatoria.

X² = Estadístico Chi-cuadrado.

Especificación de las regiones de aceptación y rechazo

Por lo citado anteriormente se procede a realizar el análisis. Como primer paso se debe determinar los grados de libertad, siendo una matriz de 2 filas y 4 columnas.

$$\begin{aligned} \mathbf{gl} &= (f-1) * (c-1) \\ &= (2-1) * (4-1) \\ &= 1*3 \\ &= 3 \end{aligned}$$

Con 3 grados de libertad y un nivel de $\alpha = 0,05$; el valor de X^2 es 7,8147 según la Tabla N°16, siendo este el dato se acepta la hipótesis nula para todo valor de Chi-cuadrado que esté en los parámetros de 0 a 7,8147, caso contrario se aceptará la hipótesis alterna cuando el resultado supere a 7,8147.

Cálculo del estadístico Chi-Cuadrado

- **Cálculo con software SPSS.**

Tabla N°14.- Cálculo del Estadístico Chi-Cuadrado.

	VALOR	gl	Sig. Asintótica (bilateral)
Chi cuadrado de Pearson	1,803 ^a	3	0,614
Razón de verosimilitudes	1,808	3	0,613
Asociación lineal por lineal	0,885	1	0,347
N casos válidos	436		

Fuente: Software SPSS
Elaborado por: El Investigador.

Método de significación asintótica

La significación asintótica (0,614) es la magnitud del error en caso de aceptar la hipótesis de que la producción depende de las paras provocadas por mantenimiento.

El número de casillas con una frecuencia relativa menor de 5 es menor del 20%, el cual es uno de los supuestos que se debe cumplir reglamentariamente para poder utilizar el método asintótico.

Además para corroborar tal afirmación se toma como referencia la significancia asintótica, es decir que el valor es 0,614 mayor que 0,05 por lo tanto se cumple la H₀, que la gestión de mantenimiento de las pistolas de soldadura, inciden en los niveles de producción de vehículos.

- **Cálculo manual.**

Con los datos obtenidos en la Tabla N°12, se procede a realizar el cálculo del Chi cuadrado tal como detalla la Tabla N°15 a continuación.

Tabla N°15.- Cálculo manual del Estadístico Chi-Cuadrado.

	f.obser	f.esper	(f.o - f.e)	(f.o - f.e) ²	(f.o - f.e)/f.esper
PROD. AGO	93,85	91,62	2,23	4,95	0,05
MIN. PARA AGOS	5,75	7,98	-2,23	4,95	0,62
PROD. SEP	93,15	94,20	-1,05	1,10	0,01
MIN. PARA SEP	9,25	8,20	1,05	1,10	0,13
PROD. OCT	100,25	98,85	1,40	1,97	0,02
MIN. PARA OCT	7,2	8,60	-1,40	1,97	0,23
PROD. NOV	113,7	116,28	-2,58	6,65	0,06
MIN. PARA NOV	12,7	10,12	2,58	6,65	0,66
				X²	1,803

Fuente: Software SPSS
Elaborado por: El Investigador.

Tabla N° 16.- Valores críticos Chi-Cuadrado.

Cátedra: Probabilidad y Estadística
 Facultad Regional Mendoza
 UTN

Tabla D.7: VALORES CRÍTICOS DE LA DISTRIBUCIÓN JI CUADRADA

	0,001	0,005	0,01	0,02	0,025	0,03	0,04	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25
g.d.l												
1	10,828	7,879	6,635	5,412	5,024	4,709	4,218	3,841	2,706	2,072	1,642	1,323
2	13,816	10,597	9,210	7,824	7,378	7,013	6,438	5,991	4,605	3,794	3,219	2,773
3	16,266	12,838	11,345	9,837	9,348	8,947	8,311	7,815	6,251	5,317	4,642	4,108
4	18,467	14,860	13,277	11,668	11,143	10,712	10,026	9,488	7,779	6,745	5,989	5,385
5	20,515	16,750	15,086	13,388	12,833	12,375	11,644	11,070	9,236	8,115	7,289	6,626
6	22,458	18,548	16,812	15,033	14,449	13,968	13,198	12,592	10,645	9,446	8,558	7,841
7	24,322	20,278	18,475	16,622	16,013	15,509	14,703	14,067	12,017	10,748	9,803	9,037
8	26,124	21,955	20,090	18,168	17,535	17,010	16,171	15,507	13,362	12,027	11,030	10,219
9	27,877	23,589	21,666	19,679	19,023	18,480	17,608	16,919	14,684	13,288	12,242	11,389
10	29,588	25,188	23,209	21,161	20,483	19,922	19,021	18,307	15,987	14,534	13,442	12,549

Fuente: Probabilidad y estadística UTN
Elaborado por: El Investigador.

Representación Gráfica

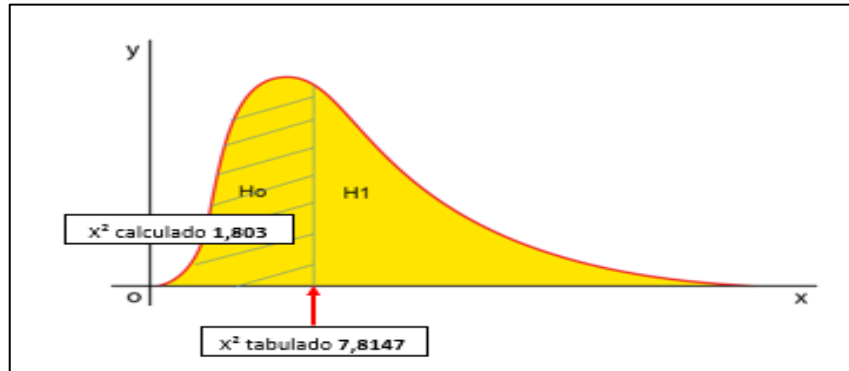


Figura N° 34: Gráfica de los valores obtenidos del cálculo Chi cuadrado.

Fuente: Software SPSS

Elaborado por: El Investigador.

$$X^2 \text{ calculado} \leq X^2 \text{ tabla}$$

$$1.803 \leq 7.815$$

Tres gl (grados de libertad) y $\alpha = 0,05$, con estos datos se revisa en la tabla y arroja el valor de 7,8147 como valor, mientras que el Chi-cuadrado calculado es igual a 1,803, se encuentra en el interior de la región de aceptación, entonces se acepta la H0, “La gestión de mantenimiento de las pistolas de soldadura, incide en los niveles de producción de vehículos” y se rechaza la hipótesis alternativa.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Luego de analizar el sistema de gestión de mantenimiento preventivo con enfoque a las pistolas de soldadura de electro punto, se concluye que al existir excesiva carga de trabajo, esta impacta de forma negativa a la eficiencia del indicador clave KPI-2 y afecta a la producción.
- Al observar los resultados del análisis de la eficiencia del indicador de desempeño y su impacto en la producción se concluye que el KPI debe tener un desempeño mínimo de 98% de acuerdo al estándar que se maneja en la

empresa para que exista un resultado óptimo y se pueda producir las unidades requeridas según la demanda.

- Luego del análisis realizado se plantea una propuesta alternativa cuyo objetivo es redistribuir las cargas de trabajo de los técnicos del equipo de mantenimiento, de tal manera que se pueda mejorar la eficiencia y el desempeño del indicador clave KPI-2.

Recomendaciones

- Revisar y depurar los planes de trabajo definidos actualmente con la finalidad de encontrar la solución para mejorar los tiempos y frecuencias de los mantenimientos preventivos y así disminuir la carga de trabajo actual que tienen los técnicos del equipo.
- Posterior a la mejora de las cargas de trabajo se recomienda dar seguimiento periódico de las mismas, ya que el principal objetivo es con el fin de que todos los mantenimientos preventivos sean cumplidos al 100% y no impacte al desempeño del KPI-2 y a la producción.
- Realizar la redistribución de las cargas de trabajo para el personal del equipo de mantenimiento al determinar qué tipo de tarea no crítica puede trasladarse a los operarios de producción, teniendo en cuenta que no se puede incrementar el número de técnicos de mantenimiento.

CAPÍTULO V

PROPUESTA

Título de la propuesta

“PROPUESTA PARA MEJORAR LAS CARGAS DE TRABAJO DEL PERSONAL DEL EQUIPO DE MANTENIMIENTO MEDIANTE LA ESTRUCTURACIÓN DEL OMA (OPERADOR DE MANTENIMIENTO AVANZADO).”

Datos Informativos

Institución Ejecutora: El Investigador.

Beneficiarios: Empresa ensambladora de vehículos (Operarios de Mantenimiento y los del área de remate).

Ubicación: El departamento de mantenimiento suelda se localiza en la planta ensambladora de vehículos, Provincia de Pichincha, cantón Quito, del Distrito Metropolitano de Quito parroquia Carcelén en la Av. Galo Plaza Lasso y Enrique Guerrero Portilla.

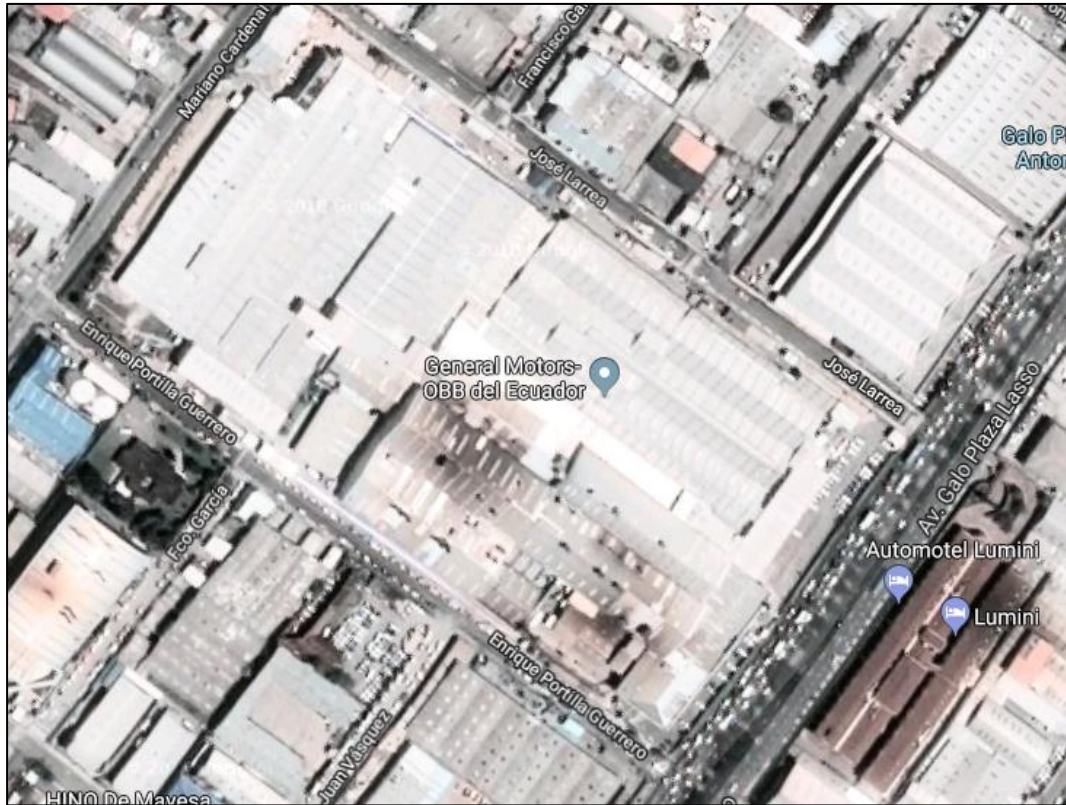


Figura N° 35.- Ubicación de la Empresa
Fuente: Google MAP
Elaborado por: El investigador.

Estimación de tiempo para la ejecución: Se contempla un período para la planificación del programa OMA de 12 semanas, siendo el punto de partida el lunes 5 de Marzo del 2018.

Equipo técnico responsable: equipo de trabajo de mantenimiento, conformado por el LG Y LET (Líder de Grupo y Líder de Equipo de Trabajo).

Costo aproximado: USD \$2.000,00

Objetivos

Objetivo general

“Mejorar las cargas de trabajo del personal del equipo de mantenimiento mediante la implementación del OMA (OPERADOR DE MANTENIMIENTO AVANZADO).”

Objetivos Específicos

- Re evaluar del desempeño haciendo hincapié en las frecuencias de MP de los técnicos del equipo de mantenimiento.
- Optimizar de las carga de trabajo al implementar el OMA.
- Re balancear de las cargas de trabajo al implementar el OMA.

Justificación

Es viable el observar las condiciones en las cuales se desenvuelve la gestión de MP y determinar conclusiones, el realizar el FODA, para encontrar más información adecuada para re direccionar el enfoque del MP.

Es imperiosa la necesidad de tomar la batuta e hilar más fino para depurar las tareas de trabajo, para optimizar tiempo y recursos.

Al considerar los resultados que se obtuvo en la investigación de la problemática que atañe al equipo de mantenimiento, es viable la modificación de las tareas o planes de trabajo de MP, tomando como referencia los datos cargados en el software “MÁXIMO 7” que nos da un punto de partida.

El Líder de grupo y líder de equipo serán los encargados de realizar las capacitaciones, con un plan que se encuentre acorde a la necesidad.

Posteriormente es prudente establecer un cronograma y detallar las actividades más relevantes, con fechas tentativas de cumplimiento, toda la información debe ser recopilada por los líderes del equipo de mantenimiento para poder ser entregada.

El conocimiento de las personas se mide, de acuerdo a los resultados, se levanta la información que ayude a las personas a entender los procesos de OMA cuyo objetivo es absorber parte de las cargas de trabajo de los técnicos de mantenimiento, al realizar el mantenimiento autónomo de sus equipos.

Al finalizar éste trabajo se cuenta con una estructura organizativa sostenible, simplificada y flexible, minimizar los costos y garantizar la producción diaria, cumpliendo con el objetivo del KPI-2 de MP.

Factibilidad

El presente proyecto es factible ya que está enfocado a optimizar y mejorar el mantenimiento preventivo del área de suelda al capacitar a los operarios de producción para que ellos realicen el mantenimiento autónomo de sus equipos, con esta actividad se pretende retirar parte de la carga de trabajo de los técnicos de mantenimiento, mejorar los KPI-2 y eliminar un cuello de botella que afecta a la producción.

En el proceso de investigación la empresa ha respondido favorablemente al facilitar los datos pertinentes y llegar a determinar resultados óptimos, la implementación de las recomendaciones planteadas se las aplicará en lo necesario.

Es factible la propuesta desde el punto de vista: como organización y desde el económico financiero por la baja inversión.

Análisis de la factibilidad organizacional.

Observando el organigrama del equipo de mantenimiento es recomendable la reestructuración y balanceo de las tareas, de manera que se optimicen los recursos y las personas, la idea no es reducir el número de personas del equipo de mantenimiento, al contrario, se trata de mejorar y analizar determinadas asignaciones que restan la sistema la rapidez que se requiere.

Análisis de la factibilidad económica.

Al estructurar la propuesta, se desea disminuir el impacto en lo económico porque se puede demostrar que la inversión requerida para implementar el equipo OMA, es baja con respecto al ahorro que se desea obtener después de la implementación de la propuesta, debido a que los propios técnicos del equipo de mantenimiento brindarán las respectivas capacitaciones a los operarios de OMA, dotarán de herramienta que estén acorde a las tareas de reparación de equipos.

Beneficios de la propuesta

Mejorar el indicador de mantenimiento KPI-2 (Porcentaje de OTs Programadas (Horas)), porcentaje del cierre de las órdenes de trabajo planificadas, es decir, órdenes de trabajo canceladas, cerradas a tiempo, cerradas fuera de tiempo y pendientes. La mejora se evidenciará si se adopta la propuesta antes mencionada, todo este beneficio tendrá un impacto directo y positivo en la producción diaria del área de suelda.

Los costos de mantenimiento se ligan con la mano de obra, partes que se tenga para realizar los reemplazos necesarios, si se pone en marcha lo sugerido, seguramente no se verá la necesidad de contratar un técnico de mantenimiento, se lo hará pasando al personal de producción parte de la carga de trabajo de MP y los técnicos podrán enfocarse en el cumplimiento de las órdenes de trabajo para mejorar la producción.

Metodología

Cronograma de actividades

Tabla N° 17.- Cronograma de actividades para la implementación del OMA.

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO															
ACTIVIDADES	mar-18				abr-18				may-18				hhm	hhp	
	SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1. Socializar con el equipo de trabajo														4	16
1.1 Objetivo de equipo OMA														4	16
1.2 Distribución de cargas de trabajo														4	16
2. Recopilación de Datos y documentación															
2,1Recopilación de información para el personal de OMA.														6	
2.2 Plan de Mantenimiento Actual														4	
- Zonificación o distribución														4	
- Frecuencia														4	
- Tiempo por tarea														4	
2.3 Mantenimiento preventivo actual														4	
- Tipo de tareas														4	
- Tiempo empleado														4	
2,4 Responsabilidades Equipo de Trabajo OMA														4	
3. Capacitación al equipo OMA															
3.1 Capacitación técnica al personal del equipo OMA.														8	32
3.3 Capacitación práctica: valoración de tiempos y organización de tareas por su descripción (ejemplos: Inspección visual, inspección detallada, lubricación, cambios de componentes, chequeos mayores de cada equipo, bloqueo de energías)														8	32
3.4 Determinar principales tareas de mantenimiento para los operarios OMA.														4	
3.5 Revisión de incidencia en fallos, daños y paras de equipo (equipos intervenidos por los operarios OMA)														8	
4. Categorización en orden de importancia de afectación de tiempos de Mantenimiento y agrupación de tareas															
4.1 Determinar zonas de mayor incidencia en mantenimiento preventivo														4	
4.2 Elaborar estrategias de agrupación de tareas, ejemplos: por estación, por celda, por tipo de equipo, incluyendo tiempos de trabajo.														8	
5. Elaboraciones de pruebas de tiempo para mejoras del Plan de Mantenimiento (Balanceo de Cargas de trabajo)															
5.1 Medición de tiempos por organización de tareas de mantenimiento														4	
5.2 Verificar cumplimiento de tareas propuestas dentro del Plan de Mantenimiento mejorado														6	
5.4 Verificar mejora en el indicador KPI-2 luego de mejorar las cargas de trabajo.														6	
<i>Hhm: horas hombre mantenimiento</i>												110	112		
<i>Hhp: horas hombre producción.</i>												222			

Fuente: Observación directa
Elaborado por: El Investigador.

Desarrollo de la Propuesta.

Socializar con el equipo de trabajo

Luego de recibir la aprobación de la superintendencia del área de suelda para iniciar el proyecto de OMA, se realiza la selección del personal calificado para que forme parte del equipo y se mantendrá una reunión en la cual se socializará con los integrantes los siguientes aspectos:

- **Objetivo del equipo OMA**

La premisa del equipo es que sea un conjunto de personas que presenten las capacidades, competencias, aptitudes y sobre todo el compromiso para asumir la carga de trabajo del equipo de mantenimiento, que consiste en realizar cinco de los siete pasos del mantenimiento autónomo básico de sus equipos de soldadura tales como:

Limpieza inicial

Eliminar fuentes de contaminación y lugares inaccesibles.

Establecer estándares de limpieza y lubricación.

Inspección general del equipo.

Auto inspección.

Recopilación de Datos y documentación

- **Recopilación de información para el personal de OMA.**

Para iniciar con el proceso es muy importante e indispensable segmentar las tareas en las cuales puedan intervenir las personas de producción, las actividades del equipo OMA deben tener cierta limitación por el grado de complejidad de las mismas.

Se realiza un levantamiento de datos y registros de los equipos con la participación del departamento de mantenimiento, codificando y clasificándolos por criticidad, rutas de mantenimiento o frecuencias, determinando el estado de los equipos.

- **Plan de Mantenimiento Actual**

En el plan de mantenimiento existente, está inmerso todo trabajo que se realiza y éste es alimentado cuando se da o se presenta el fallo en algún equipo, como derivación del problema que no existe un plan de mantenimiento debidamente estandarizado y con la asignación de sus respectivos responsables.

En el plan maestro de mantenimiento preventivo se encuentra información que aplica al proceso de acuerdo a los códigos que tiene asignado cada uno de los equipos del área de soldadura con la periodicidad, tiempos para cumplir las actividades ya programadas, instrucciones de mantenimiento, centros de costos, códigos de material y cualquier otro dato, juzgado por el usuario como necesario para actuar preventivamente en los equipos.

Entre los datos que se refieren a las actividades desarrolladas por el personal de ejecución de mantenimiento, debe incluir el tipo de actividad, su prioridad, falla o el defecto encontrado y cómo fue reparado, duración, los recursos humanos y materiales utilizados, y otros datos los cuales permitan realizar la evaluación de la eficiencia cuando interactúan el personal de mantenimiento y sus implicaciones con costos y programación, cabe recalcar que no existe un plan definido para cada equipo.

El control del plan de mantenimiento es de gran importancia para que éste sea auto sostenible en el tiempo, permitiendo evaluar la eficiencia y eficacia del mismo. Esto se logra mediante la implementación de una base de datos debidamente

documentada, actualizable permanentemente, con las siguientes características de información:

- Localización del equipo.
- Fecha de la actividad.
- Tipo de mantenimiento realizado.
- Descripción de las actividades realizadas y las piezas reemplazadas.
- Monto total del mantenimiento.
- Responsables y especialistas que efectuaron el mantenimiento.

Tabla N° 18.- Plan de mantenimiento

MP	Descripción del MP	Frecuencia	Unidades de frecuencia	Activo	Ubicación del ACTIVO	Ruta	Plan de trabajo	Descripción del ACTIVO	Descripción del plan de trabajo	Criticidad del Activo	Departamento
BSSPSE000000025	MP 11.1 de Aerovia Principal de Suelda Over Head (REMATE)	52	WEEKS	BS0508	BSREMA TEAER1		BSEL0000000000001101	Aerovia Principal De Sueldas (Crítico MITO)	Mto Eléctrico de Aerovías.	7	MBS01
BSSPSE000000027	MP 21.1 de Tablero Eléctrico principal de control Over Head (REMATE)	16	WEEKS	BS0515	BSREMA TETE00		BSEL0000000000005401	Tablero Eléctrico principal de control Over Head	Mto de Tableros Eléctricos Control y Fuerza	8	MBS01
BSSPME000000028	MP 10.1 Revisión General de Cargobus Suelda-Elpo	6	WEEKS	BS0023	BSREMA TEAM04		BSELMC00000000001006	Cargobus Suelda-Elpo	MP10.1 Revisión Cargobus General.	9	MBS01
BSSPME000000092	MP 11.1 Aerovia Cargobus Suelda Elpo	14	WEEKS	BS0026	BSREMA TEAM04		BSEL000000000001101	Aerovia Cargobus Suelda Elpo	Mto Eléctrico de Aerovías.	4	MBS01
BSSPSE000000158	MP 2 de Suelda de Punto UNDER BODY PASO 1 J3	8	WEEKS				BSMC000000000005208		Mantenimiento de Pistolas P2		MBS01
BSSPSE000000276	Revisión General Mecánica Fast Transfer Status 20	26	WEEKS	BS0111	BSREMA TEAM05		BSMC000000000001702	Fast Transfer Status 20	Revisión General Mecánica Transportador.	9	MBS01
BSSPSE000000417	MP 2 Sueldas de Punto Remate específico AVEO paso 2	8	WEEKS				BSMC000000000005208		Mantenimiento de Pistolas P2		MBS01
BSSPSE000000480	MP 6 de Teclas (S3)	12	WEEKS			BS000006	BSEL0000000000009067		MP6 Electromecánico de Teclas.		MBS01
BSSPSE000000591	MP 21.1 Tablero Eléctrico de fuerza alimentación teclas (RT-50)	26	WEEKS	BS0208	BSRT0050MB20		BSEL000000000005401	Tablero Eléctrico de fuerza alimentación teclas (RT-50)	Mto de Tableros Eléctricos Control y Fuerza	1	MBS01
BSSPSE000000717	MP 26.1 de Jig Neumático Boveda Delantera RH (RT-50)	12	WEEKS	BS0244	BSRT0050BVCM		BSMC000000000002601	Jig Neumático Boveda Delantera RH (RT-50)	Mantenimiento Neumático de Jigs.seguridad	3	MBS01
BSSPSE000000722	MP 26.1 de Jig Neumático Piso Delantero paso 1 (RT-50)	12	WEEKS	BS0245	BSRT0050PD		BSMC000000000002601	Jig Neumático Piso Delantero paso 1 (RT-50) (Poka Yoke)	Mantenimiento Neumático de Jigs.seguridad	3	MBS01
BSSPSE000001127	MP 2 de Suelda de Punto FORRO INTERIOR LH J3	4	WEEKS				BSMC000000000005208		Mantenimiento de Pistolas P2		MBS01
BSSPSE000002364	MP 4 Dispositivo Montaje Puerta Delt RH T 200 4P	30	WEEKS	BS0950	BSREMA TECP01		BSMC000000000002605	Calibración de Torque Digital TOHNICHI 61P950	Reparación Mecánica de Jig's	5	MBS01

**Fuente: O.B.B.
Elaborado por: El investigador**

- **Mantenimiento preventivo actual**

Se considera además el tiempo ponderado que se debe demorar el técnico al realizar dicha tarea ya que posteriormente se debe cargar los datos reales en el software MAXIMO para poder tener trazabilidad en las cargas de trabajo de los técnicos de mantenimiento.

Además, al realizar la carga de tiempo nos ayuda a manejar los indicadores de MTBF y MTTR.

Responsabilidades del equipo de Trabajo OMA

Para que el TPM se mantenga estable es necesario del esfuerzo en conjunto desde los directores a los operadores, razón por la cual, se hace alusión a la palabra total, que nos pone de manifiesto la participación conjunta del personal inmiscuido en el área de proceso, visto de esta manera el éxito de sistema TPM depende de todos.

Los integrantes del equipo OMA, luego de recibir las capacitaciones de formación, deben tener la determinación de aplicar lo aprendido en los manuales entregados, las primeras reparaciones en piso se lo realizará bajo el seguimiento y acompañamiento del técnico de mantenimiento, es aquí donde se hace imprescindible la ayuda del departamento de mantenimiento porque son los más capacitados para instruir en tareas básicas de inspección, como también de lubricación.

Capacitación al equipo OMA

- **Capacitación técnica al personal del equipo OMA.**

Es recomendable iniciar la conferencia topando el tema de preparación del área con la aplicación de la metodología 5 “S”. Para posteriormente seguir con los siguientes puntos:

1. Crear un listado con los nombres de todos los que integran el equipo de OMA.
2. Definir la parte de equipamiento que estarán a cargo para dar el mantenimiento (características, riesgos, peligros.)
3. Dar enfoque especial al bloqueo y etiquetado de los equipos antes de intervenir en la reparación, esta actividad debe convertirse en un hábito.
4. Programación en la cual debe estar inmersa las acciones que serán realizadas en el período de limpieza inicial:
 - Limpieza exhaustiva del equipo principal
 - Etiquetado de puntos de anomalías identificadas durante la limpieza.
5. Definir el LAY OUT del área y detallar la ubicación de cada miembro, constando que sector estará bajo su responsabilidad.
6. Realizar un levantamiento de todos los materiales y herramientas que serán utilizados para la limpieza inicial:
 - Paños, estopas, espátulas, bolsas de basura, palas, kerosén, escobas, etc.
 - Etiquetas de identificación para las anomalías (25 de cada color por persona).
 - Herramientas básicas (alicate, llaves de diversas medidas y tamaños, etc.)
7. Tratar los aspectos de seguridad a ser observados:
 - Listar las áreas peligrosas
 - Listar los sectores que no deben ingresar (espacios confinados, alturas) ya que no tendrán los permisos especiales para trabajos de alto riesgo.
 - Detalle del uso de materiales químicos para realizar la limpieza de los equipos, entendimiento y uso de la hoja de material químico MSDS.
 - Realizar un análisis de riesgo de las áreas que tendrán mayor frecuencia de mantenimiento por parte del equipo de mantenimiento.
8. Realizar el ejercicio en piso para observar el procedimiento que garantice el bloqueo correcto del equipo eléctrico para que no sea conectado durante las actividades de limpieza, con la finalidad de salvaguardar la integridad del personal que realiza las tareas de mantenimiento, es necesario e importante bloquear, co-bloquear y etiquetar el equipo sometido a revisión, mientras dure, siendo únicamente autorizado el líder de grupo para su posterior desbloqueo.
 - Desconectar del tablero principal de corriente eléctrica
 - Colocar un dispositivo de bloqueo para impedir el accionamiento del switch.

- Las personas autorizadas que posean los permisos de trabajos especiales deberán asegurar con un candado de bloqueo el dispositivo y guardar la llave en su poder.
- Al terminar la actividad, las personas deberán desbloquear personalmente.
- Por último pero no en importancia, se debe verificar el correcto uso del EPP y que sea idóneo para la actividad a realizarse.

Determinar principales tareas de mantenimiento para los operarios OMA.

La capacitación debe priorizar en la revisión de uno de los trabajos estandarizados del proceso de mantenimiento preventivo MTS, en los cuales es importante que las personas del equipo de OMA puedan leer y entender el contenido de la misma.

La MTS es la hoja de tareas que debe realizar el técnico de mantenimiento, en ella se encuentra ordenada cronológicamente las actividades a seguir para realizar determinada reparación en un equipo.

Como se mencionó anteriormente, estas cargas de trabajo de mantenimiento serán transferidas al trabajo estandarizado del personal de producción.

Nombre Planta: GM Ecuador		MAINTENANCE TASK SHEET (HOJA DE TAREAS DE MTT)				
Departamento/Área		Tiempo Disponible de Operación	Realizada por:	JOSÉ DELGADO		
SUELDA / MANTENIMIENTO		177	Fecha:	20/11/2017		
Nombre de la Operación		Equipo	Página :	1 de 1		
Electromecánico SP2 (BSMC000000000009063)		Pistola de Punto				
MTS Base de Conocimientos/Formación(Entrenamiento) - _____						
BASE DE CONOCIMIENTOS			CAPACITACION / ENTRENAMIENTO			
Neumática			Seminario de Seguridad de Mantenimiento			
Hidráulica			Certificación de Trabajos Especiales			
Procesos de Soldadura			TPM Assessment Tool Elemento 32			
Electricidad Industrial			Máximo Nivel 1			
Control Electromecánico			GMS (Sistema Global de Manufactura)			
Electrónica Básica			GMAS (Safety Programas Squilled Trade Focus Program)			
Mantenimiento Industrial			Certificación Hoja de Versatilidad			
Control de Procesos			MAAC (Manufacturing Automation Automotive Control)			
Instrumentación			Cursos Especiales (CICE, SERCA)			
Máquinas Herramientas			MTS - TIS de Procedimientos Correctivos, Preventivos, Predictivos			
Seguridad Industrial						
Manejo de Microsoft Office (excel, word, power point)						
Inglés Básico						
<input checked="" type="checkbox"/>	#	Tarea	TIS	Otros	Frecuencia(D= día, S= semana, M= mes, A= año, O= Otros)	Total de tiempo de ciclo(Diario)
	1	Colocar EPP	TIS-EPP		D	5,0
	2	Realizar Toma Dos	TIS-TD		D	2,0
	3	Bloquear y etiquetar equipo	TIS-BE		D	5,0
	4	Verificar y/o cambiar partes con desgaste (shunt, brazos y aislantes)	TIS-01		D	20,0
	5	Lijar Contactos de cable de fuerza y shunt laminar	TIS-02		D	10,0
	6	Ajustar pernos, tuercas y demarcación	TIS-03		D	10,0
	7	Limpiar minilla	TIS-04		D	10,0
	8	Limpiar y sopletear Filtro Yee	TIS-05		D	15,0
	9	Limpiar y baquetear Flauta	TIS-06		D	10,0
	10	Revisar y/o cambio de mangueras y racord neumáticos en cilindros de pistolas de servos.	TIS-MP2-7		D	15,0
	11	Retro lavar distribuidor y circuito de refrigeración	TIS-08		D	20,0
	12	Revisar estado de acometida	TIS-09		D	15,0
	13	Verificar funcionamiento de caja Dens Pack	TIS-10		D	15,0
	14	Reajuste de tornillo de Bornes de electro válvulas	TIS-11		D	10,0
	15	Revisión de sesteo de rangos de operación de Caudal de agua Max-Min	TIS-12		D	10,0
	16	Limpiar externamente transformador y pistolas	TIS-13		D	5,0
	17	Reportar, completar ots en máximo / generar ots de seguimiento	TIX-MAX01			
					TIEMPO TOTAL	177,0
Bloque de firmas				Historial de cambios en el trabajo		
Turno	Líder de Equipo	Líder de Grupo	Fecha	Nombre	Cambio	
1	Firma		05/04/2016	P. Mañay	Revisión y/o cambio de racord tarea 10	
	Fecha					
2	Firma					
	Fecha					
3	Firma					
	Fecha					

Figura N° 36.- Hoja de Tareas de Mantenimiento.

Fuente: El investigador.

Elaborado por: El Investigador.

Al realizar el traslado de las operaciones de mantenimiento a las personas de producción, se deberá detallar un trabajo estandarizado en este caso no cíclico, ya que las actividades se las realizará en paradas de línea o después de la jornada. Tales actividades deben estar detalladas lo más explícitamente porque está en riesgo la integridad física de las personas en primer lugar y en segundo lugar la confiabilidad de los equipos. A continuación se detalla en la hoja STS (proceso secuencial que debe realizar el personal de OMA) y las TIS (que indica paso a paso el proceso a realizarse).

Nombre Planta: GM Ecuador		STANDAR TASK SHEET					
Departamento/Área		Tiempo Disponible de Operación	Realizada por:	JOSÉ DELGADO			
SUELDA		177	Fecha:	20/11/2017			
Nombre de la Operación		Equipo	Página:	1 de 1			
Electromecánico SP2 (BSMC0000000000009063)		Pistola de Punto					
MTS Base de Conocimientos/Formación(Entrenamiento) -							
BASE DE CONOCIMIENTOS			CAPACITACION / ENTRENAMIENTO				
Neumática			Seminario de Seguridad de Mantenimiento				
Hidráulica			Certificación de Trabajos Especiales				
Procesos de Soldadura			TPM Assessment Tool Elemento 32				
Electricidad Industrial			Máximo Nivel 1				
Control Electromecánico			GMS (Sistema Global de Manufactura)				
Electrónica Básica			GMS (Safety Programas Squilled Trade Focus Program)				
Mantenimiento Industrial			Certificación Hoja de Versatilidad				
Control de Procesos			MAAC (Manufacturing Automation Automotive Control)				
Instrumentación			Cursos Especiales (CICE. SERCA)				
Máquinas Herramientas			MTS - TIS de Procedimientos Correctivos, Preventivos, Predictivos				
Seguridad Industrial							
Manejo de Microsoft Office (excel, word, power point)							
Inglés Básico							
<input checked="" type="checkbox"/>	#	Tarea	TIS	Otros	Tiempo de ciclo de la tarea (min)	Frecuencia(D=diaria, S=semanal, M=mes, A=año, O=Otros)	Total de tiempo de ciclo(Diario)
	1	Colocar EPP	TIS-EPP		5,0	D	5,0
	2	Realizar Toma Dos	TIS-TD		2,0	D	2,0
	3	Bloquear y etiquetar equipo	TIS-BE		5,0	D	5,0
	4	Verificar y/o cambiar partes con desgaste (shunt, brazos y aislantes)	TIS-01		20,0	D	20,0
	5	Lijar Contactos de cable de fuerza y shunt laminar	TIS-02		10,0	D	10,0
	6	Ajustar pernos, tuercas y demarcación	TIS-03		10,0	D	10,0
	7	Limpiar mirilla	TIS-04		10,0	D	10,0
	8	Limpiar y soplear Filtro Yee	TIS-05		15,0	D	15,0
	9	Limpiar y baquetear Flauta	TIS-06		10,0	D	10,0
	10	Revisar y/o cambio de mangueras y racord neumáticos en cilindros de pistolas de servos.	TIS-MP2-7		15,0	D	15,0
	11	Retro lavar distribuidor y circuito de refrigeración	TIS-08		20,0	D	20,0
	12	Revisar estado de acometida	TIS-09		15,0	D	15,0
	13	Verificar funcionamiento de caja Dens Pack	TIS-10		15,0	D	15,0
	14	Reajuste de tornillo de Bornes de electro válvulas	TIS-11		10,00	D	10,0
	15	Revisión de sesteo de rangos de operación de Caudal de agua Max-Min	TIS-12		10,00	D	10,0
	16	Limpiar externamente transformador y pistolas	TIS-13		5,00	D	5,0
	17	Reportar, completar ots en máximo / generar ots de seguimiento	TIX-MAX01				
TIEMPO TOTAL						177,0	
Bloque de firmas				Historial de cambios en el trabajo			
Turno	Lider de Equipo	Lider de Grupo	Fecha	Nombre	Cambio		
1	Firma		05/04/2016	P. Mañay	Revisión y/o cambio de racord tarea 10		
	Fecha						
2	Firma						
	Fecha						
3	Firma						
	Fecha						

Figura N° 37.- Hoja STS (Hoja de trabajo estandarizado no cíclico).

Fuente: Observación directa
Elaborado por: El Investigador.

Página 1 de 1	TIS-TD		Task Instruction Sheet (HOJA DE INSTRUCCIONES DE TAREA)		Departamento / Área		SUELDA		
	Tarea:		Descripción de la tarea:			Fecha de Realización		Realizada por:	
	2		Realizar TOMA DOS			20/11/2017		JOSÉ DELGADO	
Descripción del equipo/No.		Ubicación		Símbolo		Seguridad Crítico Secuencia mandatoria en los pasos Calidad Secuencia mandatoria de pasos Medio Ambiente		Tiempo estándar	
Pistola de Punto		Body Shop						2	
✓ Sim.		No		Descripción de Pasos		Detalle del Paso (Que, Como, Puntos clave)		Diagramas: (Herramientas, Partes Especiales, EPP Especiales, Layouts, etc.)	
		1		Verificar área de trabajo.		Garantizar seguridad en el área de trabajo de acuerdo a los potenciales riesgos de las tareas asignadas. Fig. # 1		<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;">1</div> 	
		2		Verificar presencia de energías peligrosas		De ser necesario se procederá a realizar el procedimiento de bloqueo y etiquetado de energías peligrosas según el tipo de trabajo a realizarse			
<div style="background-color: green; color: white; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">PROGRAMA TOMA 2</div> <p>Es crear un hábito de reflexión, antes, durante y después de un espacio de tiempo, para analizar los riesgos y peligros asociados a una actividad que se va a realizar.</p> <p>CUANDO.- Después de hacer toma 2 que de forma breve lleva a la percepción de riesgos potenciales, consecuentemente, a la necesidad de adoptar una serie de medidas preventivas.</p> <p>COMO.- Identificando, considerando y evaluando los riesgos envueltos en una actividad o trabajo a ser desarrollado, para la adopción de medidas preventivas de manera organizada.</p>									
									
Bloque de Firmas						Fecha	Nombre	Descripción del cambio	
Turno		Líder de Equipo	Líder de Grupo						
1	Firma								
	Fecha								
2	Firma								
	Fecha								
3	Firma								
	Fecha								

Figura N° 38.- Hoja TIS (Realizar TOMA DOS).

Fuente: Departamento de Mantenimiento

Elaborado por: El Investigador.





TIS MP2-1		Task Instruction Sheet (HOJA DE INSTRUCCIONES DE TAREA)			Departamento / Área		SUELDA	
Tarea: Desarmar pistola, reemplazar partes con desgaste		Descripción de la tarea: Verificar y/o cambiar partes con desgaste (shunt, brazos y aislantes)			Fecha de Realización	20/11/2017	Realizada por:	JOSÉ DELGADO
Descripción del equipo/No.		Ubicación	Símbolo	<input type="checkbox"/> Seguridad <input type="checkbox"/> Crítico <input type="checkbox"/> Secuencia mandatoria en Calidad	<input type="checkbox"/> Calidad <input type="checkbox"/> Secuencia mandatoria de pasos <input type="checkbox"/> Medio Ambiente	Tiempo estándar		
Pistola de Punto		Body Shop						
Sim.	No.	Descripción de Pasos	Detalle del Paso (Que, Como, Puntos clave)		Diagramas: (Herramientas, Partes Especiales, EPP Especiales, Layouts, etc.)			
	1	Desarmar brazos	Desarmar brazos. Aflojar los pernos de brazos con llaves hexagonales y haciendo contra palanca con una llave #13. Poder revisar estado de brazos		 			
	2	Verificar estados de brazos	Verificar estado de brazos. Observar que no presenten desgaste ni fisuras, cambiar si es necesario. Comprobar estado de o-ring de los brazos, colocar teflón si no hay repuesto Evitar fugas de agua					
	3	Revisar adaptadores	Revisar adaptadores. Verificar que se encuentren en buen estado, cambiar si es necesario, sacar utilizando llave de pico #12. Evitar fallos del equipo					
	4	Revisar tubos adaptadores	Revisar tubos adaptadores. Verificar que se encuentren en buen estado, cambiar si es necesario, sacar utilizando playo de presión. Evitar fallos del equipo					
	5	Revisar tubos de enfriamiento de brazos	Revisar tubos de enfriamiento de los brazos. Revisar que los tubos de enfriamiento estén ajustados y no presenten obstrucción, cambiar si es necesario. Los tubos de bronce no deben estar con oxido, cambiar si es necesario. Evitar fallos del equipo					
	6	Revisión de barreles	Revisión de barreles. Sacar barrel con llaves hexagonales, revisar estado de perno, cambiar todo el barrel si es necesario. Evitar fugas de agua y sujeción de electrodo correcta					
Bloque de Firmas					Fecha	Nombre	Descripción del cambio	
Turno		Líder de Equipo	Líder de Grupo					
1	Firma							
	Fecha							
2	Firma							
	Fecha							
3	Firma							
	Fecha							

Figura N° 39.- Hoja TIS (Verificar y/o cambiar partes con desgaste).

Fuente: Departamento de Mantenimiento

Elaborado por: El Investigador.






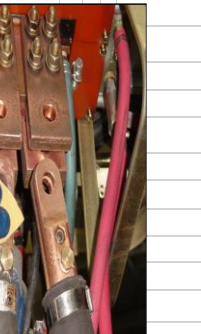
TIS MP2-2		Task Instruction Sheet (HOJA DE INSTRUCCIONES DE TAREA)			Departamento / Área		SUELDA		
Tarea: Desarmar pistola, reemplazar partes con desgaste		Descripción de la tarea: Lijar Contactos de cable de fuerza y shunt laminar			Fecha de Realización	20/11/2017	Realizada por:	JOSÉ DELGADO	
Descripción del equipo/No.		Ubicación	Simbolo	<input type="checkbox"/> Seguridad <input type="checkbox"/> Crítico <input type="checkbox"/> Secuencia mandatoria en <input type="checkbox"/> Calidad <input type="checkbox"/> Secuencia mandatoria de pasos <input type="checkbox"/> Medio Ambiente			Tiempo estándar		
Pistola de Punto		Body Shop					10		
Sim.	No	Descripción de Pasos		Detalle del Paso (Que, Como, Puntos clave)	Diagramas: (Herramientas, Partes Especiales, EPP Especiales, Layouts, etc.)				
✓	1	Lijar shunt		Lijado de shunt. Retirar shunt con una llave mixta # 11, girar en sentido anti horario retirar los 8 pernos Verificar el estado del shunt, si está al 50% de desgaste reemplazar, de lo contrario lijar el shunt, lija #14. Eliminar impurezas que ocasionen cortocircuito	 				
	2	Aislar Shunt		Aislar shunt. Colocar cinta 3M en el caso de que necesite ser aislado. Verificar aislantes del shunt, cambiar si es necesario. Evitar cortocircuitos	 				
	3	Lijar soportes de shunt		Lijar soportes de shunt. Lijar las bases donde hace contacto.					
	4	Colocar shunt		Colocar shunt Volver a colocar el shunt utilizar llave # 11, ajustar en sentido horario Evitar cortocircuitos					
	5	Lijar terminales de cable de fuerza		Lijar terminales de cables de fuerza. Desarmar los cables de fuerza utilizando dos llaves 3/4. Lijar el cable y los soportes de la pistola utilizar lija # 14. Al momento de volver a colocar los cables colocar el pasador aislante y los aislantes tipo rodela. Realizar este procedimiento tanto en los cables de la pistola como en el transformador. Tener en buen contacto entre placas	 				
Bloque de Firmas					Fecha	Nombre	Descripción del cambio		
Turno		Líder de Equipo	Líder de Grupo						
1	Firma								
	Fecha								
2	Firma								
	Fecha								
3	Firma								
	Fecha								

Figura N° 40.- Hoja TIS (Lijar Contactos de cable de fuerza y shunt laminar).

Fuente: Departamento de Mantenimiento

Elaborado por: El Investigador.



TIS MP2-3		Task Instruction Sheet (HOJA DE INSTRUCCIONES DE TAREA)			Departamento / Área		SUELDA		
Página 1 de 1	Tarea: Revisar/Cambiar pernos de sujeción anillos y arcos sueldas de punto		Descripción de la tarea: Ajustar pernos, tuercas y demarcación			Fecha de Realización	20/11/2017	Realizada por:	JOSÉ DELGADO
	Descripción del equipo/No.		Ubicación		Símbolo	<input type="checkbox"/> Seguridad <input type="checkbox"/> Crítico <input type="checkbox"/> Secuencia mandatoria en <input type="checkbox"/> Calidad <input type="checkbox"/> Secuencia mandatoria de pesos <input type="checkbox"/> Medio Ambiente	Tiempo estándar		
	Pistola de Punto		Body Shop				10		
✓	Sim.	No	Descripción de Pasos		Detalle del Paso (Que, Como, Puntos clave)		Diagramas: (Herramientas, Partes Especiales, EPP Especiales, Layouts, etc.)		
		1	Ajustar pernos de sujeción de arco con anillo de suelda de punto		Ajustar pernos de sujeción de arco con anillo de suelda de punto. Dependiendo de que tipo de perno esté colocado, seleccionamos la llave adecuada y procedemos a realizar el ajuste. Si el perno presenta algún daño, cambiarlo inmediatamente. Evitar daños en el perno, asegurar buen anclaje entre arco y anillo de pistola. Evitar accidentes				
		2	Ajustar pernos de sujeción de arco con pistola de suelda de punto.		Ajustar pernos de sujeción de arco con pistola de suelda de punto. Con una llave mixta #14 procedemos a realizar el ajuste de la tuerca. Evitar daños en el perno, asegurar buen anclaje entre arco y pistola. Evitar accidentes				
		3	Marcar torque de ajuste en pernos.		Marcar torque de ajuste en pernos. Con un marcador para metal amarillo, señalamos con una línea recta entre el perno, y la base de asentamiento del mismo. Poder visualizar que el perno siempre esté con el torque correcto.				
									
Bloque de Firmas						Fecha	Nombre	Descripción del cambio	
Turno		Líder de Equipo	Líder de Grupo						
1	Firma								
	Fecha								
2	Firma								
	Fecha								
3	Firma								
	Fecha								

Figura N° 41: Hoja TIS (Ajustar pernos tuercas y demarcación)

Fuente: Departamento de Mantenimiento

Elaborado por: El Investigador.



Página 1 de 1	TIS MP2-12		Task Instruction Sheet (HOJA DE INSTRUCCIONES DE TAREA)		Departamento / Área		SUELDA	
	Tarea: Limpiar externamente al equipo		Descripción de la tarea: Mantenimiento Sueldas de Punto		Fecha de Realización		Realizada por:	
	Descripción del equipo/No.		Ubicación		20/11/2017		JOSÉ DELGADO	
Pistola de Punto		Body Shop		Símbolo		<input type="checkbox"/> Seguridad <input type="checkbox"/> Crítico <input type="checkbox"/> Secuencia mandatoria en <input type="checkbox"/> Calidad <input type="checkbox"/> Secuencia mandatoria de Pasos <input type="checkbox"/> Medio Ambiente		Tiempo estándar 5
<input checked="" type="checkbox"/>	Sim.	No	Descripción de Pasos		Detalle del Paso (Que, Como, Puntos clave)		Diagramas: (Herramientas, Partes Especiales, EPP Especiales, Layouts, etc.)	
			1 Limpiar transformador		Limpiar Transformador, utilizar un paño seco, para verificar posibles daños, fisuras, roturas del equipo.			
			2 Limpiar pistolas		Limpiar pistolas, utilizar un paño seco, para verificar posibles daños, fisuras, roturas de la pistola.			
			1		2			
								
Bloque de Firmas					Fecha	Nombre	Descripción del cambio	
Turno		Líder de Equipo	Líder de Grupo					
1	Firma							
	Fecha							
2	Firma							
	Fecha							
3	Firma							
	Fecha							

Figura N° 42: Hoja TIS (Mantenimiento Sueldas de Punto)

Fuente: Departamento de Mantenimiento

Elaborado por: El Investigador.

Revisión de incidencia en fallos, daños y paras de equipo (equipos intervenidos por los operarios OMA)

Se recomienda realizar una evaluación a corto plazo, para verificar los indicadores de paras de producción provocados por las reparaciones realizadas por el equipo de OMA.

Con estos parámetros que se podrá sacar del software MAXIMO, filtrando MTBF y MTTR, se podrá tomar medidas correctivas respecto al entrenamiento dado y mejorarlo.

Tabla N° 19.- TOP MTBF

Clasificación	Activo	Descripción	Cantidad de OT	Costo Total	Tiempo de paro	Cantidad de fallos / fallas
1	BS1107	Jig Molde Maestro SGM308 (MB20) (Poka Yoke.)	4	0.00	00:42	4
1	BS0023	Cargobus Suelda-Elpo	4	0.00	00:21	4
2	BS0516	Transportador principal sueldas (Critico MTTO)	2	0.00	00:09	2
2	BS0853	Jig Neumático Molde Maestro J3 (Jig con Poka yoke) (Critico MTTO)	2	0.00	00:08	2
2	BS0770	Sp. Pistola Izquierda NOC-C0420 (Equipo J47) J3	2	0.00	00:08	2

Fuente: Departamento de Mantenimiento
Elaborado por: El Investigador.

Tabla N° 20.- TOP MTTR

Clasificación	Activo	Descripción	Cantidad de OT	Costo Total	Tiempo de paro	Cantidad de fallos / fallas
1	BS1107	Jig Molde Maestro SGM308 (MB20) (Poka Yoke.)	4	0.00	00:42	4
2	BS0166	Sp.Pistola Izquierda NOC-K1661 (Equipo RT-25)	1	0.00	00:25	1
3	BS0023	Cargobus Suelda-Elpo	4	0.00	00:21	4
4	BS0327	SP. Pistola Izquierda (Equipo163)	1	0.00	00:20	1
5	BS0725	Sp. Pistola Derecha NOC-C0418 (Equipo J15) J3	1	0.00	00:13	1

Fuente: Departamento de Mantenimiento
Elaborado por: El Investigador.

Adicionalmente, al bajar los datos de paras se podrá trabajar en la optimización de tiempos de las demás tareas asignadas, al realizar las repeticiones periódicas, las operaciones se realizan en menor tiempo del propuesto inicialmente.

Categorización en orden de importancia de afectación de tiempos de Mantenimiento y agrupación de tareas

Para iniciar con este proceso de ordenamiento tomando como referencia las paras de producción provocada por los equipos de soldadura, se acude al software MAXIMO para la obtención de los datos.

Determinar zonas de mayor incidencia en mantenimiento preventivo



Figura N° 43.- Pareto de paras
Fuente: Software MAXIMO
Elaborado por: El Investigador.

Mediante un diagrama de Pareto se determina que seis equipos (los que se encuentran bajo la flecha roja) conforman el 80% de nuestros problemas y éstos se debe atacar con planes de acción efectivos para mitigar de alguna manera el impacto, sin dejar de lado la integridad física de las personas del equipo de OMA.

Elaborar estrategias de agrupación de tareas

Al elaborar la planificación de las estrategias se debe considerar los siguientes aspectos que son claves para poder abarcar la cantidad de trabajo como por ejemplo:

Por estación,

Por celda,

Por tipo de equipo, incluyendo tiempos de trabajo.

Por criticidad.

Presentación y aprobación de la propuesta

Según los lineamientos investigados para la implementación del equipo OMA hay que dar a conocer los pormenores al STAFF de suelda, integrados por un Superintendente e ingenieros de calidad, producción.

Tabla N° 21.- Minuta de Reunión y Decisiones Tomadas.

Minuta de Reunión								
Implementación Prpuesta Mejora de Carga de Trabajo Mantanimiento								
TITULO: Decisión Proyecto Mejora Carga de Trabajo PM			REUNIÓN NUMERO: 01					
TIPO:	INFORMATIVA / CLARIFICACION	X	PLANIFICACION	X	SOLUCION PROBLEMAS	SEGUIMIENTO		
PROPOSITO: Presentar Propuesta de mejora de cargas de trabajo de mantenimiento preventivo								
FECHA: 20/10/2016		DIA: Jueves		LUGAR: Sala de Reunión Suelda				
HORA INICIO PROG: 11:30			HORA FINAL PROG: 12:30					
HORA INICIO REAL: 11:35			HORA FINAL REAL: 12:25					
FACILITADOR: Oscar Tashiguano								
PARTICIPANTES	ASISTIÓ SÍ / NO	PARTICIPANTES	ASISTIÓ SÍ / NO	PARTICIPANTES	ASISTIÓ SÍ / NO			
Diego Saenz (Superintenedente)	SI							
Jorge Coveña (LG Mantenimiento y ADM del Centro de Costo)	SI							
Cristian Montalvo (Seguridad y Salud Ocupacional)	SI							
Paul Mañay (LET de Mantenimiento)	SI							
N°	PUNTOS MENCIONADOS/ DECISIONES TOMADAS			ST	RESPONSABLE(S)	PLAZO		
1	Presentación de la propuesta			●	Jorge Coveña	20-oct-2016		
2	Se aprueba la propuesta a presentada para la mejora de cargas de trabajo de mantenimiento			●	Todos	20-oct-2016		

Fuente: El investigador
Elaborado por: El Investigador.

Implementación de la propuesta

Posterior a la reunión de presentación del proyecto y luego de haber obtenido la aprobación, acreditación del equipo de liderazgo del área. Luego del levantamiento de las 40 tareas, las cuales se detalla en la figura N° 51, se puede filtrar las que el equipo de OMA puede realizarlas de acuerdo al nivel de preparación dado en las inducciones, la sumatoria de las propuestas da un total de 9 tareas con una carga total de 21 horas aproximadamente. Cabe recalcar, la supervisión directa del LET de mantenimiento, para no dejar de lado aspectos de calidad y seguridad

PLAN ACTUALIZACIÓN DE MÁXIMO 7 BODY SHOP			
MTS-TIS			
ITEI	Plan de Trabajo	Descripción	Duración
1	BSMC0000000000001704	17.1 Lubricación de cadena Transportadora.	8:00
2	BSMC0000000000001006	Tableros Eléctricos Andon	1:30
3	BSELO0000000000001002	Mtto Eléctrico de Cargobuses	2:20
5	BSMC0000000000001004	Mtto Electromecánico de Cargobuses	2:50
6	BSMC0000000000001702	Revisión General Mecánica Transportador.	1:45
7	BSMC0000000000001001	10.1 LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN CARGO BUSES	2:50
8	BSMC0000000000004101	P 1 Soldas Mig	1:09
9	BSELO0000000000005401	Mtto de Tableros Eléctricos Control y Fuerza	1:50
10	BSELO0000000000004801	P 1 Suelta Tucker.	1:15
11	BSMC0000000000005204	P3 Suelta de Punto	3:00
12	BSMC0000000000005201	P1 Suelta de Punto	3:00
13	BSMC0000000000005202	P2 Suelta de Punto	3:00
14	BSMC0000000000004102	P 2 Suelta Mig Vario Star	0:45
15	BSMC0000000000004802	P 2 Suelta Tucker.	2:30
16	BSMC0000000000007301	P 10 Suelta Kimura	2:15
17	BSMC0000000000009064	Mantenimiento Electromecánico Mesa Hidráulica	2:00
18	BSELO0000000000009059	Revisión General Eléctrica Automatismos	3:50
19	BSSP0000000000009060	Revisión Electrónica Automatismos	2:20
20	BSSP0000000000009061	Revisión General Mexa Indexada SGM308	4:00
21	BSMC0000000000009062	Electromecánico SP1 Moldes Maestros.	1:50
22	BSMC0000000000009063	Electromecánico SP2	3:50
23	BSELO0000000000001101	Mtto Eléctrico de Aerovias.	1:15
24	BSELO0000000000009065	Electromecánico de Tecles	1:25
25	BSMC0000000000005404	Reparación de Mesas Elevadora Hidráulica.	3:30
27	BSELMC0000000000001006	MP10.1 Revisión Cargobus General.	3:00
28	BSMC0000000000009065	Electromecánico de moldes maestros.	1:50
29	BSELO0000000000009067	MP Electromecánico de Tecles.	1:40
30	BSELO0000000000005210	Revisión de botoneras Soldas de punto.	0:40
31	BSEM0000000000009066	Mnto- Electromecánico de Mesa giratoria	2:20
33	BSMC0000000000005208	MP2 Soldas de punto	3:00
34	BSMC0000000000005209	MP1 Soldas de punto.	1:50
35	BSELO0000000000009066	Mantenimiento Electrónico Molde Maestro T-200 y T-250	2:40
36	BSELO0000000000001703	Revisión eléctrica Transportador	2:15
37	BSMC0000000000005203	Limpieza del sistema de refrigeracion de controladores equipo de soldadura	0:40
38	BSM0000000000001007	Mecánico de Cadenas de Cargobuses.	1:55
39	BSMC0000000000005203	Limpieza del sistema de refrigeracion de controladores equipo de soldadura	0:40
40	BSM0000000000001007	Mecánico de Cadenas de Cargobuses.	1:55

Figura N° 44.- Plan de tareas
Fuente: Software MAXIMO
Elaborado por: El Investigador.

PLAN ACTUALIZACIÓN DE MÁXIMO BODY SHOP			
MTS - TIS			
ITEM	PLAN DE TRABAJO	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN
8	BSMC0000000000004101	P1 Suelda MIG	1:09
10	BSMC0000000000004801	P1 Suelda TUCKER	1:15
11	BSMC0000000000005204	P3 Suelda de punto	3:00
12	BSMC0000000000005201	P1 Suelda de punto	3:00
13	BSMC0000000000005202	P2 Suelda de punto	3:00
15	BSMC0000000000004802	P2 Suelda TUCKER	2:30
16	BSMC0000000000007301	P10 Suelda KIMURA	2:15
33	BSMC0000000000005208	MP2 Suelda de punto	3:00
34	BSMC0000000000005201	MP1 Suelda de punto	1:50
			20:59

Figura N° 45.- Listado de tareas a ser intervenidas por el equipo de OMA.

Fuente: El investigador.

Elaborado por: El Investigador.

Evaluación de Impacto financiero

Tabla N° 22.- Costo provocado por paradas de Línea antes de la Propuesta.

COSTO POR PARADA DE LÍNEA						
DESCRIPCIÓN	ago-17	Sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	TOTAL
Tiempo de para mensual (minutos)	115	185	144	254	227	925
Costo de la para de línea (\$)	1532.95	2466.05	1919.52	3385.82	3025.91	12330.25
Costo indirecto 5%(\$)	76.65	123.3	95.98	169.29	151.3	616.51
Costo total						\$12946.76

Nota: El costo de para por minuto es de \$13.33

Fuente: El investigador

Elaborado por: El Investigador.

Análisis

La tabla N° 22 muestra las pérdidas económicas dadas al parar la producción por diversos temas de mantenimiento. El cálculo del costo se lo realiza con el tiempo de para y el valor por cada minuto de producción, a este agréguele el 5%(costo indirecto) del costo total, dando un valor de \$ 12946.76 de 925 minutos que han provocado paradas de producción en los últimos 5 meses.

Tabla N° 23.- Costo por implementación del equipo OMA.

COSTO POR HORAS EXTRAS			
DESCRIPCIÓN	COSTO POR HORA	CANTIDAD H.E.	TOTAL
Costo H/H mantenimiento	\$ 9	110	\$ 990
Costo H/H producción	\$ 5.1	112	\$ 571.2
Horas extras requeridas		222	
		Costo total	\$ 1561.20

*Nota: H.E.: Hora extra
H/H: Hora hombre*

Fuente: El investigador
Elaborado por: El Investigador.

Análisis

La tabla N° 23 refleja el costo aproximado a invertir para realizar la propuesta de la implementación del equipo OMA, lo que se encuentra detallado en el cronograma de actividades, se requiere 222 horas extras aproximadamente para la implementación en tres meses, reflejando el costo de \$ 1561.20

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Luego de reevaluar el plan de mantenimiento, rutas críticas, tiempos que se han cargado en el software MAXIMO 7, se separa las actividades que no tengan riesgos altos de seguridad, así se podrá determinar si los tiempos son eficientes y destinar más tiempo a realizar trabajos más críticos.
- El adecuado desarrollo y consecución de los objetivos planteados a lo largo de la investigación, permitirá que el proyecto OMA optimice las cargas de trabajo del equipo de mantenimiento.
- Al realizar el re balanceo del KPI-2 del Mantenimiento Preventivo, teniendo como soporte el equipo OMA, según los datos que se obtendrá, se podrá mencionar que es viable aplicar el proyecto OMA, por el lado del costo beneficio.

Recomendaciones

- Mantener la actualización del software MAXIMO 7, (cierre de órdenes de trabajo, ingreso de equipos, MC, MP, PdM) para que los reportes sean confiables, tiempos y órdenes de trabajo, esto es con la finalidad de llevar una mejor trazabilidad de los equipos de soldadura y definir la criticidad de los equipos para dar la prioridad a los mismos.
- La estructuración e implementación del proyecto OMA, debe ser realizado por personas que dominen los diferentes aspectos de mantenimiento, es decir el líder de grupo y de equipo, porque son las personas que tienen mayor bagaje de conocimiento tanto técnico como empírico, mantener los adiestramientos técnico y práctico de los equipos que se encontrarán bajo la responsabilidad de los operarios que conforman el grupo de mantenimiento autónomo.

- Posterior a la implementación del proyecto OMA, es recomendable realizar mediciones periódicas del desempeño del KPI-2, para tomar medidas correctivas y no permitir que el sistema colapse, además realizar la comparación de la cantidad de dinero que se optimice respecto a lo invertido.

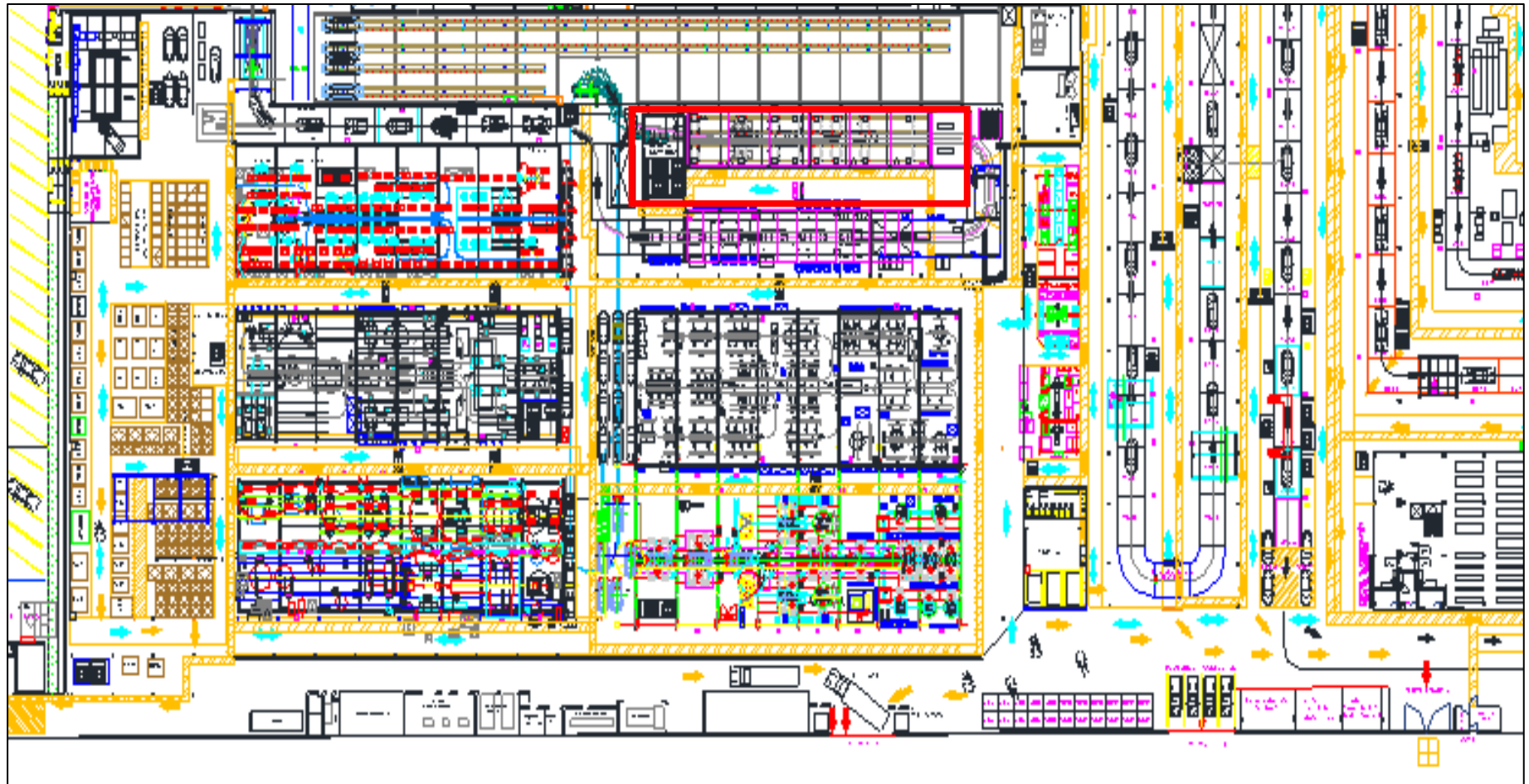
Bibliografía

- Benjamin Niebel (2014) Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño de trabajo (décima edición). México: Alfaomega
- Santiago Garcia Garrido (2003) Organización y Gestión Integral de Mantenimiento (cuarta edición). Colombia: Díaz de Santos.
- Miguel D´ Addario (2015). Gestión del Mantenimiento Preventivo y Correctivo (segunda edición). México: Create Space Publishing .
- Constitución de la República del Ecuador (2008). [en línea]. Quito: Asamblea Constituyente. Disponible en: http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf [2015, 25 de marzo]
- Dra. Sandra Dávila Zambrano FASE II (2001). Cinco Momentos Estratégicos para hacer Reingeniería de Procesos (primera edición). Quito-Ecuador: Efecto Grafico
- Francisco Ballesteros Robles (2011). Estrategia Predictiva en la Ingeniería Industrial (tercera edición). España: IRM.
- Nakajima S. (1988). Introducción al TPM- Mantenimiento Productivo Total (tercera edición). Productivity Press.
- Zabala W. (2002). Fiabilidad de Máquinas (cuarta edición). Ecuador: Docucentro.
- Políticas y Líneas de investigación de la Universidad Tecnológica Indoamérica (2011). [base de datos]. Lugar: Quito. Disponible en : http://www.uti.edu.ec/documents/LINEAS_DE_INVESTIGACION_2011.pdf [2015,25 de marzo].

- Eduardo M. Cruz (1997). Ingeniería de Mantenimiento (primera edición). Buenos Aires: Nueva Librería.
- Carlos Boero (2002). Organización Industrial (primera edición). Científica Universitaria.
- Kish, Leslie (1972). Muestreo de encuestas. México: Trillas.
- Levin Jack (1979). Fundamentos de Estadística en la Investigación Social. México, Editorial HARLA.
- NAVARRO D , www.gestióndeactivosindustriales.com
- [http://www.seguridadindustrial.org/Mantenimiento y seguridad industrial](http://www.seguridadindustrial.org/Mantenimiento_y_seguridad_industrial).

Anexos

Anexo 1: LAY OUT suelda de carrocerías.



 Área de remate

Anexo 2: Reunión con el liderazgo para el lanzamiento del proyecto OMA .



Anexo 3: Adiestramiento a los integrantes del equipo OMA.

