

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

Facultad de Ingeniería Industrial y Sistemas

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial



**IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN DE
MAQUINARIAS BAJO EL ENFOQUE LEAN MANUFACTURING
PARA LA EMPRESA MEGA INVERSIONES S.R.L.
HUÁNUCO 2017**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL.

TESISTAS:

- BACH. ING. IND. ALBORNOZ JARA, Wilson Antonio
- BACH. ING. IND. ROMERO REYES, Jhoner Henry

ASESORA:

- ING. GUADALUPE RAMIREZ REYES

Huánuco – Perú

2018

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedicamos a nuestros padres, por su inmenso amor y apoyo incondicional, económico como emocional en nuestro desarrollo profesional, a nuestros familiares y amigos por su apoyo moral, a nuestra asesora por su orientación satisfactoria en el desarrollo de nuestro proyecto.

AGRADECIMIENTO

A nuestro Dios por su inmenso amor y bendición a lo largo de nuestra vida y por la fortaleza que nos brinda para poder superar cada día todos los obstáculos que se nos presenta.

A nuestros padres por su apoyo incondicional a lo largo de nuestra vida, apoyándonos a cumplir en cada etapa con nuestros objetivos.

A nuestros familiares por sus consejos para poder seguir adelante.

A nuestros docentes y personal administrativo de nuestra casa de estudio de la FIlyS por su enseñanzas vertidas, apoyo y consejos recibidos durante nuestra formación profesional.

A la Mg. Ing. Guadalupe Ramírez Reyes, por su aceptación y orientación como nuestra asesora durante la realización del presente trabajo de investigación.

Al personal de la empresa Mega Inversiones S.R.L. por el apoyo y las facilidades brindadas durante el desarrollo de la investigación.

A todos nuestros amigos por su comprensión y apoyo moral para poder culminar nuestra investigación.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado "Implementación de un Modelo de Gestión de Maquinarias Bajo el Enfoque Lean Manufacturing para la Empresa Mega Inversiones S.R.L. - Huánuco 2017" tiene como finalidad evaluar la mejora del área de mantenimiento a partir de la determinación de la disponibilidad de maquinarias antes y después de la implementación del Modelo de Gestión de Maquinarias bajo el Enfoque Lean Manufacturing.

El nivel de investigación es descriptiva y aplicada. Según la intervención del investigador es de tipo aplicada, porque empleamos conocimientos, descubrimientos y conclusiones de investigaciones realizadas respecto al tema. Según la planificación de la toma de datos es de tipo Retrospectivo o Histórico, porque indagamos los hechos y sucesos ocurridos en el pasado (Fuente Secundaria) y del tipo Prospectivo, porque se registra la información según van ocurriendo los fenómenos, sigue una línea Presente - Futuro (Fuente Primaria).

El diseño de la investigación es cuasi experimental porque se manipulan las variables objeto de estudio, a la vez porque no hay un grupo de control y no es posible una asignación aleatoria. Según la cronología de las observaciones tiene un diseño prospectivo, la recolección de la información se desarrolla luego de planificar el estudio. Según el número de mediciones presenta un diseño longitudinal debido que se medirá en diferentes días las variables de estudio.

Se utilizó una muestra de 31 maquinarias de la empresa Mega Inversiones SRL, que están laborando en la ciudad de Huánuco en dos situaciones, uno antes de la aplicación del Modelo (Agosto y Setiembre de 2017) y otro después de la Aplicación del modelo de gestión de maquinaria bajo el enfoque Lean Manufacturing. (Diciembre de 2017 y Enero de 2018).

De los resultados que se obtienen se deduce que el Modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque Lean Manufacturing aplicada al área de mantenimiento de la empresa Mega Inversiones S.R.L. de la ciudad de Huánuco tiene un impacto positivo de 33.03% en el índice de Disponibilidad de maquinarias con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alternativa H_1 que es: El Modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque Lean Manufacturing Si tiene un impacto positivo en la Disponibilidad de maquinarias en el área de mantenimiento de la empresa Mega Inversiones S.R.L. de la ciudad de Huánuco.

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
I. Fundamento del Problema	2
II. Formulación del Problema	4
- Problema General	4
- Problemas Específicos	4
III. Objetivos	4
- Objetivo General:	4
- Objetivos Específicos:	4
IV. Justificación	5
V. Alcance y Limitaciones	5
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	6
1.1. Antecedentes	6
1.1.1. Investigaciones Internacionales	6
1.1.2. Investigaciones Nacional	7
1.1.3. Investigaciones Locales	9
1.2. Bases Teóricas	9
1.2.1. Gestión del Mantenimiento	9
1.1.1.1. Gestión de Equipos	9
1.1.1.1.1. Naturaleza y Clasificación de los Equipos	9
1.1.1.1.2. Inventario de Equipos	10
1.1.1.1.3. Dossier - Máquina	10
1.1.1.1.4. Fichero Histórico de la Máquina	12
1.1.1.1.5. Repuestos	13
1.1.1.2. Gestión de los Recursos Humanos	16
1.1.1.2.1. Organigrama de Mantenimiento: Funciones	16
1.1.1.2.2. Formación y Adiestramiento del Personal	19
1.1.1.2.3. Clima Laboral: El TPM	20
1.1.1.3. Gestión De Trabajos	21
1.1.1.3.1. Introducción: Política de Mantenimiento	29
1.1.1.3.2. Establecimiento de un Plan de Mantenimiento	29
1.1.1.3.3. Análisis de Modos de Fallos y Efectos (AMFE)	30
1.1.1.3.4. Planificación y Programación del Mantenimiento	33
1.1.1.3.5. Planificación de los Trabajos	34
1.1.1.3.5.1. Procedimientos de Trabajo	29
1.1.1.3.5.2. Tiempos de Trabajo	29
1.1.1.3.5.3. Programación de los Trabajos	30
1.1.1.3.5.4. Ejecución de los Trabajos, Documentos y Niveles de Urgencia	33
1.2.2. Manufactura Esbelta “Lean Manufacturing”	34
1.2.2.1. Los Siete Desperdicios	36
1.2.2.2. Herramientas Lean	37
1.2.2.2.1. 5 S Organiza el Área de Trabajo	37
1.2.2.2.2. Just In Time (JIT)	38
1.2.2.2.3. Kaizen (Mejoramiento Continuo)	38
1.2.2.2.4. Kanban	39
1.2.2.2.5. TPM: Mantenimiento Productivo Total	40

1.2.2.2.6. SMED (Single Minute Exchange Of Die) Cambio Rápido de Trabajo	40
1.2.2.3. OEE: Desempeño Total del Equipo (Overall Equipment Effetiveness)	42
1.2.2.3.1. Cálculo del OEE	42
1.2.2.4. Disponibilidad	47
1.2.2.4.1. Disponibilidad	48
1.2.2.4.2. Fiabilidad	49
1.2.2.4.3. Tiempo Medio Entre Paradas (TMEP)	49
1.2.2.4.4. Tiempo Medio Hasta Puesta en Marcha (TMPM)	49
1.2.2.4.5. Número de Paradas	49
1.2.2.4.6. Horas Totales se Paradas	49
1.2.2.5. Pérdidas de Disponibilidad	49
1.2.2.5.1. Fallos del Equipo (Paros Mecánicos):	50
1.2.2.5.2. Esperas (Cambios y Preparaciones):	50
1.3. Hipótesis	49
1.3.1. Hipótesis General	49
1.3.2. Hipótesis Específicas	49
1.4. Variables	51
1.4.1. Variable Independiente	51
1.4.2. Variables Dependientes	51
1.5. Indicadores	51
CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO	53
2.1. Nivel y Tipo de Investigación	53
2.1.1. Nivel de Investigación	53
2.1.2. Tipo de Investigación	53
2.2. Diseño de la Investigación	53
2.3. Unidad de Análisis	54
2.4. Población y Muestra	54
2.4.1. Determinación del Universo/Población	54
2.4.2. Tamaño de la Muestra	54
2.4.3. Selección de la Muestra	54
2.5. Fuentes, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	55
2.5.1. Fuentes de Recolección de Información	55
2.5.2. Técnicas de Recolección de Información	55
2.5.3. Instrumento y proceso para la Recolección de Datos	55
CAPÍTULO III: RESULTADOS	56
3.1. Modelo de Gestión de Maquinarias Bajo Enfoque Lean Manufacturing	56
3.1.1. Análisis de la Situación Actual	57
3.1.1.1. Recogida y Análisis de Datos	57
3.1.1.1.1. Descripción de los Procesos del Área de Mantenimiento de Maquinarias de la Empresa Mega Inversiones S.R.L.	57
3.1.1.1.2. Requerimientos Críticos de los Clientes	63
3.1.1.1.3. Las Instalaciones	63
3.1.1.1.4. Servicio o Entregables	64
3.1.1.1.5. Materiales y Equipos	64
3.1.1.1.6. Equipos Humanos	64

3.1.1.2. VSM Actual	64
3.1.1.2.1. VSM Actual de los Procesos del Área de Mantenimiento de Maquinarias en la Empresa Mega Inversiones S.R.L.	65
3.1.1.3. VSM Futuro	71
3.1.1.3.1. VSM Futuro de los Procesos del Área de Mantenimiento de Maquinarias	71
3.1.2. Diseño de Plan de Mejora	77
3.1.2.1. Equipo Lean	77
3.1.2.1.1. Organización del Equipo Lean	77
3.1.2.1.2. Procedimiento de Planificación del Equipo Lean	77
3.1.2.2. Planificación	78
3.1.2.2.1. Objetivos del Modelo de Gestión de Maquinarias Bajo Enfoque Lean	78
3.1.2.2.2. Identificación de Desperdicios y Áreas de Oportunidad	79
3.1.2.2.3. Priorización de Áreas de Oportunidad de los Procesos	89
3.1.2.2.4. Identificación de Herramientas Lean a Utilizar	93
3.1.3. Mejora Continua	100
3.1.3.1. Herramientas	100
3.1.3.1.1. Mejora de los procesos con las herramientas Lean	100
3.1.3.2. Estandarización	106
3.1.3.2.1. VSM mejorado de los procesos	104
3.2. Descripción de las Características de la Población de Estudio	113
3.3. Determinación y Análisis de la Disponibilidad de Maquinarias en el Pre Diagnóstico	113
3.4. Determinación y Análisis de la Disponibilidad de Maquinarias en el Post Diagnóstico Después de las Mejoras	117
3.5. Mejora de la Disponibilidad de Maquinarias	116
3.6. Mejora de los Procesos del Área de Mantenimiento	116
3.7. Prueba de Hipótesis	120
3.7.1. Prueba de Hipótesis General	120
3.7.2. Prueba de Hipótesis Alternativo 1	122
3.7.3. Prueba de Hipótesis Alternativo 2	124
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	127
CONCLUSIONES	129
RECOMEDACIONES	130
BIBLIOGRAFÍA	125
ANEXOS	133
ANEXO N°01: ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS	133
ANEXO N°02: IMPLEMENTACIÓN DE 5'S	147
ANEXO N°03: IMPLEMENTACIÓN DE KAIZEN	173
ANEXO N°04: IMPLEMENTACIÓN DE VSM	179
ANEXO N°05: IMPLEMENTACIÓN DE SMED	182
ANEXO N°06: IMPLEMENTACIÓN DE TPM	187
ANEXO N°07: REGISTRO DE ORDENES DE TRABAJO – MES DE AGOSTO Y SETIEMBRE DE 2017	195
ANEXO N°08: REGISTRO DE ORDENES DE TRABAJO – MES DE DICIEMBRE 2017 Y ENERO 2018	197
ANEXO N°09: FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO	198
ANEXO N°10: FORMATO DE ORDEN DE ATENCION	199
ANEXO N°11: FORMATO DE ACTA DE ENTREGA Y RECEPCION DE EQ.	200

ANEXO N°12: FORMATO DE CONTROL DE HORAS-MAQUINA	201
ANEXO N°13: PLANO DEL TALLER Y ALMACEN DEL ÁREA DEL MANTENIMIENTO	202
ANEXO N°14: % TOTAL Y ACUMULADO DEL ÍNDICE NPR DE LAS ÁREAS DE OPORTUNIDAD DE LOS PROCESOS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO	203
ANEXO N°15: CRITERIO DE SEVERIDAD, OCURRENCIA Y DETECCIÓN	206
ANEXO N°16: RELACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS LEAN Y EL DESPERDICIO	208

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación y Naturaleza de Equipos	9
Figura 2. Funciones de Línea y Staff	18
Figura 3. Fases de la Política de Mantenimiento	22
Figura 4. Clasificación de Equipos	23
Figura 5. Modelo de trabajo de registro de trabajo AMFEC	26
Figura 6. Diagrama Planificación/Programación del Trabajo	32
Figura 7. Proceso de ejecución de órdenes de trabajos	33
Figura 8. Filosofía Lean Manufacturing	35
Figura 9. Esquema Kaizen	39
Figura 10. Beneficios SMED	42
Figura 11. OEE Esquema de la Disponibilidad	44
Figura 12. OEE Rendimiento	44
Figura 13. OEE Esquema de la Calidad	45
Figura 14. OEE Total	46
Figura 15. Representación de Falla, Operación y Reparación de Equipos	47
Figura 16. Modelo de gestión de maquinarias bajo enfoque lean manufacturing	56
Figura 17. Diagrama de flujo de las actividades del proceso de requerimiento de repuestos	57
Figura 18. Diagrama de flujo de las actividades del proceso de alquiler de maquinarias	58
Figura 19. Diagrama de flujo de las actividades del proceso de cobranza del alquiler de maquinarias	59
Figura 20. Diagrama de flujo de las actividades del proceso de cobranza del alquiler de maquinarias	60
Figura 21. Diagrama de flujo de las actividades del proceso de horas - máquina	61
Figura 22. Diagrama de flujo de las actividades del proceso de seguimiento y control de trabajos de mantenimiento	62
Figura 23. VSM Actual del proceso de Requerimiento de repuestos	65
Figura 24. VSM Actual del proceso de Alquiler de maquinarias	66
Figura 25. VSM Actual del proceso de Cobranza del alquiler de maquinarias	67
Figura 26. VSM Actual del proceso de Abastecimiento de combustible de maquinarias	68
Figura 27. VSM Actual del proceso de Control de horas-máquina	69
Figura 28. VSM Actual del proceso de Seguimiento y control de trabajos de mantenimiento	70

Figura 29. VSM Futuro del proceso de Requerimiento de repuestos	71
Figura 30. VSM Futuro del proceso de Alquiler de maquinarias	72
Figura 31. VSM Futuro del proceso de Cobranza del alquiler de maquinarias	73
Figura 32. VSM Futuro del proceso de Abastecimiento de combustible de maquinarias	74
Figura 33. VSM Futuro del proceso de Control de horas-máquina	75
Figura 34. VSM Futuro del proceso de Seguimiento y control de trabajos de mantenimiento	76
Figura 35. VSM del proceso de Requerimiento de repuestos con áreas de oportunidades identificadas	79
Figura 36. VSM del proceso de Alquiler de maquinarias con áreas de oportunidades identificadas	80
Figura 37. VSM del proceso de Cobranza de alquiler de maquinarias con áreas de oportunidades identificadas	81
Figura 38. VSM del proceso de Abastecimiento de combustible con áreas de oportunidades identificadas	82
Figura 39. VSM del proceso de Control de horas - máquina con áreas de oportunidades identificadas	83
Figura 40. VSM del proceso de Seguimiento y control de trabajos de mantenimiento con áreas de oportunidades identificadas	84
Figura 41. Diagrama de Pareto de áreas de oportunidad del proceso de requerimiento de repuestos	93
Figura 42. Diagrama de Pareto de Áreas de Oportunidad del Proceso de Alquiler de Maquinarias	95
Figura 43. Diagrama de Pareto de Áreas de Oportunidad del Proceso de Cobranza de Alquiler de Maquinarias	96
Figura 44. Diagrama de Pareto de Áreas de Oportunidad del Proceso de Abastecimiento de Combustible	97
Figura 45. Diagrama de Pareto de Áreas de Oportunidad del Proceso de Control de Horas - Máquina	98
Figura 46. Diagrama de Pareto de Áreas de Oportunidad del Proceso de Seguimiento y Control de Trabajos de Mantenimiento	99
Figura 47. VSM futuro del proceso de requerimiento de repuestos	107
Figura 48. VSM futuro del proceso de alquiler de maquinarias	108
Figura 49. VSM futuro del proceso de cobranza de alquiler de maquinarias	109
Figura 50. VSM futuro del proceso de abastecimiento de combustible	110
Figura 51. VSM futuro del proceso de control de horas - máquina	111
Figura 52. VSM futuro del proceso de seguimiento y control de trabajos de mantenimiento	112

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción del proceso de requerimiento de repuestos	58
Tabla 2. Descripción del proceso de alquiler de maquinarias	59
Tabla 3. Descripción del proceso de cobranza de alquiler de maquinarias	60
Tabla 4. Descripción del proceso de abastecimiento de combustible	61
Tabla 5. Descripción del proceso de control de horas - máquina	62
Tabla 6. Descripción del proceso de seguimiento y control de trabajos de mantenimiento	63

Tabla 7. Áreas de oportunidad identificadas en el proceso de requerimiento de repuestos	85
Tabla 8. Áreas de oportunidad identificadas en el proceso de Alquiler de maquinarias	86
Tabla 9. Áreas de oportunidad identificadas en el proceso de Cobranza de alquiler	87
Tabla 10. Áreas de oportunidad identificadas en el proceso de Abastecimiento de combustible	87
Tabla 11. Áreas de oportunidad identificadas en el proceso de Control de horas - máquina	88
Tabla 12. Áreas de oportunidad identificadas en el proceso de seguimiento y control de trabajos de mantenimiento	89
Tabla 13. Priorización de las áreas de oportunidad del proceso de requerimiento de repuestos	90
Tabla 14. Priorización de las áreas de oportunidad del proceso de alquiler de maquinarias	90
Tabla 15. Priorización de las áreas de oportunidad del proceso de cobranza de alquiler	91
Tabla 16. Priorización de las áreas de oportunidad del proceso de abastecimiento de combustible	91
Tabla 17. Priorización de las áreas de oportunidad del proceso de control de horas - máquina	92
Tabla 18. Priorización de las áreas de oportunidad del proceso de seguimiento y control de trabajos de mantenimiento	92
Tabla 19. Herramientas a Utilizar para atacar cada Área de Oportunidad del Proceso de Requerimiento de Repuestos	94
Tabla 20. Herramientas a Utilizar para atacar cada Área de Oportunidad del Proceso de Alquiler de Maquinarias	95
Tabla 21. Herramientas a Utilizar para atacar cada Área de Oportunidad del Proceso de Cobranza de Alquiler de Maquinarias	96
Tabla 22. Herramientas a Utilizar para atacar cada Área de Oportunidad del Proceso de Abastecimiento de Combustible	97
Tabla 23. Herramientas a Utilizar para atacar cada Área de Oportunidad del Proceso de Control de Horas-Máquina	98
Tabla 24: Herramientas a Utilizar para atacar cada Área de Oportunidad del Proceso de Seguimiento y Control de Trabajo de Mantenimiento	99
Tabla 25. Lista de Maquinarias de la empresa Mega Inversiones S.R.L.	113
Tabla 26. Disponibilidad de los tipos de maquinarias en el Pre diagnóstico de la empresa Mega Inversiones S.R.L. - Periodo Agosto y Setiembre de 2017	115
Tabla 27. Disponibilidad de las maquinarias en el Pre diagnóstico de la empresa Mega Inversiones S.R.L. - Periodo Agosto y Setiembre de 2017	116
Tabla 28. Disponibilidad de los tipos de maquinarias en el Pos diagnóstico de la empresa Mega Inversiones S.R.L. - Periodo Diciembre 2017 - Enero 2018	117
Tabla 29. Disponibilidad de las maquinarias en el Post diagnóstico de la empresa Mega Inversiones S.R.L. - Periodo Diciembre 2017 - Enero 2018	118
Tabla 30. Mejora de la disponibilidad de maquinarias en la empresa Mega Inversiones S.R.L	119
Tabla 31. Mejora de los procesos en el área de mantenimiento de la empresa Mega Inversiones SRL	120

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Las Seis Grandes Pérdidas	47
Cuadro 2. Diseño de Investigación	53
Cuadro 3. Requerimientos críticos de los clientes de Mega Inversiones SRL	63
Cuadro 4. Mejoras en el Proceso de Requerimiento de Repuestos	100
Cuadro 5. Mejoras en el Proceso de Alquiler de Maquinarias	102
Cuadro 6. Mejoras en el Proceso de Cobranza de Alquiler de Maquinarias	103
Cuadro 7. Mejoras en el Proceso de Abastecimiento de Combustible	104
Cuadro 8. Mejoras en el Proceso de Abastecimiento de Combustible	104
Cuadro 9. Mejoras en el Proceso de Seguimiento y Control de Trabajos de mantenimiento	105
Cuadro 10. Distribución de frecuencias de la población según categorías	113
Cuadro 11. Distribución de frecuencias de la población según inversión	114

INTRODUCCIÓN

La presente tesis es una investigación que tiene como principal objetivo diseñar e implementar un modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque del Lean Manufacturing en la Empresa Mega Inversiones S.R.L. el cual le permita mejorar la Disponibilidad de Maquinarias en el área de Mantenimiento. La información recabada se obtuvo de los 6 procesos involucrados en el área de mantenimiento que son el proceso de requerimiento de repuestos, el proceso de alquiler de maquinarias, el proceso de cobranza de alquiler de maquinarias, el proceso de abastecimiento de combustible de maquinarias, el proceso de control de horas-máquina y el proceso de seguimiento y control de trabajos de mantenimiento, además de los datos registrados por el área de mantenimiento sobre los trabajos realizados a cada maquinarias durante los meses de agosto, setiembre y Diciembre de 2017 y Enero de 2018, sobre las 35 maquinarias que cuenta la empresa Mega Inversiones SRL y las cuales se encuentren con menos de 6 años de antigüedad..

La presente investigación propone a la empresa Mega Inversiones SRL tener un excelente desempeño de sus procesos agregando valor, garantizando un uso adecuado y eficiente de los recursos, evitando desperdicios o actividades que no generan valor a los procesos; y al nivel del ámbito local y nacional contribuirá al fortalecimiento de las empresas en temas de mejora continua.

El trabajo presenta los siguientes capítulos:

En el Capítulo I se aborda todo lo referente al marco teórico, incluye los antecedentes y bases teóricas, hipótesis, variables e indicadores.

En el Capítulo II se presenta lo concerniente al marco metodológico, incluye el nivel y tipo de investigación, diseño de investigación, unidad de análisis, población, muestra y fuentes, técnicas e instrumento de recolección de datos.

En el Capítulo III se describe todo sobre los resultados que se lograron sobre la investigación, incluye el modelo de gestión propuesta, y todo lo referente a la disponibilidad de las maquinarias y la hipótesis

En el Capítulo IV se describe la discusión de los resultados de la tesis.

Por último se detalla las conclusiones y recomendaciones.

I. FUNDAMENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad existe una gran necesidad de las empresas de mejorar su nivel de competitividad, independiente de la actividad económica en que se desenvuelve, ante las exigencias de un mercado difícil de competir, el mejoramiento continuo es un esfuerzo que se tiene que realizar para replantear y rediseñar los sistemas productivos, adoptando estrategias que conlleven a lograr altos niveles competitivos, y así afrontar los retos de los mercados actuales. Esta necesidad de lograr estándares de calidad y mejora continua conlleva a crear una metodología de medición de entregables a las industrias de respuesta de lo que se está haciendo, como se está haciendo, que cosas se está haciendo mal y que datos se debe considerar a la hora de tomar decisiones con respecto a la eficiencia dentro de la producción. Para lograr tal propósito se tiene que diseñar e implementar un Modelo de gestión enfocado al Lean Manufacturing, el cual permita alcanzar metas que se proponen las industrias.

La empresa Mega Inversiones S.R.L., cuenta con maquinarias, vehículos y equipos en general; el área de maquinarias por ser un área compleja de gestionar y controlar, involucra múltiples actividades como áreas relacionadas. No se cuenta con un registro detallado de las maquinas, de sus fallas, de sus gastos, de sus mantenimientos entre otros; y en el caso que lo tuviera, la información que se mantiene no es la adecuada o suficiente para administrar correctamente las máquinas en el tiempo; los trabajos que desarrollan las maquinas no están bien controladas presentando un déficit en el control de las horas operativas, del combustibles, lubricantes u otros repuestos; los gastos de igual manera no está controlado con exactitud, ocasionando que se repita en una u otras ocasiones una duplicación de compras, de trabajos por terceros, demoras en cotizaciones, perdidas de facturas entre otros percances, de igual manera el almacén de repuestos al margen que se mantiene limpio no se puede identificar con certeza lo que se requiere y no se tiene con exactitud el inventario, el taller mecánico esta desordenado y trabajan sin algún procedimiento adecuado, ampliando tiempo de reparación, mantenimiento entre otro.

Tal situación ocurre, porque hasta hoy se sigue trabajando utilizando procedimientos pocos formales, que limitan la gestión y solo se concentra en apagar fuegos cuando se aparecen los problemas sin llegar a un análisis profundo y detallado de lo que realmente sucede a la maquina o desconociendo los trabajos anteriores desarrollados o pendientes por desarrollar. Las áreas involucradas en el proceso productivo no están coordinando con el área de mantenimiento oportunamente. El personal del área no está bien capacitado para desempeñar las funciones múltiples. Existen islas de información de las maquinarias tanto a nivel de fallas, repuestos, mantenimientos, especialistas, proveedores, gastos entre otros. No existe una correcta organización del área de mantenimiento. No existe en el área una correcta comunicación para las labores. No se priorizan las actividades de mantenimiento. No existen procedimientos estandarizados de trabajos.

Si la administración del mantenimiento no corrige las deficiencias del área, sufrirán grandes pérdidas económicas, reflejados tanto a nivel productivo como a nivel de mantenibilidad de las máquinas. El hecho de tener que pagar los seguros de máquinas, en algunos casos los pagos de créditos a las entidades bancarias u otro proveedor, las reparaciones, los mantenimientos, pago a los operarios, presentar demoras en el trabajo programado de obra, son costos grandes que afecta a la empresa significativamente, ocasionando que la rentabilidad disminuya como de igual manera la productividad y calidad del trabajo se vea afectado.

En tal sentido, lo que se propone con el siguiente trabajo de investigación, por ser un área que conlleva a ocasionar grandes pérdidas económicas a la empresa en implementar un modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque de la Manufactura Esbelta, teniendo en consideración que las herramientas que lo forman en la actualidad se han desplegado exitosamente en muchas empresas en el Perú y el Extranjero, de esta manera se lograra generar mejoras al área de mantenimiento y el indicador de la efectividad global de los equipos reflejara tal situación ofreciendo disponibilidad de las maquinarias cuando se requiera para trabajos en las diferentes obras y optimización de los recursos.

II. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

- **Problema general**

¿Cuál es el diseño del modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque del Lean Manufacturing en la Empresa Mega Inversiones S.R.L. que permita incrementar la Disponibilidad de Maquinarias en el área de mantenimiento?

- **Problemas específicos**

1. ¿Cuál es el modelo de gestión de maquinarias, bajo el enfoque del Lean Manufacturing en la Empresa Mega Inversiones S.R.L. que permita incrementar la Disponibilidad de Maquinaria dañada en el área de mantenimiento?
2. ¿Cuál es el modelo de gestión de maquinarias que permita incrementar la Disponibilidad de Maquinarias gestionando las esperas de las mismas en el área de mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones S.R.L.?

III. OBJETIVOS

- ✓ **Objetivo General:**

Diseñar e implementar un modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque del Lean Manufacturing en la Empresa Mega Inversiones S.R.L. que permita incrementar la Disponibilidad de Maquinarias en el área de Mantenimiento.

- ✓ **Objetivos Específicos:**

1. Diseñar e implementar un modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque del Lean Manufacturing en la Empresa Mega Inversiones S.R.L. que permita incrementar la disponibilidad de maquinaria dañada en el área de mantenimiento
2. Diseñar e implementar un modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque del Lean Manufacturing que permita incrementar la disponibilidad de maquinarias gestionando las esperas de las mismas en el área de mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones S.R.L.

IV. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación plantea la importancia que tiene la implementación de las herramientas del Lean Manufacturing hoy en día en la gestión de los negocios, creando y manteniendo una cultura de mejora continua, cabe mencionar que la eficiencia de los procesos es un factor muy importante y decisivo para lograr pertenecer a un mercado competitivo, por tanto la justificación práctica de Lean Manufacturing en la presente investigación es que propone a la empresa tener un excelente desempeño de sus procesos con valor agregado, justos, precisos y coherentes con las necesidades y objetivos establecidos por la organización con inclusión de herramientas, metodologías y sistemas más apropiados, garantizando el uso adecuado y eficiente de los recursos, evitando desperdicios o actividades que no generan valor a los procesos, de esta manera el tiempo de respuesta a los clientes se agilizará y se ganará flexibilidad para las operaciones. De igual manera se justifica por ser una alternativa de oportunidad de mejora en un corto plazo para las empresas.

La aplicación del modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque del Lean Manufacturing contribuirá al fortalecimiento de las empresas del ámbito local y nacional que tienen implementados el área de mantenimiento, de esta manera lograrán mejorar su índice que Efectividad Global de sus Equipos (OEE) y en consecuencia su productividad implementando la metodología de gestión de maquinarias bajo el enfoque Lean.

V. ALCANCE Y LIMITACIONES

1. El estudio se realiza en la ciudad de Huánuco, distrito de Amarilis, exclusivamente en el taller de Maquinarias.
2. Se obtendrá información de la situación actual de la Empresa "Mega Inversiones S.R.L.", exclusivamente del área de mantenimiento.
3. Se determinarán los procesos claves del área de mantenimiento.
4. Los reportes y requerimientos que se reciben de las diferentes obras respecto a las maquinarias son gestionados desde la oficina central de mantenimiento en la ciudad de Huánuco.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES

1.1.1. INVESTIGACIONES INTERNACIONALES

- **Investigación acerca de la Implementación de la Metodología Lean para el mejoramiento de los procesos**

Roqueme Salazar y Suarez Ballesteros (2015, Universidad Militar Nueva Granada - BOGOTÁ) en su investigación realizada para mejorar los procesos comerciales de la Empresa Tres 60 Logística, concluye que con la aplicabilidad de la metodología Lean en una Pyme del sector logístico se aumenta la competitividad y margen económico, se ve una mejora significativa en el proceso inicial después de eliminar y reducir los tiempos de las actividades que no agregan valor, de igual manera determinando una acción de control visual del proceso fácil de seguir, se genera una mejora en las cargas reduciendo tiempos en el proceso general, lo que representa un incremento de la productividad y utilidad. El enfoque dado por el ciclo PHVA ayudó llevar un trabajo estructurado y enfocado a sus diferentes etapas, lo cual lleva a ser aplicado a cualquier contexto empresarial independiente de su tamaño y dedicación, permitiendo acelerar el proceso del mismo dando facilidad de entendimiento, efectividad y desarrollo.

- **Investigación acerca del Mejoramiento de la Productividad por medio de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing**

Infante Diaz y Erazo Delacruz (2013, Universidad San Buenaventura - CALI) en su investigación propone mejoras en la línea de producción de camisetas interiores en la empresa de confecciones Agatex S.A. Se concluye que con la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing la empresa se pone a nivel competitivo, con mayor capacidad de producción, logrando atender una mayor demanda y recibe mayor utilidad por sus operaciones. La productividad de la línea aumentó en un 48% (de 952 Unidades diarias a 1409 unidades diarias), reduciendo el número de estaciones en 2 unidades, los tiempos muertos en un 8% sin necesidad de aumentar el personal operativo de la línea de producción.

➤ **Investigación acerca de una Metodología de implementación de Lean Manufacturing en una Pyme**

Giraldo Sanchez, Saldarriaga Monsalve y Moncada Roldan (2013, Universidad San Buenaaventura - MEDELLÍN) en su investigación propone diseñar una metodología de implementación del Lean Manufacturing en la empresa Momentos Classic, en efecto ayudó a mejorar la calidad y reducir los costos, agilizando la producción. La metodología planteada en la investigación se sustenta en tres herramientas del lean manufacturing básicamente (5S, SMED y JIT), las cuales eliminan todas las actividades u operaciones que no agregan valor al proceso, su implementación involucra un compromiso de la totalidad de las áreas de la empresa suponiendo un cambio de mentalidad basado en la calidad total, con una estrecha colaboración y participación de todos los trabajadores a fin de alcanzar metas propuestas.

1.1.2. INVESTIGACIONES NACIONAL

➤ **Investigación acerca de la Aplicación del Lean Manufacturing para la mejora de la productividad**

Aranibar Gamarra, Marco Antonio (2016, SAN MARCOS - LIMA) en su investigación realizada en la empresa manufacturera Abrasivos S.A. para mejorar su productividad, el lean manufacturing mejora la productividad de la empresa en un 100% consiguiendo duplicar el flujo de la producción en la fase inicial, a la vez se reducen los plazos del servicio al mínimo utilizando sólo los recursos imprescindibles y asegurando la calidad esperada en todo momento, con la aplicación del Kanban se produce la cantidad de trabajo que el sistema es capaz de asumir, es decir no se acumulan productos en fases, el equipo solo produce equipo WIP y así se genera un flujo continuo.

➤ **Investigación acerca de la Optimización de procesos utilizando herramientas de Lean Manufacturing**

Baluis Flores, Carlos André (2013, PUCP - LIMA) en su investigación realizada en una empresa industrial dedicada a la fabricación de calentadores eléctricos, para ello el punto de partida muy importante fue la recolección de los datos, los cuales se representaron con el VSM actual, a partir de ello se diagnóstica la empresa y plantearon propuestas de mejora. Los desperdicios detectados en esta etapa se redujeron luego de la implementación del balance

de línea, el sistema Kanban y el sistema SMED propuesto y para la culminación de la implementación de las mejoras era necesario desarrollar las 5S. Cabe resaltar la importancia de la cooperación de los operarios y de la gerencia para el levantamiento de la información y que se sienta un compromiso de cambio por mejorar y ser más competitivos.

1.1.3. INVESTIGACIONES LOCALES

➤ Investigación acerca de la Implantación del Sistema de Manufactura Esbelta en un Línea de Envasados PET

Laurell Grande, Giancarlo Paolo (2015, UNHEVAL - HUÁNUCO) en su investigación realizada en la Planta de Producción de AJEPER del Oriente (Pucallpa) en su línea de envasados PET, elabora una propuesta de implantación del Sistema de Manufactura Esbelta, la investigación desarrollada fue de nivel descriptivo, de diseño no experimental, de tipo descriptivo simple. De acuerdo al análisis, el proceso de llenado dentro de la línea de bebidas gaseosas era el proceso que se tenía que mejorar por presentar muchos desperdicios (79.65%) del total de desperdicio de la línea de producción global, los problemas más frecuentes en esta área eran la demora en cambio de formatos (30.57%), las paradas por cambio de sabor (27.18%) y las paradas por trabas de botellas (24.39%); para mejorar se utilizó las técnicas de Manufactura Esbelta considerados por un alto impacto de mejora y factibilidad los cuales son el Kaizen Blitz, SMED, 5S, control estadístico de procesos, TPM, TOC, takt time, después del plan de mejora desarrollado en cada oportunidad de mejora, en un plazo de 4 meses la reducción del desperdicio fue del 30%.

➤ Investigación acerca de la Mejora de la Efectividad en el Estudio de Mecánica de Suelos empleando la Manufactura Esbelta

Pajuelo Rodriguez, Carlos Miguel (2016, UNHEVAL - HUÁNUCO) en su investigación realizada en la empresa Lemicons, dedicada al estudio de mecánica de suelos con fines de habilitación urbana, desarrolló una metodología basada en análisis, diagnóstico y propuesta de mejora. Después de desarrollar el mapa de flujo de valor, se identificó que el problema principal estaba en la etapa de "Trabajos de Laboratorio de Suelos", donde se detectaron dos limitantes de la productividad (Tiempo de espera, movimientos innecesario e inventario en exceso), una vez identificados los desperdicios,

se implementó herramientas de manufactura esbelta como solución a los problemas, los cuales son 5S, TPM, reporte A3 y Just in time. Con la metodología puesta en marcha, la producción se incrementó en un 50%. Se determinó la eficiencia del desarrollo de los estudios de mecánica de suelos con fines de habilitación urbana, con un 73% de eficiencia antes del lanzamiento piloto de la metodología de trabajo y después del lanzamiento piloto fue de 88%, reflejándose un incremento del 15 %.

1.2. BASES TEÓRICAS

1.2.1. GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

Según F. Monchy (1990) y A. Baldin (1982) se describe lo siguiente:

1.2.1.1. GESTIÓN DE EQUIPOS

1.2.1.1.1. NATURALEZA Y CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS

Lo primero que debe tener claro el responsable de mantenimiento es el inventario de equipos, máquinas e instalaciones a mantener. El resultado es un listado de activos físicos de naturaleza muy diversa y que dependerá del tipo de industria. Una posible clasificación de todos estos activos se ofrece en la figura 1:

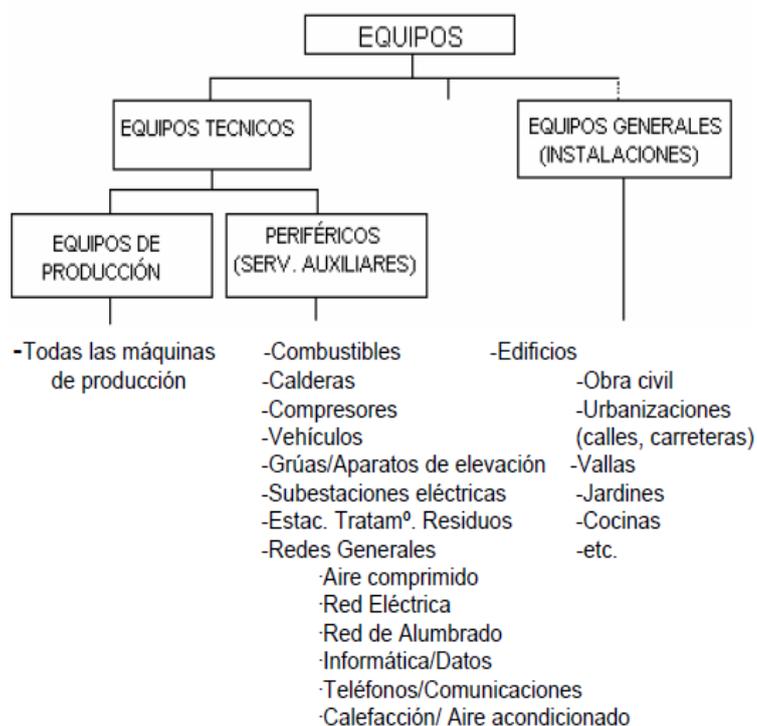


Figura 1. Clasificación y Naturaleza de Equipos

1.2.1.1.2. INVENTARIO DE EQUIPOS

La lista anterior, no exhaustiva, pone de manifiesto que por pequeña que sea la instalación, el número de equipos distintos aconseja que se disponga de:

- a) Un **inventario de equipos** que es un registro o listado de todos los equipos, codificado y localizado.
- b) Un criterio de agrupación por **tipos de equipos** para clasificar los equipos por familias, plantas, instalaciones, etc.
- c) Un criterio de definición de **criticidad** para asignar prioridades y niveles de mantenimiento a los distintos tipos de equipos.
- d) La asignación precisa del responsable del mantenimiento de los distintos equipos, así como de sus funciones, cuando sea preciso.

La codificación permite la gestión técnica y económica y es imprescindible para un tratamiento por ordenador.

1.2.1.1.3. DOSSIER - MÁQUINA

También llamado dossier técnico o dossier de mantenimiento.

Comprende toda la documentación que permite el conocimiento exhaustivo de los equipos:

- ✓ Dossier del fabricante (planos, manuales, documentos de pruebas, etc.)
- ✓ Fichero interno de la máquina (Inspecciones periódicas, reglamentarias, histórico de intervenciones, etc.).

El alcance hay que definirlo en cada caso en función de las necesidades concretas y de la criticidad de cada equipo.

Con carácter general se distinguen tres tipos de documentos:

- a) **Documentos comerciales** que son los utilizados para su adquisición:
 - Oferta
 - Pedido
 - Bono de Recepción
 - Referencias servicio post-venta: distribuidor, representante.

b) Documentos técnicos suministrados por el fabricante y que deben ser exigidos en la compra para garantizar un buen uso y mantenimiento:

- Características de la máquina
- Condiciones de servicio especificadas
- Lista de repuestos. Intercambiabilidad
- Planos de montaje, esquemas eléctricos, electrónicos, hidráulicos.
- Dimensiones y Tolerancias de ajuste
- Instrucciones de montaje
- Instrucciones de funcionamiento
- Normas de Seguridad
- Instrucciones de Mantenimiento:
 - Engrase
 - Lubricantes
 - Diagnóstico de averías
 - Instrucciones de reparación
 - Inspecciones, revisiones periódicas
 - Lista de útiles específicos
 - Referencias de piezas y repuestos recomendados.

c) Fichero Interno formado por los documentos generados a lo largo de la vida del equipo.

Se debe definir cuidadosamente la información útil necesaria. No debe ser ni demasiado escasa, ni demasiado amplia, para que sea práctica y manejable:

- Codificación
- Condiciones de trabajo reales
- Modificaciones efectuadas y planos actualizados
- Procedimientos de reparación
- Fichero histórico de la Máquina.

1.2.1.1.4. FICHERO HISTÓRICO DE LA MÁQUINA

Describe cronológicamente las intervenciones sufridas por la máquina desde su puesta en servicio. Su explotación posterior es lo que justifica su existencia y condiciona su contenido.

Se deben recoger todas las intervenciones correctivas y, de las preventivas, las que lo sean por imperativo legal, así como calibraciones o verificaciones de instrumentos incluidos en el plan de calibración (Manual de Calidad). A título de ejemplo:

- Fecha y número de OT (Orden de Trabajo)
- Especialidad
- Tipo de fallo (Normalizar y codificar)
- Número de horas de trabajo. Importe
- Tiempo fuera de servicio
- Datos de la intervención:
 - Síntomas
 - Defectos encontrados
 - Corrección efectuada
 - Recomendaciones para evitar su repetición.

Con estos datos será posible realizar los siguientes análisis:

- a) **Análisis de fiabilidad:** Cálculos de la tasa de fallos, MTBF, etc.
- b) **Análisis de disponibilidad:** Cálculos de mantenibilidad, disponibilidad y sus posibles mejoras.
- c) **Análisis de mejora de métodos:** Selección de puntos débiles, análisis AMFE.
- d) **Análisis de repuestos:** Datos de consumos y nivel de existencias óptimo, selección de repuestos a mantener en stock.
- e) **Análisis de la política de mantenimiento:**
 - Máquinas con mayor número de averías
 - Máquinas con mayor importe de averías
 - Tipos de fallos más frecuentes

El análisis de estos datos nos permite establecer objetivos de mejora y diseñar el método de mantenimiento (correctivo - preventivo - predictivo) más adecuado a cada máquina.

1.2.1.1.5. REPUESTOS

Según Norberto J. Munier (1979); en cualquier instalación industrial, para poder conseguir un nivel de disponibilidad aceptable de la máquina, es necesario mantener un stock de recambios cuyo peso económico es, en general, respetable. Distinguiremos tres actividades básicas en relación con la gestión de repuestos:

1. Selección de las piezas a mantener en stock.

La primera cuestión a concretar es establecer las piezas que deben permanecer en stock. Es fundamental establecer una norma donde se especifique la política o criterios para crear stocks de repuestos. El riesgo que se corre es tener almacenes excesivamente dotados de piezas cuya necesidad es muy discutible, por su bajo consumo. Como consecuencia de ello se incrementan las necesidades financieras (incremento del inmovilizado), de espacio para almacenarlas y de medios para su conservación y control. Por el contrario, un almacén insuficientemente dotado generará largos periodos de reparación e indisponibilidad de máquinas, por falta de repuestos desde que se crea la necesidad hasta que son entregados por el proveedor.

Debe establecerse, por tanto, con sumo cuidado los criterios de decisión en función de:

- La criticidad de la máquina
- El tipo de pieza (si es o no de desgaste seguro, si es posible repararla, etc.)
- Las dificultades de aprovisionamiento (si el plazo de entrega es o no corto)

Se facilita la gestión clasificando el stock en distintos tipos de inventarios:

- ✓ **Stock Crítico:** piezas específicas de máquinas clasificadas como críticas. Se le debe dar un tratamiento específico y preferente que evite el riesgo de indisponibilidad.
- ✓ **Stock de Seguridad:** Piezas de muy improbable avería, pero indispensables mantener en stock, por el tiempo elevado de reaprovisionamiento y grave influencia en la producción en caso de que fuese necesaria para una reparación (v. gr. rotor de turbocompresor de proceso, único).
- ✓ **Piezas de desgaste seguro:** constituye la mayor parte de las piezas a almacenar (cojinetes, válvulas de compresor, etc.).
- ✓ **Materiales genéricos:** válvulas, tuberías, tornillería diversa, juntas, retenes, etc. que por su elevado consumo interese tener en stock.

2. Fijar el nivel de existencias

A continuación, para cada pieza habrá que fijar el número de piezas a mantener en stock. Se tendrá en cuenta para ello en primer lugar el tipo de inventario al que pertenece (crítico, de seguridad, otros) y, a continuación, los factores específicos que condicionan su necesidad:

- Número de piezas iguales instaladas en la misma máquina o en otras (concepto de intercambiabilidad)
- Consumo previsto
- Plazo de reaprovisionamiento

3. Gestión de Stocks

La gestión de stocks de repuestos, como la de cualquier stock de almacén, trata de determinar, en función del consumo, plazo de reaprovisionamiento y riesgo de rotura del stock que estamos dispuestos a permitir, el punto de pedido (cuándo pedir) y el lote económico (cuánto pedir). El objetivo no es más que determinar los niveles de stock a mantener de cada pieza de forma que se minimice el coste de mantenimiento de dicho stock más la pérdida de producción por falta de repuestos disponibles. Se manejan los siguientes conceptos:

- ✓ **Lote económico de compra:** que es la cantidad a pedir cada vez para optimizar el coste total de mantenimiento del stock:

k: costo por pedido (costo medio en \$)

D: Consumo anual (en unidades)

b: Precio unitario (en \$ /u) de la pieza

P: Tasa de almacenamiento (20÷30%)

$$q_e = \sqrt{\frac{2kD}{bP}}$$

La tasa de almacenamiento P, incluye:

- Los gastos financieros de mantenimiento del stock
- Los gastos operativos (custodia, manipulación, despacho)
- Depreciación y obsolescencia de materiales
- Coste de seguros

✓ **Frecuencia de pedidos:** Es el número de pedidos que habrá que lanzar al año por el elemento en cuestión:

$$n = \frac{D}{q_e}$$

✓ **Stock de seguridad:** que es la cantidad adicional a mantener en stock para prevenir el riesgo de falta de existencias, por mayor consumo del previsto o incumplimiento del plazo de entrega por el proveedor:

c: Consumo diario (en piezas/día)

d: Plazo de reaprovisionamiento (en días)

$$S_s = H\sqrt{cd}$$

H: Factor de riesgo, que depende del % de riesgo de rotura de stocks que estamos dispuestos a permitir

$$\left(\frac{\text{unidades-servidas}}{\text{unidades-demandas}} \times 100\right)$$

Riesgo %	50	40	30	20	15	10	5	2,5	1	0,35	0,1	0,07	0,02
H	0	0,26	0,53	0,85	1,04	1,29	1,65	1,96	2,33	2,70	3,10	3,20	3,60

✓ **Punto de pedido:** Es el stock de seguridad más el consumo previsto en el plazo de reaprovisionamiento:

$$q_p = cd + H\sqrt{cd}$$

A veces se fija arbitrariamente, tomando como referencias:

- El límite mínimo: el stock de seguridad.
- El límite máximo: el límite mínimo más el lote económico.

El método expuesto es similar al empleado en la gestión de almacenes de otros materiales; se basa en la estadística de consumos y es válido para repuestos de consumo regular. Es imprescindible que los repuestos estén codificados para una gestión que, necesariamente, debe de ser informatizada.

La codificación debe permitir identificar las piezas inequívocamente, es decir, debe haber una relación biunívoca entre código y pieza. Debe permitir la agrupación de los repuestos en grupos y subgrupos de tipos de piezas homogéneos. Ello facilitará también la normalización y optimización del stock. Cada código llevará asociado una descripción, lo más completa posible del material.

El análisis de Pareto de cualquier almacén pone de manifiesto que el 20 % de los repuestos almacenados provocan el 80 % de las demandas anuales constituyendo el 80 % restante sólo el 20 % de la demanda. Esto significa que la mayor parte de los componentes de una máquina tienen un consumo anual bajo, mientras que unos pocos tienen un consumo tan elevado que absorben la mayor parte del consumo anual global de repuestos para dicha máquina.

1.2.1.2. GESTIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS

Según F. Monchy (1990), A. Baldin (1982) y Jean Paul Souris (1992) se describe los siguientes conceptos de la gestión de Recursos Humanos:

1.2.1.2.1. ORGANIGRAMA DE MANTENIMIENTO: FUNCIONES

Uno de los aspectos más críticos de la Gestión del Mantenimiento es la Gestión de los Recursos Humanos. El nivel de adiestramiento, estado organizativo, clima laboral y demás factores humanos adquiere una gran importancia ya que determinará la eficiencia del servicio.

➤ Funciones del personal

En términos generales podemos resumir que las funciones del personal de mantenimiento son:

- Asegurar la máxima disponibilidad de los equipos al menor costo posible.
- Registrar el resultado de su actividad para, mediante su análisis, permitir la mejora continua (mejora de la fiabilidad, de la mantenibilidad, productividad,).

Estas funciones genéricas habrá que traducirlas en tareas concretas a realizar por cada uno de los puestos definidos en el organigrama de mantenimiento.

➤ Número de Efectivos

Debe analizarse en cada caso particular. Depende mucho del tipo de instalación, pero sobre todo de la política de mantenimiento establecida:

- Tipo de producción, distribución de las instalaciones
- Estado de los equipos, grado de automatización
- Tipo de organización, formación del personal
- Tipo de mantenimiento deseado
- Disponibilidad de medios e instrumentos

Lo que impide plantear el problema cuantitativamente. La preparación y programación de los trabajos es el único instrumento que ayuda a definir los recursos necesarios y las necesidades de personal ajeno, lo que lleva a unos recursos humanos variables con la carga de trabajo.

➤ Número de Supervisores

El jefe de equipo debe manejar entre un mínimo de 8 y un máximo de 20 operarios, influyendo en la asignación los siguientes factores:

- Tipo de especialidad (albañiles hasta 20)
- Nivel de formación del personal
- Tipos de trabajos (rutina/extraordinarios)
- Distribución geográfica de los trabajos

La supervisión tiene un coste que es justo soportar en la medida que permiten trabajos bien hechos. Un exceso sería despilfarro, pero un defecto tendría repercusiones aún peores.

➤ Funciones de Línea y de Staff

Debe de establecerse, además del personal DE LÍNEA a que nos hemos referido antes (personal operativo más supervisores) un personal DE "STAFF" que se ocupe de:

- La preparación de trabajos
- Confección de procedimientos de trabajo
- Prever el suministro de materiales y repuestos de stock
- Adjudicación de trabajos a subcontratas
- Establecer el tipo de mantenimiento más adecuado

Ya que la presión del día a día impide ocuparse al personal de línea de objetivos distintos del inmediato de garantizar la producción.

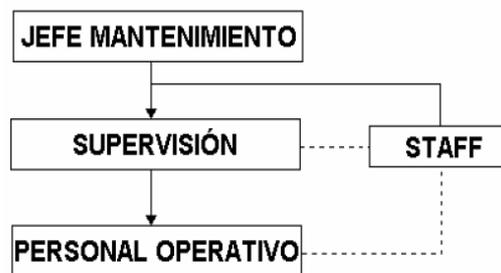


Figura 2. Funciones de Línea y Staff

Para que este tipo de organización funcione bien se deben respetar los siguientes principios:

- Separación clara de cometidos de personal de línea y de staff.
- Frecuente intercambio de información entre ambos.
- El personal de línea es responsable técnico y económico de los resultados.
- El personal de staff tiene una función de carácter consultivo.

Las funciones habitualmente asignadas al staff son las siguientes:

- Preparación y Programación de trabajos.
- Informes técnicos, estudios y mejoras.

Las funciones del jefe y supervisores son del tipo de gestión y requieren capacidad directiva.

Las funciones del equipo operativo son del tipo técnico-profesional y requieren capacidad técnica.

Las funciones del staff son del tipo técnico y administrativa y requieren capacidad técnica-administrativa en mayor grado y directiva en menor grado.

1.2.1.2.2. FORMACIÓN Y ADIESTRAMIENTO DEL PERSONAL

La formación es una herramienta clave para mejorar la eficacia del servicio.

Las razones de la anterior afirmación son, en síntesis, las siguientes:

- Evolución de las tecnologías
- Técnicas avanzadas de análisis y diagnóstico
- Escaso conocimiento específico del personal técnico de nuevo ingreso

La formación debe tener un carácter de extensión interdisciplinar y continuidad. Se materializa mediante cursos planeados y un Programa Anual de formación.

El adiestramiento o desarrollo de habilidades, por el contrario, tiene fines exclusivamente técnicos y se consigue mediante:

- a. Indicaciones diarias de supervisores o adiestramiento continuo
- b. La influencia que realiza el operario experto sobre su ayudante a través del propio trabajo
- c. Cursos periódicos en escuelas profesionales

En definitiva, mientras el adiestramiento busca fines técnicos exclusivamente, la formación trata de provocar un cambio y de concienciar sobre la existencia de problemas.

Nunca se insistirá suficientemente sobre la importancia y necesidad de disponer de un plan anual de formación, justificado, presupuestado y programado como medio para mejorar la eficiencia y la satisfacción del personal.

1.2.1.2.3. CLIMA LABORAL: EL TPM

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una filosofía de mantenimiento que enfatiza la importancia de implicar al operario en la fiabilidad de la máquina. El TPM crea un entorno que estimula esa clase de compromiso. De ahí que incluyamos en un capítulo de gestión de recursos humanos un tema más propio de políticas y estrategias de mantenimiento.

La creciente automatización y el uso de equipos de tecnología avanzada requieren conocimientos que están más allá de la competencia del supervisor o trabajador de mantenimiento medios. Esta situación ha obligado a evolucionar desde una concepción del mantenimiento clásico que se limitaba a reparar o, adicionalmente, a prevenir averías hacia un concepto en que el mantenimiento debe involucrarse en otras tareas como:

- Evaluaciones de la instalación, incluyendo aspectos de fiabilidad, mantenibilidad y operabilidad.
- Modificaciones para eliminar problemas crónicos.
- Restauraciones para que la efectividad del equipo se mantenga intacta durante todo su ciclo de vida.

Se pueden resumir en tres **los objetivos del TPM:**

- Maximizar la efectividad y productividad del equipo.
- Crear un sentimiento de propiedad en los operarios a través de la formación e implicación.
- Promover la mejora continua a través de actividades de pequeños grupos que incluyen a personal de producción, ingeniería y mantenimiento.

Para maximizar la efectividad de los equipos de producción, el TPM trata de eliminar **las principales pérdidas de las plantas:**

- Las debidas a **Tiempos de parada**, ya sean programadas, por averías o por cambios de útiles (ajustes de la producción)
- **Pérdidas de producción**, ya sean por operaciones anormales (bajo rendimiento del proceso) o normales (pérdidas de producción al parar o poner en marcha)
- **Pérdidas por defectos de calidad** en la producción.

- **Pérdidas por reprocesamientos.**

La implantación del TPM supone desarrollar sistemáticamente un proceso estructurado en doce pasos en los que, para eliminar las causas de pérdidas se debe cambiar primero la actitud del personal e incrementar sus capacidades.

De ahí que **los aspectos más relevantes del TPM** sean:

1. **La formación y el adiestramiento del personal** en técnicas de operación y mantenimiento y en técnicas de gestión. La mejora de la formación de los operarios influye no sólo en los resultados de la empresa, sino que aumenta la satisfacción de las personas y el orgullo por el trabajo.
2. **El Mantenimiento autónomo**, realizado por operarios de producción, trata de eliminar las barreras entre producción y mantenimiento, de manera que integren sus esfuerzos hasta llegar a ser las dos caras de una misma moneda:
 - El departamento de producción al estar en contacto más íntimo con los equipos es el que puede evitar el rápido deterioro, eliminando fugas, derrames, obstrucciones y todo lo que se puede detectar con una inspección y limpieza exhaustiva y eliminar con medios simples a su alcance.
 - El departamento de mantenimiento no se limitará a realizar reparaciones, sino que aplicarán técnicas de mantenimiento especializado que aseguren un mantenimiento eficaz que aumente la confianza de los operadores. (F. Monchy, 1990; A. Baldin, 1982; Jean Paul Souris, 1992)

1.2.1.3. GESTIÓN DE TRABAJOS

Según F. Monchy (1990), A. Baldin (1982) y Francis Boucly (1999) se describe los siguientes conceptos de la gestión de trabajos de mantenimiento:

1.2.1.3.1. INTRODUCCIÓN: POLÍTICA DE MANTENIMIENTO

El primer paso antes de concretar cómo se van a gestionar los trabajos es establecer la política de mantenimiento. La política o estrategia de mantenimiento consiste en definir los objetivos técnico-económicos del servicio, así como los métodos a implantar y los medios necesarios para alcanzarlos.

En la figura 3 se visualiza las diferentes fases de la puesta en marcha de una política de mantenimiento:

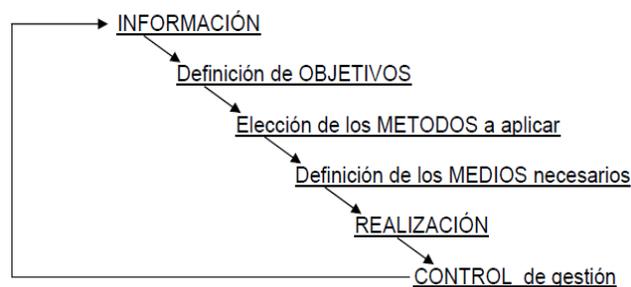


Figura 3. Fases de la Política de Mantenimiento

Una vez que disponemos de la información relevante sobre los equipos, su estado y los requerimientos de producción, se fijan los objetivos.

Los objetivos pueden ser muy variables dependiendo del tipo de industria y su situación (producto, mercado, etc.) e incluso puede ser distinto para cada máquina o instalación. En cualquier caso, la definición de los objetivos no es válida si no se hace previo acuerdo con la dirección técnica y producción. Algunos objetivos posibles son:

- Máxima disponibilidad, no importando el coste.
- A un coste dado (fijando presupuesto).
- Asegurar un rendimiento, una producción.
- Garantizar la seguridad.
- Reducir las existencias de recambios.
- Maximizar la productividad del personal.
- Maximizar los trabajos programados, reduciendo las urgencias.
- Reducir las improvisaciones.
- Concretar un nivel de subcontratación, etc.

Una vez definidos claramente los objetivos se debe establecer el método o tipo de mantenimiento a aplicar:

- ¿Preventivo o Correctivo?
- ¿Qué nivel de Preventivo?
- ¿Qué forma de Preventivo?
- ¿Con qué frecuencia?

1.2.1.3.2. ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO

Con todo lo dicho hasta ahora podríamos resumir las distintas etapas que supone establecer un plan de mantenimiento:

1º.- Clasificación e Identificación de Equipos

El primer paso sería disponer de un inventario donde estén claramente identificados y clasificados todos los equipos.

Se recomienda un sistema arborescente y un código que identifique planta y unidad, además de los específicos del equipo:

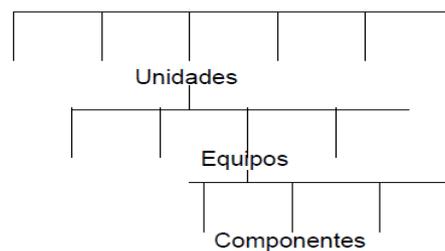


Figura 4. Clasificación de Equipos

2º.- Recopilar información

Se trata de tener toda la información que sea relevante para mantenimiento:

- Condiciones de Trabajo.
- Condiciones de Diseño.
- Recomendaciones del Fabricante.
- Condicionamientos legales, etc.

3º.- Selección de la Política de Mantenimiento

Se trata de decidir qué tipo de mantenimiento aplicar a cada equipo.

Se usan para ello tanto métodos cuantitativos como, fundamentalmente, cualitativos. El uso de gráficos de decisión puede ayudar a confirmar la

opinión propia (función de las características del emplazamiento) y la del fabricante (función de las características del material). Sólo en casos contados es preciso construir modelos basados en costos y estadísticas.

4º.- Programa de Mantenimiento Preventivo

Cuando el análisis individual se ha completado, se debe coordinar a nivel conjunto para agrupar por familias, tipos de equipos, períodos iguales, etc., a fin de optimizar la mano de obra. El programa de mantenimiento preventivo proporcionará las rutinas de inspección y de lubricación.

5º.- Guía de Mantenimiento Correctivo

Incluso con la mejor información de fabricantes, es difícil, al principio, prever la carga de mantenimiento correctivo esperada. Obviamente, con la experiencia se debe prever la cantidad de esta carga de trabajo para su presupuestación. En cualquier caso una tarea muy valiosa para facilitar la planificación de trabajos consiste en tipificar los trabajos más repetitivos e incluso confeccionar procedimientos de reparación para cada uno de esos casos.

6º.- Organización del Mantenimiento

El plan de mantenimiento se completa definiendo la organización necesaria:

- La estructura de recursos humanos, tanto propia como ajena
- La estructura administrativa
- El sistema de planificación y programación de trabajos, que se verá más adelante.

1.2.1.3.3. ANÁLISIS DE MODOS DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE)

Método riguroso de análisis que utiliza todas las experiencias y competencias disponibles de los estudios, métodos, mantenimiento, fabricación, calidad. Es un método inductivo y cualitativo que permite pasar revista al conjunto de los órganos de un sistema ó instalación, definiendo:

- ✓ Los tipos de fallos reales ó potenciales
- ✓ Causas posibles
- ✓ Consecuencias
- ✓ Medios para evitar sus consecuencias

Su objetivo es, por tanto, identificar las causas de fallos aún no producidos, evaluando su criticidad (es decir, teniendo en cuenta su frecuencia de aparición y su gravedad). Permite definir preventivamente los fallos potenciales, lo que orienta sobre las políticas de mantenimiento a adoptar y las políticas de repuestos. En definitiva, es una búsqueda sistemática de tipos de fallos, sus causas y sus efectos. Precisa un tratamiento de grupo multidisciplinar, lo cual constituye una ventaja adicional por el enriquecimiento mutuo que se produce.

Se realiza mediante una hoja estructurada que guía el análisis. (Ver Imagen)

a) Funciones

Se describen las especificaciones (características) y expectativas de desempeño que se le exigen al activo físico que se está analizando. Cubren por tanto no solo el volumen de producción (v. gr 350 l/min. a 7 kg/cm²) sino las expectativas relacionadas con cuestiones como calidad del producto, control, contención, protección, cumplimiento de normas medioambientales, integridad estructural e incluso aspecto físico del activo.

b) Fallo Funcional

Se refiere a la falta o incumplimiento de la función. El fallo funcional se define como la incapacidad de un ítem para satisfacer un parámetro de desempeño deseado.

c) Modo de Fallo

Forma en que el dispositivo ó el sistema pueden dejar de funcionar ó funcionar anormalmente. El tipo de fallo es relativo a cada función de cada elemento. Se expresa en términos físicos: rotura, aflojamiento, atascamiento, fuga, agarrotamiento, cortocircuito, etc.

Una posible escala de valoración sería:

F: Frecuencia (1-10)

- Imposible (1-2)
- Remoto (3-4)
- Ocasional (5-6)
- Frecuente (7-8)
- Muy Frecuente (9-10)

G: Gravedad (1-10)

- Insignificante (1-2)
- Moderado (3-4)
- Importante (5-6)
- Crítico (7-8)
- Catastrófico (9-10)

D: Detección (1-10)

- Probabilidad de detección muy elevada (1-2)
- Probabilidad de detección elevada (3-4)
- Probabilidad de detección moderada (5-6)
- Probabilidad de detección escasa (7-8)
- Probabilidad de detección muy escasa (9-10)

El número de prioridad de riesgos (NPR) permite priorizar las acciones a tomar.

1.2.1.3.4. PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Para optimizar los recursos disponibles es imprescindible planificar y programar los trabajos, como en cualquier otra actividad empresarial. En mantenimiento tienen una dificultad añadida y es que deben estar ligadas a la planificación y programación de la producción.

La **planificación** de los trabajos consiste en poner al ejecutor en disposición de realizar el trabajo dentro del tiempo previsto, con buena eficiencia y según un método optimizado; es lo que también se denomina proceso de preparación de trabajos.

La **programación**, una vez planificados los trabajos, establece el día y el orden de ejecución de los mismos.

Supone, por tanto, un trabajo de ingeniería previo a la ejecución de los trabajos para determinar:

- Localización del fallo, avería.
- Diagnóstico del fallo.
- Prescribir la acción correctiva.
- Decidir la prioridad correcta del trabajo.
- Planificar y programar la actividad.

1.2.1.3.5. PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS

Para que los trabajos se puedan realizar con la eficiencia deseada es preciso:

- Concretar el trabajo a realizar.
- Estimar los medios necesarios (mano de obra, materiales)
- Definir las normas de Seguridad y Procedimientos aplicables.
- Obtener el permiso de trabajo.

Se trata, por tanto, de hacer la preparación tanto de la mano de obra como de los materiales (repuestos, grúas, andamios, máquinas-herramientas, útiles, consumibles, etc.), y por ello podemos decir que es una actividad imprescindible para una adecuada programación. Esto nadie lo duda. La única cuestión opinable es si debe ser realizado por un órgano staff o, por el contrario, que sean realizados por los propios responsables de ejecución.

- a) Preparación de la mano de obra.
 - o Normas, Procedimientos, Guías de trabajo aplicables. Sobre todo, debe estar detallado en trabajos muy repetitivos (Procedimientos y Normas-Guía)
 - o Calificación y formación necesaria de los ejecutores. Número.
 - o Horas de trabajo necesarias.
 - o Permisos de trabajo a obtener. Condiciones a reunir por la instalación para obtener el permiso para trabajar.
- b) Preparación de materiales
 - o Repuestos necesarios. Su disponibilidad. Vale de salida del almacén.
 - o Materiales de consumo y otros no almacenados. Propuesta de compra.
 - o Transportes, grúas, carretillas necesarias.
 - o Andamios y otras actividades auxiliares.

Evidentemente no todos los trabajos requieren igual preparación. Se aceptan los siguientes grados de preparación en mantenimiento, para justificarla económicamente:

- 10% de los trabajos no requiere ninguna preparación (pequeños no repetitivos).
- 60% de los trabajos se hará una preparación general, incidiendo más en los materiales que en la mano de obra (trabajos normales).
- 30% de los trabajos se hará una preparación exhaustiva (grandes reparaciones, larga duración, parada de instalaciones).

1.2.1.3.5.1. Procedimientos de Trabajo

Deben ser útiles y fáciles de manejar por los interesados (no son manuales para técnicos sino guías para operarios). Deben contener:

- Las operaciones necesarias y su orden de ejecución
- Los instrumentos, útiles y herramientas especiales necesarias
- El número de personas necesarias para cada operación
- Las indicaciones de seguridad en las tareas de cierto riesgo

1.2.1.3.5.2. Tiempos de Trabajo

Conocer los tiempos necesarios para los trabajos permitiría:

- Programar los trabajos
- Medir la eficacia de los equipos humanos
- Mejorar los métodos
- Implantar un sistema de incentivos individual ó colectivo

Cuando hablamos de eficacia del servicio nos referimos a comparar los tiempos reales de ejecución con los tiempos previstos ó asignados a cada trabajo. En ello influye de gran manera el método de trabajo utilizado, de forma que diferencias importantes entre tiempo asignado y tiempo real apuntan generalmente a los trabajos cuyo método deben ser investigados, con vistas a su mejora.

En cuanto a la implantación de un sistema de incentivos, además de necesitar una estimación de tiempos más precisa, puede ser contraproducente en mantenimiento: La sofisticación y especialización creciente de las intervenciones de mantenimiento exige cada vez mayor profesionalidad y motivación, por lo que el mantenedor no debe estar coartado por el instrumento discriminante del incentivo. Lo anterior no descarta la posibilidad de incentivos de grupo en función de resultados globales (producción, disponibilidad, etc.)

En el análisis de tiempos hay que considerar el ciclo completo del trabajo (todas las especialidades y todos los tiempos):

- Tiempo de desplazamiento
- Tiempo de preparación
- Tiempo de ejecución
- Tiempo de esperas, imprevistos

CLASIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS

Para asignar tiempos a los trabajos puede ser una valiosa ayuda proceder previamente a la clasificación de los mismos. Una posible clasificación, en este sentido, sería la siguiente:

1. Pequeños trabajos no rutinarios: De menos de 4 horas de duración. No es rentable la obtención de tiempos.
2. Trabajos rutinarios: Repetitivos y previsibles, ejecutados por un equipo fijo asignado a cada instalación. Es útil disponer de tiempos asignados y procedimientos de trabajo.
3. Trabajos de mantenimiento diversos: Son la mayor parte de los trabajos de mantenimiento, aparecen con cierta repetitividad y no con una gran variabilidad. Es necesario tener tiempos (con la precisión indicada) y procedimientos de trabajo escritos.
4. Trabajos de ayuda a producción: Ajustes, cambios de formato, etc. Se deben tener procedimientos y tiempos para los repetitivos. Para los no repetitivos basta con los tiempos.
5. Trabajos de mantenimiento extraordinario: Grandes revisiones ó reparaciones. Interesa disponer de procedimientos escritos y tiempos de intervención.

1.2.1.3.5.3. Programación de los Trabajos

Las características tan diferentes de los distintos trabajos que tiene que realizar el mantenimiento obligan a distintos niveles de programación:

1º.- Ya a nivel de Presupuesto Anual, se han de definir, lo que podríamos llamar, "TRABAJOS EXTRAORDINARIOS". Se trata de grandes reparaciones previstas en el presupuesto anual o paradas/revisiones programadas, sean de índole legal o técnicas.

Se trata de una programación a largo plazo_(1 año o más). El trabajo se puede cuantificar, prever medios necesarios, tiempo de ejecución e incluso se dispone de elementos de juicio para determinar la fecha de comienzo.

2º.- Existe una programación a medio plazo (semanal, mensual) en la que se puede preveer:

- ✓ Carga de Mantenimiento Preventivo, resultante de dividir la carga total anual en bloques homogéneos para cada período. Normalmente, esta programación se suele hacer semanalmente.
- ✓ El resto lo constituye la carga de mantenimiento correctivo, no urgente, que por tanto, debe ser cuantificado en horas y preparado adecuadamente para asegurar su duración y calidad.

3º.- Por último, es imprescindible realizar una programación diaria (corto plazo, turno o jornada) dónde se desarrolla y concreta el programa anterior (semanal/mensual) y en el que se insertan los trabajos urgentes e imprevistos. Para ellos, se estima un 20% de los recursos programables, aunque depende del tipo de trabajo. Trabajos de albañilería y demás auxiliares no deben pasar del 10%, mientras que en máquinas-herramientas suele llegar, incluso, al 50%.

En cualquier caso, dada la variabilidad de los tiempos y la importancia en el logro de los objetivos de mantenimiento, es imprescindible para que funcione adecuadamente la programación:

1. Una autoridad adecuada para tomar decisiones por el programador y ser cumplidas.
2. Disponer de una información adecuada para lo que su comunicación con los distintos niveles de mantenimiento y fabricación debe ser muy fluida.
3. Seguir día a día la evolución de los trabajos y la carga pendiente, de manera que la planificación esté permanentemente actualizada y sea un documento vivo y eficaz.

Existen diversos modelos cada uno de los cuales se adaptarán mejor o peor según el tipo de industria, producción, etc. Un modelo bastante general y que puede ser visualizado de manera sencilla y adaptado a la realidad es el representado en el siguiente gráfico.

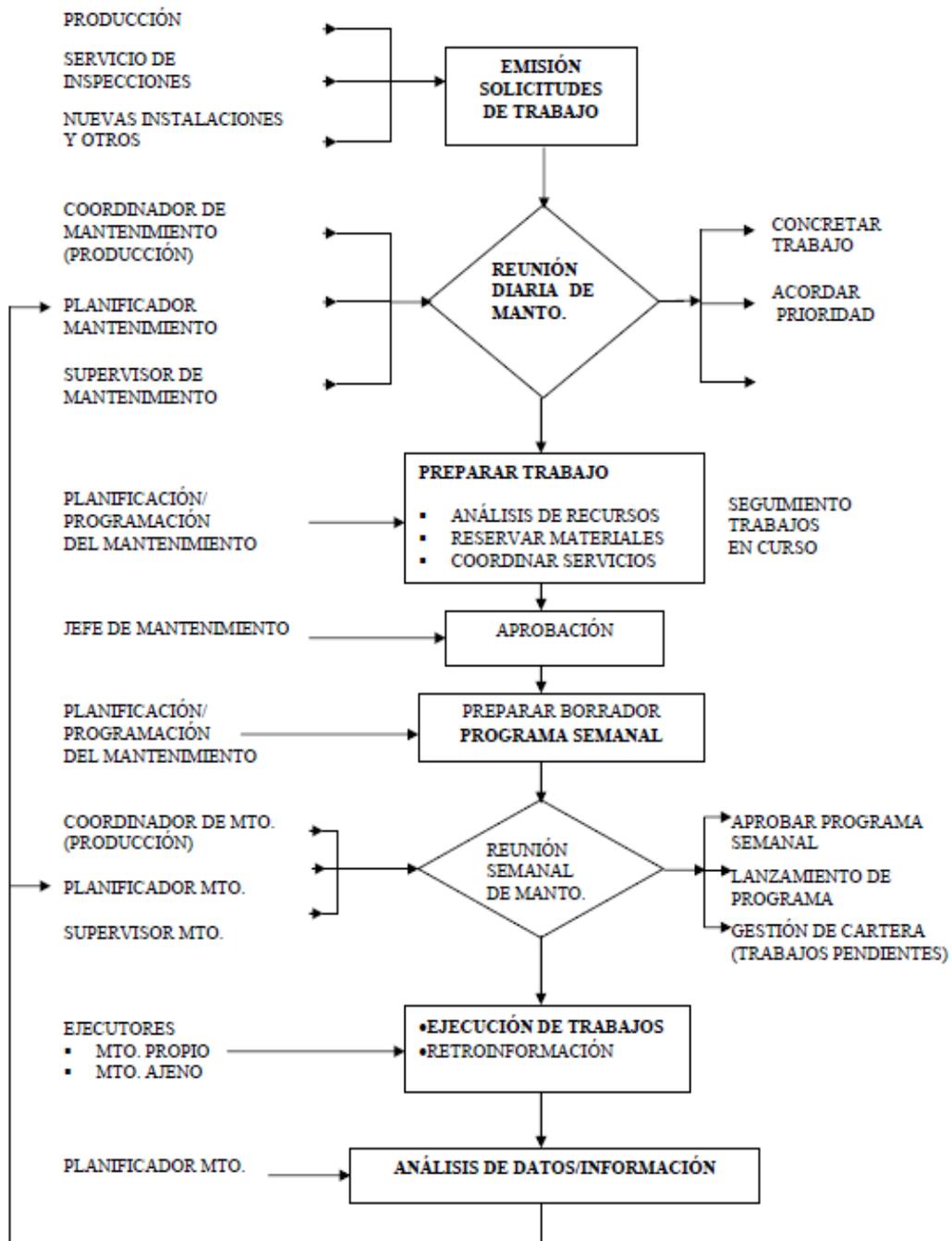


Figura 6. Diagrama de Planificación/Programación del Trabajo

Existen programas mecanizados adaptados para la programación de grandes obras y/o proyectos y otros específicos aplicables a trabajos de Mantenimiento.

En cualquier caso, para que la programación sea fiable y eficaz, es preciso valorar los tiempos de las órdenes de trabajo, tarea que constituye una de las más importantes de la preparación de trabajos.

1.2.1.3.5.4. Ejecución de los Trabajos, Documentos y Niveles de Urgencia

El proceso completo de realización de trabajos incluye los siguientes pasos:

- ✓ Identificación del trabajo
- ✓ Planificación
- ✓ Programación
- ✓ Asignación
- ✓ Ejecución
- ✓ Retroinformación

En el gráfico siguiente se resumen los documentos que se suelen manejar:

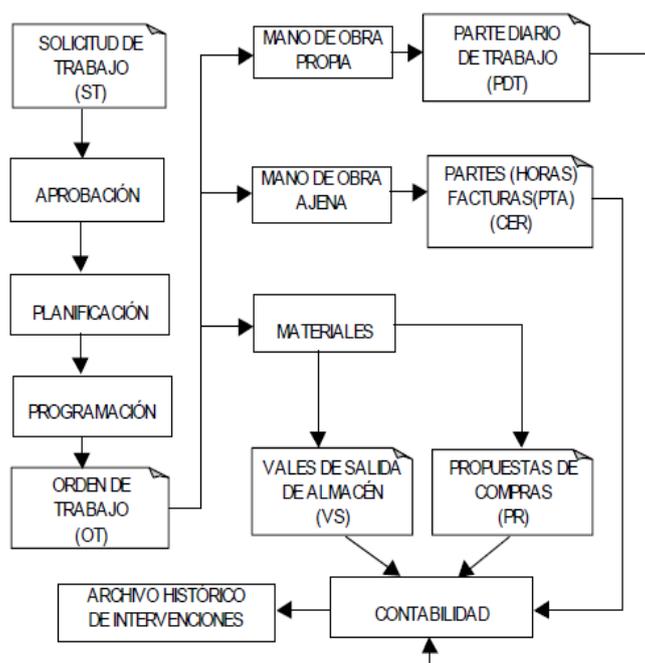


Figura 7. Proceso de ejecución de órdenes de trabajos

Los documentos usados son:

- ✓ ST Solicitud de Trabajo
- ✓ OT Orden de Trabajo
- ✓ PDT Parte Diario de Trabajo
- ✓ CER Certificaciones
- ✓ VS Vales de Salida
- ✓ BR Bonos de Recepción

Los niveles de prioridad, indicados en cada ST e imprescindibles para una adecuada programación, suelen ser:

- Prioridad I: Trabajos urgentes, de emergencia, para evitar daños a la propiedad o a las personas. No programados. Intervención inmediata.
- Prioridad A: Trabajos urgentes, para evitar pérdidas de producción o para asegurar la calidad. Programados. Intervención en 24 horas.
- Prioridad B: Trabajos normales, para asegurar la disponibilidad. Programados. Intervención en una semana.
- Prioridad C: Trabajos de parada. Se deben realizar en la próxima parada programada.

El proceso indicado es el típico del Mantenimiento Correctivo. Para el Mantenimiento Preventivo se simplifica ya que se lanzan directamente las OT'S (no existen ST'S). En cuanto a las prioridades, que se deben acomodar al tipo de fabricación, se han indicado igualmente las usadas en mantenimiento correctivo, ya que en mantenimiento preventivo serán todas de prioridad "B" o "C".

1.2.2. MANUFACTURA ESBELTA “LEAN MANUFACTURING”

Según EADS (2012), la Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing) es un término amplio que se refiere al uso de las tecnologías de manufactura basadas en la maximización del valor y en la minimización del desperdicio en los procesos de producción industrial. La manufactura esbelta tuvo sus comienzos en el sistema de producción Toyota (TPS) en Japón. Muchos de sus más reconocidos términos, incluyendo Kaizen, Andon y Kanban son términos japoneses que se han vuelto términos estándares en la manufactura esbelta.

El corazón de Lean es la determinación del valor. El valor es definido como un ítem o característica que el cliente está dispuesto a pagar. Todos los otros aspectos del proceso de manufactura son considerados como desperdicio. Lean Manufacturing es usado como una herramienta que enfoca recursos y energía en la producción de características con valor agregado mientras que identifica y elimina actividades con valor no agregado.

Para entender Lean es necesario comprender que Lean se enfoca en cómo pensamos en el proceso de manufactura. Lean es la codificación de un conjunto de ideas que trabajan en armonía. Identificando a los clientes y cómo ellos definen el valor Lean. Permite a las compañías y a las personas enfocar los recursos en añadir valor. Fabricando lo que el cliente demanda, disminuyendo el desperdicio y mejorando continuamente, las compañías pueden satisfacer a sus clientes, empleados y accionistas por igual.

Producir lo que el cliente demanda incluye el correcto nivel de calidad y características. La meta de una organización esbelta es poder entregar el producto exacto en la exacta cantidad con la calidad exacta que los clientes requieren y exactamente cuando ellos lo necesitan.

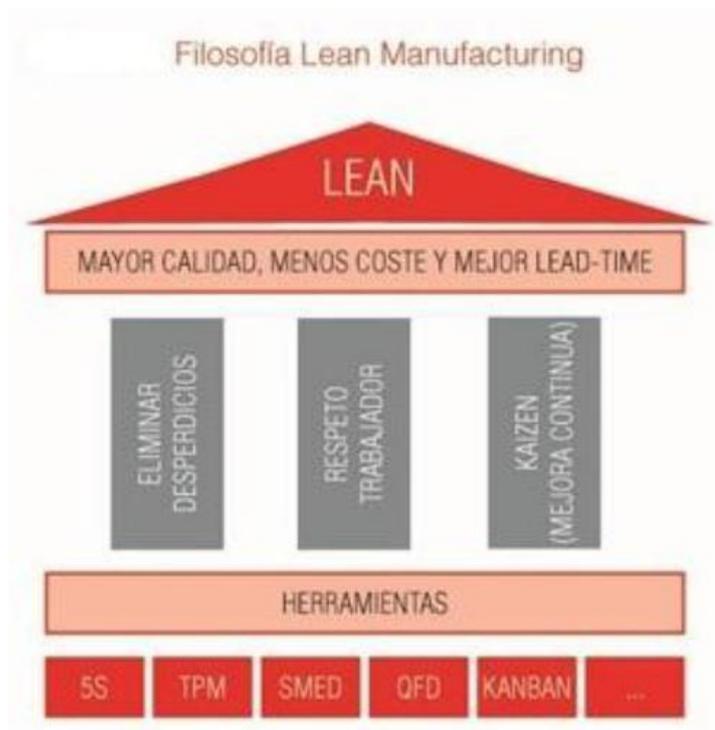


Figura 8. Filosofía Lean Manufacturing

Uno de los escollos de la manufactura esbelta es entender el concepto de desperdicio. En cualquier ambiente de manufactura todos trabajan para minimizar el desperdicio. Sin embargo, la manufactura esbelta define este esquema con otra visión. Tradicionalmente el desperdicio ha sido visto como un objeto. Es muy fácil guardar un recipiente e identificarlo como desperdicio. En la manufactura esbelta, el término desperdicio no solo se refiere al material físico sino más bien a la relación existente entre el recurso y el consumidor final. Por regla general, si el consumidor final no paga por algo, entonces se considera como desperdicio.

Las técnicas de la Manufactura Esbelta son usadas para incrementar la productividad a través de la reducción de los costos. Al comprender como los clientes definen el valor, los costos que no añaden valor son reducidos o eliminados.

Visión Tradicional: Costo + Utilidad = Precio de Venta

En esta ecuación el costo de llegar con el producto al mercado más la utilidad determina el precio de venta de un producto. Particularmente en nuestra economía globalizada esto raramente ocurre en la práctica cotidiana, puesto que la demanda de los clientes y la competencia a menudo ponen los precios de venta, Mediante el control de los costos a través de la eliminación de las actividades que no agregan valor, un ambiente de manufactura esbelta afectará directa y positivamente al resultado final.

Visión esbelta: Utilidad = Precio de Venta – Costo

1.2.2.1. LOS SIETE DESPERDICIOS

Tradicionalmente Lean identifica 7 áreas claves de desperdicio:

1. **Sobre producción:** Esta es una forma particularmente seria de generación de desperdicio, porque lleva a mantener excesos de inventario que a menudo son usados para ocultar otros problemas e ineficiencias.
2. **Espera:** Es el tiempo que el trabajo en proceso está esperando por el próximo paso en producción (no existe valor agregado).
3. **Transporte:** Movimientos innecesarios de materias primas, productos en proceso o productos terminados.
4. **Movimiento:** Innecesario movimiento de personas (Movimientos que no agregan valor).
5. **Sobre proceso:** Más procesamiento que el necesario para producir lo que el cliente requiere. Este es a menudo uno de los desperdicios más difíciles de detectar y de eliminar.
6. **Inventario:** Producto (Materias primas, trabajos en proceso o productos terminados) cantidades que son mayores a las necesidades inmediatas.
7. **Defectos:** Producción que es desperdicio o que requiere ser re-trabajada.

Una extremadamente importante forma de desperdicio que no es considerada dentro de los siete desperdicios es el mal uso del potencial humano. Esta forma de desperdicio resulta en toda clase de pérdida de oportunidades (Ejemplo: desmotivación, pérdida de creatividad, y pérdida de ideas).

1.2.2.2. HERRAMIENTAS LEAN

Según WIKI (2014), Lean tiene una extensa colección de herramientas y conceptos. Estas herramientas desarrollan una filosofía de Mejora Continua que permite a las compañías eliminar los desperdicios en todas las áreas, reducir sus costos, mejorar los procesos, aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad.

Manufactura Esbelta proporciona a las compañías herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige alta calidad, entrega rápida a menor precio y en la cantidad requerida. Algunas de ésta herramientas son:

1.2.2.2.1. 5 S ORGANIZA EL ÁREA DE TRABAJO

El objetivo central de las 5 S es lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en los centros de trabajo. Puesto que cuando nuestro entorno de trabajo está desorganizado y sin limpieza perderemos la eficiencia y la moral en el trabajo se reduce. Cada S representa una palabra en japonés:

- **Seiri** => Separar: Eliminar lo que no se necesite
- **Seiton** => Todo en su lugar - Ordenar: Asignar un lugar fijo, lógico y conveniente a cada herramienta o material necesario.
- **Seiso** => Súper limpieza: Hacer una limpieza excepcional.
- **Seiketso** => Estandarización: Establecer las nuevas condiciones como normales.
- **Sitsuke** => Sostenimiento: Sostener el esfuerzo para no perder lo avanzado.

1.2.2.2.2. JUST IN TIME (JIT)

Justo a Tiempo es producir un artículo en el momento que es requerido para que éste sea vendido o utilizado por la siguiente estación de trabajo en el proceso de manufactura. La producción dentro de la célula, así como la

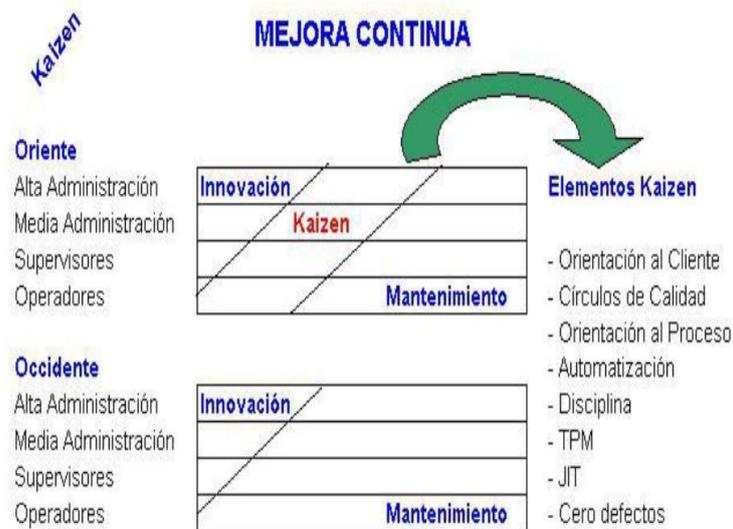
entrega de material a la misma, se ven impulsadas sólo cuando el inventario de la célula siguiente se encuentra debajo de cierto límite como resultado de su consumo y ha llegado una cantidad de material semejante a la entregada a la primera célula de trabajo. El Just in Time sigue los siguientes principios:

1. Igualar la oferta y la demanda
2. El peor enemigo: el desperdicio
3. El proceso debe ser continuo
4. Mejora Continua
5. Es primero el ser humano
6. La sobreproducción es ineficiencia
7. No vender el futuro.

1.2.2.2.3. KAIZEN (MEJORAMIENTO CONTINUO)

Kaizen es lo opuesto a la complacencia. Es un sistema enfocado en la mejora continua de toda la empresa y sus componentes, de manera armónica y proactiva. El Kaizen surgió en el Japón como resultado de sus imperiosas necesidades de superarse a sí mismos, de forma tal de poder alcanzar a las potencias industriales de occidente y así ganar el sustento para una gran población que vive en un país de escaso tamaño y recursos. Hoy el mundo en su conjunto tiene la necesidad imperiosa de mejorar día a día. La contaminación ambiental, el continuo incremento de la población a nivel mundial y el agotamiento de los recursos tradicionales más fácilmente explotables, hacen necesaria la búsqueda de soluciones, las cuales sólo podrán ser alcanzadas mediante la mejora continua en el uso de los recursos en un mundo acostumbrado al derroche y el despilfarro. Kaizen se apoya sobre los equipos de trabajo y la Ingeniería Industrial para mejorar los procesos productivos. En sí, Kaizen se enfoca a la gente y a la estandarización de los procesos. Su práctica requiere de un equipo integrado por personal de producción, mantenimiento, calidad, ingeniería, compras y demás empleados que el equipo considere necesario. Su objetivo es incrementar la productividad controlando los procesos de manufactura mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad y de los métodos de trabajo por operación.

Figura 9. Esquema Kaizen



Fuente: Gutiérrez Garza, Gustavo. Justo a Tiempo y Calidad Total, Principios y Aplicaciones

1.2.2.2.4. KANBAN

Kanban es el uso de etiquetas que contiene información que sirve como orden de trabajo, ésta es su función principal. En otras palabras, es un dispositivo de dirección automático que brinda información acerca de qué se va a producir, en qué cantidad, mediante qué medios y cómo transportarlo. Dentro de las principales funciones desarrolladas por la Etiqueta Kanban, tenemos:

- **Control de la producción.** - Integración de los diferentes procesos y el desarrollo de un sistema Justo a Tiempo, en el cual, los materiales llegarán en el tiempo y cantidad requerida en las diferentes etapas del proceso y si es posible incluyendo a los proveedores.
- **Mejora de los procesos.** - Facilita la mejora en las diferentes actividades de la empresa mediante el uso de Kanban, esto se hace mediante técnicas de ingeniería.

Los motivos para utilizar el sistema Kanban en lugar de un sistema por ordenador son los siguientes:

1. Reducción de costos en el proceso de la información.
2. Conocimiento rápido y preciso de los hechos.
3. Limitación del exceso de capacidad de los talleres anteriores.

1.2.2.2.5. TPM: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

El mantenimiento productivo total es un enfoque holístico del mantenimiento de los equipos que se esfuerza para alcanzar la producción perfecta:

- No daños
- Ausencia de paradas cortas o correr a baja velocidad
- No defectos
- No accidentes

TPM hace énfasis en el mantenimiento pro activo y preventivo para maximizar la eficiencia operacional del equipo y empodera a los operadores para que ayuden en este logro.

La implementación del programa de TPM crea una responsabilidad compartida para el equipo de trabajo que alienta al involucramiento de los trabajadores de la planta lo que lleva a un incremento sustancial de la productividad.

1.2.2.2.6. SMED (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE) CAMBIO RÁPIDO DE TRABAJO

Esta herramienta fue desarrollada para acortar significativamente los tiempos de cambios de trabajo o alistamiento de las máquinas, logrando de esta manera producir lotes más pequeños. La esencia del SMED es convertir la mayor cantidad posible de actividades internas a externas, esto es ejecutarlas cuando la máquina está trabajando.

Los objetivos de SMED son:

- Pequeños lotes de producción.
- Costos de producción más bajos.
- Programa de producción más flexible.
- Disminuir los niveles de inventario.
- Cambio de molde en menos de 10 minutos

Aproximación en 3 pasos

1. Eliminar el tiempo externo

La mayor parte del tiempo se desperdicia por la falta de planificación para ejecutar un cambio de trabajo. Deben planificarse las tareas para reducir el tiempo con una adecuada secuencia de las actividades involucradas en el cambio, así como cuantas, y que personas intervendrán, además de las herramientas necesarias para el propósito. El objetivo es transformar en un evento sistemático el proceso, no dejando nada al azar.

2. Estudiar los métodos y practicar

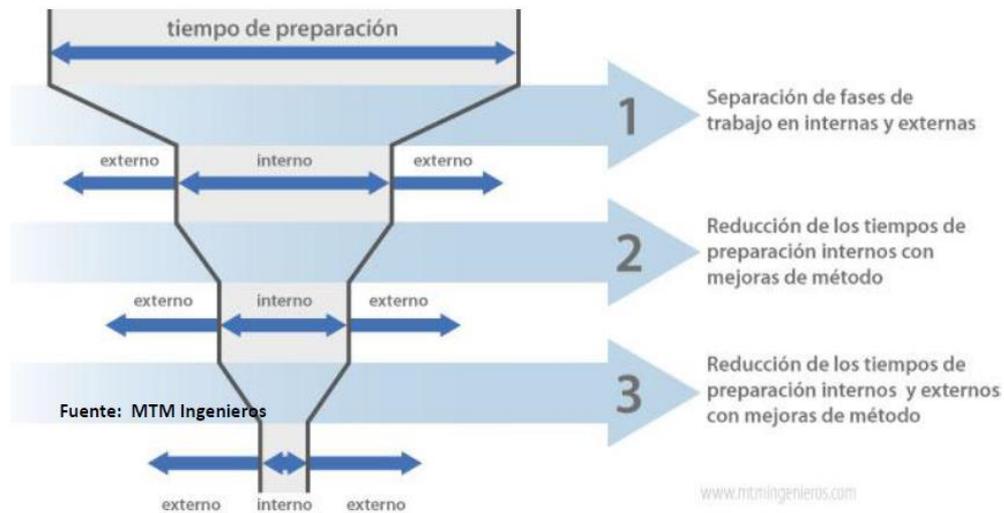
El estudio de tiempos y métodos permitirá encontrar el camino más rápido y mejor para encontrar el tiempo interno remanente. Las tuercas y tornillos son unos de los mayores causantes de demoras. La unificación de medidas y de herramientas permite reducir el tiempo. Duplicar piezas comunes para el montaje permitirá hacer operaciones de forma externa ganando este tiempo de operaciones internas.

Para mejores y efectivos cambios de modelo se requiere de equipos de gente. Dos o más personas colaboran en el posicionado, alcance de materiales y uso de las herramientas. La eficacia está condicionada a la práctica de la operación. El tiempo empleado en la práctica bien vale ya que mejoraran los resultados.

3. Eliminar los ajustes

Implica que los mejores ajustes son los que no se necesitan, por eso se recurre a fijar las posiciones. Se busca recrear las mismas circunstancias que la de la última vez. Como muchos ajustes pueden ser hechos como trabajo externo se requiere fijar las herramientas. Los ajustes precisan espacio para acomodar los diferentes tipos de matrices, troqueles, punzones o utillajes por lo que requiere espacios estándares.

Figura 10. Beneficios SMED



Fuente: MTM Ingenieros

Beneficios de SMED: (Figura 10)

1. Lotes de producción más pequeños.
2. Reducir inventarios.
3. Procesar productos de alta calidad.
4. Reducir los costos.
5. Tiempos de entrega más cortos.
6. Ser más competitivos.
7. Tiempos de cambio más confiables.
8. Carga más equilibrada en la producción diaria

1.2.2.3. OEE: DESEMPEÑO TOTAL DEL EQUIPO (OVERALL EQUIPMENT EFFETIVENESS)

Marco para la medición de la pérdida de productividad durante un proceso de fabricación dado. Hace un análisis de tres categorías de pérdidas:

- Disponibilidad
- Rendimiento
- Calidad

Proporciona un punto de referencia / línea de base y un medio para medir el progreso en la eliminación de los desperdicios de un proceso de fabricación. Un OEE de 100% significa producción perfecta (es decir que se fabrican únicamente partes buenas, lo más rápido posible, sin tiempo de inactividad).

1.2.2.3.1. CÁLCULO DEL OEE

Según la OEE Industry Standard Sitio (1999); la base del cálculo del OEE es tan simple como brillante; en una mano asume una capacidad máxima teórica y en la otra la actual salida o producción. El OEE no solo proyecta las pérdidas entre estos dos puntos de manera clara e inequívoca, sino, lo más importante es que es totalmente entendible para todo el equipo involucrado, tales como operadores, supervisores, personal técnico, ingenieros, etc.

Hasta donde se conoce el OEE es el único indicador de producción con un efecto de balance (que normalmente solo encontramos en el mundo de las finanzas). Si alguna cosa es “olvidada” o “exagerada”, una diferencia aparecerá en algún otro lugar. En adición el cálculo del OEE combina los factores de *Tiempo*, *Velocidad* y *Calidad* de una manera útil y responsable.

En pocas palabras el cálculo del OEE plantea tres preguntas:

✓ **Disponibilidad: ¿está la máquina operando o no?**

Si la máquina está sacando productos mientras está disponible para el equipo de producción, entonces la máquina está corriendo. En este punto no sabemos si el producto que está saliendo es bueno o no, tampoco sabemos nada acerca de la velocidad de la máquina. (Todo lo que sabemos es que está corriendo).

La “tasa de disponibilidad” (Gráfico N°11), indica la relación existente entre el tiempo teórico en que la máquina pudo haber estado en operación (había demanda) y el tiempo que realmente estuvo disponible u operando. Si la máquina entrega 360 minutos de operación (independiente de su velocidad y calidad) durante un turno de 8 horas (= 480 minutos), entonces la tasa de disponibilidad es:

$$\text{DISPONIBILIDAD: } 360 / 480 = 75\%$$

Figura 11. OEE Esquema de la Disponibilidad



Fuente: OEE Industry Standard

En otras palabras 25% del tiempo disponible es “pérdida”.

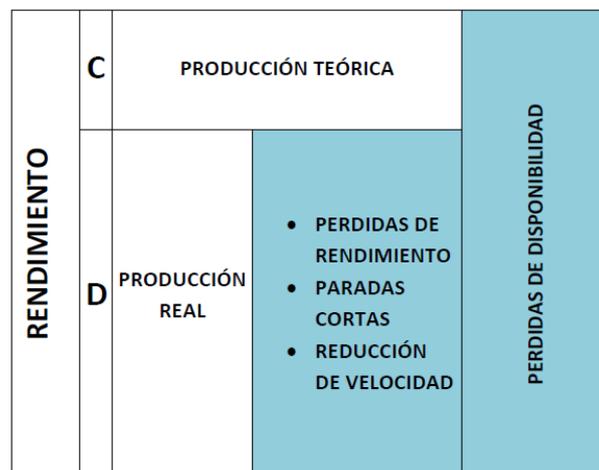
Con respecto al tiempo que la máquina está en operación (En este caso el 75% del turno), OEE ahora se plantea la segunda pregunta:

✓ **Rendimiento: ¿cuán rápido está la máquina corriendo?**

Supongamos que la máquina está diseñada para producir 10 piezas por minuto, en cuyo caso esperaríamos obtener una producción de 3600 piezas después de 360 minutos, lo cual solo sería posible si la máquina trabaja al 100% de su velocidad.

El rendimiento se muestra en la figura 12.

Figura 12. OEE Rendimiento



Fuente: OEE Industry Standard

Si una máquina opera 360 minutos con una velocidad de producción de 10 piezas por minuto, tenemos una producción teórica de $360 \times 10 = 3600$ piezas. Si la producción real es de 2880 piezas (buenas + malas), entonces el rendimiento sería:

$$\text{RENDIMIENTO: } 2880 / 3600 = 80\%$$

La máquina pudo haber operado a la máxima velocidad, pero produjo productos que no cumplieron con la especificación. Cuando conocemos cuánto tiempo trabajó la máquina y cuán rápido corrió, la siguiente pregunta es:

- ✓ **Calidad: ¿Cuántos productos cumplieron con las especificaciones?**

Una vez que hemos medido el tiempo y las pérdidas de velocidad, enfocamos nuestra atención en la calidad de los productos que estamos produciendo. La relación entre el número de unidades producidas y el número de unidades producidas que cumplen con las especificaciones se llama la “tasa de calidad”.

Figura 13. OEE Esquema de la Calidad

CALIDAD	E	PRODUCCIÓN REAL		PERDIDA DE RENDIMIENTO	PERDIDA DE DISPONIBILIDAD
	F	PRODUCCIÓN BUENA	PERDIDAS DE CALIDAD DESPERDICIO RE-TRABAJO		

Fuente: OEE Industry Standard

Cuando se ordenan las respuestas a las tres preguntas, el cálculo del OEE se muestra en el gráfico N°14. El OEE es calculado multiplicando la tasa de disponibilidad, la tasa de rendimiento y la tasa de calidad:

$$(B/A) \times (D/C) \times (F/E) \times 100\%$$

Figura 14. OEE Total

DISPONIBILIDAD	A	TIEMPO POTENCIAL DE PRODUCCIÓN (480 MINUTOS)	
	B	TIEMPO REAL DE PRODUCCIÓN (360 MINUTOS)	PERDIDA DE DISPONIBILIDAD DAÑOS ESPERA/CAMBIO DE TRABAJO RESTRICCIÓN DE LA LINEA
RENDIMIENTO	C	PRODUCCIÓN TEÓRICA: 360 MIN X 10 ARTÍCULOS 3600 ARTÍCULOS	
	D	PRODUCCIÓN REAL 2880 ARTÍCULOS	PERDIDAS DE RENDIMIENTO PARADAS CORTAS REDUCCIÓN DE VELOCIDAD
CALIDAD	E	PRODUCCIÓN REAL 2880 ARTÍCULOS	
	F	PRODUCTO BUENO 2736 UNIDADES	PERDIDAS DE CALIDAD DESPERDICIO RE-TRABAJO
		PERDIDA DE EFECTIVIDAD	

Fuente: OEE Industry Standard

En el ejemplo:

- Disponibilidad = $B/A = 360/480 = 75\%$
- Rendimiento = $D/C = 2880 / 3600 = 80\%$
- Calidad = $F/E = 2736 / 2880 = 95\%$
-

$$\text{OEE} = 75\% \times 80\% \times 95\% = 57\%$$

De aquí surge lo que el OEE considera como las Seis Grandes pérdidas:

Cuadro 1. Las Seis Grandes Pérdidas

Tipos de Pérdidas	Las Seis Grandes Pérdidas
Pérdidas de Disponibilidad (=Pérdida de tiempo de producción)	1. Máquina dañada 2. Esperas
Pérdidas de Rendimiento (=Pérdida de velocidad)	3. Paradas menores 4. Reducción de velocidad
Pérdidas de Calidad (=Pérdida de la adecuada calidad del producto)	5. Desperdicio 6. Re-Trabajo

Fuente: Gutiérrez Garza, Gustavo. A tiempo y Calidad Total, Principios y Aplicaciones

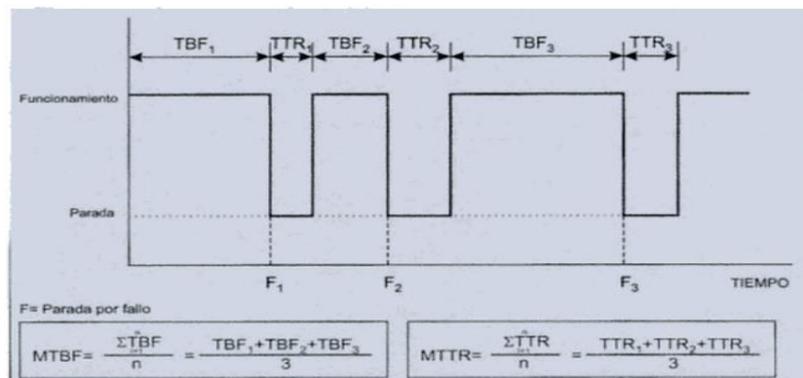
1.2.2.4. DISPONIBILIDAD

Es la capacidad de un activo o componente para estar en un estado (arriba) para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un instante dado de tiempo o durante un determinado intervalo de tiempo, asumiendo que los recursos externos necesarios se han proporcionado.

MTBF (Mean Time Between Failures): Es el Tiempo promedio entre Fallas

MTTR (Mean Time To Repair): Es el Tiempo Promedio para Reparar. (Alirio J. y Jimenez N., 2011)

Figura 15. Representación de Falla, Operación y Reparación de Equipos



Fuente: Gutiérrez Garza, Gustavo. A tiempo y Calidad Total, Principios y Aplicaciones

La disponibilidad de las instalaciones es sin duda el principal indicador de mantenimiento, junto con el coste. No obstante, es el indicador más manipulable, el que más posibilidades ofrece de ofrecer los resultados que quien los calcula pretende mostrar porque más le favorecen.

Los indicadores relacionados con la disponibilidad son al menos seis:

- ✓ Disponibilidad (propriadamente dicha)
- ✓ Fiabilidad
- ✓ Tiempo medio entre paradas (se conoce a menudo como MTBF, Mid Time Between failures, aunque con este nombre haría solo referencia a paradas por fallas y no a paradas en general sea cual sea el motivo)
- ✓ Duración de las paradas (se conoce a menudo como MTTR, o Mid Time To Repair, aunque con este nombre haría solo referencia a paradas por fallas y no a paradas en general sea cual sea el motivo)
- ✓ Número de paradas por mantenimiento
- ✓ Tiempo total perdido por mantenimiento

Para su cálculo es necesario previamente elaborar una tabla con los siguientes datos, para cada ítem (planta, área, sistema, subsistema o equipo) del que se pretenda obtener resultados:

- ✓ Número de paradas registradas.
- ✓ Motivo de cada parada (mantenimiento programado, mantenimiento no programado, modificación, etc.).
- ✓ Duración de cada parada, preferiblemente en minutos.

Con estos datos y aplicando las fórmulas que se describen, ya pueden obtenerse los valores de cada uno de ellos para un determinado periodo de tiempo.

1.2.2.4.1. Disponibilidad

Según Carvajal Medios B2B (2017); la disponibilidad propriadamente dicha es el cociente entre el tiempo disponible para producir y el tiempo total de parada. Para calcularlo, es necesario obtener el tiempo disponible, como resta entre el tiempo total, el tiempo por paradas de mantenimiento programado y el tiempo por parada no programada. Una vez obtenido se divide el resultado entre el tiempo total del periodo considerado.

$$Disponibilidad = \frac{Horas\ Totales - Horas\ parada\ por\ mantenimiento}{Horas\ Totales}$$

Las horas de parada por mantenimiento que deben computarse son tanto las horas debidas a paradas originadas por mantenimiento programado como el no programado.

1.2.2.4.2. Fiabilidad

La fórmula de cálculo es muy parecida a la anterior, pero sustituyendo en el numerador las horas de parada por mantenimiento por horas de parada por mantenimiento no programado:

$$Fiabilidad = \frac{Horas\ Totales - Horas\ parada\ por\ mantenimiento\ no\ programado}{Horas\ Totales}$$

1.2.2.4.3. Tiempo medio entre paradas (TMEP)

Es el tiempo medio que ha transcurrido entre dos paradas de mantenimiento, y se requiere para su cálculo en el numerador las horas totales del periodo, y en denominador, el número de paradas:

$$TMEP = \frac{Horas\ Totales\ del\ periodo}{Numero\ de\ paradas}$$

1.2.2.4.4. Tiempo medio hasta puesta en marcha (TMPM)

Representa el tiempo medio de duración de las diversas paradas ocurridas en el periodo e ítem analizado:

$$TMPM = \frac{Horas\ Totales\ de\ parada}{Numero\ de\ paradas}$$

1.2.2.4.5. Número de paradas

Sin ninguna fórmula representa el número total de eventos que han provocado paradas debidos a mantenimiento, y representa un indicador en sí mismo.

1.2.2.4.6. Horas totales de paradas

Es la suma de todas las horas de parada que ha sufrido un determinado ítem en el periodo analizado.

1.2.2.5. PÉRDIDAS DE DISPONIBILIDAD

Según APTEAN (2012), se describe los siguientes conceptos de pérdida de disponibilidad de los equipos:

1.2.2.5.1. FALLOS DEL EQUIPO (PAROS MECÁNICOS):

Cuando las paradas llegan, no basta con reconocer que las paradas son un problema. Es crítico conocer y entender las causas que provocan esta pérdida. Es más, para conducir el cambio es imprescindible conocer el componente del equipo que las provoca. Más allá de las causas de la parada, lo operarios deben conocer si la parada es causada por errores en los equipos, errores de los operarios o falta / atraso de mantenimiento. También se debe conocer cuan larga han sido las paradas y cuánto tiempo a tardado el operario en responder, ya sea personal de mantenimiento o operario de líneas en poner la línea en marcha de nuevo.

1.2.2.5.2. ESPERAS (CAMBIOS Y PREPARACIONES):

Un operador que no dispone de unos objetivos a cumplir cuando está realizando un cambio en una máquina y que no dispone de visibilidad de la ejecución óptima del trabajo, no podrá intentar minimizar los tiempos de cambio. Pero en un escenario en el cual tanto los operadores como los encargados y los directores de planta tienen una información absolutamente transparente entre los tiempos de cambio actuales respecto a los objetivos, la dinámica es completamente diferente.

1.3. HIPÓTESIS

1.3.1. HIPÓTESIS GENERAL

La implementación de un modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque del Lean Manufacturing si incrementará la Disponibilidad de maquinarias en el área de mantenimiento de la empresa Mega Inversiones S.R.L.

1.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

1. La implementación de un modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque del Lean Manufacturing si incrementará la Disponibilidad de maquinaria dañada en el área de mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones S.R.L.

2. La implementación de un modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque del Lean Manufacturing si incrementará la Disponibilidad de maquinarias gestionando las esperas en el área de mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones S.R.L.

1.4. VARIABLES

1.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE:

- Modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque de Lean Manufacturing.

1.4.2. VARIABLES DEPENDIENTES:

- Disponibilidad de las maquinarias.

1.5. INDICADORES

➤ MODELO DE GESTIÓN DE MAQUINARIAS BAJO EL ENFOQUE LEAN MANUFACTURING

- Diseño de un Modelo de gestión bajo el enfoque Lean Manufacturing

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL:

- Recogida y Análisis de Datos
- VSM Actual
- VSM Futuro

DISEÑO DE PLAN DE MEJORA:

- Equipo Lean
- Planificación

MEJORA CONTINUA:

- Herramientas
- Estandarización

➤ **DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIAS**

- **% DISPONIBILIDAD**

Mide cuánto tiempo ha estado funcionando la máquina o equipo respecto del tiempo que quería que estuviera funcionando (quitando el tiempo no planificado)

$$D = \text{MTBF}/(\text{MTBF}+\text{MTTR})$$

- **% FIABILIDAD**

Mide durante ese tiempo que haya estado funcionando, menos las horas que se para la maquinaria por mantenimiento no programado.

$$\frac{\text{Tiempo operativo} - \text{Horas parada por mantenimiento no programado}}{\text{Tiempo operativo}} \times 100$$

- **TIEMPO MEDIO ENTRE PARADAS (MTBF)**

Mide el tiempo medio que transcurre entre dos paradas de mantenimiento.

$$\frac{\text{Horas Totales del periodo}}{\text{Número de Paradas}}$$

- **TIEMPO MEDIO HASTA PUESTA EN MARCHA (MTTR)**

Mide el tiempo medio de duración de diversas paradas ocurridas en el periodo de operación.

$$\frac{\text{Horas Totales de parada}}{\text{Número de Paradas}}$$

- **NÚMERO DE PARADAS**

Es el total de eventos que han provocado paradas debidos a mantenimiento, y representa un indicador en sí mismo.

NP = Número de paradas por diferentes eventos en un periodo.

- **HORAS TOTALES DE PARADAS**

Es la suma de todas las horas de parada que ha sufrido un determinado ítem en el periodo analizado.

$$\text{HTP} = \sum \text{Horas paradas de maquinarias en un periodo determinado}$$

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

2.1. NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

2.1.1. Nivel de Investigación

El nivel de investigación es una Investigación descriptiva, porque describe la realidad del área de mantenimiento de la empresa Mega Inversiones S.R.L., sus procesos, actividades y maquinarias las cuales son análisis de estudio. Por último, es una investigación aplicada, porque plantea resolver problemas de un área específica hasta llegar a controlar las situaciones prácticas, se trata de una innovación técnica e industrial con herramientas Lean Manufacturing.

2.1.2. Tipo de Investigación

Según la intervención del investigador es de tipo aplicada, debido que empleamos conocimientos, descubrimientos y conclusiones de investigaciones realizadas anteriormente respecto al tema. Según la planificación de la toma de datos es de tipo Retrospectivo o Histórico, porque indagaremos los hechos y sucesos ocurridos en el pasado (Fuente Secundaria) y del tipo Prospectivo, porque se registrará la información según van ocurriendo los fenómenos, sigue una línea Presente - Futuro (Fuente Primaria). (Metodología de la Investigación 6ta Edición, Sampieri, Capitulo 5)

2.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación según el propósito del estudio presenta un diseño cuasi experimental por el hecho que se manipulan las variables objeto de estudio, a la vez porque no hay un grupo de control y no es posible una asignación aleatoria; de igual manera presenta un diseño descriptivo por que se detalla cada proceso involucrado en un tiempo único. Según el número de mediciones presenta un diseño transversal en el caso de los procesos, sus tiempos son medidos en una sola ocasión y son muestras independientes; de igual manera presenta un diseño longitudinal respecto a la disponibilidad de las maquinarias debido que se medirá en diferentes días las variables de estudio.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	O1 x O2	O1 = Observación 1 x = Metodología implementada O2 = Observación 2
--------------------------------	------------------------------	---

Cuadro 2. Diseño de Investigación

2.3. UNIDAD DE ANALISIS

La investigación tiene como unidad de análisis a la maquinaria que se encuentran operativa y en condiciones que permitan evaluar su disponibilidad en el área de mantenimiento de maquinarias de la empresa Mega Inversiones SRL durante los meses de Agosto y Setiembre de 2017 (Pre Diagnóstico) y Diciembre de 2017 a Enero de 2018 (Post Diagnóstico).

2.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

2.4.1. Determinación del Universo/Población

La población de análisis son las 35 maquinarias con que cuenta la Empresa Mega Inversiones S.R.L. de la Ciudad de Huánuco en el distrito de Amarilis en la Urbanización Miraflores.

2.4.2. Tamaño de la muestra

La técnica de muestreo será aleatorio simple debido que cada maquinaria de la población en estudio tiene la misma probabilidad de ser seleccionado.

Para el tamaño de la muestra se utilizó la fórmula de:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{i^2(N-1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}$$

En donde:

- n = Tamaño de muestra
- N = Tamaño de población
- Z = 1.96 al cuadrado (El nivel de confianza es de 95%)
- p = Probabilidad de éxito (50%)
- q = Probabilidad de fracaso (50%)
- i = Precisión al cuadrado (Error máximo admisible en términos de proporción)

$$\text{Entonces } n = \frac{1.96^2 \times 35 \times 0.5 \times 0.5}{0.5^2 \times (35-1) + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5} = 31.40 = 31 \text{ maquinarias}$$

2.4.3. Selección de la muestra

La técnica de muestra será aleatoria considerando los siguientes criterios:

Criterios de inclusión: Todas las maquinarias que presentan fallas y mantenimientos (Programado o No programado), durante el periodo de investigación, Además que se encuentran dentro de los 6 años de antigüedad.

Criterios de exclusión: A las maquinarias que se encuentran operativas en perfectas condiciones, durante el periodo de investigación.

Criterios de eliminación: A las maquinarias que se encuentran fuera del departamento de Huánuco, durante el periodo de investigación.

2.5. FUENTES, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

2.5.1. Fuentes de recolección de información

- **Fuentes primarias:** Son informaciones directas, de primera mano o desde el lugar de los hechos. Estas fuentes son las personas que laboran en las áreas de mantenimiento que brindan información sobre la organización, los acontecimientos, el ambiente, entre otros más.
- **Fuentes secundarias:** Son informaciones sobre el tema a investigar, pero que no son fuente original de los hechos o las situaciones. Entre los principales tenemos los libros, revistas, documentos escritos, los documentales, los noticieros y los medios de información.

2.5.2. Técnicas de recolección de información

- **Entrevistas:** Se recoge la información de primera mano con los involucrados de los procesos del área de mantenimiento.
- **Observación sistemática:** Es el levantamiento de información de todos los procesos involucrados en el área de mantenimiento.
- **Internet:** Se revisa todos los trabajos de investigación similares que existen en la red y otras informaciones importantes relacionadas.

2.5.3. Instrumento y proceso para la recolección de datos

1. Tener claro los objetivos propuestos en la investigación.
2. Seleccionar la población o muestra objeto de estudio.
3. Definir las técnicas e instrumentos (Cuestionarios y Ficha de Procesos) de recolección de información
4. Recoger la información para luego procesarla para su respectiva descripción, análisis y discusión.

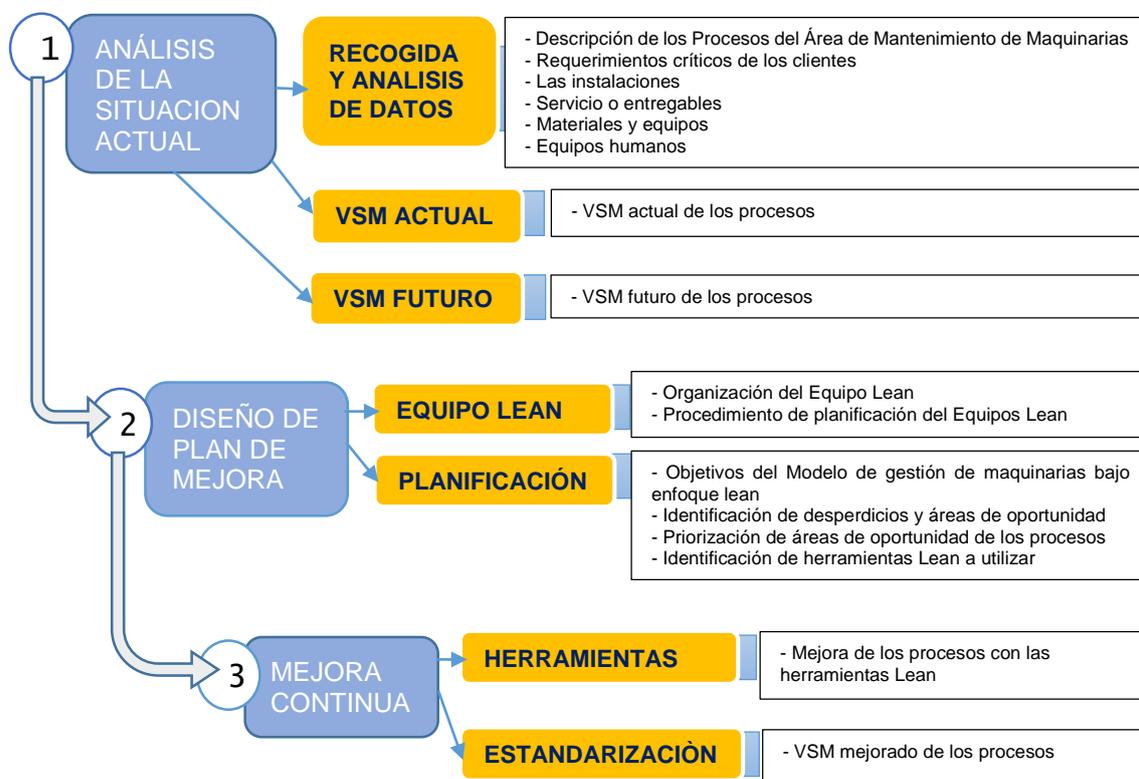
CAPÍTULO III

RESULTADOS

3.1. MODELO DE GESTIÓN DE MAQUINARIAS BAJO ENFOQUE LEAN MANUFACTURING

El modelo de gestión de maquinarias bajo enfoque Lean manufacturing, está basado en la aplicación de la Hoja de Ruta para la Implantación Lean y las Herramientas de la Ingeniería Industrial aplicados en la empresa Mega Inversiones S.R.L. En la Figura 16 se muestra el modelo:

Figura 16. Modelo de gestión de maquinarias bajo enfoque lean manufacturing



Fuente: EOI. Lean Manufacturing. Capítulo 3 - Hoja de Ruta de Implantación Lean

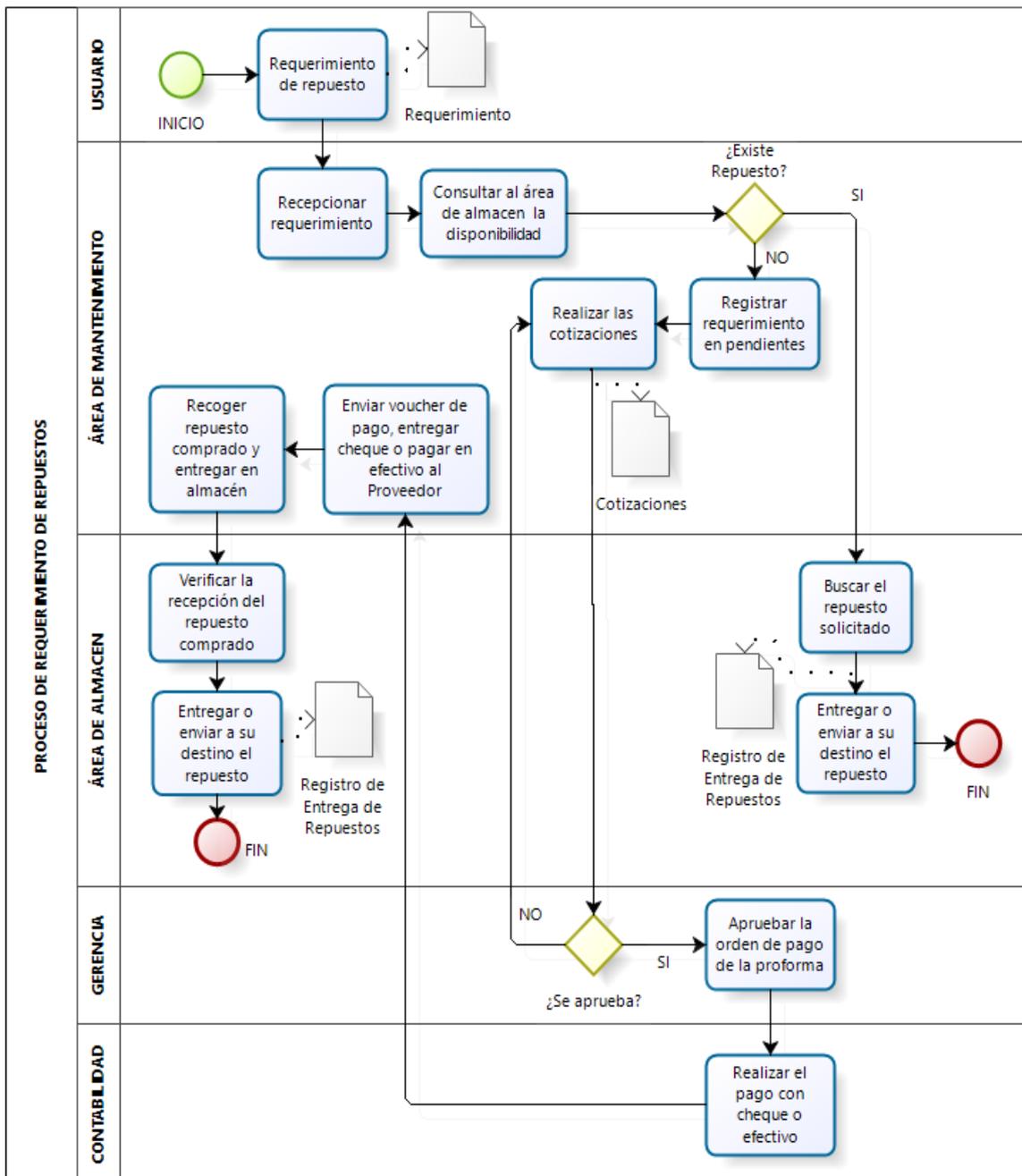
Elaboración: Propia

3.1.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1.1.1. RECOGIDA Y ANALISIS DE DATOS

3.1.1.1.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIAS DE LA EMPRESA MEGA INVERSIONES S.R.L.

Figura 17. Diagrama de flujo de las actividades del proceso de requerimiento de repuestos



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

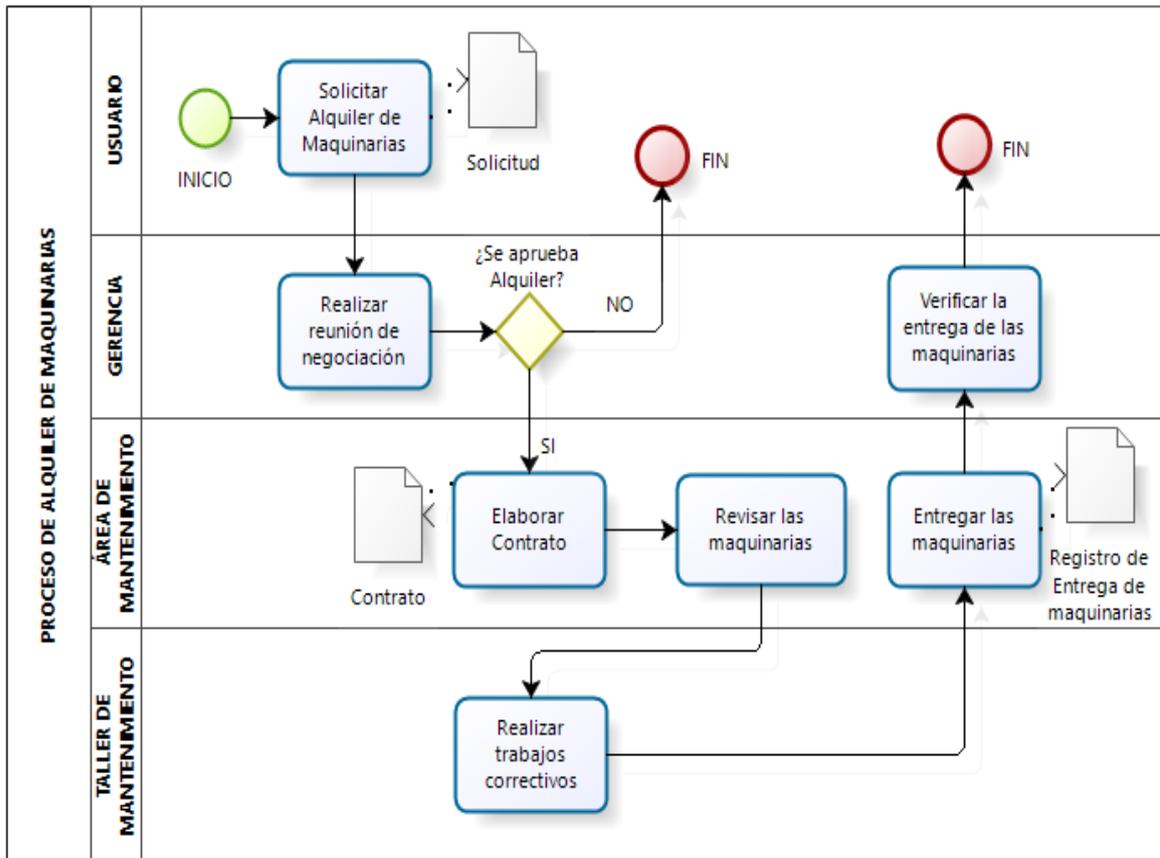
Tabla 1. Descripción del proceso de requerimiento de repuestos

PROCESO	DESCRIPCIÓN
Requerimiento de Repuestos	El proceso inicia con el requerimiento de repuesto por el usuario (Coordinador de Obra, Operador de Maquinaria, Mecánico); después de recepcionarse el requerimiento se coordina entre el área de mantenimiento y el almacén su atención, en caso se tiene el repuesto en stock, se hace entrega al usuario o se envía al lugar correspondiente para su uso; caso contrario se realiza la cotización respectiva en los diferentes proveedores, posteriormente se hace un comparativo y se presenta a la gerencia para su aprobación de pago; viable el pago se prosigue con el pedido de cheque o efectivo en contabilidad para realizar el pago; conforme el pago, el proveedor despacha desde otro lugar el repuesto u hace entrega en el mismo lugar, luego con la guía de remisión se hace entrega en el almacén de los repuestos para que se tramite la entrega respectiva al solicitante.

Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Figura 18. Diagrama de flujo de las actividades del proceso de alquiler de maquinarias



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

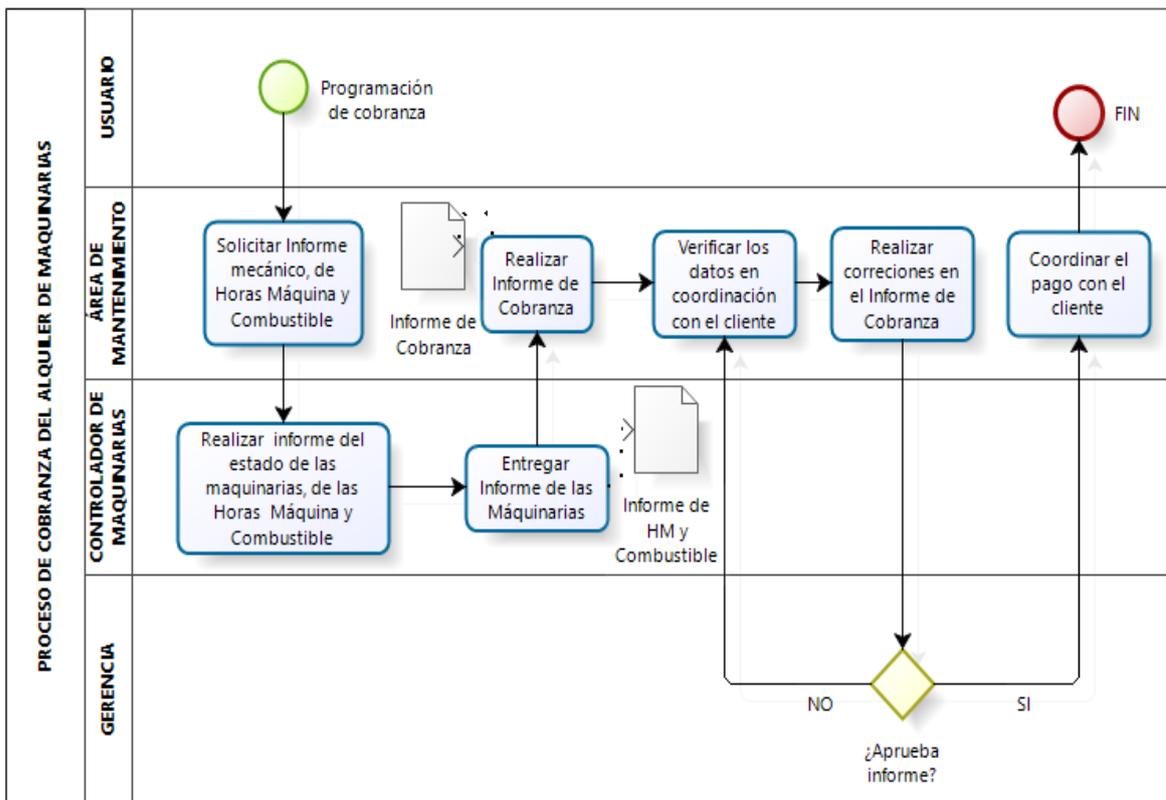
Tabla 2. Descripción del proceso de alquiler de maquinarias

PROCESO	DESCRIPCIÓN
Alquiler de Maquinarias	El proceso inicia con la solicitud de alquiler de maquinarias, ya sea una constructora u otra entidad privada o pública; de acuerdo a la disponibilidad de las maquinarias, la gerencia programa una reunión para la negociación, llegado a un acuerdo se ordena la realización del contrato. Posteriormente el área de mantenimiento hace todas las coordinaciones para verificar el estado de las maquinarias solicitadas y programar los trabajos correctivos y/o preventivos, recibidos las órdenes de trabajo, los mecánicos en el taller realizan los respectivos trabajos dejando en buenas condiciones las maquinarias. Terminado los trabajos se comunica a la gerencia para que verifique el buen estado de las maquinarias y ordena la entrega respectiva. El responsable de la entrega de las maquinarias realiza el registro minucioso de cada máquina en presencia del solicitante para evitar posteriores molestias.

Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Figura 19. Diagrama de flujo de las actividades del proceso de cobranza del alquiler de maquinarias



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

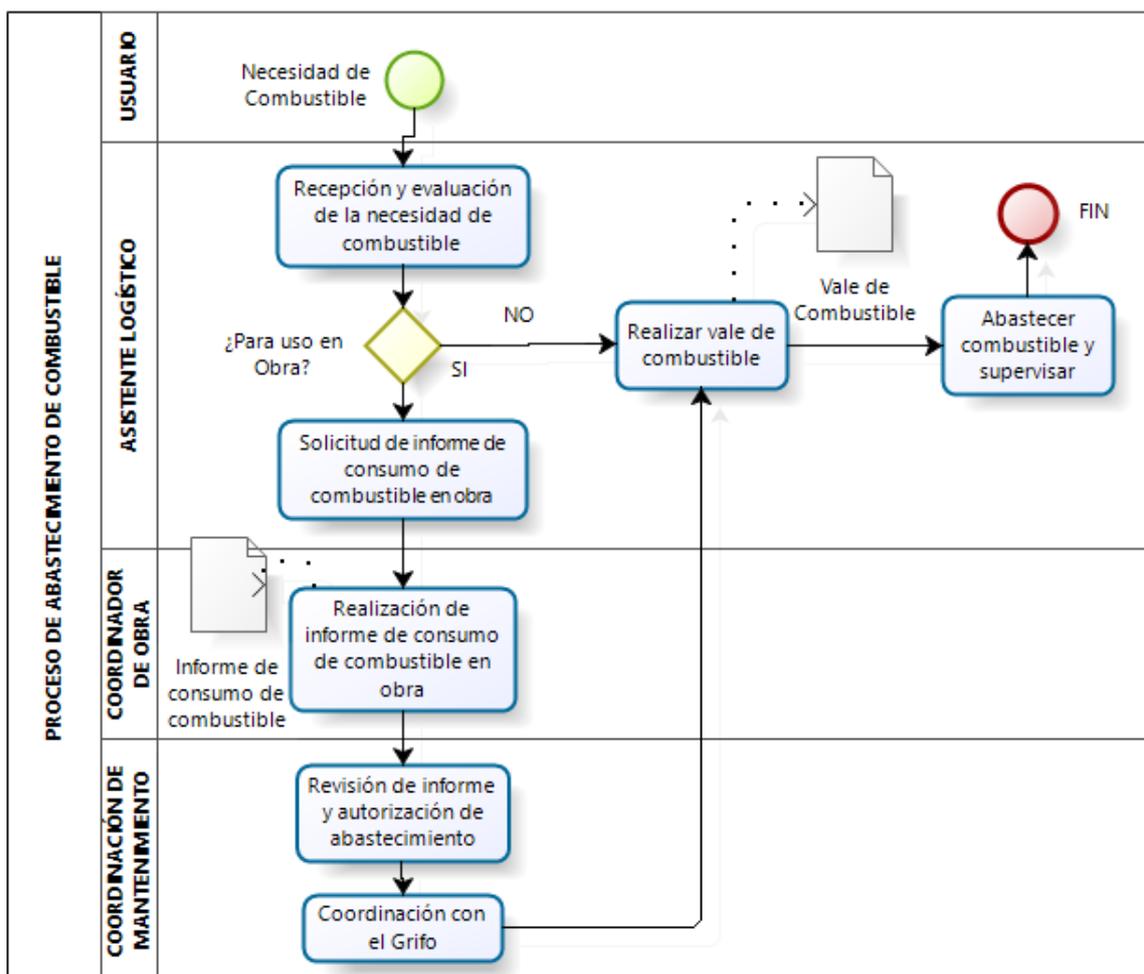
Tabla 3. Descripción del proceso de cobranza de alquiler de maquinarias

PROCESO	DESCRIPCIÓN
Cobranza de Alquiler de Maquinarias	El proceso inicia con la programación de cobranza. Cada fin de mes el área de mantenimiento solicita a los diferentes coordinadores de obra donde se encuentran las maquinarias alquiladas el informe del estado de las maquinarias y el reporte de las horas máquina y consumo de combustible, posteriormente con la información recibida se realiza el informe de cobranza de las horas máquina a la vez se realiza las coordinaciones con los clientes para llegar a un reporte único, terminado de verificar la información y realizado todas las correcciones respectivas se entrega a la gerencia el informe de cobranza para su aprobación, una vez aprobado el informe de las horas máquina se prosigue a coordinar el pago respectivo.

Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Figura 20. Diagrama de flujo de las actividades del proceso de cobranza del alquiler de maquinarias



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

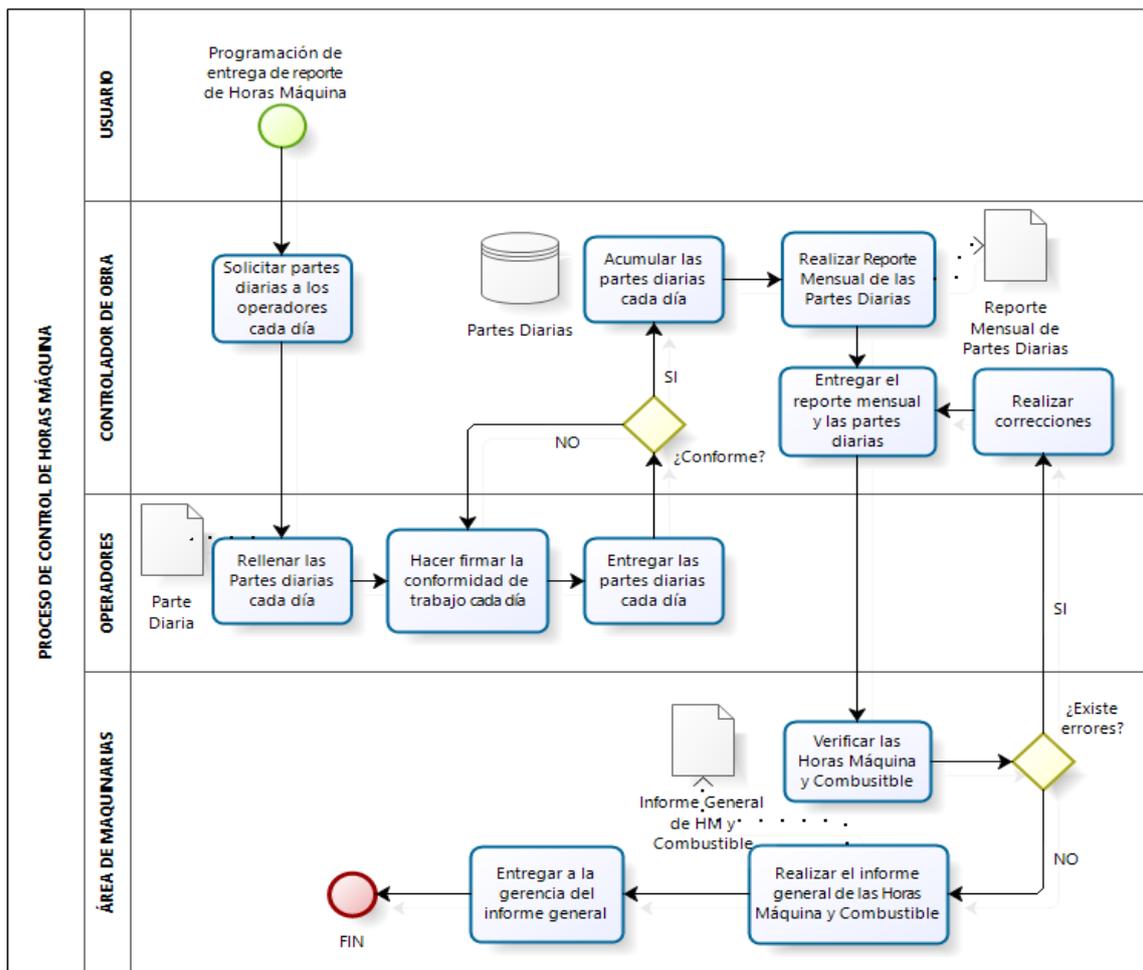
Tabla 4. Descripción del proceso de abastecimiento de combustible

PROCESO	DESCRIPCIÓN
Abastecimiento de Combustible	El proceso inicia con la necesidad de combustible, ya sea para uso en obra o para uso de la maquinaria, en caso sea para uso en obra se solicita al coordinador de obra que envíe su reporte de la entrega de combustible de la última entrega para evaluar el abastecimiento, luego de estar conforme el reporte del coordinador de obra, se prosigue a coordinar con el chofer el traslado del combustible, en caso se requiere combustible para la maquinaria directamente, se verifica el nivel de tanque y el hodómetro para realizar el vale de combustible respectivo, en ambos caso posteriormente el encargado del abastecimiento se dirige al grifo para supervisar el correcto abastecimiento del combustible de acuerdo a las necesidades previstas.

Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Figura 21. Diagrama de flujo de las actividades del proceso de control de horas - máquina



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

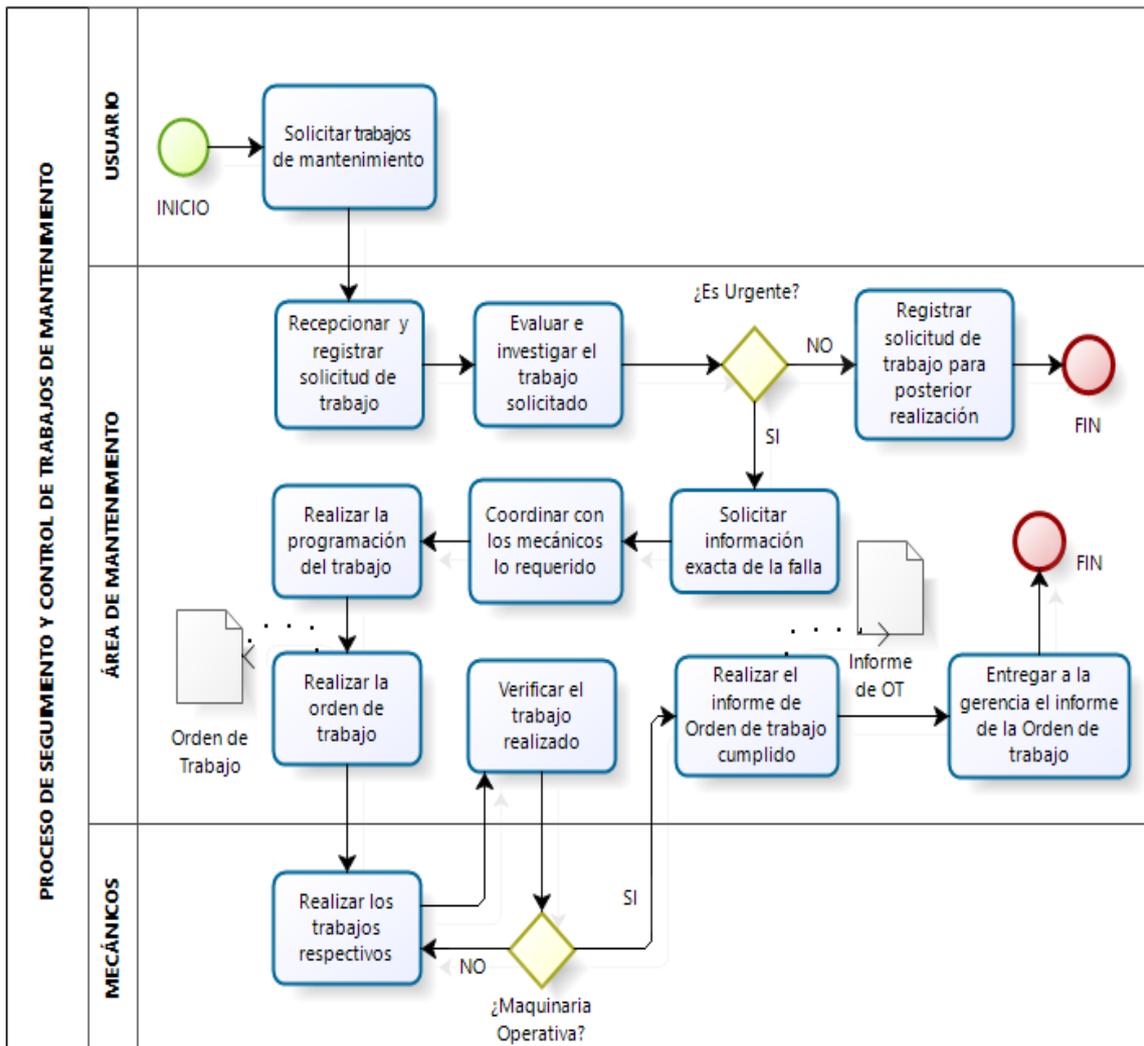
Tabla 5. Descripción del proceso de control de horas - máquina

PROCESO	DESCRIPCIÓN
Control de Horas Máquina	El proceso inicia con la programación de entrega de reporte de horas máquina y combustible de cada mes. El coordinador de obra recoge las partes diarias de cada operador cada día después de haber sido firmado la conformidad de su trabajo con el responsable de obra. Terminado el mes, el coordinador se obra tiene que entregar el reporte mensual con todas las partes diarias para su revisión respectiva, posteriormente si no existe errores se realiza el informe general de las horas máquina y combustible para su entrega a la gerencia.

Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Figura 22. Diagrama de flujo de las actividades del proceso de seguimiento y control de trabajos de mantenimiento



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Tabla 6. Descripción del proceso de seguimiento y control de trabajos de mantenimiento

PROCESO	DESCRIPCIÓN
Seguimiento y Control de Trabajos de Mantenimiento	El proceso inicia con la solicitud de trabajo correctivo o preventivo, después de recepcionar la solicitud, se evalúa y realiza las indagaciones de lo solicitado, después de acuerdo a la urgencia, se registra y archiva hasta su posterior programación o se solicita mayor información de la falla de la maquinaria a los mecánicos para realizar la programación respectiva del trabajo, posteriormente se realiza la orden de trabajo donde se gestiona todo los recursos a necesitar; recibido la orden, los mecánicos realizan los trabajos respectivos previa verificación del área de mantenimiento del correcto uso de los repuestos, terminado el trabajo se realiza el informe de la orden de trabajo para su posterior entrega a la gerencia.

Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

3.1.1.1.2. REQUERIMIENTOS CRÍTICOS DE LOS CLIENTES

Cuadro 3. Requerimientos críticos de los clientes de Mega Inversiones SRL

PROCESOS	REQUERIMIENTOS CRÍTICOS DEL CLIENTE
Requerimiento de Repuestos	Repuestos de maquinarias con las características solicitadas.
Alquiler de Maquinarias	Maquinarias en buenas condiciones para realizar diferentes trabajos,
Cobranza de Alquiler de Maquinarias	Pago del alquiler de las maquinarias.
Abastecimiento de Combustible	Combustible para el funcionamiento oportuno de las maquinarias.
Control de Horas – Máquina	Control detallado de las horas máquina y del abastecimiento de combustible.
Seguimiento y Control de Trabajos de Mantenimiento	Trabajos de mantenimiento

Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

3.1.1.1.3. LAS INSTALACIONES

La Instalación de la empresa Mega Inversiones S.R.L. se encuentra ubicado en la Urb. Miraflores Mz. “B” Lt. “5” Amarilis-Huánuco, en ella se ubica la instalación de la Oficina Central del Área de Mantenimiento de Maquinarias Pesadas, y las instalaciones del Taller de Servicio de Mantenimiento de Maquinarias se ubica en la Urb. Miraflores Mz. “B” Lt. “10” Amarilis-Huánuco. (Ver Anexo N°13)

3.1.1.1.4. SERVICIOS O ENTREGABLES

El área de Mantenimiento de Maquinarias Pesadas, tiene la función de brindar los siguientes servicios:

- Proporcionar oportuna y eficientemente los servicios que requieren las maquinarias en materia de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Ofrecer servicios de asistencia técnica, gestión de mantenimiento por ordenador.

3.1.1.1.5. MATERIALES Y EQUIPOS

Dentro de los Materiales y Equipos principales que existen dentro del área de mantenimiento de Maquinarias Pesadas de la empresa Mega Inversiones SRL tenemos;

- Herramientas mecánicas
- Compresor de aire
- Engrasadora neumática
- Pistola neumática
- Gata hidráulica
- Lavadora eléctrica
- Amoladora.
- Computadoras
- Útiles de oficina

3.1.1.1.6. EQUIPOS HUMANOS

OFICINA CENTRAL:

- Jefe del Área
- Coordinadores de Mantenimiento
- Logístico

TALLER MECANICA:

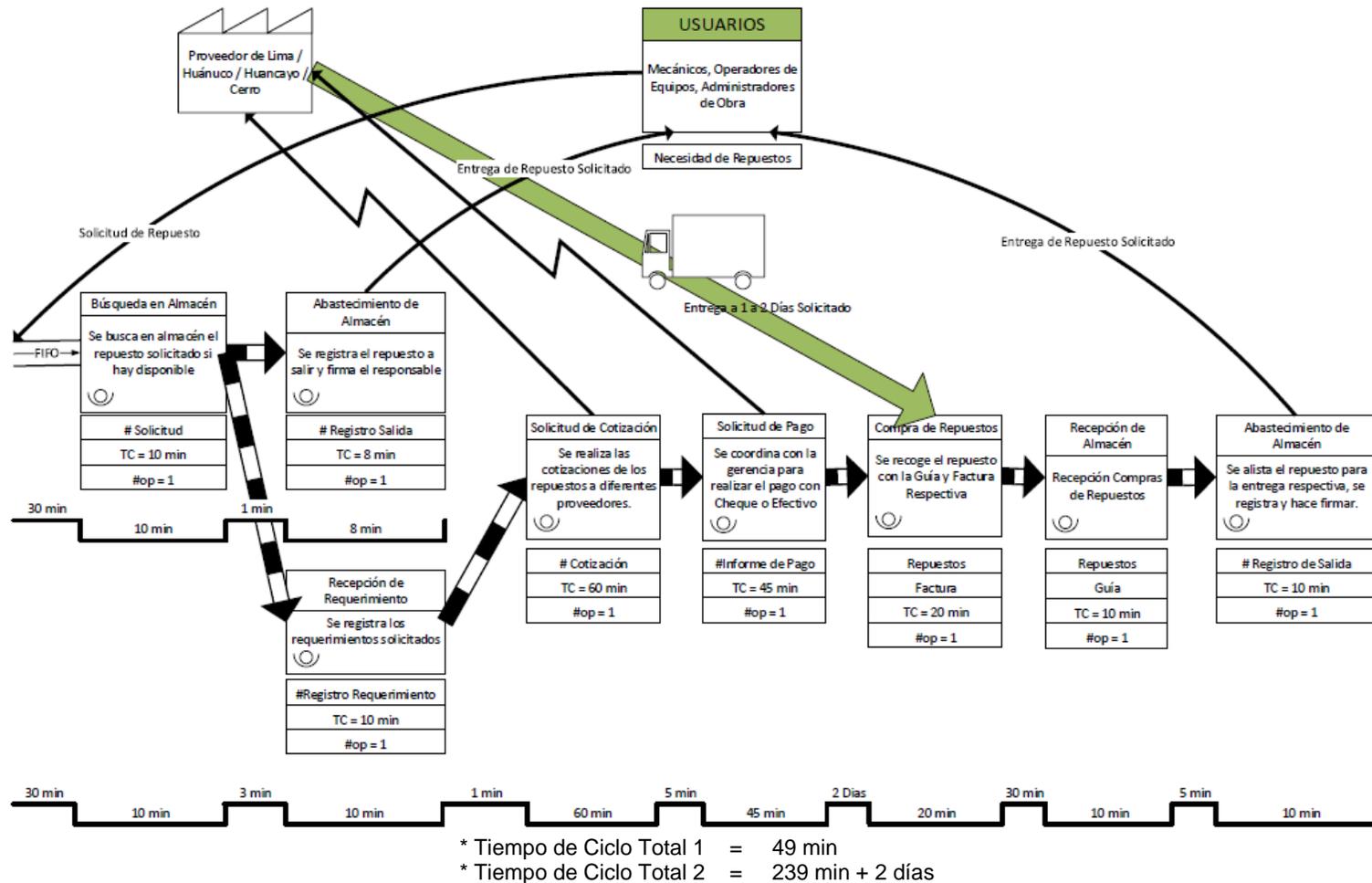
- Mecánicos
- Almacenero

3.1.1.2. VSM ACTUAL

Se realiza el Mapeo de Flujo de valor actual de los procesos involucrados en el área de mantenimiento de Maquinarias en la Empresa Mega Inversiones S.R.L.

3.1.1.2.1. VSM ACTUAL DE LOS PROCESOS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIAS

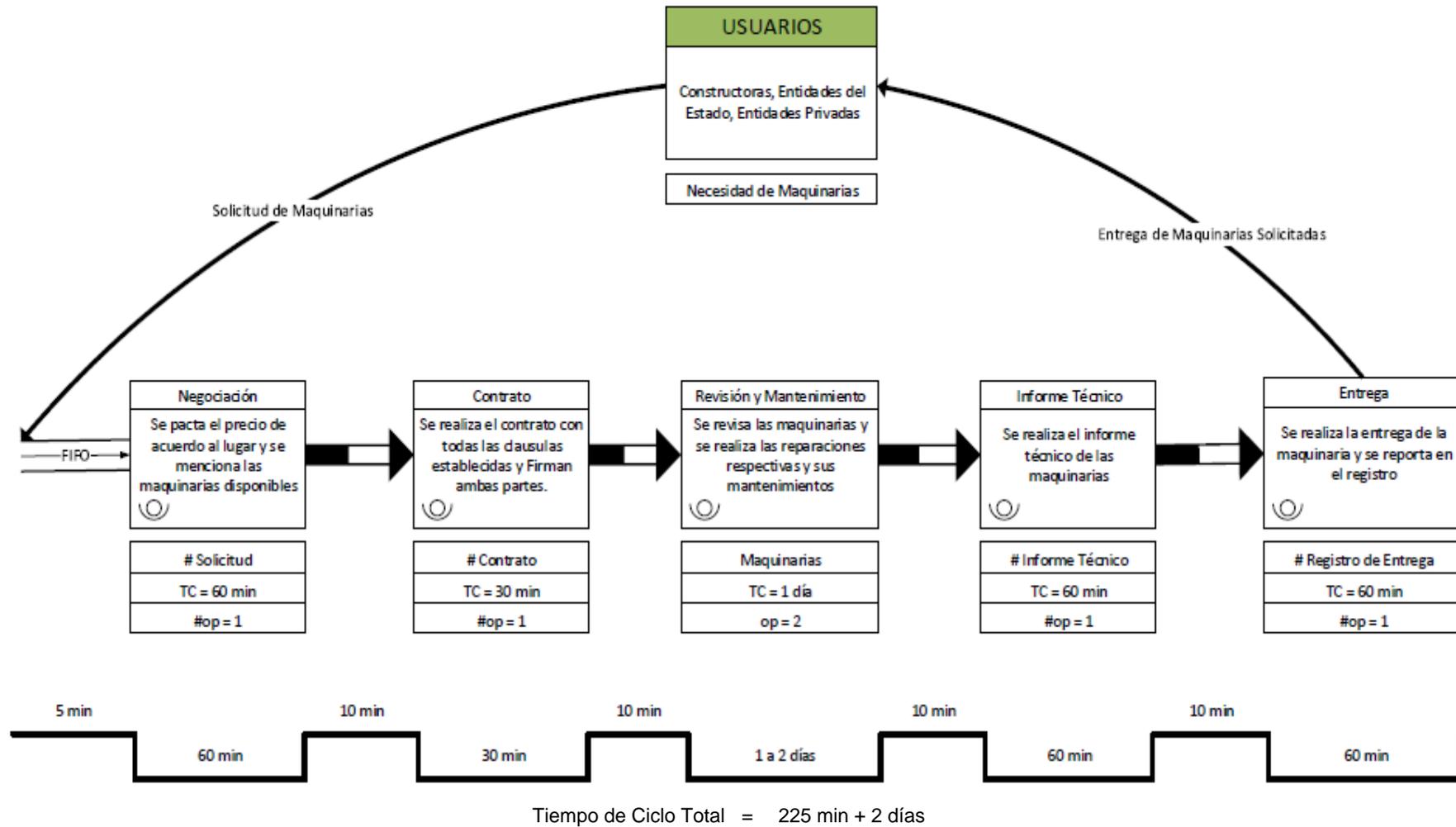
Figura 23. VSM Actual del proceso de Requerimiento de repuestos



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

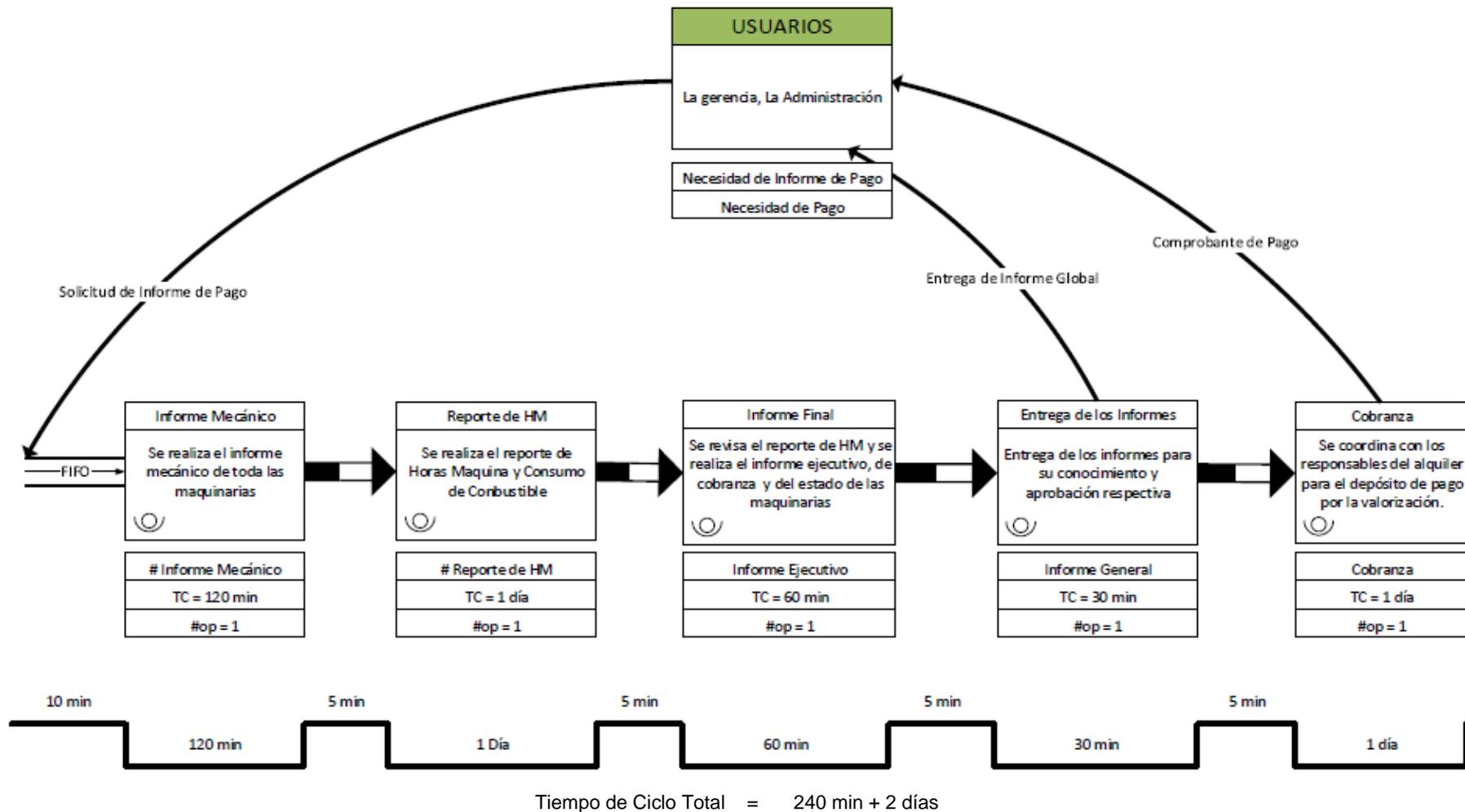
Figura 24. VSM Actual del proceso de Alquiler de maquinarias



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

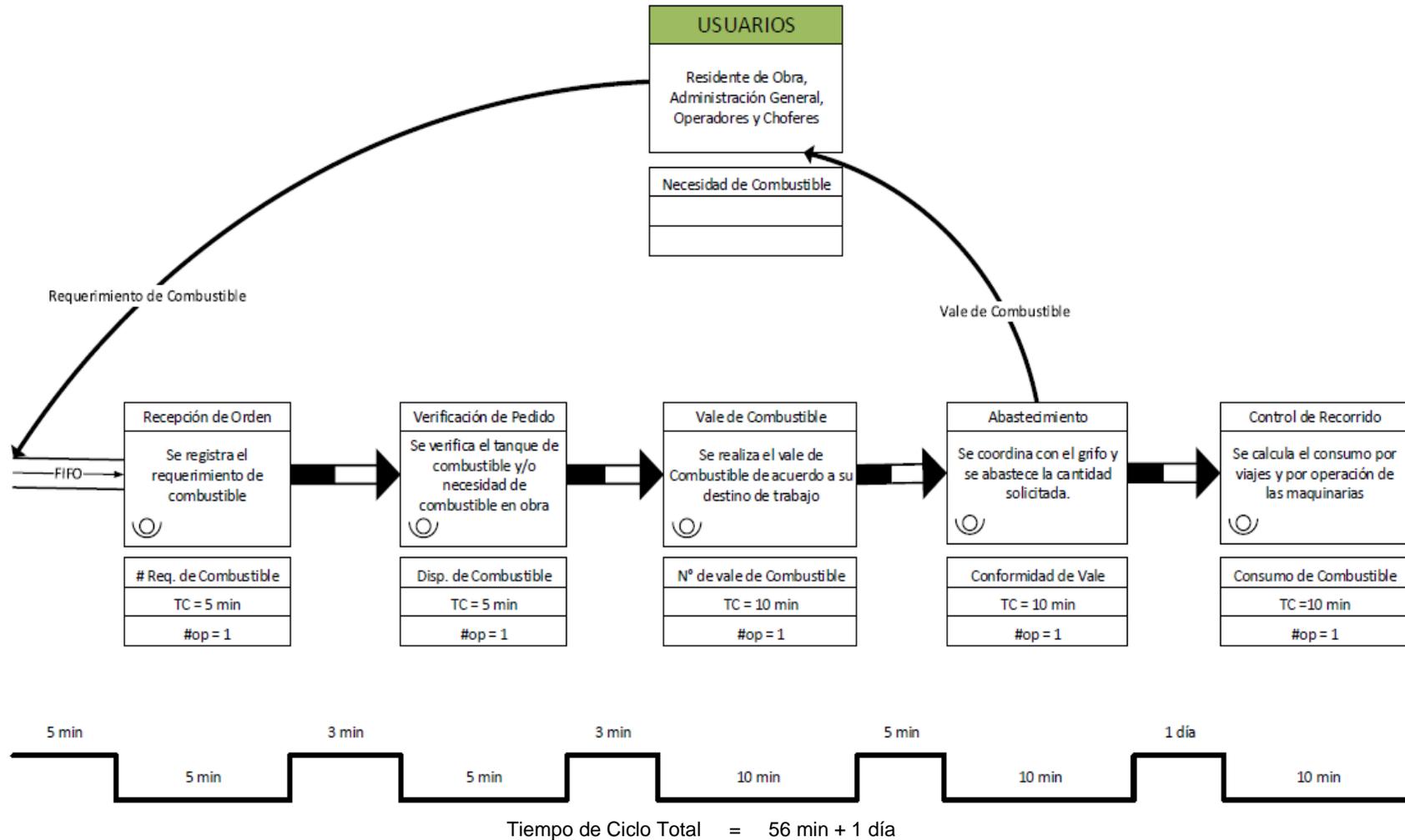
Figura 25. VSM Actual del proceso de Cobranza del alquiler de maquinarias



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

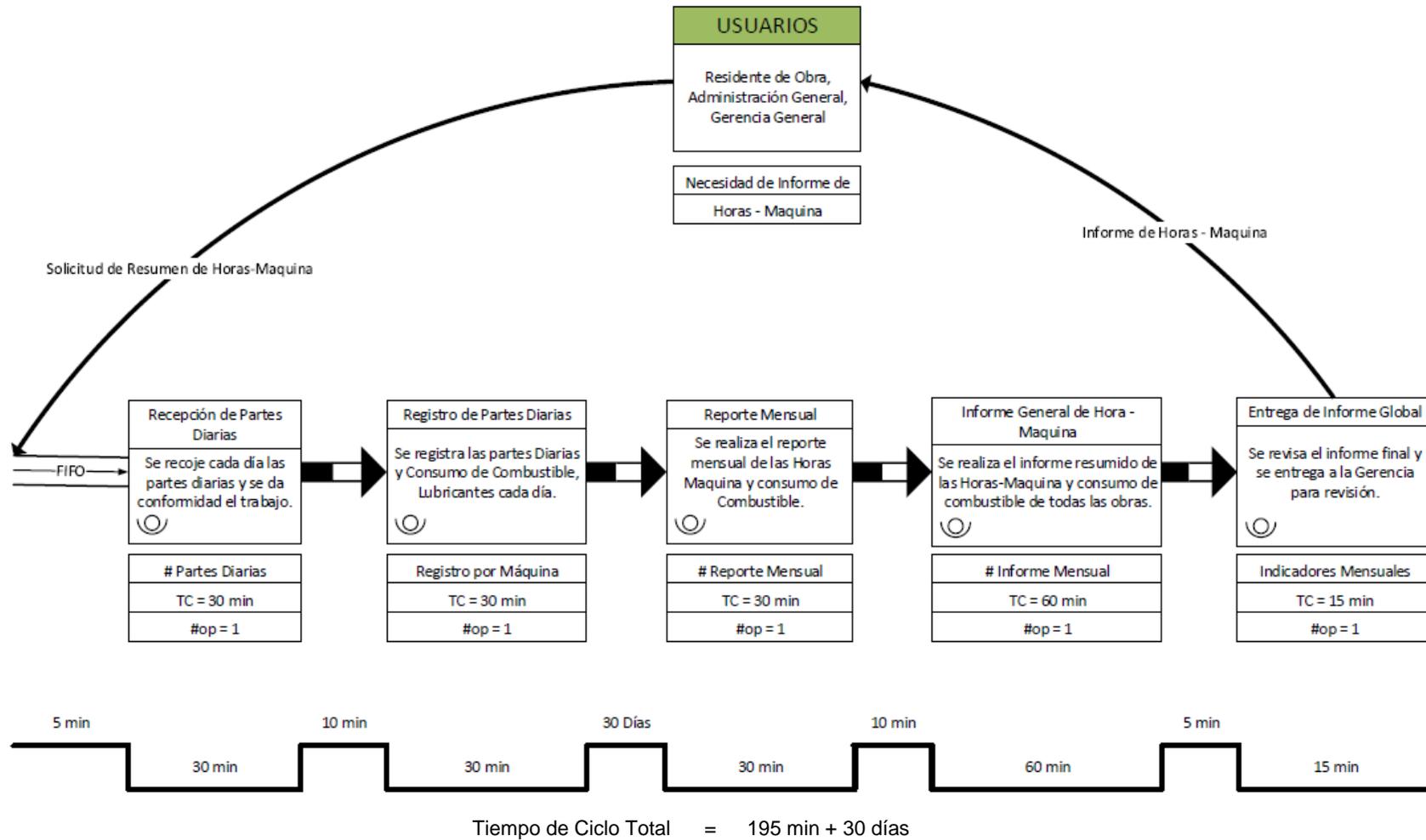
Figura 26. VSM Actual del proceso de Abastecimiento de combustible de maquinarias



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

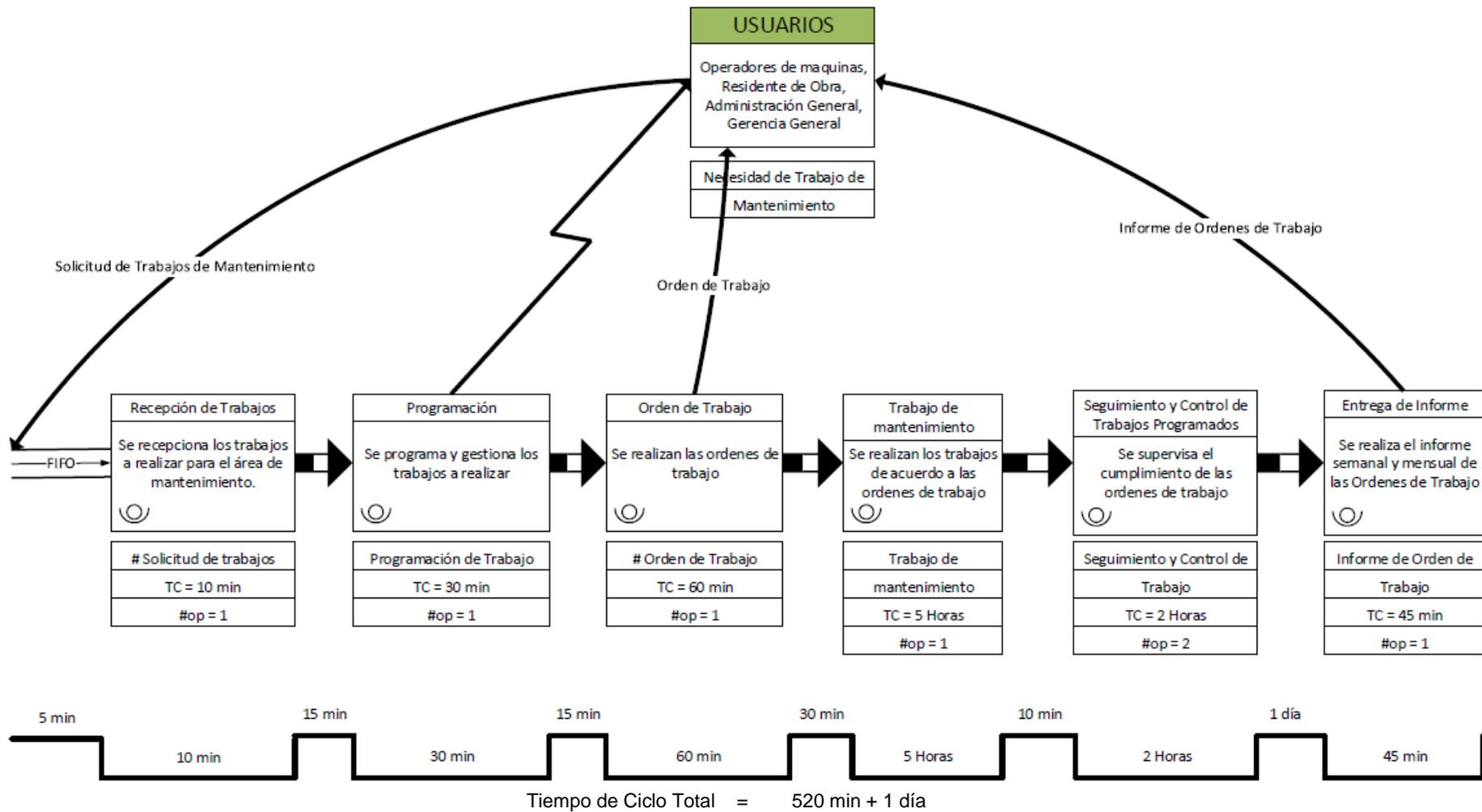
Figura 27. VSM Actual del proceso de Control de horas-máquina



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Figura 28. VSM Actual del proceso de Seguimiento y control de trabajos de mantenimiento



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

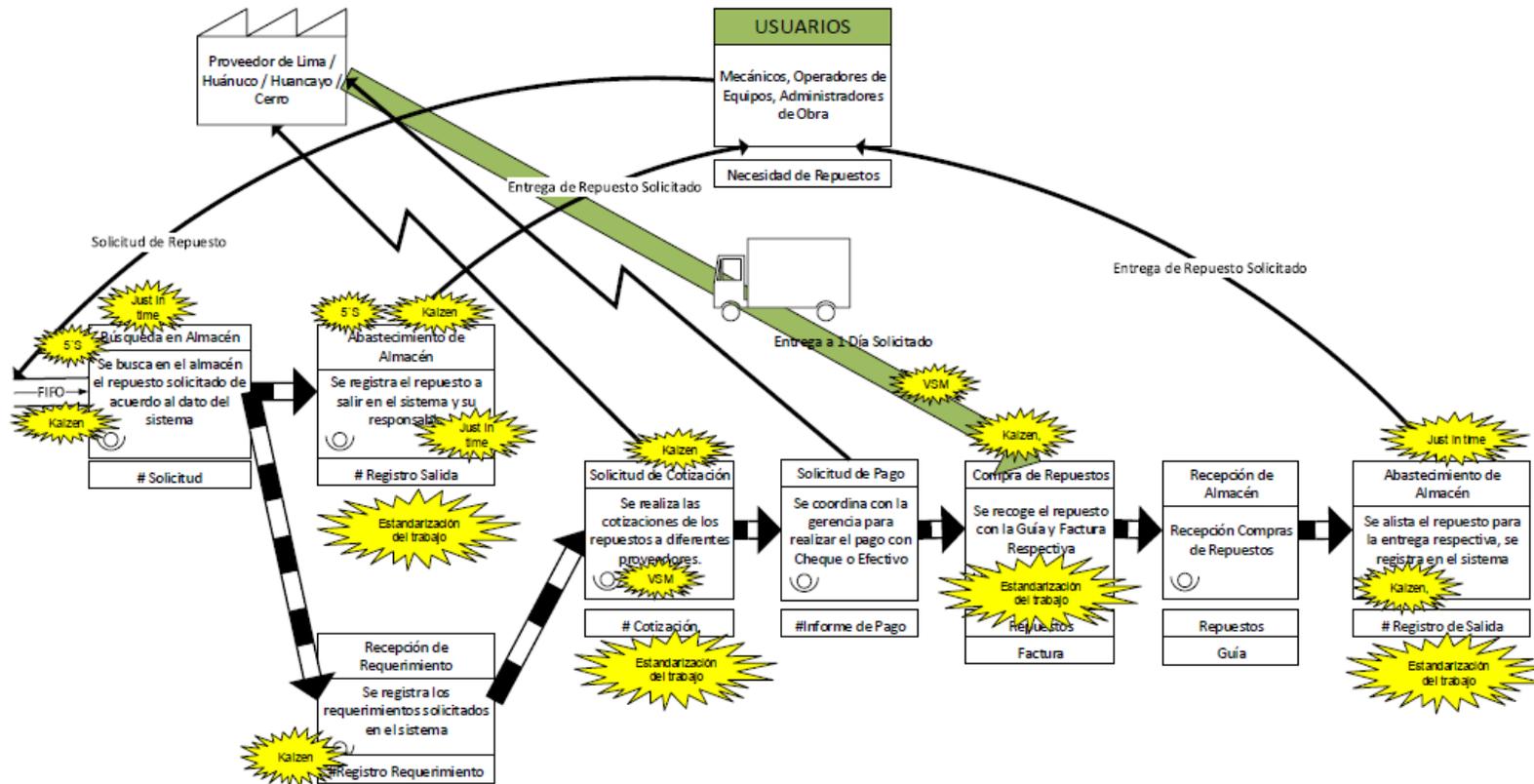
Elaboración: Propia

3.1.1.3. VSM FUTURO

Se realiza el Mapeo de Flujo de valor futuro para los procesos involucrados en el área de mantenimiento de Maquinarias en la Empresa Mega Inversiones S.R.L.

3.1.1.3.1. VSM Futuro de los Procesos del Área de Mantenimiento de Maquinarias

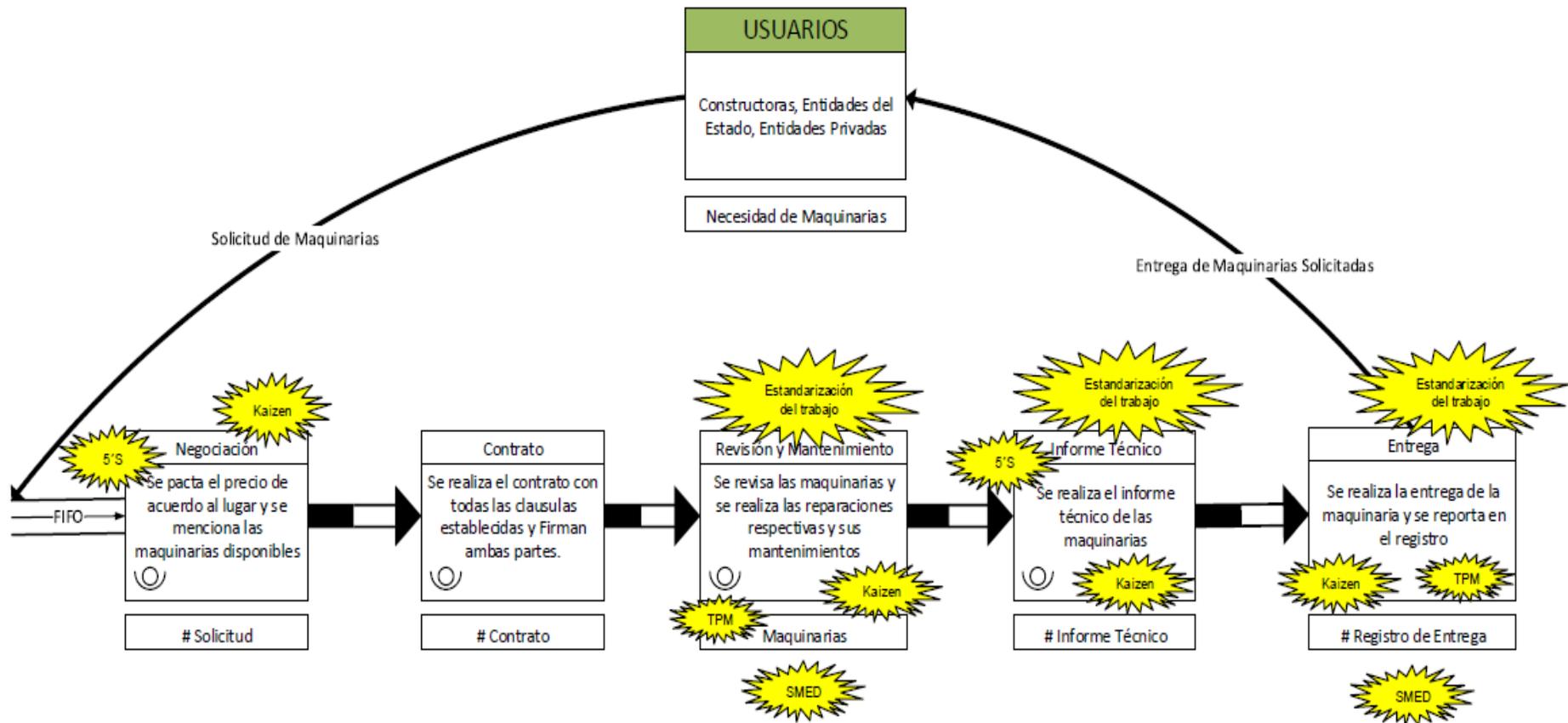
Figura 29. VSM Futuro del proceso de Requerimiento de repuestos



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

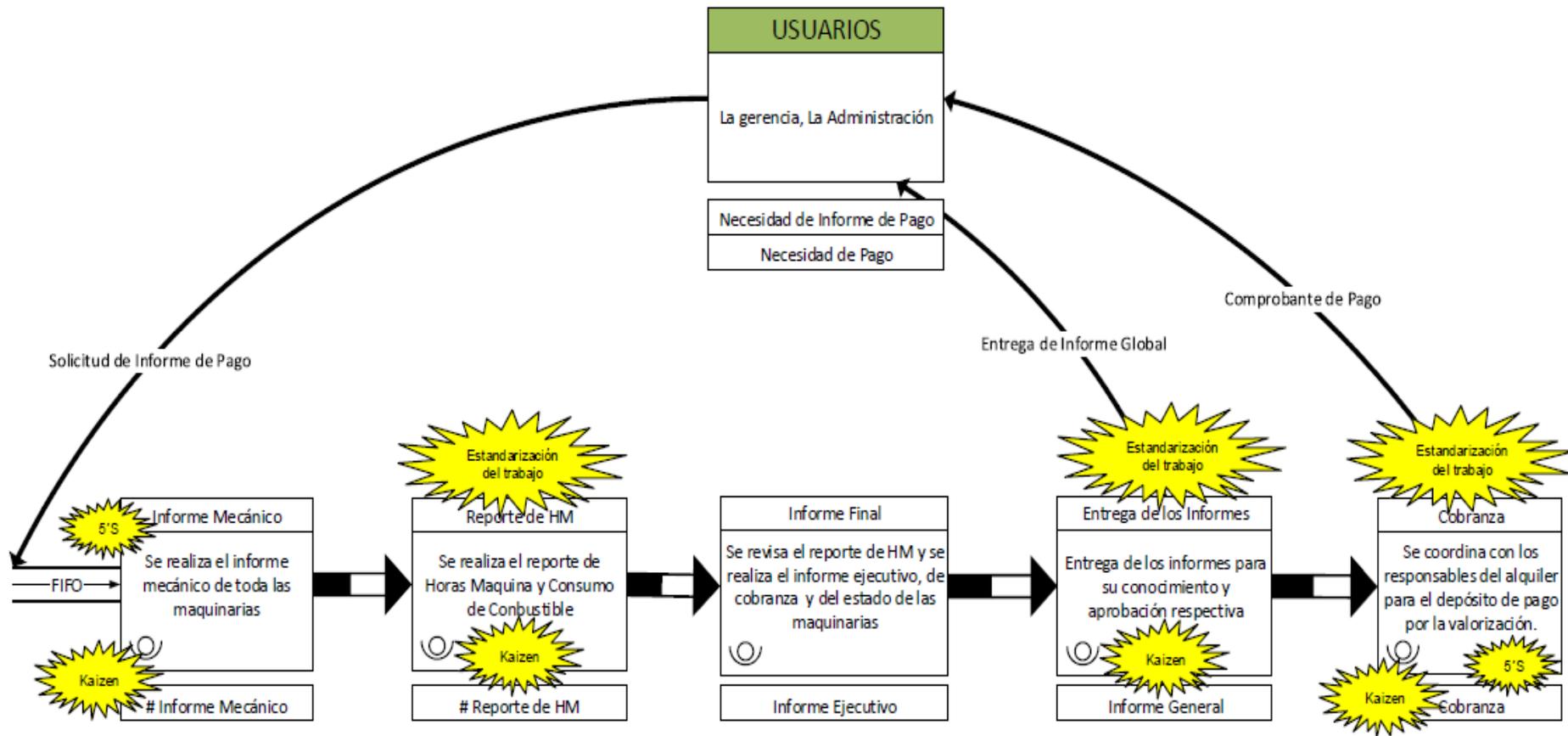
Figura 30. VSM Futuro del proceso de Alquiler de maquinarias



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

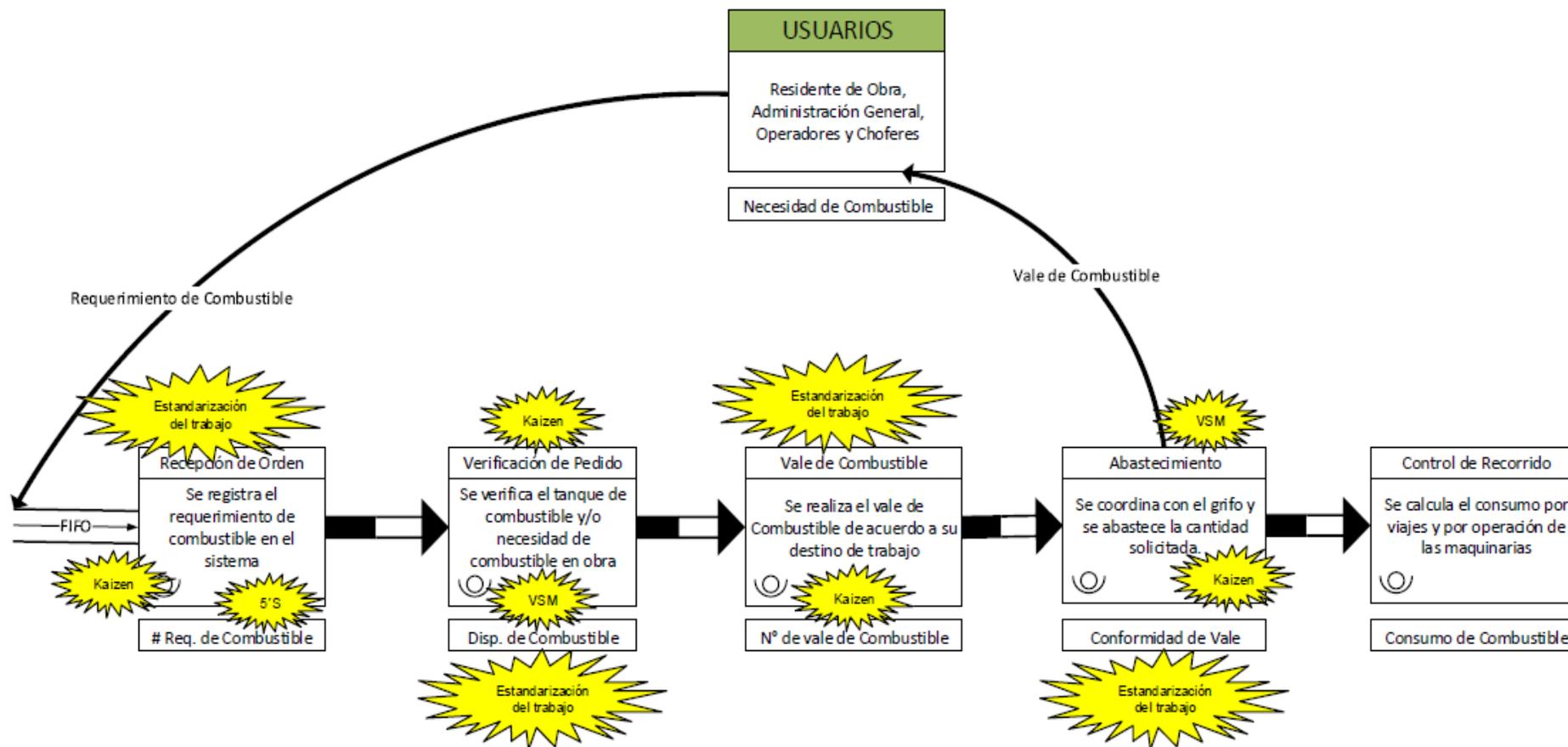
Figura 31. VSM Futuro del proceso de Cobranza del alquiler de maquinarias



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

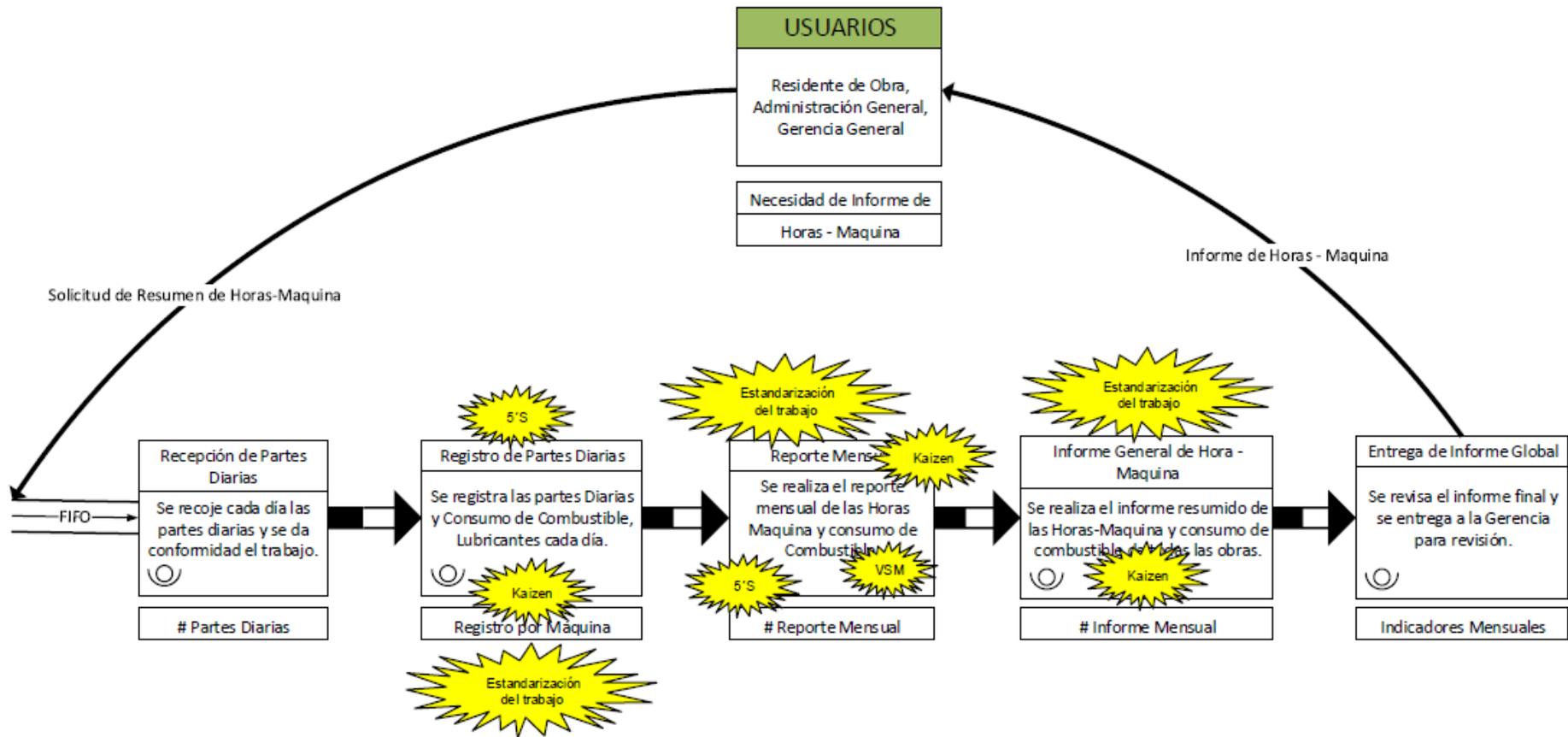
Figura 32. VSM Futuro del proceso de Abastecimiento de combustible para las maquinarias



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

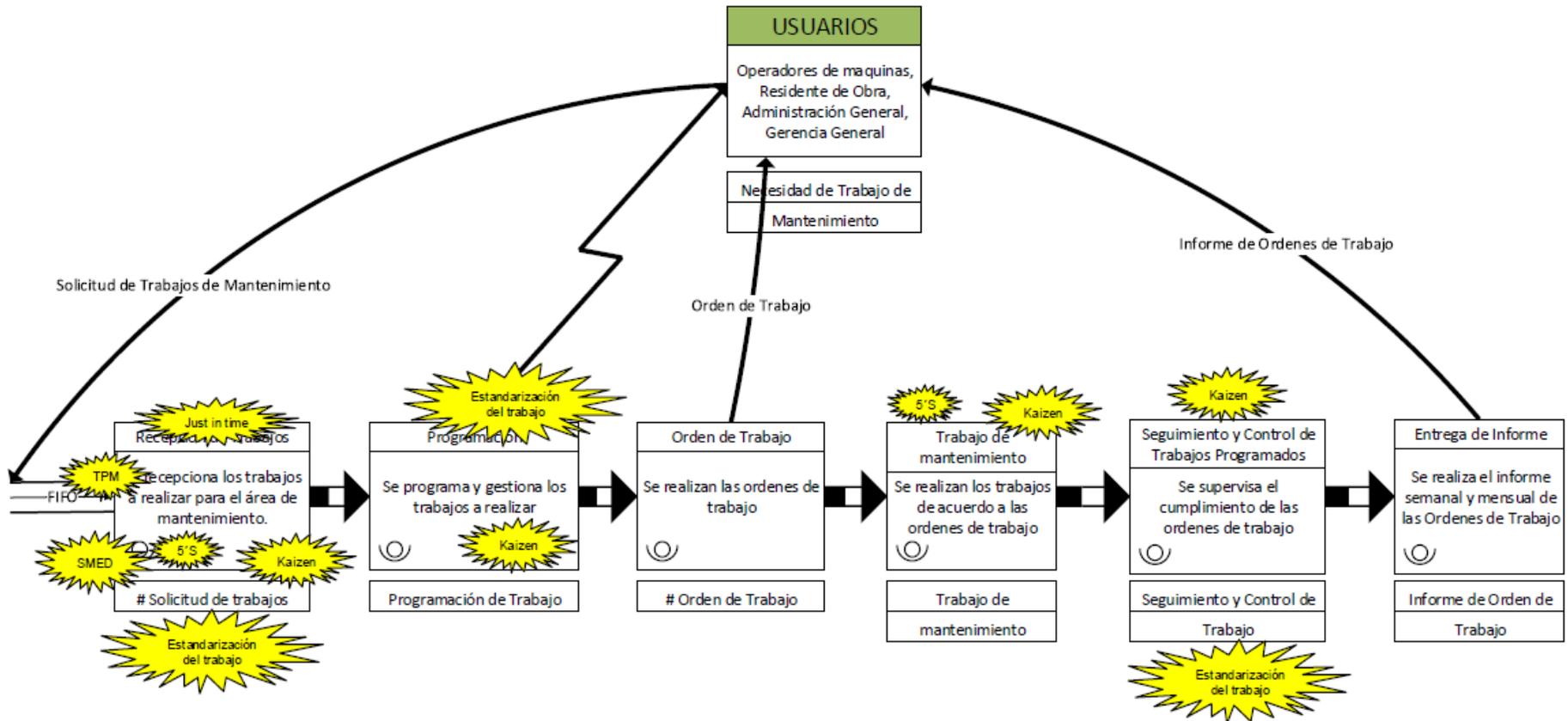
Figura 33. VSM Futuro del proceso de Control de Horas – Máquina de las maquinarias



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Figura 34. VSM Futuro del proceso de Control y seguimiento de trabajos de mantenimiento



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

3.1.2. DISEÑO DE PLAN DE MEJORA

3.1.2.1. EQUIPO LEAN

3.1.2.1.1. ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO LEAN

Para Lean las personas son el componente principal para realizar una adecuada implementación, por ello debe organizarse el equipo Lean, con personal del área de mantenimiento, que cuenten con una capacitación de las herramientas del Lean Manufacturing y estén en la predisposición de aportar a la mejora continua.

En la empresa Mega Inversiones SRL, se forma el equipo Lean integrado por:

- 2 Coordinadores del área de mantenimiento
- 1 Responsable del Almacén
- 1 Responsable de la Logística
- 2 Responsables de los Mecánicos

3.1.2.1.2. PROCEDIMIENTO DE PLANIFICACIÓN DEL EQUIPO LEAN

Los participantes del equipo Lean son el eje para la implementación que formaran a ser parte de líderes que garanticen la difusión y uso de las herramientas y metodologías del Lean. Las actividades que realizan en la planificación de los equipos son:

- 1. Identificación de los equipos:** Se seleccionan de acuerdo al área de aplicación, el equipo tiene que ser multidisciplinario, a fin de reducir los procesos burocráticos.
- 2. Selección de Líder:** Se encuentra un líder con capacidad de resolver los problemas, que lidera nuevas oportunidades, que identifica la participación de Lean en los procesos.
- 3. Capacitación del Equipo:** Se capacita al Equipo Lean y se brinda de herramientas para orientar a la mejora de los procesos.
- 4. Reunión para Análisis:** El líder con el equipo identifica los procesos que existen en el área y todas las oportunidades de mejora.

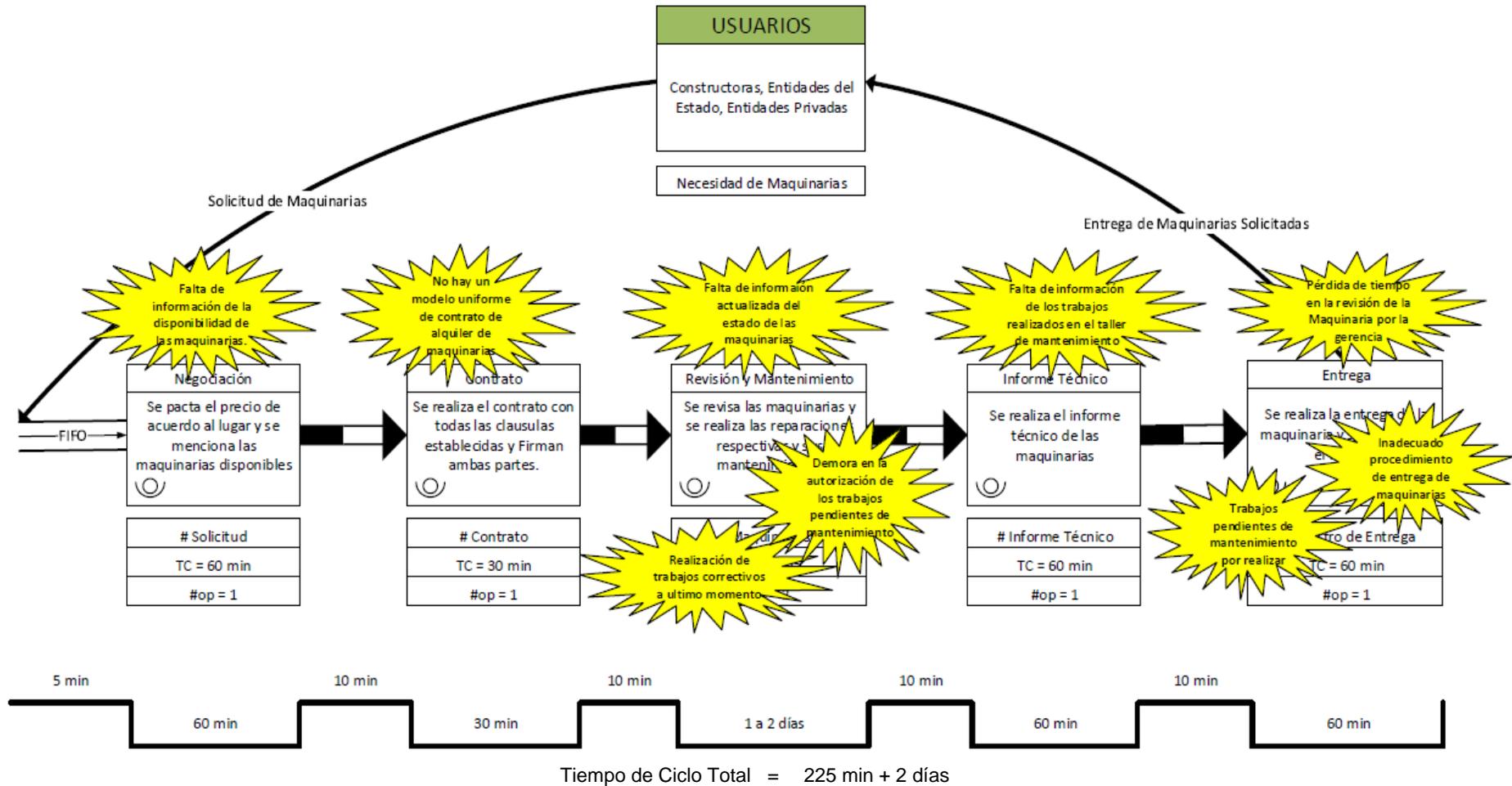
5. **Revisión de procedimiento de trabajo:** El líder del equipo crea rutas de implementación y procedimientos que lleve al éxito del proyecto.
6. **Análisis de situaciones, problemas, requerimientos y soluciones:** El equipo a lo largo del proyecto se encontrara con obstáculos, el cual tiene que responder con capacidad proactiva.
7. **Fomento y soluciones e innovaciones:** Cada integrante del equipo ofrece soluciones que permite al grupo desarrollar adecuadamente el proyecto Lean.
8. **Mejora Continua del Equipo:** Se asocia a la mejora en los procesos de capacitación de herramientas Lean y a las propias de su labor en el área.
9. **Motivación de los integrantes del Equipo:** Se debe cultivar la transparencia en el equipo, el líder debe comunicar los avances a los integrantes del equipo.

3.1.2.2. PLANIFICACIÓN

3.1.2.2.1. OBJETIVOS DEL MODELO DE GESTIÓN DE MAQUINARIAS BAJO ENFOQUE LEAN

- Mejorar la calidad de los servicios que brinda cada proceso del área de mantenimiento.
- Eliminar los desperdicios presentes en todos los procesos del área de mantenimiento.
- Eliminar actividades presentes en los procesos que no agregan valor.
- Reducir el tiempo de ciclo de los procesos del área de mantenimiento.
- Reducir los costos presentes en los diferentes procesos del área de mantenimiento.

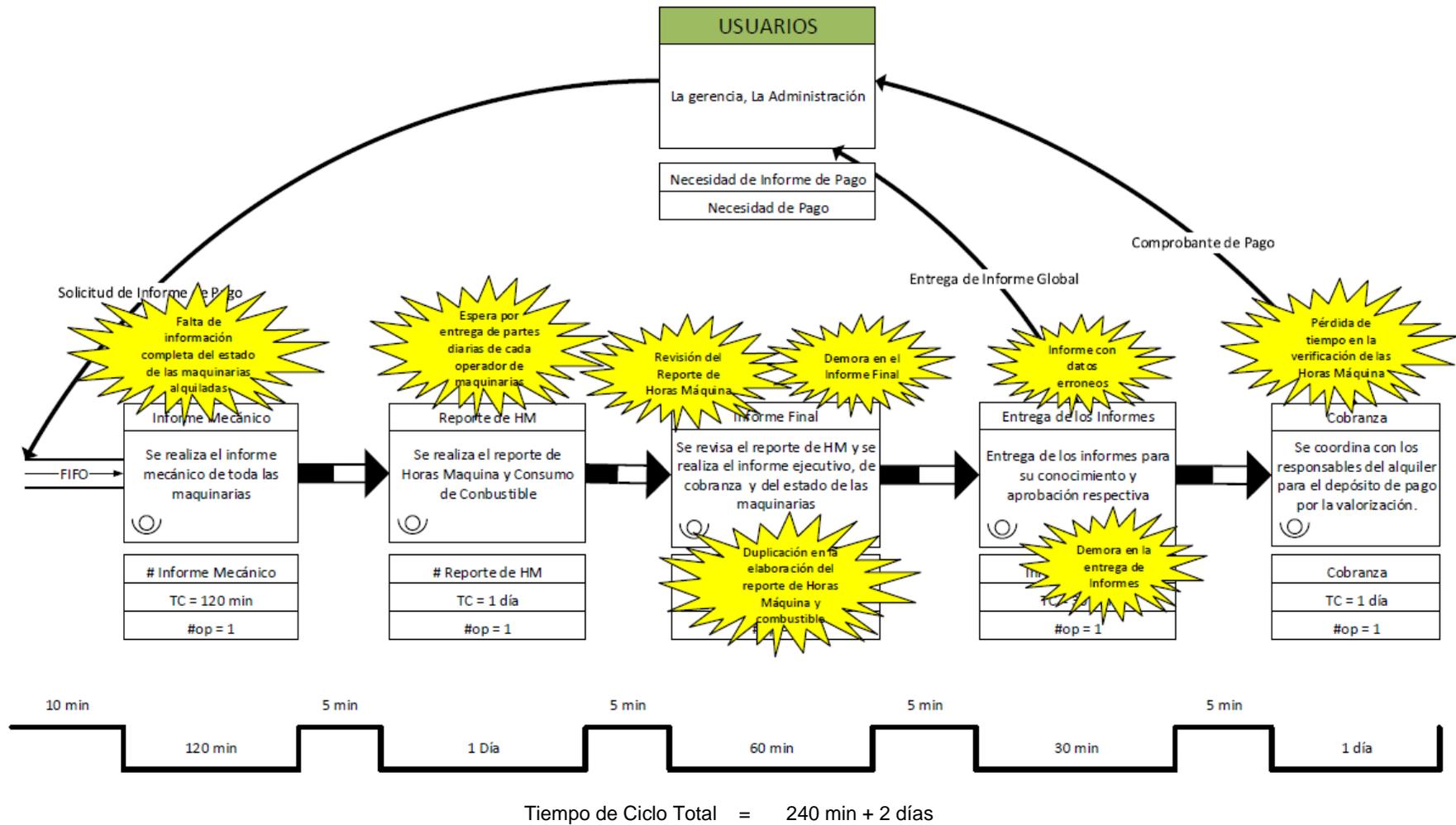
Figura 36. VSM del proceso de Alquiler de maquinarias con áreas de oportunidades identificadas



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

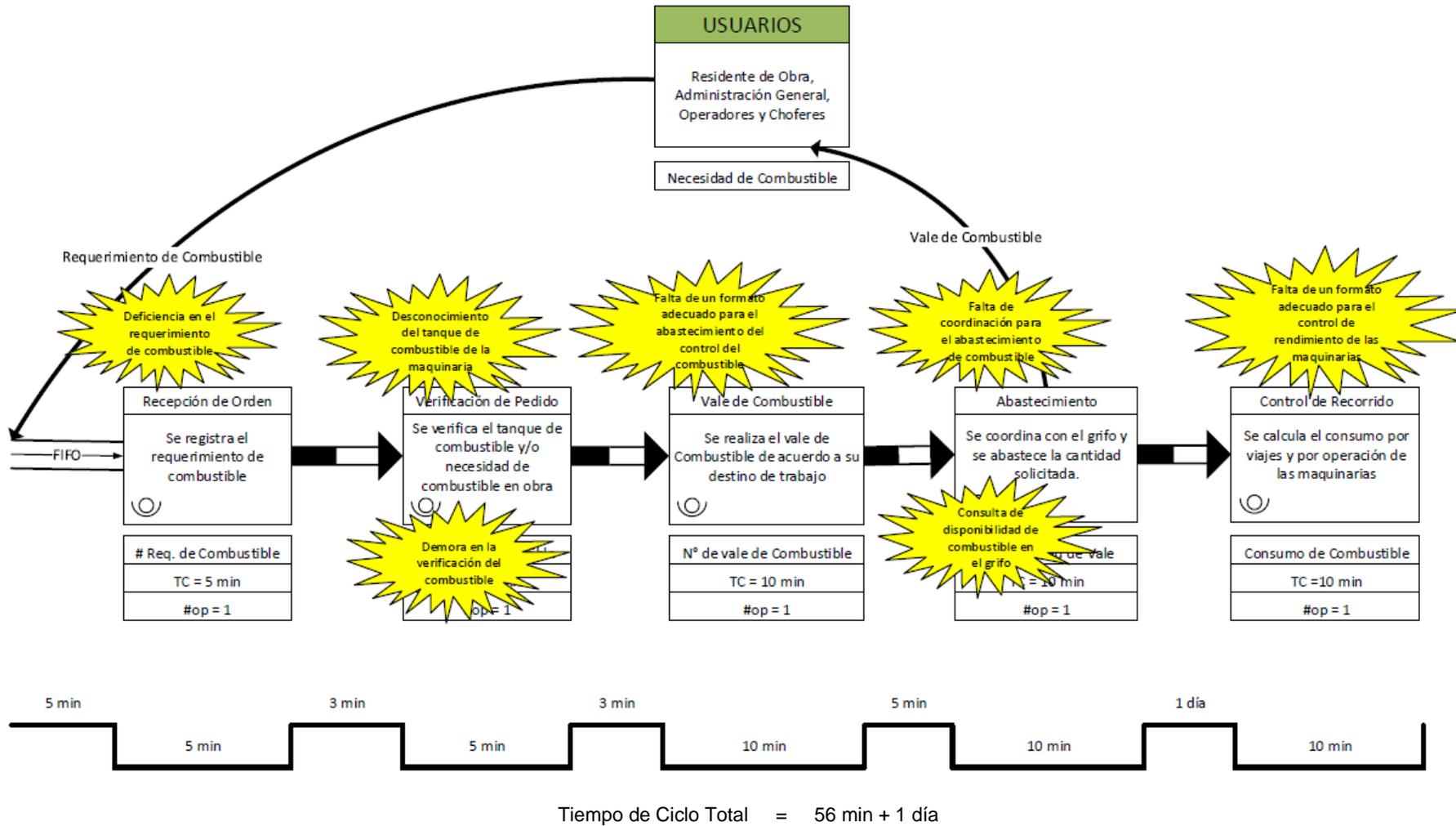
Figura 37. VSM del proceso de Cobranza de alquiler de maquinarias con áreas de oportunidades identificadas



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

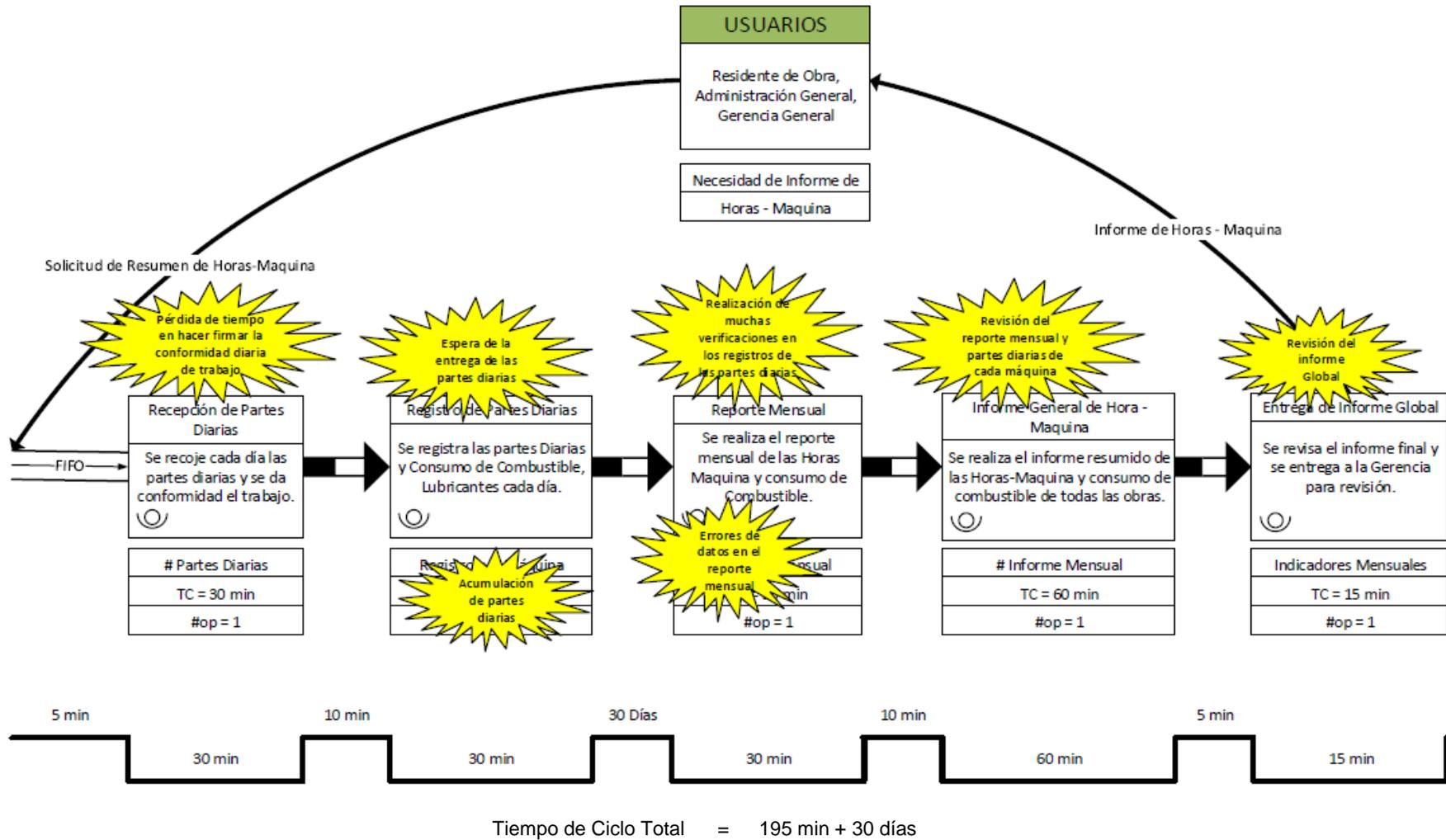
Figura 38. VSM del proceso de Abastecimiento de combustible con áreas de oportunidades identificadas



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

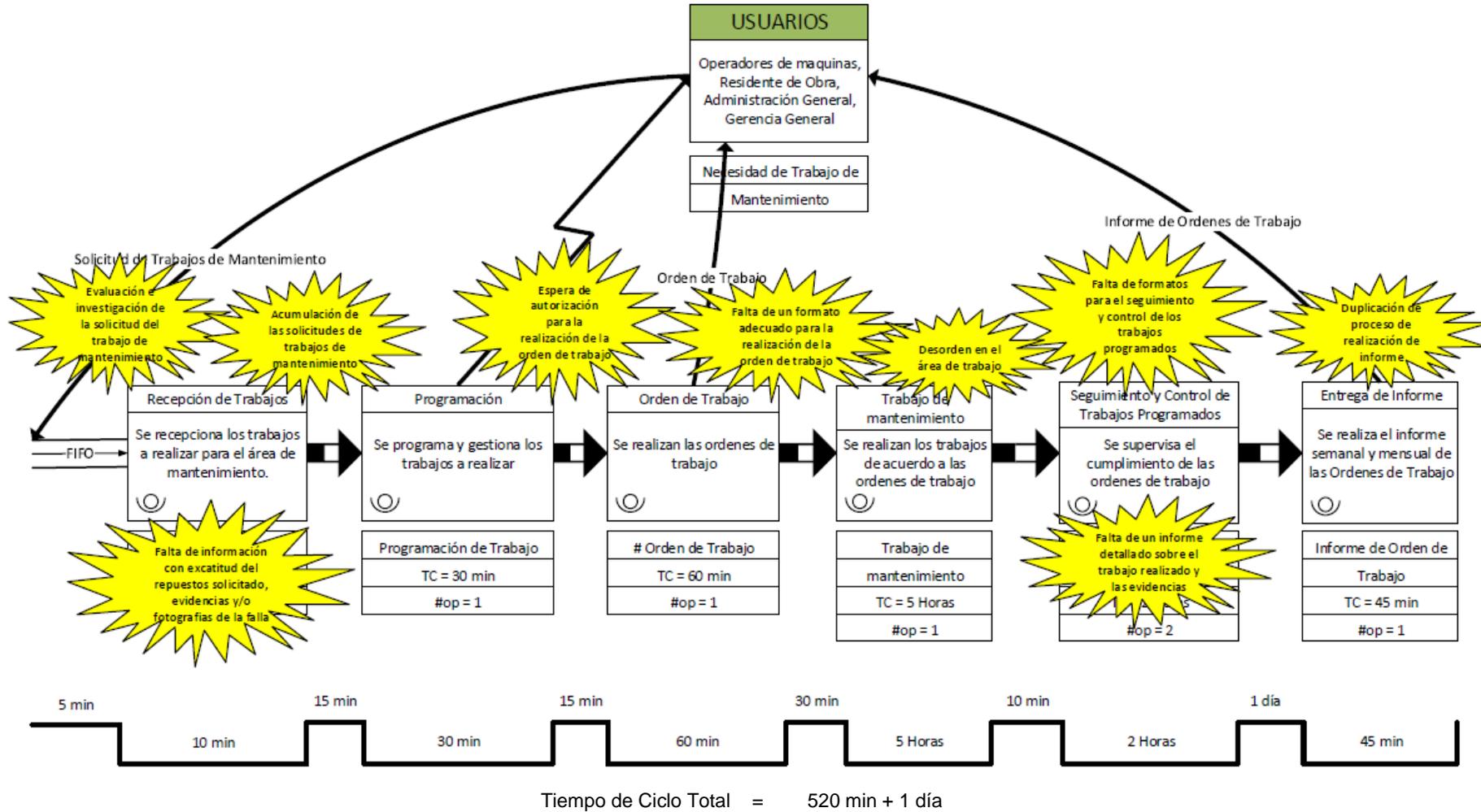
Figura 39. VSM del proceso de Control de horas - máquina con áreas de oportunidades identificadas



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Figura 40. VSM del proceso de Seguimiento y control de trabajos de mantenimiento con áreas de oportunidades identificadas



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Estas áreas de oportunidad fueron listadas y detalladas en las siguientes tablas para mostrar las estaciones de trabajo y así atacarlas asociándolas con los desperdicios o actividades que no agregan valor:

Tabla 7. Lista de áreas de oportunidad identificadas en el proceso de requerimiento de repuestos

N°	Área de Oportunidad	Tipo de Desperdicio	Área o Estación de Trabajo	Consecuencia
1	Pérdida de tiempo en la búsqueda de repuesto solicitado	Esperas Sobre procesamiento Movimiento	Búsqueda en almacén	- Maquinarias paradas a la espera de repuestos - Ineficiencia en la atención de los repuestos - Ineficiencia en el control del almacén
2	Exceso de repuestos sin clasificar	Inventario Sobre procesamiento Movimiento	Búsqueda en almacén	- Ineficiencia en el control del almacén - Sobrecostos del área de mantenimiento - Desaprovechamiento del espacio del almacén
3	Falta de información oportuno sobre el inventario de repuestos	Sobre procesamiento Inventario	Búsqueda en almacén	- Ineficiencia en la atención de los repuestos - Ineficiencia en el control del almacén
4	Demora en la entrega de repuestos solicitado	Esperas Sobre procesamiento	Abastecimiento de almacén	- Maquinarias paradas a la espera de repuestos - Ineficiencia del área del almacén
5	Pérdida de tiempo a la espera de autorización para la entrega de repuestos	Esperas Sobre procesamiento	Abastecimiento de almacén	- Ineficiencia en la entrega de repuestos - Reprocesos en la confirmación de autorización
6	Duplicación del registro de requerimiento	Esperas Sobre procesamiento	Recepción de requerimiento	- Ineficiencia en la logística de repuestos - Reproceso en el registro de requerimientos
7	Altas solicitudes de requerimientos de repuestos	Esperas Inventario	Recepción de requerimiento	- Ineficiencia en la atención de los repuestos - Maquinarias paradas a la espera de repuestos
8	Demora en la recepción de cotizaciones de los repuestos	Esperas Movimiento	Solicitud de cotización	- Ineficiente procedimiento de cotizaciones - Maquinarias paradas a la espera de repuestos
9	Consulta a los mecánicos de los repuestos solicitados	Sobre procesamiento Movimiento	Solicitud de cotización	- Deficiente coordinación entre las áreas - Reproceso de consulta de repuesto solicitado.
10	Demora en la autorización de pago	Esperas Sobre procesamiento	Solicitud de pago	- Ineficiencia en la compra de repuestos - Maquinarias paradas a la espera de repuestos
11	Pérdida de tiempo a la espera de pagos	Esperas Inventario	Solicitud de pago	- Ineficiencia en la compra de repuestos - Maquinarias paradas a la espera de repuestos
12	Demora en la verificación de pago y en el envío de los repuestos	Esperas Sobre procesamiento	Compra de repuestos	- Ineficiencia en la recepción de los repuestos - Maquinarias paradas a la espera de los repuestos
13	Rechazo de repuestos	Defectos Sobre procesamiento	Compra de repuestos	- Reprocesos de cotizaciones y ordenes de pedido - Maquinarias paradas a la espera de los repuestos

14	Desplazamiento a las agencias a recoger los repuestos solicitados	Movimiento Sobre procesamiento Esperas	Compra de repuestos	- Ineficiencia en la compra de repuestos - Pérdida de tiempo del capital humano - Maquinarias paradas a la espera de los repuestos
15	Demora en la recepción y entrega de los repuestos solicitados	Sobre procesamiento Esperas	Abastecimiento de repuestos	- Ineficiencia en la entrega de los repuestos - Pérdida de tiempo del capital humano
16	Pérdida de tiempo a la espera de autorización para la entrega de repuestos	Sobre procesamiento Esperas	Abastecimiento de almacén	- Ineficiencia en la entrega de repuestos - Reprocesos en la confirmación de autorización

Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Tabla 8. Lista de áreas de oportunidad identificadas en el proceso de Alquiler de maquinarias

N°	Área de Oportunidad	Tipo de Desperdicio	Área o Estación de Trabajo	Consecuencia
1	Falta de información de la disponibilidad de las maquinarias.	Esperas Sobre procesamiento	Negociación	- Demora en las negociaciones - Pérdida de contrato de alquiler de maquinarias
2	No hay un modelo uniforme de contrato de alquiler de maquinarias	Esperas Sobre procesamiento	Contrato	- Contratos elaborados simples - Ineficiencia en el área de contratos
3	Falta de información actualizada del estado de las maquinarias	Defectos Movimiento	Revisión y Mantenimiento	- Maquinarias con presencias de fallas ocultas - Maquinarias paradas a la espera de los repuestos
4	Realización de trabajos correctivos a último momento	Esperas Sobre procesamiento	Revisión y Mantenimiento	- Retrasos en la disponibilidad de las maquinarias - Ineficiencia del área de revisión y mantenimiento
5	Demora en la autorización de los trabajos pendientes de mantenimiento	Esperas Sobre procesamiento	Revisión y Mantenimiento	- Maquinarias inoperativas o con presencia de fallas - Ineficiencia del área de revisión y mantenimiento
6	Falta de información de los trabajos realizados en el taller de mantenimiento	Esperas Sobre procesamiento	Informe Técnico	- Demora en la realización del informe técnico - Inexistencia del historial de las maquinarias
7	Pérdida de tiempo en la revisión de la Maquinaria por la gerencia	Movimiento Sobre procesamiento	Entrega	- Demora en la entrega de la maquinaria alquilada - Pérdida de tiempo del capital humano
8	Trabajos pendientes de mantenimiento por realizar	Defectos Esperas	Entrega	- Presencia de defectos en las maquinarias - Ineficiencia del área de revisión y mantenimiento
9	Inadecuado procedimiento de entrega de maquinarias	Sobre procesamiento Esperas	Entrega	- Demora en la Entrega de las Maquinarias - Poca responsabilidad del cuidado de la maquinaria

Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Tabla 9. Lista de áreas de oportunidad identificadas en el proceso de Cobranza de alquiler

N°	Área de Oportunidad	Tipo de Desperdicio	Área o Estación de Trabajo	Consecuencia
1	Falta de información completa del estado de las maquinarias alquiladas	Esperas Sobre procesamiento	Informe Mecánico	- Desconocimiento del estado actual de las maquinarias - Demora el informe mecánico
2	Espera por entrega de partes diarias de cada operador de maquinarias	Esperas Sobre procesamiento	Reporte de HM	- Ineficiencia en el control de Horas Máquina - Demora del reporte de HM y combustible
3	Revisión del Reporte de Horas Máquina	Esperas Sobre procesamiento	Informe Final	- Reiterados errores encontrados. - Ineficiencia en el informe final
4	Duplicación en la elaboración del reporte de Horas Máquina y combustible	Esperas Sobre procesamiento	Informe Final	- Reiterados errores encontrados. - Ineficiencia en el Informe final
5	Demora en el Informe Final	Esperas Sobre procesamiento	Informe Final	- Reprocesos de reporte de HM. - Ineficiencia en la elaboración del informe final
6	Informes con datos erróneos	Defectos Sobre procesamiento	Entrega de los Informes	- Ineficiencia en los informes - Información no fiable de las Horas Máquina
7	Demora en la entrega de informes	Esperas Transporte	Entrega de los Informes	- Ineficiencia en la entrega de los informes finales - Ineficiencia en el control de las maquinarias
8	Pérdida de tiempo en la verificación de las Horas Máquina	Esperas Sobre procesamiento	Cobranza	- Ineficiencia en el área de cobranza - Duplicación de trabajo en la verificación de las horas

Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Tabla 10. Lista de áreas de oportunidad identificadas en el proceso de Abastecimiento de combustible

N°	Área de Oportunidad	Tipo de Desperdicio	Área o Estación de Trabajo	Consecuencia
1	Deficiencia en el requerimiento de combustible	Esperas Sobre procesamiento	Recepción de Orden	- Demora en el abastecimiento de combustible - Maquinarias con nivel bajo de combustible
2	Desconocimiento del tanque de combustible de la maquinaria	Esperas Sobre procesamiento	Verificación del Pedido	- Demora en el abastecimiento de combustible - Reproceso de verificación del tanque de combustible
3	Demora en la verificación del combustible	Esperas Sobre procesamiento	Verificación del Pedido	- Ineficiencia en el abastecimiento de combustible - Reproceso de verificación del tanque de combustible
4	Falta de un formato adecuado para el abastecimiento del control del combustible	Esperas Sobre procesamiento	Vale de Combustible	- Demora en la realización del vale de combustible - Ineficiencia en el abastecimiento de combustible

5	Falta de coordinación para el abastecimiento de combustible	Transporte Esperas	Abastecimiento	- Ineficiencia en la administración. - Desplazamiento a grifos lejanos a abastecer combustible
6	Consulta de disponibilidad de combustible en el grifo	Sobre Procesamiento Esperas	Abastecimiento	- Pérdida de tiempo en el abastecimiento de combustible - Procedimiento deficiente de abastecimiento de combustible
7	Falta de un formato adecuado para el control de rendimiento de las maquinarias	Sobre Procesamiento Defectos	Control de Recorrido	- Ineficiencia en el control de rendimiento de combustible - Inadecuado control de combustible

Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Tabla 11. Lista de áreas de oportunidad identificadas en el proceso de Control de horas - máquina

N°	Área de Oportunidad	Tipo de Desperdicio	Área o Estación de Trabajo	Consecuencia
1	Pérdida de tiempo en hacer firmar la conformidad diaria de trabajo	Esperas Movimiento	Recepción de Partes Diarias	- Demora en la entrega de partes diarias - Ineficiencia en la recepción de las partes diarias
2	Espera de la entrega de las partes diarias	Esperas Sobre Procesamiento	Registro de Partes Diarias	- Demora en la entrega del reporte mensual - Ineficiencia en el registro de las partes diarias
3	Acumulación de partes diarias	Esperas Inventario	Registro de Partes Diarias	- Demora en la entrega del reporte mensual - Ineficiencia en la elaboración del registro de partes diarias
4	Realización de muchas verificaciones en los registros de las partes diarias	Esperas Sobre Procesamiento	Reporte Mensual	- Ineficiencia en la elaboración del reporte mensual - Reprocesos de verificación
5	Errores de datos en el reporte mensual	Esperas Sobre Procesamiento Defectos	Reporte Mensual	- Demora en la elaboración del reporte mensual - Reproceso de corrección del reporte mensual - Ineficiencia en la elaboración del reporte mensual
6	Revisión del reporte mensual y partes diarias de cada máquina	Esperas Sobre Procesamiento	Informe General de HM	- Demora en la entrega del Informe General de HM - Ineficiencia en la elaboración del Informe General de HM
7	Revisión del informe Global	Sobre Procesamiento	Entrega de Informe Global	- Ineficiencia en el proceso de Control de Horas Máquina

Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Tabla 12. Lista de áreas de oportunidad identificadas en el proceso de seguimiento y control de trabajos de mantenimiento

N°	Área de Oportunidad	Tipo de Desperdicio	Área o Estación de Trabajo	Consecuencia
1	Evaluación e investigación de la solicitud del trabajo de mantenimiento	Esperas Movimiento Sobre Procesamiento	Recepción de Trabajos	- Demora de Orden de Trabajo - Ineficiencia en la Recepción de Trabajos - Reproceso de verificación de la solicitud de trabajo
2	Acumulación de las solicitudes de trabajos de mantenimiento	Esperas Inventario	Recepción de Trabajos	- Inoperatividad de las maquinarias - Ineficiencia en el proceso de requerimiento de repuestos
3	Falta de información con exactitud del repuestos solicitado, evidencias y/o fotografías de la falla	Esperas Movimiento Sobre Procesamiento	Recepción de Trabajos	- Demora de Orden de Trabajo - Ineficiencia en la Recepción de Trabajos - Reproceso de la toma de información necesaria
4	Espera de autorización para la realización de la orden de trabajo	Esperas	Programación	- Ineficiencia en la programación de los trabajos de mantenimiento
5	Falta de un formato adecuado para la realización de la orden de trabajo	Esperas Sobre Procesamiento	Orden de Trabajo	- Demora en la elaboración de la Orden de Trabajo - Ineficiencia en la Orden de Trabajo
6	Desorden en el área de trabajo	Esperas Sobre Procesamiento	Trabajo de mantenimiento	- Demora en el trabajo programado. - Ineficiencia en el trabajo de mantenimiento.
7	Falta de formatos para el seguimiento y control de los trabajos programados	Esperas Sobre Procesamiento	Seguimiento y control de trabajos programados	- Maquinarias con trabajos pendientes por completar - Deficiencia en el seguimiento y control de los trabajos
8	Falta de un informe detallado sobre el trabajo realizado y las evidencias	Esperas Sobre Procesamiento	Seguimiento y control de trabajos programados	- Pérdida de repuestos por no utilizar - Deficiencia en el seguimiento y control de los trabajos
9	Duplicación de proceso de realización de informe	Esperas Sobre Procesamiento	Entrega de Informe	- Demora en la entrega del informe del trabajo cumplido - Reproceso en la elaboración del informe final

Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

3.1.2.2.3. PRIORIZACIÓN DE ÁREAS DE OPORTUNIDAD DE LOS PROCESOS

Luego de tener la claridad sobre las áreas de oportunidad presentes en cada proceso, de su estación de trabajo donde se evidencian, del tipo de desperdicio al cual están asociadas y sobre las consecuencias que traen consigo cada una de ellas, fue necesario realizar una priorización con el fin de conocer cuál de estos problemas o áreas de oportunidad son los que mayor impacto tienen sobre cada uno de los procesos. Para esto se evaluó cada área de oportunidad con un

número de prioridad de riesgo (NPR) a través de los índices de severidad, ocurrencia y detección como se aprecia en las siguientes tablas.

Los índices de severidad, ocurrencia y detección fueron adaptados utilizando la metodología AMFE. El número de prioridad de riesgo se calcula de la multiplicación de los índices de severidad, ocurrencia y detección.

Tabla 13. Priorización de las áreas de oportunidad del proceso de requerimiento de repuestos

		1	2	3	1*2*3
N°	Área de Oportunidad	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR
9	Consulta a los mecánicos de los repuestos solicitados	4	9	10	360
7	Altas solicitudes de requerimientos de repuestos	6	7	8	336
8	Demora en la recepción de cotizaciones de los repuestos	4	8	9	288
4	Demora en la entrega de repuestos solicitado	5	8	7	280
13	Rechazo de repuestos	4	7	10	280
1	Pérdida de tiempo en la búsqueda de repuesto solicitado	5	8	6	240
2	Exceso de repuestos sin clasificar	4	9	6	216
15	Demora en la recepción y entrega de los repuestos solicitados	3	9	7	189
12	Demora en la verificación de pago y en el envío de los repuestos	4	5	8	160
5	Pérdida de tiempo a la espera de autorización para la entrega de repuestos	2	8	9	144
11	Pérdida de tiempo a la espera de pagos	3	6	8	144
3	Falta de información oportuno sobre el inventario de repuestos	3	9	5	135
16	Pérdida de tiempo a la espera de autorización para la entrega de repuestos	2	8	8	128
6	Duplicación del registro de requerimiento	3	6	6	108
14	Desplazamiento a las agencias a recoger los repuestos solicitados	4	5	5	100
10	Demora en la autorización de pago	2	8	6	96

Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Tabla 14. Priorización de las áreas de oportunidad del proceso de alquiler de maquinarias

		1	2	3	1*2*3
N°	Área de Oportunidad	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR
4	Realización de trabajos correctos a último momento	9	7	9	567
8	Trabajos pendientes de mantenimiento por realizar	9	6	8	432
9	Inadecuado procedimiento de entrega de maquinarias	8	8	6	384
6	Falta de información de los trabajos realizados en el taller de mantenimiento	7	9	6	378
1	Falta de información de la disponibilidad de las maquinarias.	7	8	6	336

5	Demora en la autorización de los trabajos pendientes de mantenimiento	7	8	6	336
2	No hay un modelo uniforme de contrato de alquiler de maquinarias	4	9	8	288
3	Falta de información actualizada del estado de las maquinarias	4	8	7	224
7	Pérdida de tiempo en la revisión de la Maquinaria por la gerencia	4	6	5	120

Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Tabla 15. Priorización de las áreas de oportunidad del proceso de cobranza de alquiler

		1	2	3	1*2*3
N°	Área de Oportunidad	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR
1	Falta de información completa del estado de las maquinarias alquiladas	8	9	8	576
2	Espera por entrega de partes diarias de cada operador de maquinarias	7	7	7	343
8	Pérdida de tiempo en la verificación de las Horas Máquina	4	8	7	224
7	Demora en la entrega de informes	3	8	8	192
4	Duplicación en la elaboración del reporte de Horas Máquina y combustible	4	7	6	168
6	Informes con datos erróneos	3	7	7	147
5	Demora en el Informe Final	3	8	5	120
3	Revisión del Reporte de Horas Máquina	3	6	5	90

Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Tabla 16 Priorización de las áreas de oportunidad del proceso de abastecimiento de combustible

		1	2	3	1*2*3
N°	Área de Oportunidad	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR
3	Demora en la verificación del combustible	7	7	9	441
1	Deficiencia en el requerimiento de combustible	7	9	6	378
7	Falta de un formato adecuado para el control de rendimiento de las maquinarias	4	8	7	224
5	Falta de coordinación para el abastecimiento de combustible	7	6	4	168
2	Desconocimiento del tanque de combustible de la maquinaria	4	6	6	144
4	Falta de un formato adecuado para el abastecimiento del control del combustible	4	6	5	120
6	Consulta de disponibilidad de combustible en el grifo	4	5	5	100

Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Tabla 17. Priorización de las áreas de oportunidad del proceso de control de horas - máquina

N°	Área de Oportunidad	1 Severidad	2 Ocurrencia	3 Detección	1*2*3 NPR
5	Errores de datos en el reporte mensual	4	8	8	256
3	Acumulación de partes diarias	4	9	7	252
4	Realización de muchas verificaciones en los registros de las partes diarias	4	7	8	224
6	Revisión del reporte mensual y partes diarias de cada máquina	4	6	8	192
7	Revisión del informe Global	3	5	8	120
2	Espera de la entrega de las partes diarias	3	7	5	105
1	Pérdida de tiempo en hacer firmar la conformidad diaria de trabajo	4	5	4	80

Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Tabla 18. Priorización de las áreas de oportunidad del proceso de seguimiento y control de trabajos de mantenimiento

N°	Área de Oportunidad	1 Severidad	2 Ocurrencia	3 Detección	1*2*3 NPR
3	Falta de información con exactitud del repuestos solicitado, evidencias y/o fotografías de la falla	9	9	9	729
2	Acumulación de las solicitudes de trabajos de mantenimiento	8	8	8	512
7	Falta de un informe detallado sobre el trabajo realizado y las evidencias	8	8	8	512
4	Espera de autorización para la realización de la orden de trabajo	7	9	7	441
1	Evaluación e investigación de la solicitud del trabajo de mantenimiento	8	5	10	400
7	Desorden en el área de trabajo	4	8	10	320
5	Falta de un formato adecuado para la realización de la orden de trabajo	7	6	7	294
8	Duplicación de proceso de realización de informe	4	9	8	288
6	Falta de formatos para el seguimiento y control de los trabajos programados	4	7	10	280

Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

La calificación de las áreas de oportunidad se realizó bajo una escala de 1 a 10 para cada índice (Severidad, Ocurrencia y Detección) de acuerdo de los criterios establecidos que se pueden ver en el Anexo N°15 y fueron determinados por los autores de este proyecto.

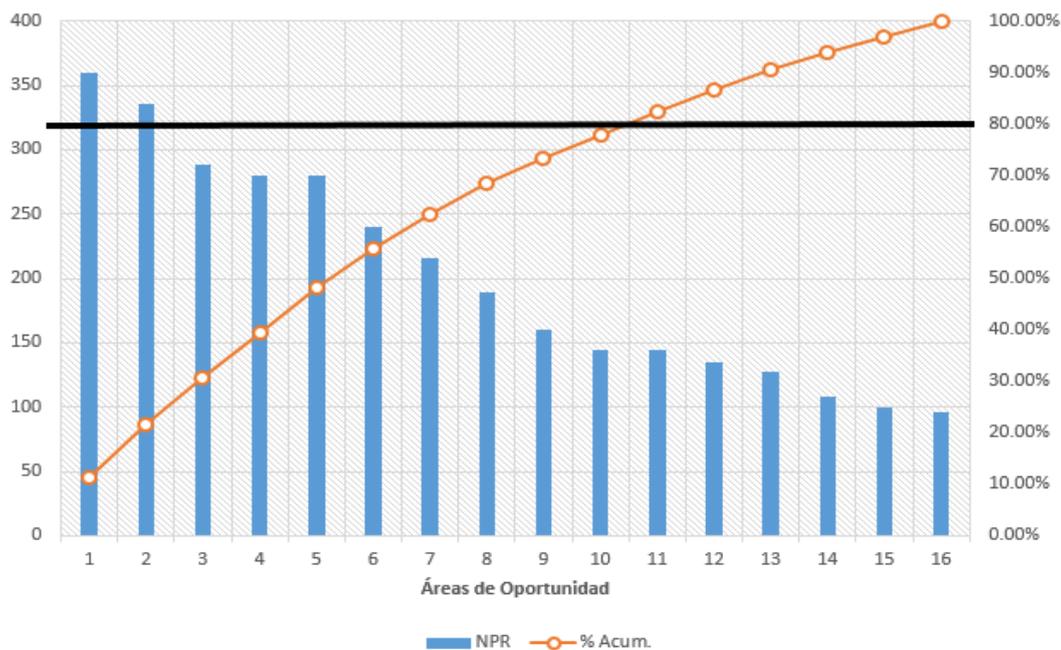
3.1.2.2.4. IDENTIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN A UTILIZAR

Para la identificación de las herramientas más adecuadas a utilizar como propuestas de mejora, nos enfocamos en las áreas de oportunidad que más impacto tienen sobre el proceso. Para esto se decidió realizar un Diagrama de Pareto con el fin de establecer cuáles son estas áreas de oportunidad.

Para la construcción del Diagrama de Pareto se tuvo en cuenta el número de prioridad de riesgo (NPR) que se le da a cada área de oportunidad, el % de participación que tuvo cada NPR dentro del total y el % acumulado del total. (Ver ANEXO N°14). El Diagrama de Pareto se puede evidenciar en la figura 41, 42, 43, 44, 45 y 46:

Luego a través de la asociación de los desperdicios y las áreas de oportunidad de mayor impacto, y teniendo en cuenta el ANEXO N° 16 que nos muestra la relación que tiene cada una de las herramientas Lean para atacar cada uno de los desperdicios, se estable las herramientas más prácticas e idóneas aplicables a las áreas de oportunidad y los defectos identificados, y se pueden apreciar en la siguiente tabla 19, 20, 21, 22, 23 y 24:

Figura 41. Diagrama de Pareto de áreas de oportunidad del proceso de requerimiento de repuestos



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Según muestra la Figura 41, el 80% del total del impacto del proceso de Requerimiento de repuestos se encuentra en las 10 primeras áreas de oportunidad, por lo tanto serán en éstas donde se centrarán las propuestas de mejora.

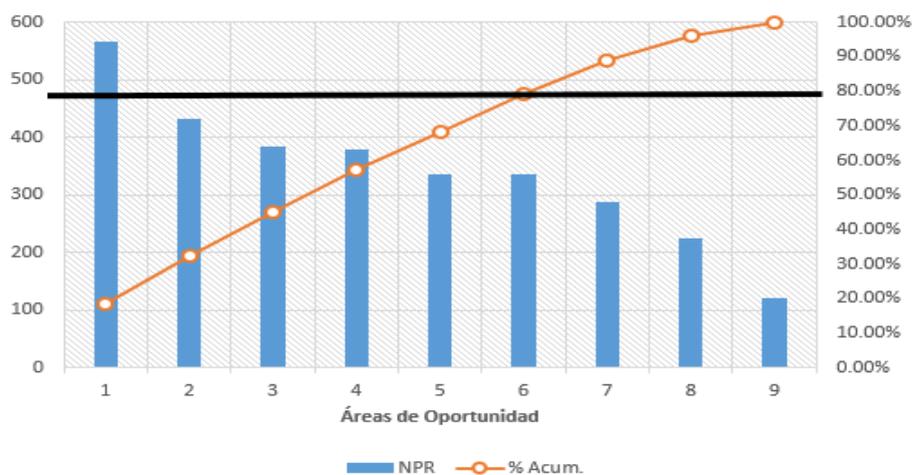
Tabla 19. Herramientas a Utilizar para atacar cada Área de Oportunidad del Proceso de Requerimiento de Repuestos

Área de Oportunidad	Tipo de Desperdicio	Área o Estación de Trabajo	Herramientas a Utilizar
1. Consulta a los mecánicos de los repuestos solicitados	Sobre procesamiento Movimiento	Solicitud de cotización	<ul style="list-style-type: none"> • VSM • Kaizen • Estandarización del trabajo
2. Altas solicitudes de requerimientos de repuestos	Esperas Inventario	Recepción de requerimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Kaizen
3. Demora en la recepción de cotizaciones de los repuestos	Esperas Movimiento	Solicitud de cotización	<ul style="list-style-type: none"> • Kaizen
4. Demora en la entrega de repuestos solicitado	Esperas Sobre procesamiento	Abastecimiento de almacén	<ul style="list-style-type: none"> • 5'S • Kaizen • Estandarización del trabajo
5. Rechazo de repuestos	Defectos Sobre procesamiento	Compra de repuestos	<ul style="list-style-type: none"> • VSM • Kaizen • Estandarización del trabajo
6. Pérdida de tiempo en la búsqueda de repuesto solicitado	Esperas Sobre procesamiento Movimiento	Búsqueda en almacén	<ul style="list-style-type: none"> • 5'S • Kaizen
7. Exceso de repuestos sin clasificar	Inventario Sobre procesamiento Movimiento	Búsqueda en almacén	<ul style="list-style-type: none"> • 5'S • Kaizen
8. Demora en la recepción y entrega de los repuestos solicitados	Sobre procesamiento Esperas	Abastecimiento de repuestos	<ul style="list-style-type: none"> • Kaizen • Estandarización del trabajo
9. Demora en la verificación de pago y en el envío de los repuestos	Esperas Sobre procesamiento	Compra de repuestos	<ul style="list-style-type: none"> • Kaizen • Estandarización del trabajo
10. Pérdida de tiempo a la espera de autorización para la entrega de repuestos	Esperas	Abastecimiento de almacén	<ul style="list-style-type: none"> • Kaizen • Estandarización del trabajo

Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Figura 42. Diagrama de Pareto de Áreas de Oportunidad del Proceso de Alquiler de Maquinarias



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Según muestra Figura 42, el 80% del total del impacto del proceso de alquiler de maquinarias se encuentra en las 6 primeras áreas de oportunidad.

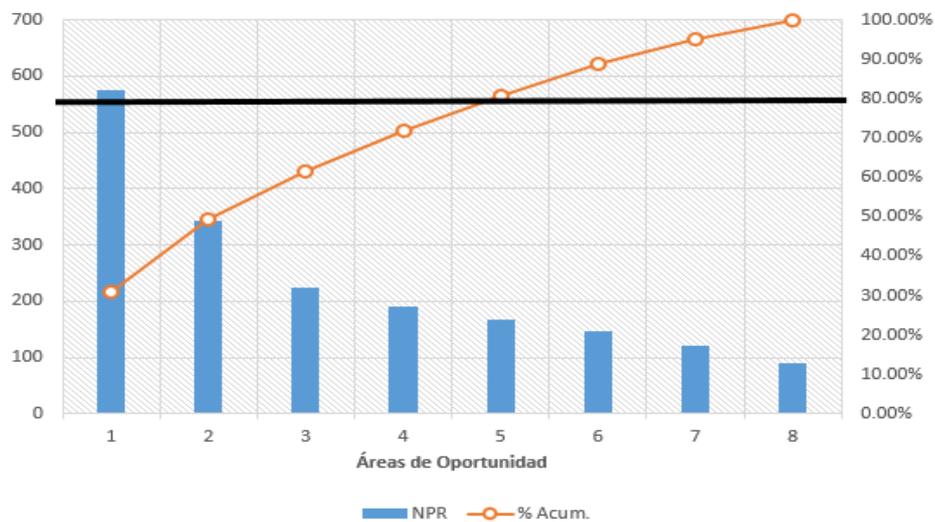
Tabla 20. Herramientas a Utilizar para atacar cada Área de Oportunidad del Proceso de Alquiler de Maquinarias

Área de Oportunidad	Tipo de Desperdicio	Área o Estación de Trabajo	Herramientas a Utilizar
1. Realización de trabajos correctivos a último momento	Esperas Sobre procesamiento	Revisión y Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • TPM • SMED • Kaizen
2. Trabajos pendientes de mantenimiento por realizar	Defectos Esperas	Entrega	<ul style="list-style-type: none"> • TPM • SMED • Kaizen
3. Inadecuado procedimiento de entrega de maquinarias	Sobre procesamiento Esperas	Entrega	<ul style="list-style-type: none"> • Kaizen • Estandarización del trabajo
4. Falta de información de los trabajos realizados en el taller de mantenimiento	Esperas Sobre procesamiento	Informe Técnico	<ul style="list-style-type: none"> • 5'S • Kaizen • Estandarización del trabajo
5. Falta de información de la disponibilidad de las maquinarias.	Esperas Sobre procesamiento	Negociación	<ul style="list-style-type: none"> • 5'S • Kaizen
6. Demora en la autorización de los trabajos pendientes de mantenimiento	Esperas Sobre procesamiento	Revisión y Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Kaizen • Estandarización del trabajo

Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Figura 43. Diagrama de Pareto de Áreas de Oportunidad del Proceso de Cobranza de Alquiler de Maquinarias



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Según muestra Figura 43, el 75% del total del impacto del proceso de cobranza de alquiler de maquinarias se encuentra en las 4 primeras áreas de oportunidad.

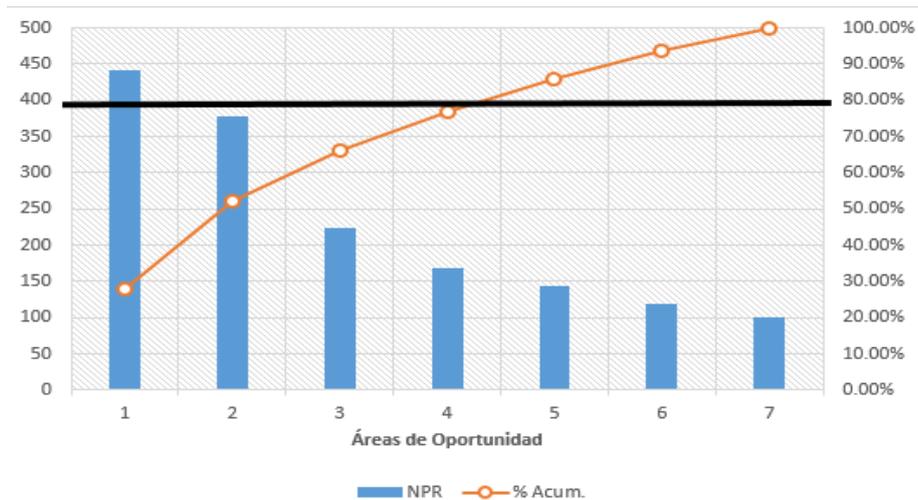
Tabla 21. Herramientas a Utilizar para atacar cada Área de Oportunidad del Proceso de Cobranza de Alquiler de Maquinarias

Área de Oportunidad	Tipo de Desperdicio	Área o Estación de Trabajo	Herramientas a Utilizar
1. Falta de información completa del estado de las maquinarias alquiladas	Esperas Sobre procesamiento	Informe Mecánico	<ul style="list-style-type: none"> • 5'S • Kaizen
2. Espera por entrega de partes diarias de cada operador de maquinarias	Esperas Sobre procesamiento	Reporte de HM	<ul style="list-style-type: none"> • Kaizen • Estandarización del trabajo
3. Pérdida de tiempo en la verificación de las Horas Máquina	Esperas Sobre procesamiento	Cobranza	<ul style="list-style-type: none"> • 5'S • Kaizen • Estandarización del trabajo
4. Demora en la entrega de informes	Esperas Transporte	Entrega de los Informes	<ul style="list-style-type: none"> • Kaizen • Estandarización del trabajo

Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Figura 44. Diagrama de Pareto de Áreas de Oportunidad del Proceso de Abastecimiento de Combustible



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Según muestra Figura 44, el 80% del total del impacto del proceso de abastecimiento de combustible se encuentra en las 4 primeras áreas de oportunidad.

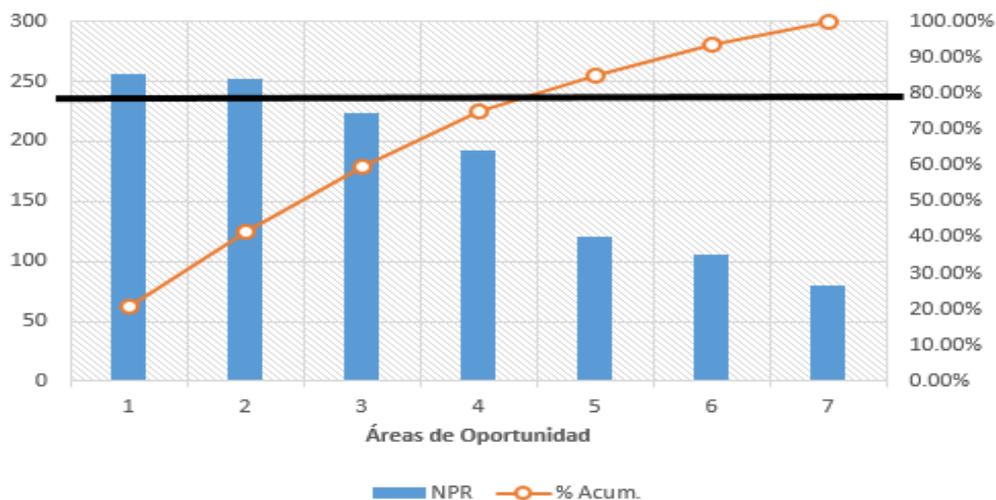
Tabla 22. Herramientas a Utilizar para atacar cada Área de Oportunidad del Proceso de Abastecimiento de Combustible

Área de Oportunidad	Tipo de Desperdicio	Área o Estación de Trabajo	Herramientas a Utilizar
1. Demora en la verificación del combustible	Esperas Sobre procesamiento	Verificación del Pedido	<ul style="list-style-type: none"> • VSM • Kaizen • Estandarización del trabajo
2. Deficiencia en el requerimiento de combustible	Esperas Sobre procesamiento	Recepción de Orden	<ul style="list-style-type: none"> • 5'S • Kaizen • Estandarización del trabajo
3. Falta de un formato adecuado para el control de rendimiento de las maquinarias	Sobre Procesamiento Defectos	Control de Recorrido	<ul style="list-style-type: none"> • Kaizen • Estandarización del trabajo
4. Falta de coordinación para el abastecimiento de combustible	Transporte Esperas	Abastecimiento	<ul style="list-style-type: none"> • VSM • Kaizen • Estandarización del trabajo

Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Figura 45. Diagrama de Pareto de Áreas de Oportunidad del Proceso de Control de Horas - Máquina



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Según muestra Figura 45, el 80% del total del impacto del proceso de control de horas - máquina se encuentra en las 4 primeras áreas de oportunidad.

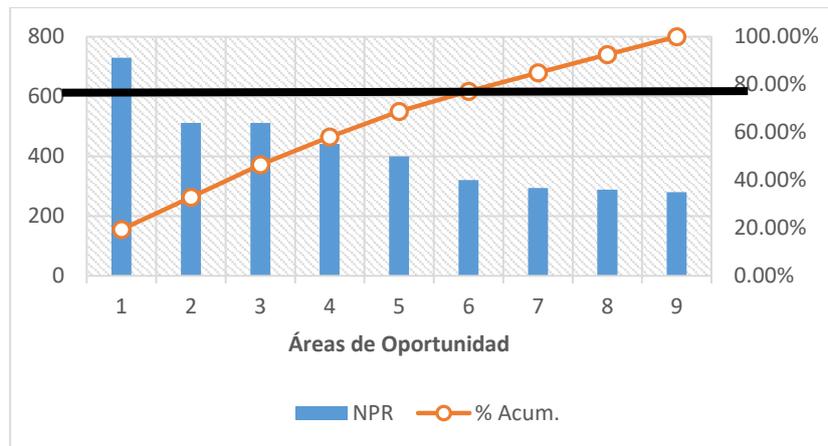
Tabla 23. Herramientas a Utilizar para atacar cada Área de Oportunidad del Proceso de Control de Horas-Máquina

Área de Oportunidad	Tipo de Desperdicio	Área o Estación de Trabajo	Herramientas a Utilizar
1. Errores de datos en el reporte mensual	Esperas Sobre Procesamiento Defectos	Reporte Mensual	<ul style="list-style-type: none"> • 5'S • Kaizen • Estandarización del trabajo
2. Acumulación de partes diarias	Esperas Inventario	Registro de Partes Diarias	<ul style="list-style-type: none"> • 5'S • Kaizen • Estandarización del trabajo
3. Realización de muchas verificaciones en los registros de las partes diarias	Esperas Sobre Procesamiento	Reporte Mensual	<ul style="list-style-type: none"> • VSM • Kaizen • Estandarización del trabajo
4. Revisión del reporte mensual y partes diarias de cada máquina	Esperas Sobre Procesamiento	Informe General de HM	<ul style="list-style-type: none"> • Kaizen • Estandarización del trabajo

Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Figura 46. Diagrama de Pareto de Áreas de Oportunidad del Proceso de Seguimiento y Control de Trabajos de Mantenimiento



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Según muestra la Figura 46, el 80% del total del impacto del proceso de seguimiento y control de trabajos se encuentra en las 6 primeras áreas de oportunidad.

Tabla 24. Herramientas a Utilizar para atacar cada Área de Oportunidad del Proceso de Seguimiento y Control de Trabajo de Mantenimiento

Área de Oportunidad	Tipo de Desperdicio	Área o Estación de Trabajo	Herramientas a Utilizar
1. Falta de información con exactitud del repuestos solicitado, evidencias y/o fotografías de la falla	Esperas Movimiento Sobre Procesamiento	Recepción de Trabajos	<ul style="list-style-type: none"> • Kaizen • Estandarización del trabajo
2. Acumulación de las solicitudes de trabajos de mantenimiento	Esperas Inventario	Recepción de Trabajos	<ul style="list-style-type: none"> • 5'S • Kaizen • Estandarización del trabajo
3. Falta de un informe detallado sobre el trabajo realizado y las evidencias	Esperas Sobre Procesamiento	Seguimiento y control de trabajos programados	<ul style="list-style-type: none"> • Kaizen • Estandarización del trabajo
4. Espera de autorización para la realización de la orden de trabajo	Esperas	Programación	<ul style="list-style-type: none"> • Kaizen • Estandarización del trabajo
5. Evaluación e investigación de la solicitud del trabajo de mantenimiento	Esperas Movimiento Sobre Procesamiento	Recepción de Trabajos	<ul style="list-style-type: none"> • TPM • Kaizen • Estandarización del trabajo
6. Desorden en el área de trabajo	Esperas Sobre Procesamiento	Trabajo de Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • 5'S • Kaizen

Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

3.1.3. MEJORA CONTINUA

3.1.3.1. HERRAMIENTAS

3.1.3.1.1. MEJORA DE LOS PROCESOS CON LAS HERRAMIENTAS LEAN

Cuadro 4. Mejoras en el Proceso de Requerimiento de Repuestos

Área de Oportunidad	Mejoras Con Herramientas Lean
1. Consulta a los mecánicos de los repuestos solicitados	Para poder eliminar el desperdicio de retrabajos de consultar a los mecánicos reiteradamente sobre los repuestos solicitados, se implementa KAIZEN (Ver Anexo N°03) en la actividad de solicitud de cotización, a la vez que se realiza la ESTANDARIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD (Ver Anexo N°01) para evitar duplicaciones de actividades, equivocaciones y desplazamientos innecesarios al taller de mantenimiento y con el desarrollo del VSM (Ver Anexo N°04) se analiza el proceso para poder evaluar la eliminación de varias actividades innecesarias.
2. Altas solicitudes de requerimientos de repuestos	Para eliminar el desperdicio ocasionado por esperas y alta acumulación de requerimiento de repuestos se implementa KAIZEN (Ver Anexo N°03) en la actividad de recepción de requerimientos, el cual con la mejora continua en equipo se logrará reducir aún más la acumulación de requerimientos por atender.
3. Demora en la recepción de cotizaciones de los repuestos	Para eliminar el desperdicio de esperas en las cotizaciones se implementa KAIZEN (Ver Anexo N°03) en la actividad de solicitud de cotización, el cual ayuda a coordinar mejor con los proveedores y evitar movimientos innecesarios a los establecimientos para el recojo de cotizaciones o estar a su espera en el servidor por varias horas.
4. Demora en la entrega de repuestos solicitado	En el área de almacén se Implementa las 5S y el control visual (Ver Anexo N°02), con el fin de brindar mayor flexibilidad en la entrega de los repuestos, a la vez se implementa KAIZEN (Ver Anexo N°03) con el fin de mejorar continuamente la actividad de trabajo, y con la ESTANDARIZACIÓN DEL TRABAJO (Ver Anexo N°01) se logra eliminar los procedimientos innecesarios que se realizan durante la entrega de los repuestos solicitados.
5. Rechazo de repuestos	Para poder eliminar el desperdicio de defectos y retrabajos en la actividad de compra de repuestos, se analiza el proceso a través del desarrollo del VSM (Ver Anexo N°04), buscando una mejor coordinación para evitar la compra de repuestos erróneos y evitar constantemente cambiarlos, como a la vez se implementa KAIZEN (Ver Anexo N°03), con el fin de estar en la búsqueda de la mejora continua de la actividad de compra de

	repuestos, por último se ESTANDARIZA LA ACTIVIDAD (Ver Anexo N°01) para evitar duplicación de trabajos y equivocaciones en el manejo de información.
6. Pérdida de tiempo en la búsqueda de repuesto solicitado	Se Implementa las 5'S (Ver Anexo N°02) en el área del almacén, con el fin de eliminar la espera, el retrabajo y movimientos innecesarios en la búsqueda y verificación reiteradas veces del repuesto solicitado, de igual manera se implementa KAIZEN (Ver Anexo N°03) con el objetivo de mejorar continuamente la búsqueda en almacén con alternativas de mejora del grupo de trabajo.
7. Exceso de repuestos sin clasificar	La Implementación de las 5S (Ver Anexo N°02) es urgente que se realice en el área del Almacén, para disminuir los desperdicios por acumulación de repuestos que no se utilizan a tiempo por desconocimiento, la eliminación del retrabajo de acomodar cada vez que se busca algún repuesto únicamente el área y de los movimientos innecesarios que ocasiona la actividad de búsqueda en almacén, a su vez se desarrolla la implementación de KAIZEN (Ver Anexo N°03) con el fin de mejorar en equipo la actividad de búsqueda en almacén.
8. Demora en la recepción y entrega de los repuestos solicitados	Con el fin de eliminar la esperas innecesarias y reducir los retrabajos ocasionados por reiteradas verificaciones de los repuestos en el momento de la recepción en el almacén y en la actividad de abastecimiento de repuestos, se implementa KAIZEN (Ver Anexo N°03), con el fin de mejorar en equipo la actividad de trabajo, y hacer fluido su labor, a su vez la ESTANDARIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD (Ver Anexo N°01), será beneficioso para eliminar varios procedimientos repetitivos e innecesarios.
9. Demora en la verificación de pago y en el envío de los repuestos	En la actividad de compra de repuestos se implementa KAIZEN (Ver Anexo N°03), con el fin de disminuir el desperdicio de esperas por verificación del pago a los diferentes proveedores, debido que el procedimiento es inadecuado a través de la mejora continua por el grupo humano del área, de igual manera se tiene que ESTANDARIZAR LA ACTIVIDAD (Ver Anexo N°01), con el objeto de reducir el tiempo del procedimiento y así lograr una mayor flexibilidad en el envío o entrega de los repuestos por parte de los proveedores.
10. Pérdida de tiempo a la espera de autorización para la entrega de repuestos	Se implementa KAIZEN (Ver Anexo N°03) en la actividad de abastecimiento de almacén, con el fin de disminuir el desperdicio de esperas por orden de la gerencia para la debida entrega aun del repuesto solicitado, mediante la mejora continua en la actividad, de esta manera se reducirá de igual manera el retrabajo de pedir autorizaciones en varias reiteraciones a la gerencia para la atención del repuesto solicitado, siendo en algunas ocasiones de urgencias.

Cuadro 5. Mejoras en el Proceso de Alquiler de Maquinarias

Área de Oportunidad	Mejoras Con Herramientas Lean
1. Realización de trabajos correctivos a último momento:	Para disminuir el desperdicio por esperas y retrabajos en los trabajos correctivos del área de mantenimiento, se implementa TPM (Ver Anexo N°06) así se logrará tener mayor disponibilidad de las maquinarias, de igual manera la implementación de la herramienta SMED (Ver Anexo N°05), se ayuda a brindar mayor flexibilidad a las labores de los mecánicos en sus trabajos a realizar y por último la implementación de KAIZEN (Ver Anexo N°03) será primordial para mantener una cultura de mejora continua en la actividad de revisión y mantenimiento.
2. Trabajos pendientes de mantenimiento por realizar:	Para disminuir el desperdicio por esperas y defectos presentes en las maquinarias al momento de su entrega para su alquiler, se implementa TPM (Ver Anexo N°06) con el fin de lograr tener las maquinarias operativas sin tener a última hora aun trabajos por realizar para su alquiler, de igual manera la implementación de SMED (Ver Anexo N°05), ayuda a brindar mayor flexibilidad en el taller u labores de los mecánicos con los trabajos a realizar y la implementación de KAIZEN (Ver Anexo N°03) se tiene que cultivar en el área con el fin de brindar con la mejora continua una actividad excelente en el momento de la entrega de las maquinarias para el alquiler.
3. Inadecuado procedimiento de entrega de maquinarias:	La actividad de entrega presenta desperdicio de espera en el momento de entrega de la maquinaria para el alquiler como también retrabajos en el momento de realizar la entrega formal, por ello se implementa KAIZEN (Ver Anexo N°03) para estar constantemente mejorando la actividad, y mediante la ESTANDARIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD (Ver Anexo N°01) se logra reducir las esperas de la entrega y preparación del documento de entrega y de la entrega formal en sí.
4. Falta de información de los trabajos realizados en el taller de mantenimiento:	Para mejorar y disminuir la espera y los retrabajos en la actividad del Informe técnico, se tiene que tener un historial por cada maquinaria de manera ordenado y documentado detalladamente, por ello se implementa la 5S (Ver Anexo N°02) en la oficina del área de mantenimiento, de igual manera se implementa KAIZEN (Ver Anexo N°03), para estar en constante mejora continua.
5. Falta de información de la disponibilidad de las maquinarias:	Para disminuir la espera y los reprocesamientos por búsqueda de información incompleta de las maquinarias a alquilar se implementa las 5S (Ver Anexo N°02), para tener en orden los archiveros de las maquinarias en la oficina central de Maquinarias y la implementación de KAIZEN (Ver Anexo N°03) será fundamental para que la actividad de negociación se mejorar constantemente.

<p>6. Demora en la autorización de los trabajos pendientes de mantenimiento:</p>	<p>La autorización de los trabajos en el trabajo es un desperdicio de espera muy engorroso en muchos casos y de trabajos repetitivos de diagnóstico, por ello para su disminución de tiempo de espera se implementa KAIZEN (Ver Anexo N°03) con el fin de trabajarlo en equipo su mejora continua, y posteriormente la ESTANDARIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD (Ver Anexo N°01) será importante para evaluar una mejor forma de seguir el procedimiento para la autorización para realizar los trabajos de mantenimiento.</p>
--	---

Cuadro 6. Mejoras en el Proceso de Cobranza de Alquiler de Maquinarias

<p>Área de Oportunidad</p>	<p>Mejoras Con Herramientas Lean</p>
<p>1. Falta de información completa del estado de las maquinarias alquiladas:</p>	<p>Para eliminar el desperdicio por esperas de la información del mecánico sobre el estado de las maquinarias alquiladas y disminuir los retrabajos, se implementa las 5S (Ver Anexo N°02), para tener mejor orden y registro de los trabajos que se realizan a las maquinarias cuando se alquilan, de igual manera con la implementación de KAIZEN (Ver Anexo N°03) se estará mejorando constantemente en la actividad del Informe mecánico.</p>
<p>2. Espera por entrega de partes diarias de cada operador de maquinarias:</p>	<p>Para reducir las esperas y reproceso de entrega de las partes diarias a los operadores, se implementa KAIZEN (Ver Anexo N°03), y mediante la ESTANDARIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD (Ver Anexo N°01), se lograra evitar la entrega de las partes diarias a última hora mediante un procedimiento formal y coordinadamente con su explicación de uso.</p>
<p>3. Pérdida de tiempo en la verificación de las Horas Máquina:</p>	<p>Para reducir los desperdicios de esperas y sobre procesamiento de datos en la actividad de cobranza se tiene que implementar las 5S (Ver Anexo N°02), para tener en orden y la información digitalizada del control de las horas-maquina; con la implementación de KAIZEN (Ver Anexo N°03) se mejorará la actividad constantemente y con la ESTANDARIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD (Ver Anexo N°01) se logrará trabajar mejor con un optimización del tiempo.</p>
<p>4. Demora en la entrega de informes:</p>	<p>Para reducir las esperas y el transporte innecesarios a obra para la recolección de la información para la entrega de los informes es necesario la implementación de KAIZEN (Ver Anexo N°03) para mejorar en equipo la actividad de entrega de los informes y mediante la ESTANDARIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD (Ver Anexo N°01) se logrará visualizar mejor y trabajar coordinadamente para que se reduzca el tiempo de entrega de los informes.</p>

Cuadro 7. Mejoras en el Proceso de Abastecimiento de Combustible

Área de Oportunidad	Mejoras Con Herramientas Lean
1. Demora en la verificación del combustible:	Para eliminar el desperdicio de esperas y retrabajos en la actividad, se realiza el VSM (Ver Anexo N°04) para analizarlo a profundidad, luego con la implementación de KAIZEN (Ver Anexo N°03) buscar alternativas de mejora y por ultimo con la ESTANDARIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD (Ver Anexo N°01) se logrará reducir el tiempo y un mejor desempeño en la actividad de verificación de pedido de combustible.
2. Deficiencia en el requerimiento de combustible:	Para reducir las esperas y retrabajos, se tiene que implementar las 5S (Ver Anexo N°02) para poder tener un control ordenado y clasificado del combustible en los archivos, con la implementación de KAIZEN (Ver Anexo N°03) se logrará estar en constante mejora con las ideas del grupo de trabajo, y por último se tiene que ESTANDARIZAR LA ACTIVIDAD (Ver Anexo N°01) para mejorar su tiempo de ciclo y tener mayor flexibilidad de atención.
3. Falta de un formato adecuado para el control de rendimiento de las maquinarias:	El desperdicio de retrabajos y defectos en el control del combustible se tiene reducir mediante la implementación de KAIZEN (Ver Anexo N°03), con ello se lograra una mejora continua en la creación del formato que ayude al control del combustible y con la ESTANDARIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD (Ver Anexo N°01) se reducirá el tiempo de evaluar su rendimiento y consumo.
4. Falta de coordinación para el abastecimiento de combustible:	Para mitigar el desperdicio de transporte y esperas, se tiene que realizar el VSM (Ver Anexo N°04) para poder visualizar en forma global el proceso para su entendimiento, luego con la implementación de KAIZEN (Ver Anexo N°03) se buscará mejorar en la coordinación y por ultimo con la ESTANDARIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD (Ver Anexo N°01) se logrará mejorar el procedimiento de trabajo, eliminando así procedimientos innecesarios

Cuadro 8. Mejoras en el Proceso de Control de Horas – Máquina

Área de Oportunidad	Mejoras Con Herramientas Lean
1. Errores de datos en el reporte mensual:	Para eliminar o reducir las esperas, retrabajos y defectos en el momento de realizar el reporte mensual, se tiene que implementar KAIZEN (Ver Anexo N°03) con el fin de mejorar continuamente la actividad de reporte mensual, y con la ESTANDARIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD (Ver Anexo N°01) se

	logrará reducir el tiempo de ciclo y se trabajará mejor coordinado.
2. Acumulación de partes diarias:	Para eliminar las esperas e inventario de partes diarias en la actividad de registro de partes diarias, se tiene que implementar las 5S (Ver Anexo N°02) para ordenar y poder trabajar de manera clasificada las partes diarias en su reporte, la implementación de KAIZEN (Ver Anexo N°03) ayudara a trabajar en equipo en la mejora continua de la actividad, al final la ESTANDARIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD (Ver Anexo N°01) logrará trabajar coordinadamente eliminado muchas horas innecesarias del trabajo.
3. Realización de muchas verificaciones en los registros de las partes diarias:	Para reducir las esperas y retrabajos se tiene que realizar el VSM (Ver Anexo N°04) para entender a profundidad el proceso, luego se tiene que implementar KAIZEN (Ver Anexo N°03) con el fin de mejorar en equipo el trabajo constantemente, y luego con la ESTANDARIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD (Ver Anexo N°01) se logrará eliminar procedimientos que no agregan valor a la actividad logrando un mejor ciclo de trabajo en el reporte mensual.
4. Revisión del reporte mensual y partes diarias de cada máquina:	Para eliminar las esperas y duplicación de trabajo se tiene que implementar KAIZEN (Ver Anexo N°03) para que trabajando en equipo se mejora continuamente la actividad de informe general de Horas Máquina, luego se tiene que ESTANDARIZAR LA ACTIVIDAD (Ver Anexo N°01) para poder trabajar coordinadamente y en menor tiempo posible eliminando procedimientos sin valor.

Cuadro 9. Mejoras en el Proceso de Seguimiento y Control de trabajos de mantenimiento

Área De Oportunidad	Mejoras Con Herramientas Lean
1. Falta de información con exactitud del repuestos solicitado, evidencias y/o fotografías de la falla:	Para reducir las esperas, los movimientos innecesarios y los retrabajos, se tiene que estandarizar el trabajo de manera óptima con el fin de eliminar a la vez actividades que no agregan valor, y con la implementación de KAIZEN (Ver Anexo N°03) se creara una cultura de mejora continua en el área de trabajo para seguir las coordinaciones con las diferentes áreas involucradas.
2. Acumulación de las solicitudes de trabajos de mantenimiento:	Para eliminar las esperas y el inventario de acumulación de solicitudes de trabajos de mantenimiento se tiene que implementar las 5S (Ver Anexo N°02) para mejorar el orden y clasificación de acuerdo a su importancia las solicitudes de trabajo, con la implementación de KAIZEN (Ver Anexo N°03) se logrará trabajar en equipo en una cultura de mejora continua,

	por último se tiene que estandarizar el trabajo para mejorar el procedimiento de manera coordinada.
3. Falta de un informe detallado sobre el trabajo realizado y las evidencias:	Para evitar y reducir los desperdicios por esperas y retrabajos en la actividad de seguimiento y control de trabajos programados por falta de informes detallados de los trabajos se tiene que implementar KAIZEN (Ver Anexo N°03) para lograr mejorar continuamente con la colaboración de todos, luego se tiene que desarrollar la estandarización del trabajo para brindar un procedimiento capaz de lograr un mejor desempeño a la hora de entregar el informe de los trabajos realizados en un tiempo breve.
4. Espera de autorización para la realización de la orden de trabajo:	Para eliminar las esperas de autorización por parte de la gerencia, se tiene que implementar KAIZEN (Ver Anexo N°03) para que en conjunto puedan brindar alternativas de mejora, luego realizar la estandarización del trabajo para eliminar procedimientos que no agregan valor para el mejor desempeño de la actividad de programación.
5. Evaluación e investigación de la solicitud del trabajo de mantenimiento:	Para mitigar las esperas, innecesarios movimientos y repeticiones en el trabajo, se tiene que implementar TPM (Ver Anexo N°06), para tener a disponibilidad maquinarias en buenas condiciones, de igual manera se tiene que implementar SMED (Ver Anexo N°05) para responder de manera ágil y rápida a la búsqueda de una mejor solución de las solicitudes de trabajo, con la implementación de KAIZEN (Ver Anexo N°03), se logrará trabajar mejor en equipo en la búsqueda de mejoras continuas, y con la ESTANDARIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD (Ver Anexo N°01) se reflejará una mejor forma de realizar los procedimientos en el menor tiempo y de manera óptima.

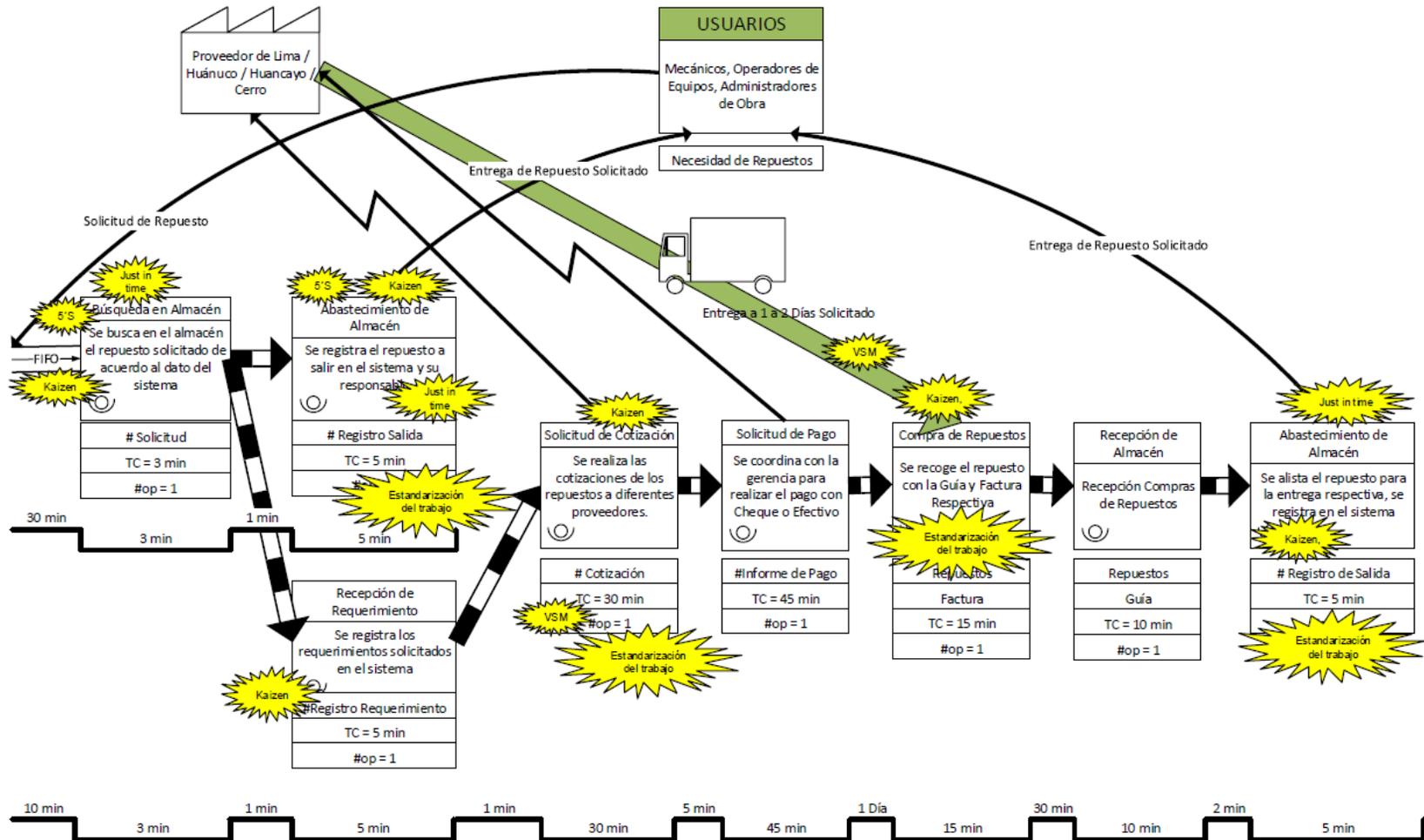
3.1.3.2. ESTANDARIZACIÓN

3.1.3.2.1. VSM MEJORADO DE LOS PROCESOS

La realiza las mejoras en las diferentes áreas, de acuerdo a las herramientas Lean que mejor se acomoden a la realidad y al desperdicio identificado.

En el ANEXO N° 01 se adjunta el documento que garantizará la estandarización de cada uno de los procesos.

Figura 47. VSM Mejorado del proceso de requerimiento de repuestos

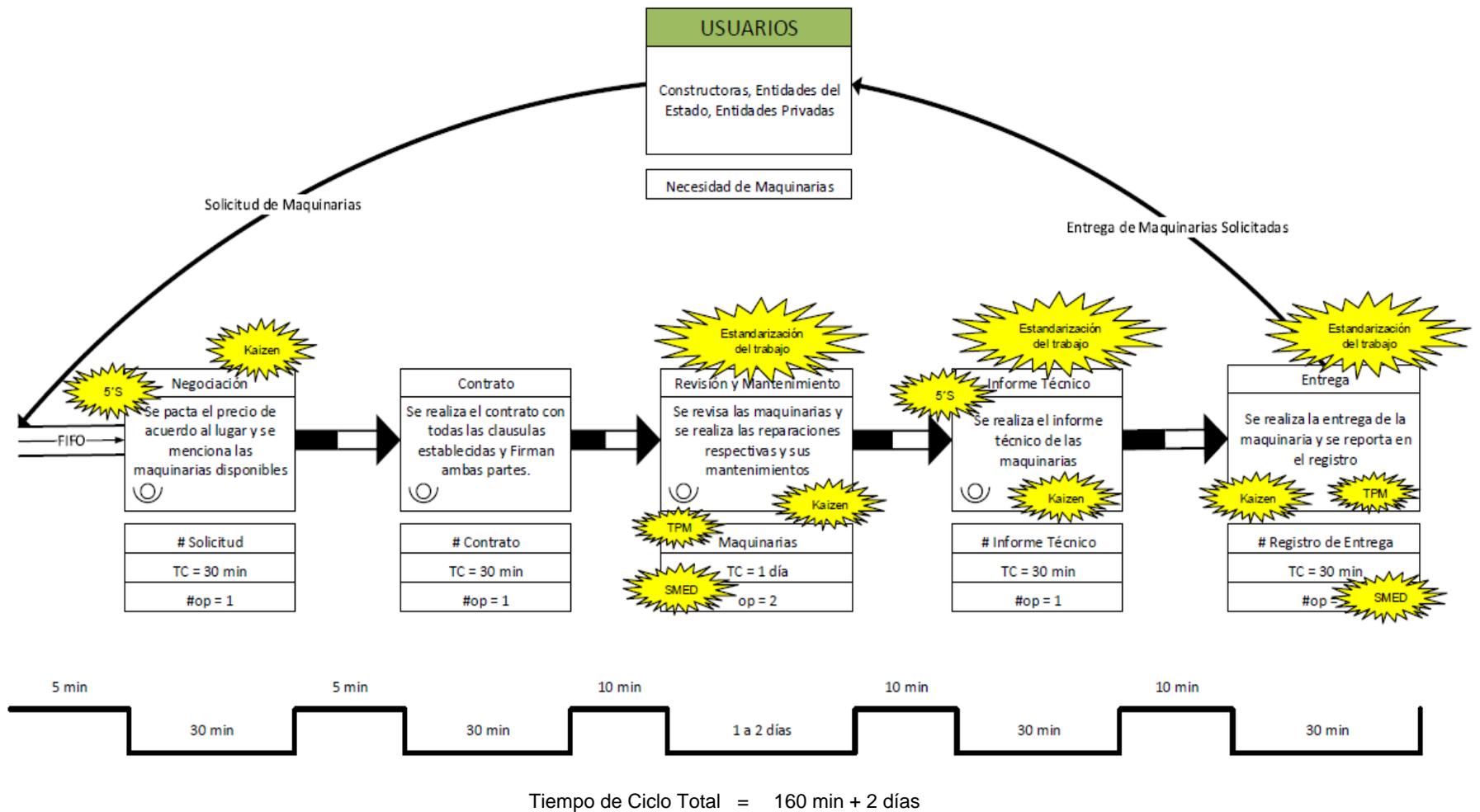


* Tiempo de Ciclo Total 1 = 39 min
 * Tiempo de Ciclo Total 2 = 162 min + 1 días

Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

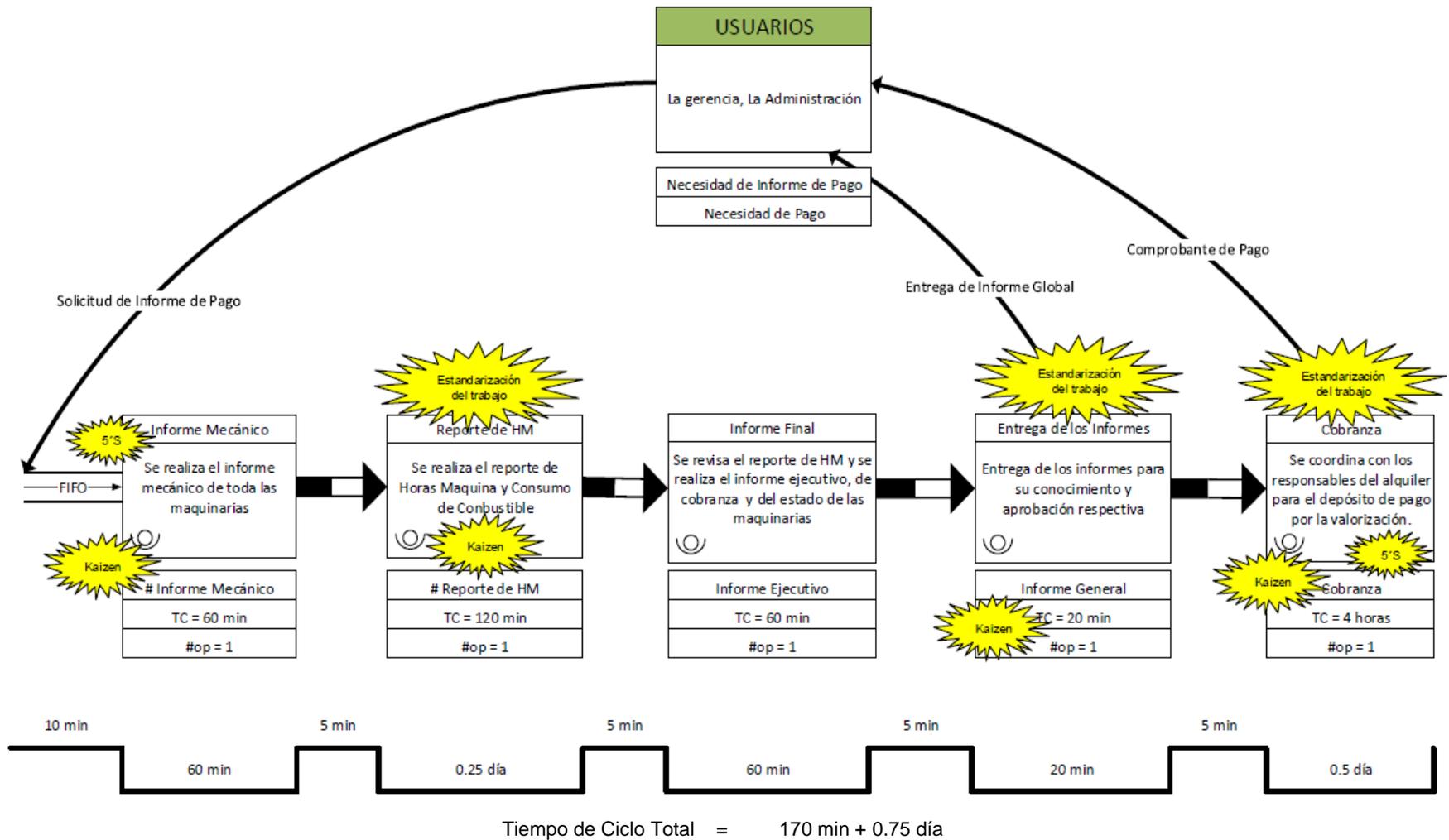
Figura 48. VSM Mejorado del proceso de alquiler de maquinarias



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

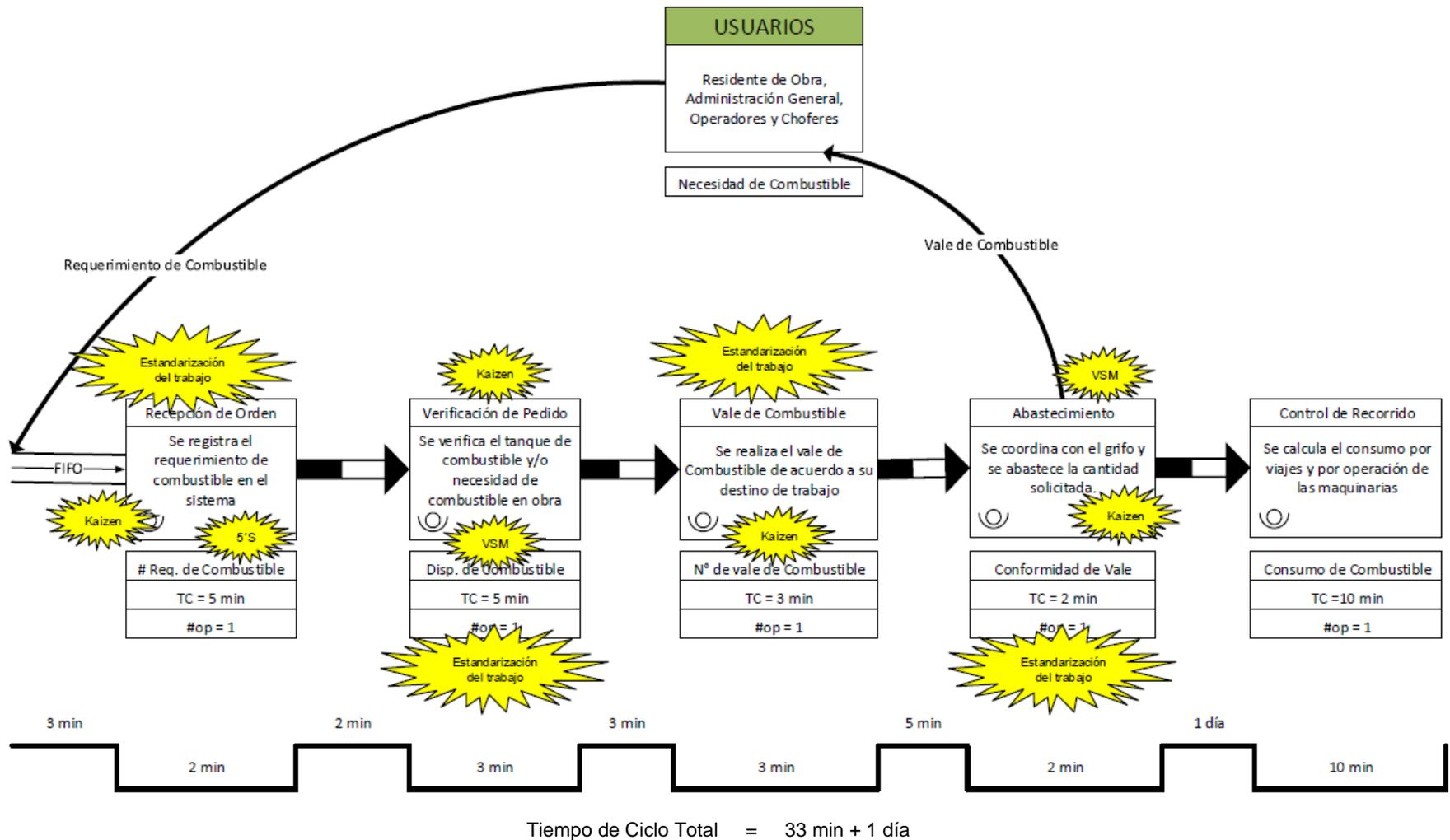
Figura 49. VSM Mejorado del proceso de cobranza de alquiler de maquinarias



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

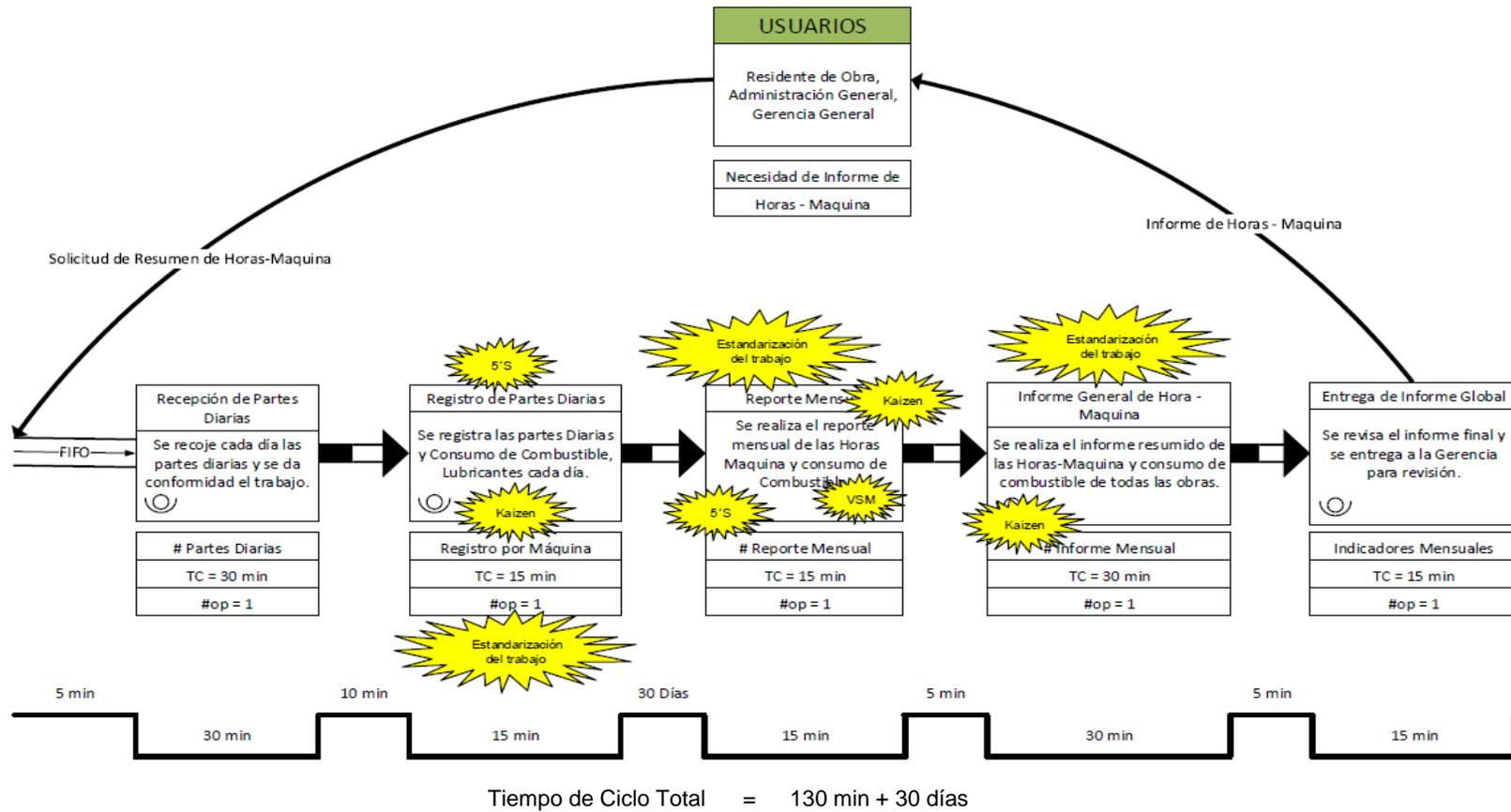
Figura 50. VSM Mejorado del proceso de abastecimiento de combustible



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

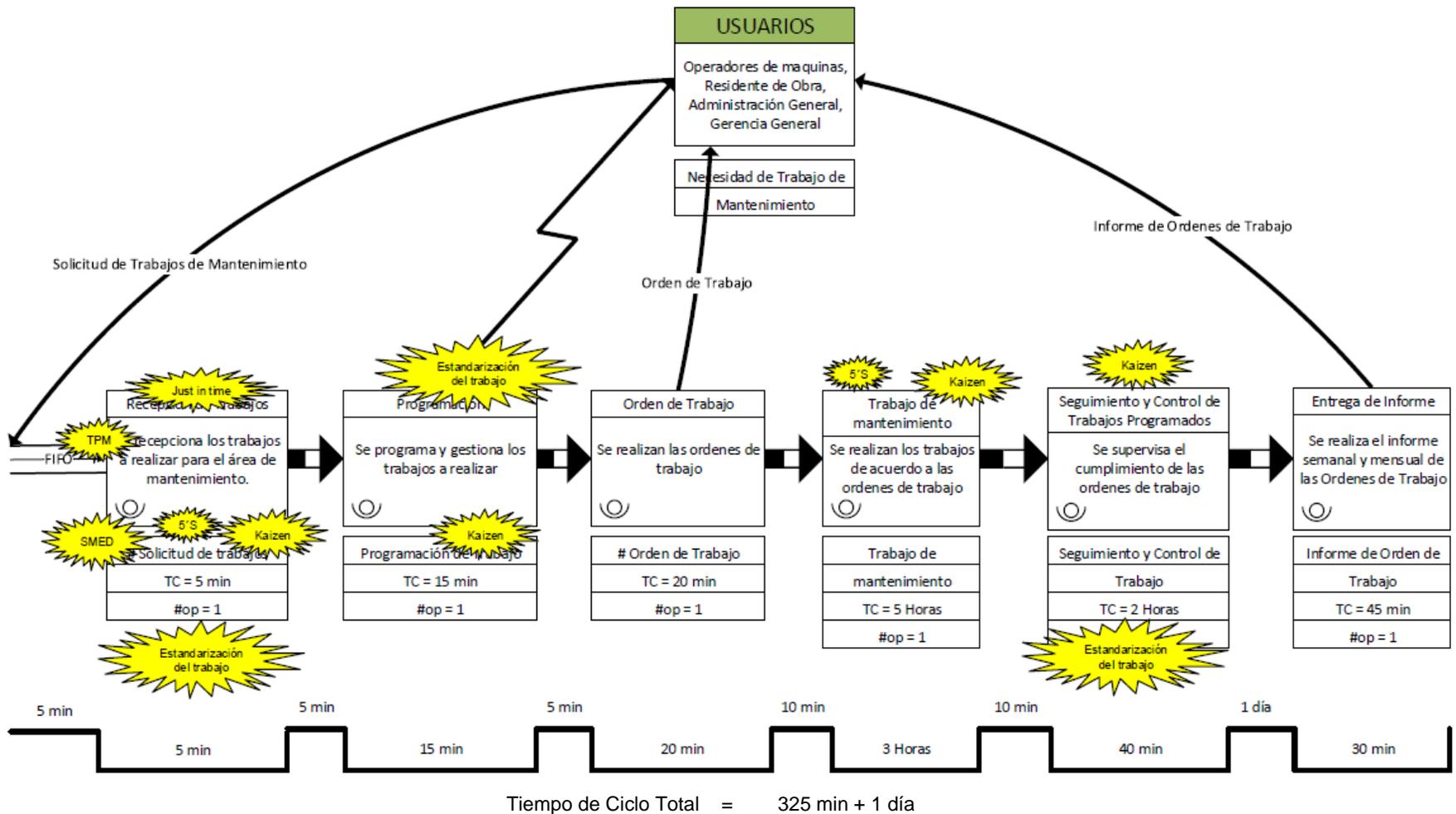
Figura 51. VSM Mejorado del proceso de control de horas - máquina



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Figura 52. VSM Mejorado del proceso de seguimiento y control de trabajos de mantenimiento



Fuente: Procesos del área de Mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propio

3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

La población en estudio está conformado por 35 maquinarias que están en operación durante la investigación en la empresa Mega Inversiones S.R.L. dentro de la región de Huánuco, la lista se muestra en el Tabla 25.

Tabla 25. Lista de Maquinarias de la empresa Mega Inversiones S.R.L.

ITEM	A	N	CODIGO	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	SERIE DE EQUIPO	SERIE MOTOR	COSTO (\$)
1	950	01	A-95001	CARGADOR FRONTAL	CATERPILLAR	950 H	JLX00209	KHX49604	254.700,00
2	320	10	A-32010	EXCAVADORA HIDR.	CATERPILLAR	320 D2L	KHR00484	D7A06404	200.000,00
3	320	11	A-32011	EXCAVADORA HIDR.	CATERPILLAR	320 D2L	KHR00536	D7A07136	200.000,00
4	320	13	A-32013	EXCAVADORA HIDR.	CATERPILLAR	320 D2L	SDZ00574	BD601012	210.000,00
5	236	20	A-23620	MINICARGADOR	CATERPILLAR	236 B3	A9H02681	CYM43804	35.060,61
6	246	21	A-24621	MINICARGADOR	CATERPILLAR	246 D	HMR00881	SEE2966	55.283,00
7	246	22	A-24622	MINICARGADOR	CATERPILLAR	246 D c/c	HMR01258	8EW2387	50.000,00
8	120	30	A-12030	MOTONIVELADORA	CATERPILLAR	120 K	SZN00663	KHX33343	220.000,00
9	533	40	A-53340	RODILLO COMP. VIBR.	CATERPILLAR	CS533E	BZE02610	G4D41494	108.000,00
10	310	50	A-31050	RETROEXCAVADORA	JOHN DEERE	310 k	LCC226410	PE4045G877030	101.500,00
11	420	51	A-42051	RETROEXCAVADORA	CATERPILLAR	420 F	LTGO1987	CRS78121	110.000,00
12	310	52	A-31052	RETROEXCAVADORA	JOHN DEERE	310 SL	TGC293789	PE4045G987304	115.000,00
13	420	53	A-42053	RETROEXCAVADORA	CATERPILLAR	420 F2	LBS00429	GAD57039	110.000,00
14	D6T	60	A-D6T60	TRACTOR ORUGA	CATERPILLAR	D6T XL 6A	GCT 02173	TXD02807	340.900,00
15	P38	70	A-P3870	TELEHANDER	MERLON	P38.13EE	ZF7P33T06		115.227,00
MONTO TOTAL DE LA LINEA AMARILLA									2.225.670,61
ITEM	C	N	CODIGO	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	PLACA	SERIE MOTOR	COSTO (\$)
16	716	80	C-71680	CAMIONETA PICK UP	TOYOTA	HILUX	W3A-716	1KD6979924	36.070,00
17	859	81	C-85981	CAMIONETA PICK UP	TOYOTA	HILUX	W5I-859	1KDA575152	37.190,00
18	804	82	C-80482	CAMIONETA PICK UP	TOYOTA	HILUX	W5I-804	2KDA239350	25.590,00
MONTO TOTAL DE LAS CAMIONETAS									98.850,00
ITEM	H	N	CODIGO	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	PLACA	SERIE MOTOR	COSTO (\$)
19	881	90	H-88190	FURGON	HINO	DUTRO	W5A-881	N04CVB18022	39.000,00
20	703	91	H-70391	CAMIÓN	HINO	DUTRO	W5J-703	N04CV823191	39.500,00
21	792	92	H-79292	CAMIÓN	HINO	FC	W5D-792	J05ETC20367	52.500,00
22	931	93	H-93193	CISTERNA DE AGUA	HINO	FM	W5K-931	J08EUD20210	85.900,00
MONTO TOTAL DE LOS CAMIONES									216.900,00
ITEM	V	N	CODIGO	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	PLACA	SERIE MOTOR	COSTO (\$)
23	795	100	V-795100	VOLQUETE	SINOTRUK	ZZ3257N3	C80-795	120117054017	50.000,00
24	939	101	V-939101	VOLQUETE	VOLVO	FMX 6X4R	ADG 939	D13893677A1E	173.971,00
25	944	102	V-944102	VOLQUETE	VOLVO	FMX 6X4R	ADE-944	D13893688A1E	173.971,00
26	800	103	V-800103	VOLQUETE	VOLVO	FMX 6X4R	ADM-800	D13893658A1E	173.971,00
27	806	104	V-806104	VOLQUETE	VOLVO	FMX 6X4R	AUM-806	D138002766A3E	178.281,00
28	812	105	V-812105	VOLQUETE	VOLVO	FMX 6X4R	AUM-812	D138001195A3E	178.281,00
29	754	106	V-754106	VOLQUETE	VOLVO	FMX 6X4R	AUM-754	D138002691A3E	178.281,00
30	723	107	V-723107	VOLQUETE	VOLVO	FMX 6X4R	AUM-723	D138001029A3E	178.281,00
31	795	108	V-795108	VOLQUETE	VOLVO	FMX 6X4R	AUM-795	D138002562A3E	178.281,00
32	783	109	V-783109	VOLQUETE	VOLVO	FMX 6X4R	AUM-783	D138002668A3E	178.281,00
33	753	110	V-753110	VOLQUETE	VOLVO	FMX 6X4R	AUM-753	D138000740A3E	178.281,00
34	765	111	V-765111	VOLQUETE	VOLVO	FMX 6X4R	AUM-765	D138002567A3E	178.281,00
MONTO TOTAL DE LOS VOLQUETES									1.998.161,00
ITEM	T	N	CODIGO	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	PLACA	SERIE MOTOR	COSTO (\$)
35	910	130	T-910130	SEMITRAILER	VOLVO	FH 6X4T	AFZ-910	D13895778A3E	156.900,00
MONTO TOTAL DE SEMITRAILER									156.900,00
INVERSIÓN TOTAL EN MAQUINARIAS									4.696.481,61

Fuente: Facturas de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

Cuadro 10. Distribución de frecuencias de la población según categorías

CODIGO	CATEGORÍAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
A	Línea Amarilla	15	42.86%
C	Camioneta	3	8.57%
H	Camión	4	11.43%
V	Volquete	12	34.29%
T	Semitrailler	1	2.86%
TOTALES		35	100.00%

Fuente: Facturas de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

En el cuadro 10 se presenta la distribución de frecuencia de las maquinarias según su categoría, y se observa que el 42.86% son de categoría Línea Amarilla, 8.57% son de categoría Camioneta, 11.43% son de categoría Camión, 34.29% son de categoría Volquete y 2.86% es de categoría Semitrailler. Se deduce en general que la categoría de maquinaria que presenta mayor número de trabajos de mantenimiento es de la Línea amarilla y Volquete.

Cuadro 11. Distribución de frecuencias de la población según inversión

CODIGO	CATEGORIAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
A	Línea Amarilla	\$2,225,670.61	47.39%
C	Camioneta	\$98,850.00	2.10%
H	Camión	\$216,900.00	4.62%
V	Volquete	\$1,998,161.00	42.55%
T	Semitrailler	\$156,900.00	3.34%
TOTALES		\$4,696,481.61	100.00%

Fuente: Facturas de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

En el cuadro 11 se presenta la distribución de frecuencia de las categorías de las maquinarias según la inversión, y se observa que del 100% de la inversión de las maquinarias, se distribuye de la siguiente manera: el 47.39% en la Línea Amarilla,

2.10% en Camioneta, 4.62% en Camión, 42.55% en Volquete y 3.34% en Semitrailer. Se deduce en general que la categoría de maquinaria que presenta mayor inversión en la categoría es de la Línea amarilla y Volquete, ascendiendo entre los dos a cuatro mil doscientos veinte tres mil ochocientos treinta y uno con 61/100 dólares americanos (\$4,223,831.61).

3.3. DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LA DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIAS EN EL PRE DIAGNÓSTICO

Tabla 26. Disponibilidad de los tipos de maquinarias en el Pre diagnóstico de la empresa Mega Inversiones S.R.L. - Periodo Agosto y Setiembre de 2017

Maquinarias	Cant.	Horas Totales del Periodo (MES)	Horas Paradas	Cantidad de Paradas	MTTR	MTBF	Disponibilidad
CAMIÓN	4	640.00	79.85	10.00	7.98	8.02	50.09%
CAMIONETA	5	480.00	24.82	5.00	4.96	19.34	79.58%
CARG. FRONTAL	1	180.00	11.17	2.00	5.58	16.12	74.28%
EXCAVADORA	1	180.00	5.58	3.00	1.86	32.24	94.54%
MINICARGADOR	1	180.00	34.38	2.00	17.19	5.24	23.35%
MOTONIVELADORA	1	180.00	14.66	1.00	14.66	12.28	45.58%
RETROEXCAVADORA	4	720.00	57.43	10.00	5.74	12.54	68.59%
SEMITRAILLER	1	180.00	28.60	2.00	14.30	6.29	30.57%
TELEHANDER	1	180.00	6.55	1.00	6.55	27.48	80.75%
TRACTOR ORUGA	1	180.00	17.55	1.00	17.55	10.26	36.89%
VOLQUETES	11	1980.00	217.59	26.00	8.37	9.10	52.09%
TOTALES	31	5080.00	498.17	63.00	PROMEDIO		57.85%

Fuente: Datos del área de maquinarias de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

En la tabla 26 se tiene la disponibilidad promedio de los tipos de maquinarias en un pre diagnóstico de 57.85% durante el periodo de Agosto y Setiembre de 2017, en total hubo 498.17 horas paradas de las maquinarias equivalente a 63 paradas.

Tabla 27. Disponibilidad de las maquinarias en el Pre diagnóstico de la empresa Mega Inversiones S.R.L. - Periodo Agosto y Setiembre de 2017

Maquinarias	Horas Totales del Periodo (Mes)	Fallas		Mant. No Programado		Mant. Programado		Total Horas Paradas	Total de Paradas	PERIODO AGOSTO - SETIEMBRE 2017			
		Horas	Cant.	Horas	Cant.	Horas	Cant.			Indicadores de Disponibilidad			
										MTTR	MTBF	Disponibilidad	Fiabilidad
Camión	640	56.58	6			23.27	4	79.85	10				
W3Y-762	160	11.02	1			11.70	2	22.72	3	7.57	7.04	48.19%	93.11%
W5A-881	160	19.00	1			7.00	1	26.00	2	13.00	6.15	32.13%	88.13%
W5D-792	160	11.32	3					11.32	3	3.77	14.14	78.94%	92.93%
W5J-703	160					4.57	1	4.57	1	4.57	35.04	88.47%	100.00%
W5K-931	160	15.25	1					15.25	1	15.25	10.49	40.76%	90.47%
Camioneta	800	17.93	4	9.02	2	27.47	5	24.82	5				
W3A-716	160			3.82	1			3.82	1	3.82	41.93	91.66%	97.62%
W5I-804	160					9.75	2	9.75	2	4.88	16.41	77.10%	100.00%
W5I-859	160	3.75	1			7.50	1	11.25	2	5.63	14.22	71.66%	97.66%
Carg. Frontal	180	11.17	2					11.17	2				
JLX00209	180	11.17	2					11.17	2	5.58	16.12	74.28%	93.80%
Excavadora Hidr.	180	5.58	3					5.58	3				
KHR00536	180	5.58	3					5.58	3	1.86	32.24	94.54%	96.90%
Minicargador	180	34.38	2					34.38	2				
A9H02681	180	17.37	1					17.37	1	17.37	10.36	37.37%	90.35%
HMR00881	180	17.02	1					17.02	1	17.02	10.58	38.32%	90.55%
Motoniveladora	180	14.66	1					14.66	1				
SZN00663	180	14.66	1					14.66	1	14.66	12.28	45.58%	91.86%
Retroexcavadora	720	45.03	7			12.40	3	57.43	10				
1T0310K	180	6.10	2			2.17	1	8.26	3	2.75	21.79	88.78%	96.61%
1T0310SL	180	28.02	1			5.07	1	33.08	2	16.54	5.44	24.75%	94.44%
LBS00429	180	7.33	3			5.17	1	12.50	4	3.12	14.40	82.17%	95.93%
LTG01987	180	3.58	1					3.58	1	3.58	50.24	93.34%	98.01%
Semitrailer	180	28.60	2					28.60	2				
AFZ-910	180	28.60	2					28.60	2	14.30	6.29	30.57%	84.11%
Telehandler	180					6.55	1	6.55	1				
ZF7P33T06	180					6.55	1	6.55	1	6.55	27.48	80.75%	100.00%
Tractor Oruga	180	17.55	1					17.55	1				
GCT 02173	180	17.55	1					17.55	1	17.55	10.26	36.89%	90.25%
Volquete	1980	76.10	16	64.25	3	77.25	7	217.59	26				
ADE-944	180	3.77	1					3.77	1	3.77	47.80	92.70%	97.91%
ADG-939	180	1.10	1			22.03	1	23.13	2	11.57	7.78	40.22%	99.39%
ADM-800	180	3.05	1					3.05	1	3.05	59.02	95.09%	98.31%
APV-813	180	2.42	1			1.25	1	3.67	2	1.83	49.10	96.40%	98.66%
APV-824	180	2.38	1			6.63	1	9.02	2	4.51	19.96	81.58%	98.68%
APV-834	180	4.98	1			8.35	1	13.33	2	6.67	13.50	66.94%	97.23%
APV-929	180	7.17	3	5.25	1	10.50	1	22.92	5	4.58	7.85	63.15%	93.10%
APW-750	180					28.48	2	28.48	2	14.24	6.32	30.74%	100.00%
C8Q-795	180	19.50	2	47.00	1			66.50	3	22.17	2.71	10.18%	63.03%
F7K-746	180	31.73	5					31.73	5	6.35	5.67	47.20%	82.37%
FOW-867	180			12.00	1			12.00	1	12.00	15.00	55.56%	93.33%
TOTAL GENERAL	5400	291.58	44	73.27	5	146.9	20	498.17	63	PROMEDIOS		62.47%	93.38%

Fuente: Datos del área de maquinarias de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

En la tabla 27 se observa que la disponibilidad promedio de las maquinarias es de 62.47% y su fiabilidad de 93.27% durante el periodo comprendido entre Agosto y Setiembre de 2017.

3.4. DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LA DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIAS EN EL POST DIAGNÓSTICO DESPUES DE LAS MEJORAS

Tabla 28. Disponibilidad de los tipos de maquinarias en el Pos diagnóstico de la empresa Mega Inversiones S.R.L. - Periodo Diciembre 2017 - Enero 2018

Maquinarias	Cant.	Horas Totales del Periodo (MES)	Horas Paradas	Cantidad de Paradas	MTTR	MTBF	Disponibilidad
CAMIÓN	5	800.00	8.45	6.00	1.41	94.67	98.53%
CAMIONETA	1	160.00	1.67	1.00	1.67	95.81	98.29%
CARG. FRONTAL	1	180.00	1.17	2.00	0.59	153.85	99.62%
EXCAVADORA	2	360.00	5.17	3.00	1.72	69.63	97.58%
MINICARGADOR	3	540.00	7.50	7.00	1.07	71.97	98.53%
MOTONIVELADORA	1	180.00	6.25	4.00	1.56	28.80	94.85%
RETROEXCAVADORA	3	540.00	13.75	7.00	1.96	39.27	95.24%
RODILLO COMP.	1	180.00	2.33	2.00	1.17	77.25	98.51%
SEMITRAILLER	1	180.00	1.50	2.00	0.75	120.00	99.38%
TELEHANDER	1	180.00	5.33	2.00	2.67	33.77	92.69%
TRACTOR ORUGA	1	180.00	1.67	2.00	0.84	107.78	99.23%
VOLQUETES	11	1980.00	21.17	11.00	1.92	93.52	97.98%
TOTALES	33	5460.00	75.97	49.00	PROMEDIO		97.54%

Fuente: Datos del área de maquinarias de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

En la tabla 28 se observa que la disponibilidad promedio de todos los tipos de maquinarias es de 97.54% durante el periodo comprendido entre Diciembre de 2017 y Enero de 2018, en total se tuvo 75.97 horas paradas de las maquinarias equivalente a 49 paradas.

Tabla 29. Disponibilidad de las maquinarias en el Post diagnóstico de la empresa Mega Inversiones S.R.L. - Periodo Diciembre 2017 - Enero 2018

MAQUINARIAS	Horas totales del periodo (mes)	Fallas		Mant. No Programado		Mantenimiento Programado		Total Horas Paradas	Total de Paradas	PERIODO DICIEMBRE 2017 - ENERO 2018			
		Horas	Cant.	Horas	Cant.	Horas	Cant.			INDICADORES DE DISPONIBILIDAD			
										MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	FIABILIDAD
Camión	800	5.45	4			3.00	2	8.45	6	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	FIABILIDAD
W5A-881	160					0.75	1	0.75	1	0.75	213.33	99.65%	100.00%
W5D-792	160	2.33	2					2.33	2	1.17	68.67	98.33%	98.54%
W5J-703	160	0.45	1					0.45	1	0.45	355.56	99.87%	99.72%
W5K-931	160	2.67	1					2.67	1	2.67	59.93	95.73%	98.33%
W5Z-797	160					2.25	1	2.25	1	2.25	71.11	96.93%	100.00%
Camioneta	160	1.67	1					1.67	1	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	FIABILIDAD
W3A-716	160	1.67	1					1.67	1	1.67	95.81	98.29%	98.96%
Carg. Frontal	180	0.42	1			0.75	1	1.17	2	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	FIABILIDAD
JLX00209	180	0.42	1			0.75	1	1.17	2	0.59	153.85	99.62%	99.77%
Excavadora Hid.	360			1.75	1	3.42	2	5.17	3	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	FIABILIDAD
KHR00484	180			1.75	1	2.50	1	4.25	2	2.13	42.35	95.22%	99.03%
SDZ00574	180					0.92	1	0.92	1	0.92	195.65	99.53%	100.00%
Minicargador	540	1.75	3			5.75	4	7.50	7	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	FIABILIDAD
A9H02681	180	0.33	1			2.75	2	3.08	3	1.03	58.38	98.27%	99.81%
HMR00881	180	1.17	1			3.00	2	4.17	3	1.39	43.17	96.88%	99.35%
HMR01258	180	0.25	1					0.25	1	0.25	720.00	99.97%	99.86%
Motoniveladora	180	5.25	3			1.00	1	6.25	4	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	FIABILIDAD
SZN00663	180	5.25	3			1.00	1	6.25	4	1.56	28.80	94.85%	97.08%
Retroexcavadora	540	9.25	5			4.50	2	13.75	7	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	FIABILIDAD
1T0310KXL	180					1.33	1	1.33	1	1.33	135.34	99.03%	100.00%
1T0310SL	180	6.75	4			3.17	1	9.92	5	1.98	18.15	90.14%	96.25%
LTG01987	180	2.50	1					2.50	1	2.50	72.00	96.64%	98.61%
Rodillo Comp.	180	0.66	1			1.67	1	2.33	2	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	FIABILIDAD
BZE02610	180	0.66	1			1.67	1	2.33	2	1.17	77.25	98.51%	99.63%
Semitrailler	180	1.50	2					1.50	2	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	FIABILIDAD
AFZ-910	180	1.50	2					1.50	2	0.75	120.00	99.38%	99.17%
Telehandler	180	3.33	1			2.00	1	5.33	2	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	FIABILIDAD
ZF7P33T06	180	3.33	1			2.00	1	5.33	2	2.67	33.77	92.69%	98.15%
Tractor Oruga	180	1.00	1			0.67	1	1.67	2	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	FIABILIDAD
GCT 02173	180	1.00	1			0.67	1	1.67	2	0.84	107.78	99.23%	99.44%
Volquete	2340	0.50	1	0.58	1	20.09	9	21.17	11	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	FIABILIDAD
ADE-944	180					3.50	3.32	3.50	1	4.00	45.00	91.84%	99.72%
ADG 939	180							0.50	1	0.50	360.00	99.86%	100.00%
ADM-800	180	0.50	1					1.25	1	1.25	144.00	99.14%	100.00%
APV-813	180					2.75	2.50	2.75	1	2.75	65.45	95.97%	100.00%
APV-824	180					2.00	1.83	2.00	1	2.00	90.00	97.83%	100.00%
APV-834	180					1.00	0.88	1.00	1	1.00	180.00	99.45%	100.00%
APV-929	180					2.00	1.84	2.00	1	2.00	90.00	97.83%	100.00%
APW-750	180			0.58	1			0.58	1	0.58	308.57	99.81%	99.68%
C8Q-795	180					2.50	2.28	2.50	1	2.50	72.00	96.64%	100.00%
F7K-746	180					2.67	2.46	2.67	1	2.67	67.42	96.19%	100.00%
FOW-867	180					2.42	2.23	2.42	1	33.20	5.42	14.04%	100.00%
Total general	5460	30.78	23	2.33	2	42.85	24	75.97	49	PROMEDIOS		97.48%	99.39%

Fuente: Datos del área de maquinarias de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

En la tabla 29 se observa que la disponibilidad promedio de las maquinarias es de 97.48% y su fiabilidad de 99.39% durante el periodo comprendido entre Diciembre de 2017 y Enero de 2018.

3.5. MEJORA DE LA DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIAS

Tabla 30. Mejora de la disponibilidad de maquinarias en la empresa Mega Inversiones S.R.L.

DESCRIPCIÓN	Índice de Disponibilidad de Maquinarias		MEJORA
	Pre diagnóstico	Post diagnóstico	
Disponibilidad promedio de los tipos de maquinarias	57.85%	97.54%	39.69%
Disponibilidad promedio de maquinarias en general	62.47%	97.48%	35.01%
<ul style="list-style-type: none"> Disponibilidad promedio de maquinarias influenciado por el desperdicio de Máquinas dañadas 	12.64%	16.78%	4.14%
<ul style="list-style-type: none"> Disponibilidad promedio de maquinarias influenciado por el desperdicio de Esperas 	49.84%	80.72%	30.88%
Fiabilidad promedio de maquinarias en general	93.27%	99.39%	6.12%

Fuente: Datos del área de maquinarias de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

En la tabla 30 se observa que la disponibilidad promedio de los tipos de maquinarias ha mejorado en un 39.69% y la disponibilidad promedio de las maquinarias en general, se observa que la disponibilidad a mejorado en un 35.01%, esto debido a la mejora de 30.88% de la disponibilidad influenciada por el desperdicio de esperas y en menor medida por la mejora de 4.14% de la disponibilidad influenciada por el desperdicio de máquinas dañadas, después de la implementación del Modelo de Gestión de Maquinarias bajo el Enfoque Lean Manufacturing. De igual manera respecto a los dos diagnósticos la fiabilidad promedio ha mejorado en un 6.12%.

3.6. MEJORA DE LOS PROCESOS DEL AREA DE MANTENIMIENTO

Tabla 31. Mejora de los procesos en el área de mantenimiento de la empresa Mega Inversiones SRL

PROCESOS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO		Tiempo de Ciclo de los Procesos		MEJORA
		Pre Diagnóstico	Post Diagnóstico	
Proceso de requerimiento de repuestos	1	49 min	39 min	20.41%
	2	2 días 239 min	1 día 162 min	46.46%
Proceso de alquiler de maquinarias		2 días 225 min	2 días 160 min	5.49%
Proceso de cobranza de alquiler de maquinarias		2 días 240 min	0.75 días 170 min	55.83%
Proceso de abastecimiento de combustible		1 día 56 min	1 día 33 min	4.29%
Proceso de control de horas - máquina		35 días 195 min	30 días 130 min	14.50%
Proceso de seguimiento y control de trabajos de mantenimiento		1 día 520 min	1 día 325 min	19.50%

Fuente: Datos del área de maquinarias de la Empresa Mega Inversiones SRL

Elaboración: Propia

En la tabla 31 se observa que después de la implementación del Modelo de Gestión de Maquinarias bajo el Enfoque Lean Manufacturing en el área de mantenimiento, los procesos han mejorado, esto se visualiza en la disminución del tiempo de ciclo en cada caso. El proceso de requerimiento de repuestos ha mejorado 20.41% (10 min) y 46.46% (1 día 177min) respectivamente, el proceso de alquiler de maquinarias ha mejorado 5.49% (165 min), el proceso de cobranza de alquiler de maquinarias ha mejorado 55.83% (1.35 días 70 min), el proceso de abastecimiento de combustible ha mejorado 4.29% (23 min), el proceso de control de horas – máquina ha mejorado 14.50% (5 días 65 min) y el proceso de seguimiento y control de trabajos de mantenimiento a mejorado 19.50% (195 min)

3.7. PRUEBA DE HIPÓTESIS

3.7.1. Prueba de Hipótesis General

Con los resultados obtenidos se da respuesta a la pregunta general: ¿Cuál es el impacto del modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque del Lean Manufacturing en la mejora de la Disponibilidad de Maquinarias en el área de mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones S.R.L.?

1. Datos:

μ_1	μ_2
Después de la Mejora	Antes de la Mejora
n= 31 $\bar{x} = 97.48 \%$ S =2.37 %	n= 31 $\bar{x} = 62.47 \%$ S =25.68 %

2. Determinación del nivel de significancia:

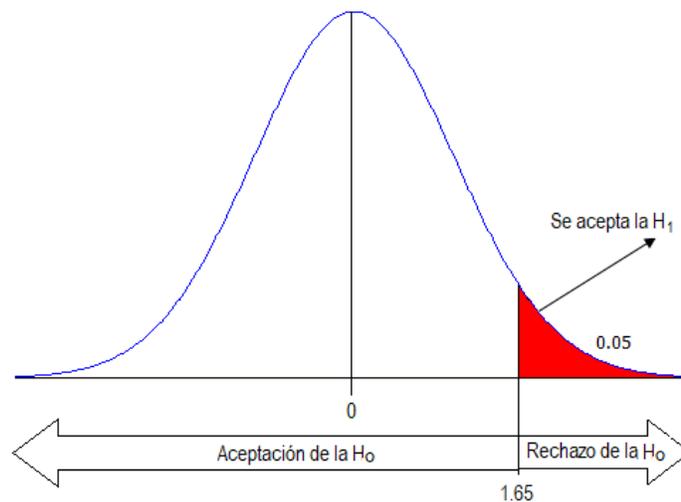
$$\alpha = 0.05$$

3. Planteamiento de Hipótesis:

$$H_0: \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2$$

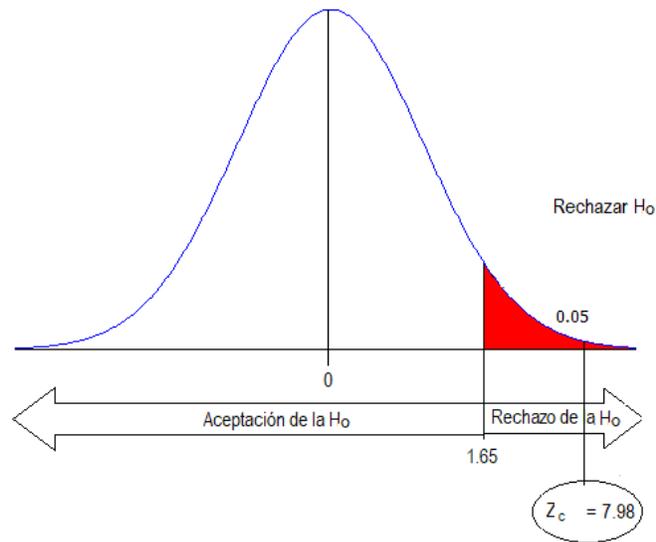
4. Áreas de aceptación y rechazo de la hipótesis nula:



5. Realizar la prueba estadística adecuada

$$Z_c = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = \frac{97.48 - 62.47}{\sqrt{\frac{(2.37)^2}{31} + \frac{(25.68)^2}{31}}} = 7.98$$

6. Tomar una decisión



7. Conclusión:

Se deduce que el Modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque Lean Manufacturing aplicada al área de mantenimiento de la empresa Mega Inversiones S.R.L. de la ciudad de Huánuco tiene un impacto positivo de 35.01% en el índice de Disponibilidad de maquinarias con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alternativa H_1 que es: El Modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque Lean Manufacturing Si tiene un impacto positivo en la Disponibilidad de maquinarias en el área de mantenimiento de la empresa Mega Inversiones S.R.L. de la ciudad de Huánuco.

3.7.2. Prueba de Hipótesis Alternativa 1

Con los resultados obtenidos se da respuesta a la pregunta específica 1: ¿En qué medida influye el modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque del Lean Manufacturing en la mejora de la Disponibilidad de Maquinarias respecto al desperdicio de máquinas dañadas en el área de mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones S.R.L.?

1. Datos:

μ_1	μ_2
Después de la Mejora	Antes de la Mejora
n= 31 $\bar{x} = 16.78 \%$ S =7.37 %	n= 31 $\bar{x} = 12.64 \%$ S =8.40 %

2. Determinación del nivel de significancia:

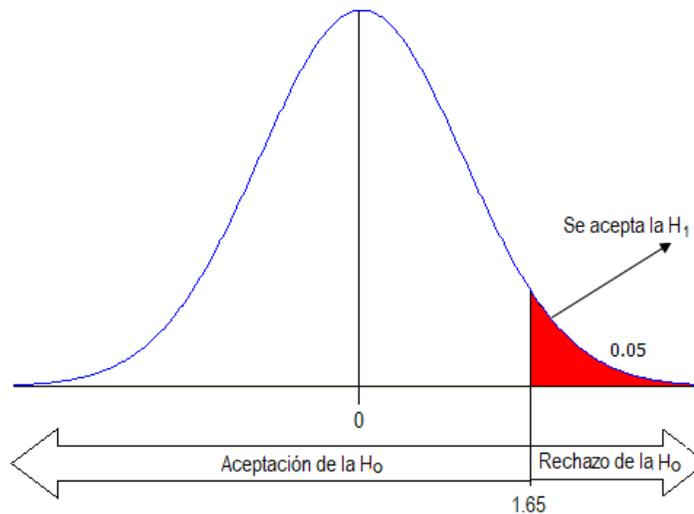
$$\alpha = 0.05$$

3. Planteamiento de Hipótesis:

$$H_0: \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2$$

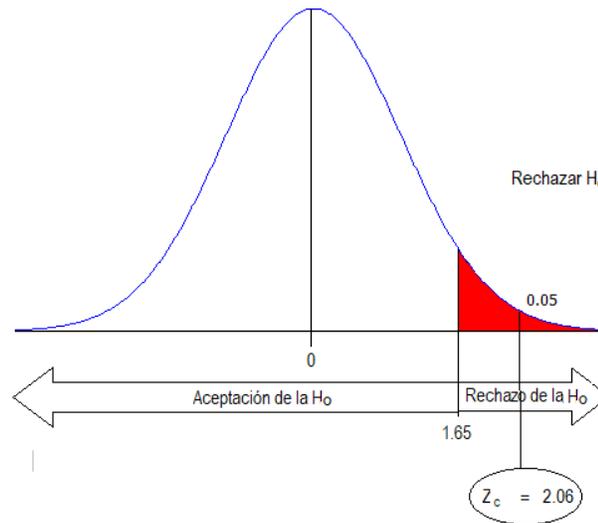
4. Áreas de aceptación y rechazo de la hipótesis nula:



5. Realizar la prueba estadística adecuada

$$Z_c = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = \frac{16.78 - 12.64}{\sqrt{\frac{(7.37)^2}{31} + \frac{(8.40)^2}{31}}} = 2.06$$

6. Realizar la prueba estadística adecuada



7. Conclusión:

Se deduce que: el Modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque Lean Manufacturing aplicada al área de mantenimiento de la empresa Mega Inversiones S.R.L. de la ciudad de Huánuco tiene un impacto positivo de 4.14% en el índice de Disponibilidad de maquinarias influenciado por desperdicio de máquinas dañadas con un nivel de significancia de $p\text{-Valor}=0,043$.

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alternativa H_1 que es: El Modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque Lean Manufacturing Si tiene un impacto positivo en la Disponibilidad de maquinarias influenciado por el desperdicio de máquinas dañadas en el área de mantenimiento de la empresa Mega Inversiones S.R.L. de la ciudad de Huánuco.

1.1.1. Prueba de Hipótesis Alternativa 2

Con los resultados obtenidos se da respuesta a la pregunta específica 1: ¿En qué medida influye el modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque del Lean Manufacturing en la mejora de la Disponibilidad de Maquinarias respecto al desperdicio de esperas en el área de mantenimiento de la Empresa Mega Inversiones S.R.L.?

1. Datos:

μ_1	μ_2
Después de la Mejora	Antes de la Mejora
n= 31 $\bar{x} = 49.84 \%$ S =20.48 %	n= 31 $\bar{x} = 80.72 \%$ S =6.68 %

2. Determinación del nivel de significancia:

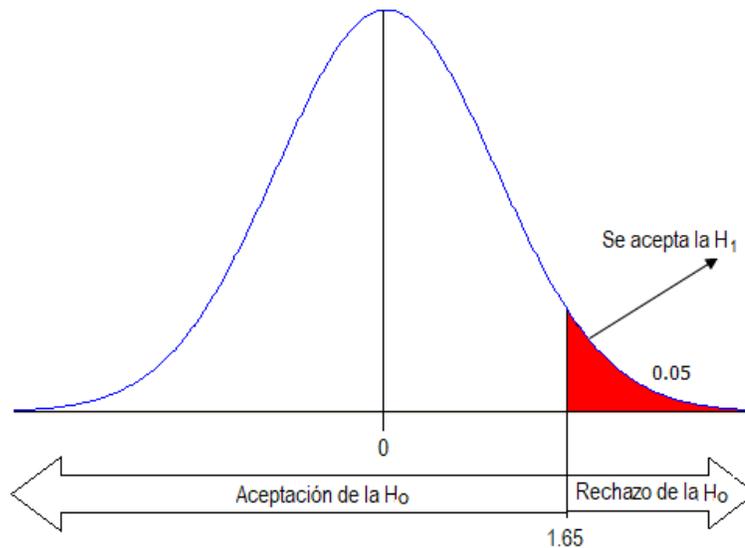
$$\alpha = 0.05$$

3. Planteamiento de Hipótesis:

$$H_0: \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2$$

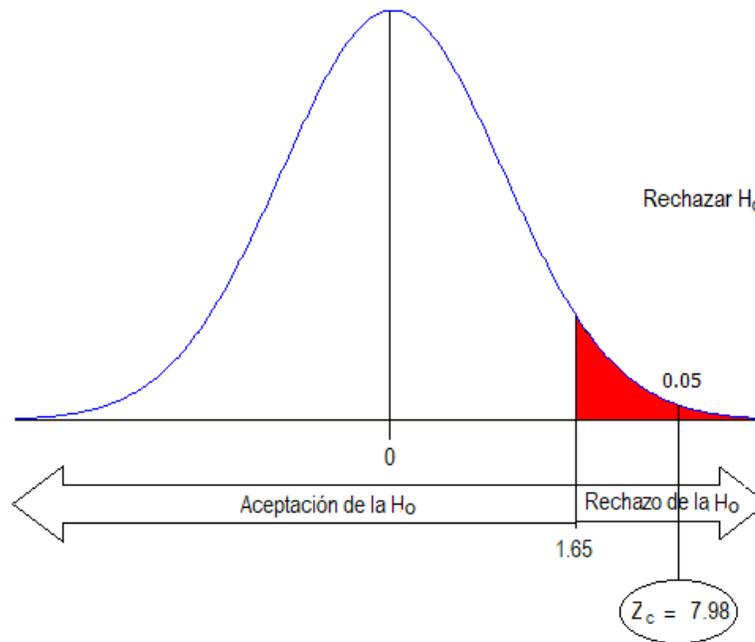
4. Áreas de aceptación y rechazo de la hipótesis nula:



5. Realizar la prueba estadística adecuada

$$Z_c = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = \frac{80.72 - 49.84}{\sqrt{\frac{(20.48)^2}{31} + \frac{(6.68)^2}{31}}} = 7.98$$

6. Realizar la prueba estadística adecuada



7. Conclusión:

Se deduce que: el Modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque Lean Manufacturing aplicada al área de mantenimiento de la empresa Mega Inversiones S.R.L. de la ciudad de Huánuco tiene un tiene un impacto positivo de 30.88% en el índice de Disponibilidad de maquinarias influenciado por desperdicio de esperas con un nivel de significancia de p-Valor=0,000.

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H₀ y se acepta la hipótesis alternativa H₁ que es: El Modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque Lean Manufacturing Si tiene un impacto positivo en la Disponibilidad de maquinarias influenciado por el desperdicio de esperas en el área de mantenimiento de la empresa Mega Inversiones S.R.L. de la ciudad de Huánuco.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Infante Diaz y Erazo Delacruz (2013, Universidad San Buenaventura - CALI) en su investigación titulada: “Propuesta de mejoramiento de la productividad de la línea de camisetas interiores en una empresa de confecciones por medio de la aplicación de herramientas lean manufacturing”, llegan a la conclusión que con la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing en la empresa AGATEX SA se ha logrado un buen nivel competitivo, con mayor capacidad de producción, logrando atender una mayor demanda y con la percepción de una mayor utilidad en sus operaciones. A demás la productividad de la línea aumentó en un 48% (de 952 Unidades diarias a 1409 unidades diarias), reduciendo el número de estaciones en 2 unidades, los tiempos muertos en un 8% sin necesidad de aumentar el personal operativo de la línea de producción. Mientras que en nuestra investigación titulada: “Implementación de un modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque lean manufacturing para la empresa Mega Inversiones SRL”, llegamos a la conclusión que con el diseño e implementación del modelo planteado bajo el enfoque lean manufacturing se ha logrado mejorar la disponibilidad de maquinarias en un 35.01% y la fiabilidad en 6.12%; además que los tiempos de los procesos del área de mantenimiento se redujeron considerablemente eliminando los desperdicios: en el proceso de requerimiento de repuestos se redujo 20.41% y 46.46%, en el proceso de alquiler de maquinarias se redujo en 5.49%, en el proceso de cobranza de alquiler de maquinarias se redujo en 55.83%, en el proceso de abastecimiento de combustible se redujo en 4.29%, en el proceso de control de horas-máquina se redujo en 14.50% y en el proceso de seguimiento y control de trabajos de mantenimiento de 19.50%.

Giraldo Sanchez, Saldarriaga Monsalve y Moncada Roldan (2013, Universidad San Buenaaventura - MEDELLÍN) en su investigación titulada: “Diseño de un metodología de implementación de lean manufacturing en una PYME (Momentos Classic)”, concluyen que con la implementación de tres herramientas básicas del lean manufacturing (5S, SMED y JIT), se logró mejorar la calidad y reducir los costos, agilizando la producción, eliminando todas las actividades u operaciones que no agregan valor al proceso, a su vez su implementación involucró un compromiso global en las áreas de la empresa suponiendo un cambio de mentalidad basado en la calidad total, con una estrecha colaboración y

participación de todos los trabajadores a fin de alcanzar metas propuestas. Mientras que en nuestra investigación titulada: “Implementación de un modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque lean manufacturing para la empresa Mega Inversiones SRL”, llegamos a la conclusión que con el diseño e implementación del modelo planteado bajo el enfoque lean manufacturing, se logró utilizar las herramientas más adecuadas del lean manufacturing en cada proceso del área de mantenimiento (5S, Kaizen, Estandarización del trabajo, VSM, SMED, TPM), logrando así mejorar los procesos el cual se refleja en el mejoramiento de la disponibilidad de las maquinarias en un 35.01%.

Pajuelo Rodriguez, Carlos Miguel (2016, UNHEVAL - HUÁNUCO) en su investigación titulada: “Propuesta de mejora de la efectividad en el estudio de mecánica de suelos con fines de habilitación urbana empleando manufactura esbelta en la empresa LEMICONS S.R.L. lima 2016”, concluye que con la implementación de las herramientas de manufactura esbelta como solución a los problemas, los cuales son 5S, TPM, reporte A3 y Just in time, la producción incrementó en un 50%. Se determinó la eficiencia del desarrollo de los estudios de mecánica de suelos con fines de habilitación urbana, con un 73% de eficiencia antes del lanzamiento piloto de la metodología de trabajo y después del lanzamiento piloto fue de 88%, reflejándose un incremento del 15 %. Mientras que en nuestra investigación titulada: “Implementación de un modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque lean manufacturing para la empresa Mega Inversiones SRL”, llegamos a la conclusión que con el diseño e implementación del modelo de gestión de maquinarias planteado bajo el enfoque lean manufacturing, se logró incrementar la disponibilidad de maquinarias de un 62.47% a 97.48% (35.01%) y la fiabilidad se incrementó de un 93.27% a 99.39% (6.12%), A su vez que los procesos de requerimiento de repuestos, proceso de cobranza de alquiler de maquinarias, proceso de control de horas-máquina y proceso de seguimiento y control de trabajos de mantenimiento mejoraron considerablemente en su tiempo en un 46.46%, 55.83%, 14.50% y 19.50% respectivamente. La mejora de 35.01% de la disponibilidad se vio reflejada por eliminar el desperdicio de esperas en 30.88% y el desperdicio de máquinas dañadas en 4.14%.

CONCLUSIONES

Se encontró evidencia estadística de $\alpha = 0.05$ que el Modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque Lean Manufacturing aplicada al área de mantenimiento de la empresa Mega Inversiones S.R.L. de la ciudad de Huánuco tiene un impacto positivo de 35.01% en el índice de Disponibilidad de maquinarias. Por lo tanto, se ha rechazado la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alternativa H_1 que es: El Modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque Lean Manufacturing Si tiene un impacto positivo en la Disponibilidad de maquinarias en el área de mantenimiento de la empresa Mega Inversiones S.R.L. de la ciudad de Huánuco.

Se encontró evidencia estadística de $\alpha = 0.05$ que: el Modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque Lean Manufacturing aplicada al área de mantenimiento de la empresa Mega Inversiones S.R.L. de la ciudad de Huánuco tiene un tiene un impacto positivo de 4.14% en el índice de Disponibilidad de maquinarias influenciado por desperdicio de máquinas dañadas. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alternativa H_1 que es: El Modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque Lean Manufacturing si tiene un impacto positivo en la Disponibilidad de maquinarias influenciado por el desperdicio de máquinas dañadas en el área de mantenimiento de la empresa Mega Inversiones S.R.L. de la ciudad de Huánuco.

Se encontró evidencia estadística de $\alpha = 0.05$ que: el Modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque Lean Manufacturing aplicada al área de mantenimiento de la empresa Mega Inversiones S.R.L. de la ciudad de Huánuco tiene un tiene un impacto positivo de 30.88% en el índice de Disponibilidad de maquinarias influenciado por desperdicio de esperas. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alternativa H_1 que es: El Modelo de gestión de maquinarias bajo el enfoque Lean Manufacturing Si tiene un impacto positivo en la Disponibilidad de maquinarias influenciado por el desperdicio de esperas en el área de mantenimiento de la empresa Mega Inversiones S.R.L. de la ciudad de Huánuco.

RECOMENDACIONES

- ✓ Continuar con la implementación de las herramientas Lean Manufacturing que se propone en la presente investigación, las cuales son: 5 S, VSM, TPM, SMED, KAIZEN y estandarización de los procesos, así se logrará reducir el tiempo en los procesos y optimizar los recursos que se emplean en cada actividad.
- ✓ Programar capacitaciones a todos los trabajadores involucrados en cada uno de los procesos del área de mantenimiento en temas referentes a sus actividades, como de igual manera en el uso de las herramientas del Lean Manufacturing.
- ✓ Implementar un sistema informático que permita el mejor desarrollo de la gestión del mantenimiento.
- ✓ Desarrollar y mejorar los formatos de control que se utilizan en los diferentes procesos del área de mantenimiento.
- ✓ Se recomienda contratar mayor cantidad de personal capacitado para el mejor desarrollo de las actividades de los diferentes procesos del área de mantenimiento.

BIBLIOGRAFIA

- American Psychological Association (2010). *Manual de Publicaciones de la American Psychological Association (6 ed.)*. México, D.F.: Editorial El Manual Moderno
- Baldin. (1982). *Manual del Mantenimiento de instalaciones industriales*. España: MASSON SA.
- Alirio J. y Jimenez N. (2011). *Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad, entendiendo sus diferencias*. 10-07-2017, de MANTENIMIENTO LA Sitio web: <https://maintenancela.blogspot.pe/2011/10/confiabilidad-disponibilidad-y.html>
- APTEAN. (2012). *LAS SEIS GRANDES PÉRDIDAS*. 10-07-2017, de WHITEPAPER Sitio web: http://www.aptean.com/es/assets/pdfs/resources/documents/APT%20Factory_WhitePaper%20%20Las%206%20grandes%20perdidas%20Parte%201_ES.pdf
- Aranibar Gamarra, Marco Antonio (2016), *Investigación acerca de la Aplicación del Lean Manufacturing para la mejora de la productividad*, San Marcos - LIMA.
- Baluis Flores, Carlos André (2013), *Investigación acerca de la Optimización de procesos utilizando herramientas de Lean Manufacturing*, PUCP - LIMA.
- Carvajal Medios B2B. (2017). *Fórmulas de cálculo de indicadores de disponibilidad*. 02-07-2017, de Grupo Carvajal Sitio web: <http://www.reporteroindustrial.com/blogs/>
- EADS. (2012). *Lean Manufacturing*. 15-06-2017, de Bibing Sitio web: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/60218/fichero/04.+LEAN+MANUFACTURING.pdf>
- F. Monchy. (1990). *Teoría Y Practica Del Mantenimiento Industrial*. España: MASSON SA.
- Francis Boucly. (1999). *Gestión del Mantenimiento*. España: Aenor.

- Giraldo Sanchez, Saldarriaga Monsalve y Moncada Roldan (2013), *Investigación acerca de una Metodología de implementación de Lean Manufacturing en una Pyme*, Universidad San Buenaventura - MEDELLÍN.
- Infante Diaz y Erazo Delacruz (2013), *Investigación acerca del Mejoramiento de la Productividad por medio de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing*, Universidad San Buenaventura - CALI.
- Jean Paul Souris. (1992). *Mantenimiento: Fuente de beneficios*. Mexico: Ediciones Díaz de Santos.
- Laurell Grande, Giancarlo Paolo (2015), *Investigación acerca de la Implantación del Sistema de Manufactura Esbelta en un Línea de Envasados PET*, UNHEVAL - HUÁNUCO.
- Norberto J. Munier. (1979). *Manual de Stocks*. Argentina: Astrea
- OEE Industry Standard Sitio. (1999). *OEE Industry Standard Foundation*. 20-06-2017. de WordPress web:<http://oeeindustrystandard.oeefoundation.org/>
- Pajuelo Rodriguez, Carlos Miguel (2016), *Investigación acerca de la Mejora de la Efectividad en el Estudio de Mecánica de Suelos empleando la Manufactura Esbelta*, UNHEVAL - HUÁNUCO.
- Roqueme Salazar y Suarez Ballesteros (2015), *Investigación acerca de la Implementación de la Metodología Lean para el mejoramiento de los procesos*, Universidad Militar Nueva Granada - BOGOTÁ.
- WIKI. (2014). *Lean Manufacturing*. 17-06-2017, de Tangient LLC Sitio web: <http://manufactura-esbelta.wikispaces.com/Lean+Manufacturing>

ANEXOS

ANEXO N°01: ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS

 MEGA INVERSIONES SRL RUC: 20489532981 URB. PRIMAVERA MZ. "G" LT.7-8 AMARILIS-HUANUCO-HUANUCO	MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS	
	FECHA: Febrero 2018	VERSIÓN: 1

CONTROL DE CAMBIOS:

Fecha Revisión	Detalle de Cambios	Reviso	Autorizo

1. DEFINICIÓN. OBJETO Y ALCANCE

1.1. Definición

El manual de procesos y procedimientos, es una norma establecida para los procesos operativos del área de mantenimiento de maquinarias de la empresa MEGA INVERSIONES SRL, en el cual se definen los procesos con sus respectivos procedimientos, actividades y, todos los elementos que agregan valor al servicio final de la empresa.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Conocer, integrar y unificar de forma ordenada los procesos operativos y procedimientos del área de mantenimiento de maquinarias de la empresa MEGA INVERSIONES SRL.

1.2.2. Objetivos Específicos

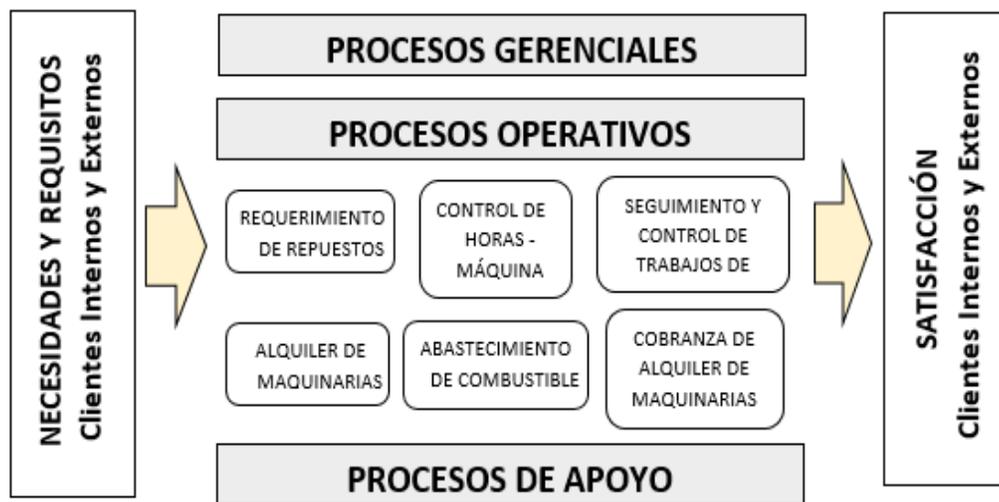
- ✓ Asignar responsabilidades para la ejecución, control y evaluación de procesos.
- ✓ Cumplir con los requerimientos de calidad establecidos.
- ✓ Medir, analizar y controlar los procesos y resultados de los mismos.
- ✓ Generar cultura de mejoramiento continuo.

1.3. Alcance

Aplica para todo los procesos operativos del área de mantenimiento de maquinarias de la empresa MEGA INVERSIONES SRL, ya que se clasifican y delimitan todos los procesos identificados.

2. MAPA DE PROCESO

Figura 1 Mapa de Proceso del Área de Mantenimiento de Maquinarias de la empresa Mega Inversiones S.R.L.



Fuente: Elaboración Propia

3. PROCESOS OPERATIVOS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO

En la estandarización de los procesos operativos encontramos que la mayoría de estos corresponden a la parte productiva del área de mantenimiento de maquinarias, la cual depende en gran medida de los recursos y de las órdenes de la alta gerencia.

En el área encontramos seis procesos que son:

- ✓ Proceso de Requerimiento de Repuestos
- ✓ Proceso de Alquiler de Maquinarias
- ✓ Proceso de Cobranza de Alquiler de Maquinarias
- ✓ Proceso de Abastecimiento de Combustible
- ✓ Proceso de Control de Horas – Máquina
- ✓ Proceso de Seguimiento y Control de los Trabajos de Mantenimiento

3.1. PROCESO DE REQUERIMIENTO DE REPUESTOS

3.1.1. Objetivo del proceso

El objetivo del proceso de requerimiento de repuestos es realizar el abastecimiento de repuesto solicitado de acuerdo a las características mecánicas indicadas en el breve plazo posible, garantizando la calidad del producto y eficacia del proceso.

3.1.2. Alcance del proceso

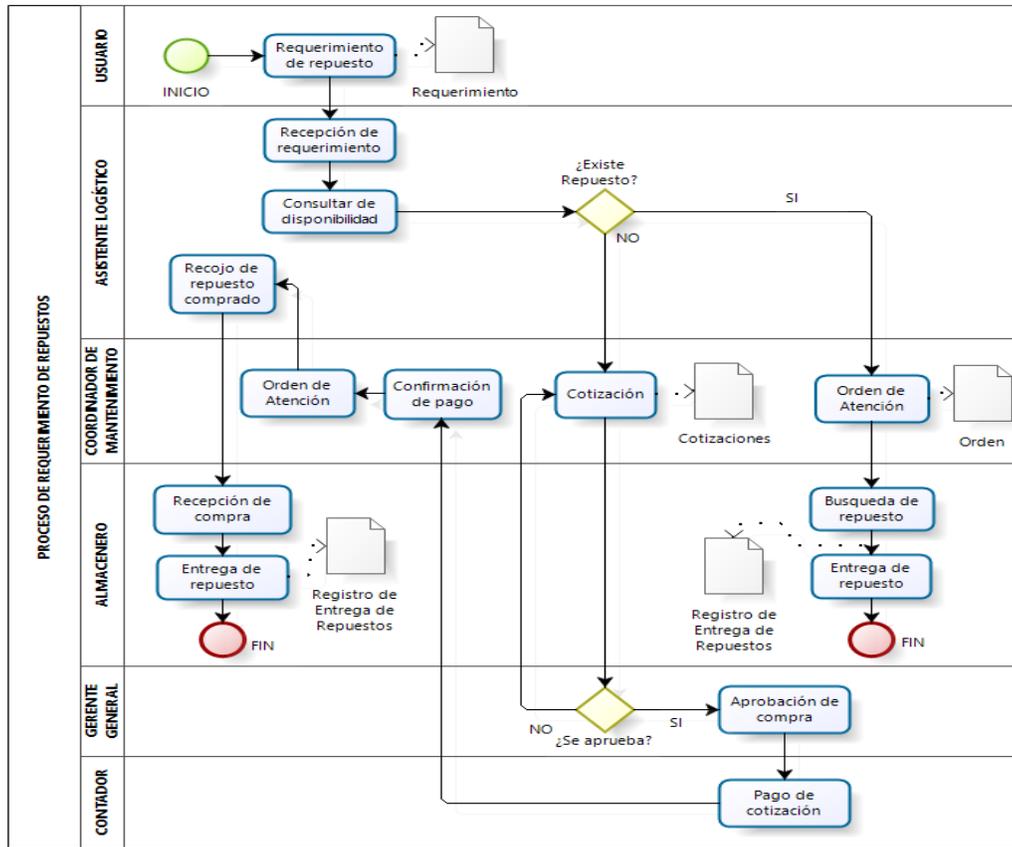
El proceso de requerimiento de repuestos, comprende desde el requerimiento presentado por parte del usuario hasta la entrega del repuesto solicitado a su destino.

3.1.3. Descripción del proceso

N°	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
1	Recepción de requerimiento	Asistente logístico	Se recibe el requerimiento de los diferentes usuarios (Mecánicos, Operadores, Choferes, Administrador de Obra) a través del email, informe o solicitudes físicas.
2	Consulta de disponibilidad	Asistente logístico	Se verifica en el sistema si existe stock del repuesto solicitado en el almacén.
3	Orden de atención	Coordinador de Mantenimiento	SI EXISTE en el almacén el repuesto, se realiza e imprime la orden de atención del repuesto.
4	Búsqueda de repuesto	Almacenero	Recibido la orden de atención, se busca el repuesto solicitado en el almacén.
5	Entrega de repuesto	Almacenero	Se realiza la entrega del repuesto en el taller de mantenimiento o se envía a obra, previamente se registra en el formato de entrega de repuesto y se hace firmar.
6	Cotización	Coordinador de Mantenimiento	SI NO EXISTE en el almacén el repuesto, se realiza las cotizaciones respectivas para su aprobación.
7	Aprobación de compra	Gerente general	Se evalúa las cotizaciones y se da la orden de pago para la alternativa óptima.
8	Pago de cotización	Contador	Se realiza el pago con cheque o efectivo de acuerdo a la autorización.
9	Confirmación de pago	Coordinador de Mantenimiento	Se envía el voucher, se entrega el cheque o se paga en efectivo al proveedor.
10	Recojo de repuesto comprado	Asistente logístico	Se verifica en el sistema si existe stock del repuesto solicitado en el almacén.
11	Recepción de compra	Almacenero	Se recepciona y verifica la compra de acuerdo a la guía o factura.
12	Entrega de repuesto	Almacenero	Se realiza la entrega del repuesto en el taller de mantenimiento o se envía a obra, previamente se registra en el formato de entrega de repuesto y se hace firmar.

3.1.4. Diagrama de Flujo

Figura 2 Diagrama de flujo del proceso de requerimiento de repuesto



Fuente: Elaboración Propia

3.1.5. Medición

- Numero de órdenes de atención
- Numero de órdenes de atención rechazadas

3.1.6. Documento de Soporte

Actividad	Documento	Responsable	Descripción
Orden de Atención	Formato de orden de Atención	Coordinador de Mantenimiento	Se detalla la fecha, repuesto, cantidad, maquinaria, destino y responsable.
Entrega de Repuesto	Registro de Entrega de Repuestos	Almacenero	Se detalla la fecha, cantidad, maquinaria, destino y responsable en cada entrega del almacén.

3.1.7. Procesos Subsecuentes

Procesos Subsecuentes	Responsable
Seguimiento y Control de Trabajos de Mantenimiento	Coordinador de Mantenimiento

3.2. PROCESO DE ALQUILER DE MAQUINARIAS

3.2.1. Objetivo del proceso

El objetivo del proceso de alquiler de maquinarias es ofrecer maquinarias en óptimas condiciones con procedimientos flexibles que garanticen la calidad del servicio.

3.2.2. Alcance del proceso

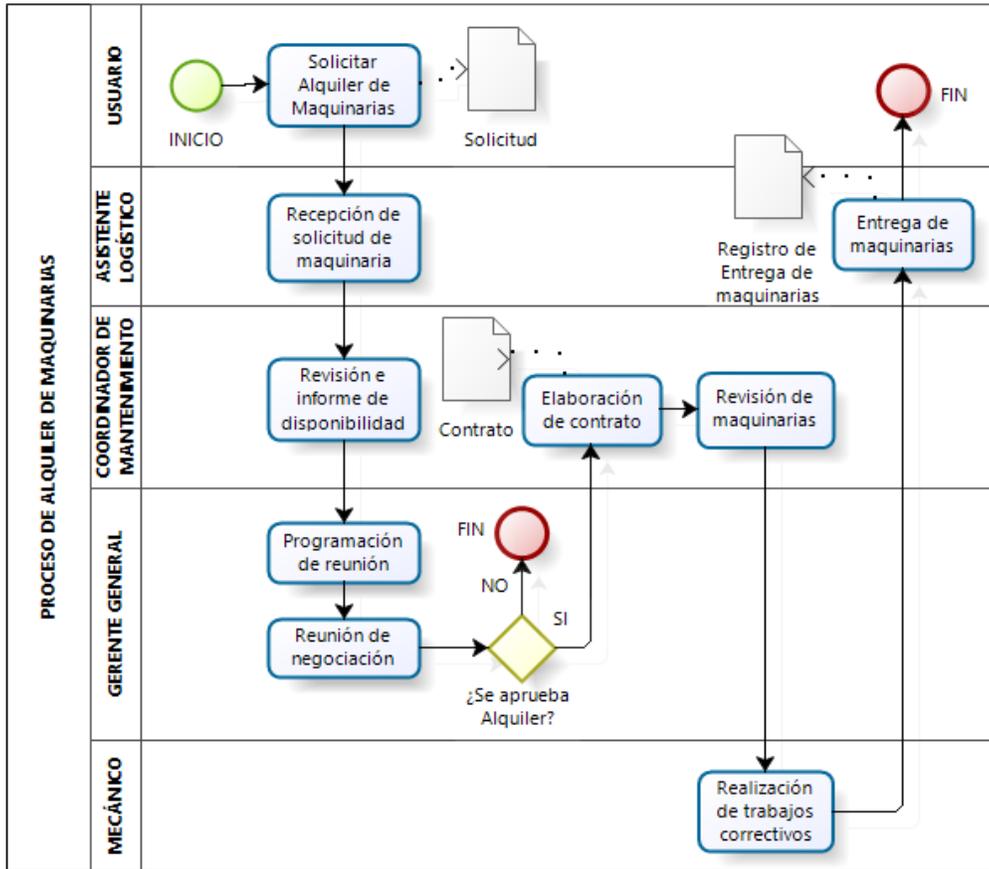
El proceso de alquiler de maquinarias, inicia desde la solicitud de maquinarias por parte del usuario hasta la entrega de las maquinarias en perfectas condiciones de operatividad.

3.2.3. Descripción del proceso

N°	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
1	Recepción de solicitud de maquinaria	Asistente logístico	Se recibe las solicitudes de requerimiento de maquinarias para dar de conocimiento al Gerente General.
2	Revisión e informe de disponibilidad	Coordinador de maquinarias	Se revisa la disponibilidad de las maquinarias de acuerdo a la solicitud y se entrega informe al Gerente general para su conocimiento.
3	Programación de reunión	Gerente General	Reciba la solicitud e informe de disponibilidad de las maquinarias y programa reunión con el interesado de las maquinarias
4	Reunión de negociación	Gerente General	Se evalúa las condiciones del alquiler de maquinarias, el precio y lugar de operación.
5	Elaboración de contrato	Coordinador de maquinarias	Si se APRUEBA EL ALQUILER se elabora el contrato con las clausulas establecidas en la reunión, caso contrario termina el proceso.
6	Revisión de maquinarias	Coordinador de maquinarias	Se verifica las condiciones mecánicas de las maquinarias a alquilar.
7	Realización de trabajos correctivos	Mecánico	Se realiza los trabajos correctivos de las maquinarias solicitadas.
8	Entrega de maquinarias	Asistente logístico	Se realiza la entrega y registro de las condiciones de las maquinarias a alquilar.

3.2.4. Diagrama de Flujo

Figura 3 Diagrama de flujo del proceso de requerimiento de repuesto



Fuente: Elaboración Propia

3.2.5. Medición

- Número de contratos

3.2.6. Documento de Soporte

Actividad	Documento	Responsable	Descripción
Elaboración de Contrato	Formato de Contrato	Coordinador de Mantenimiento	Se detallan las cláusulas de la negociación.
Entrega de Maquinarias	Registro de Entrega de Maquinarias	Asistente Logístico	Se registra las condiciones en que se entrega las maquinarias

3.2.7. Procesos Subsecuentes

Procesos Subsecuentes	Responsable
Cobranza de Alquiler de Maquinarias	Coordinador de Mantenimiento

3.3. COBRANZA DE ALQUILER DE MAQUINARIAS

3.3.1. Objetivo del proceso

El objetivo del proceso es realizar la cobranza del alquiler de maquinarias en un breve plazo posible.

3.3.2. Alcance del proceso

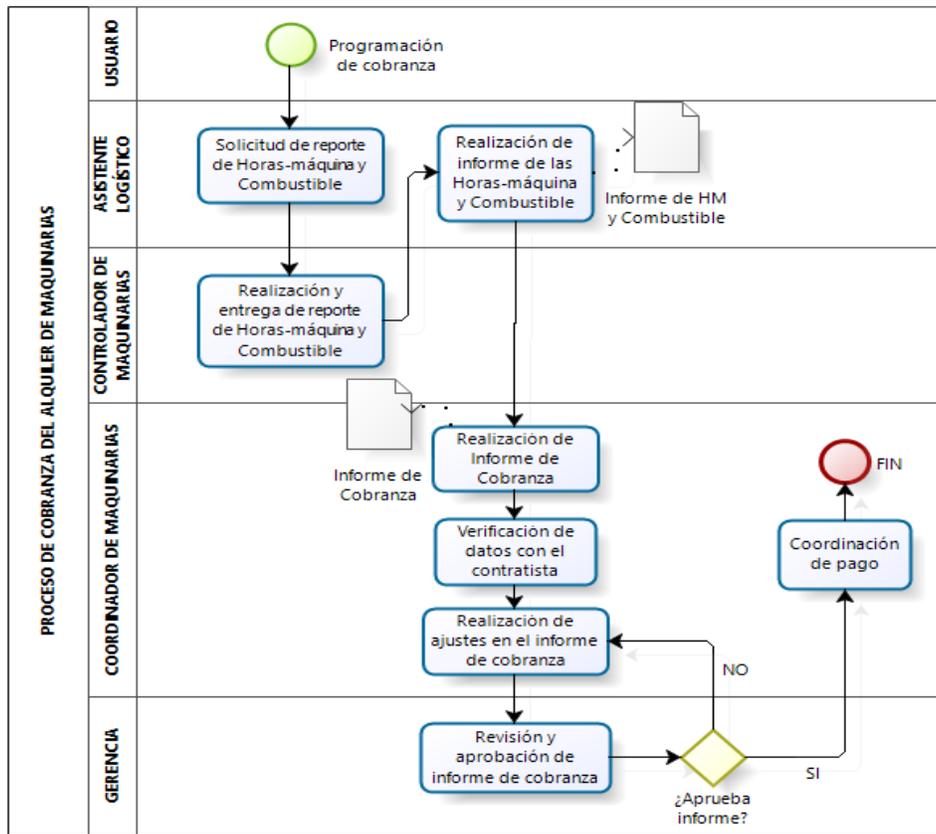
El proceso de cobranza de alquiler de maquinarias, inicia con la programación de cobranza del alquiler de las maquinarias de acuerdo a las valorizaciones mensuales y finaliza con la conformidad de pago por parte del contratista.

3.3.3. Descripción del proceso

N°	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
1	Solicitud de reporte de Horas-máquina y Combustible	Asistente Logístico	Se solicita al controlador de maquinarias el reporte mecánico y de las horas-máquina y combustible de las maquinarias alquiladas
2	Realización y entrega de reporte de Horas-máquina y Combustible	Controlador de maquinarias	Se realiza el reporte de las horas-máquina y combustible de las maquinarias alquiladas y se envía por email.
3	Realización de informe de las Horas-máquina y Combustible	Asistente Logístico	Se realiza el informe de las horas-máquina y del combustible de las maquinarias alquiladas.
4	Realización de informe de cobranza	Coordinador de Mantenimiento	Se realiza el informe de cobranza del alquiler de maquinarias.
5	Verificación de datos con el contratista	Coordinador de Mantenimiento	Se verifica las Horas-máquina con el contratista para llegar a una conformidad de las horas.
6	Realización de ajustes en el informe de cobranza	Coordinador de Mantenimiento	Se modifica las horas que no sustenten bien las operativas de las maquinarias.
7	Revisión y aprobación de informe de cobranza	Gerente General	Se revisa el informe de cobranza, si se APRUEBA se autoriza orden de cobranza, caso contrario se envía al coordinador para que realice las correcciones pertinentes.
8	Coordinación de pago	Coordinador de Mantenimiento	Se acuerda con el contratista la fecha de pago de la valorización.

3.3.4. Diagrama de Flujo

Figura 4 Diagrama de flujo del proceso de requerimiento de repuesto



Fuente: Elaboración Propia

3.3.5. Medición

- Número de Informe de cobranza

3.3.6. Documento de Soporte

Actividad	Documento	Responsable	Descripción
Realización de informe de Horas-máquina y combustible	Informe de Horas - máquina y combustible	Asistente Logístico	Se detallas las HM y combustible de cada maquinaria alquilada.
Realización de Informe de cobranza	Informe de Cobranza	Coordinador de Mantenimiento	Se detalla en resumen las HM y combustible de las Maquinarias alquiladas.

3.3.7. Procesos Subsecuentes

Procesos Subsecuentes	Responsable
Alquiler de Maquinarias	Coordinador de Mantenimiento

3.4. PROCESO DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE

3.4.1. Objetivo del proceso

El objetivo del proceso es abastecer a obra y a las maquinarias de combustible de manera oportuna para su trabajo diario.

3.4.2. Alcance del proceso

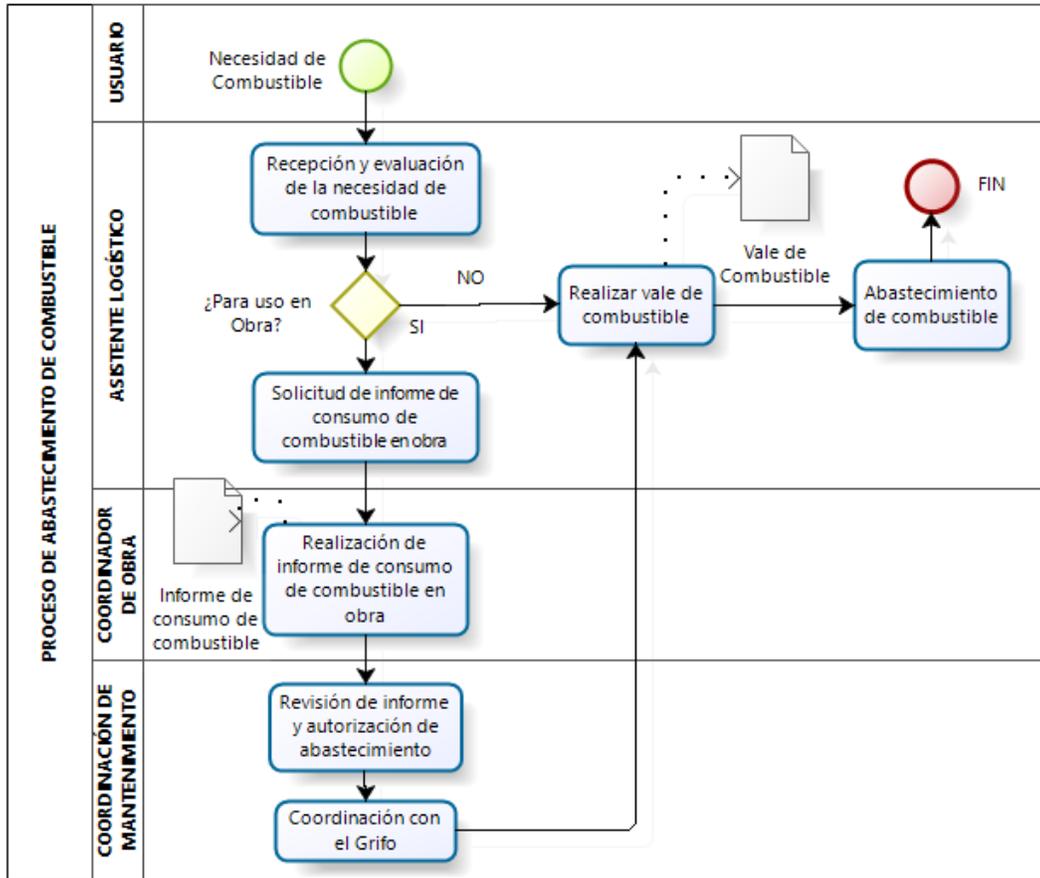
El proceso de abastecimiento de combustible, inicia con la necesidad de combustible para el trabajo de las maquinarias de acuerdo al trabajo programado y finaliza con el adecuado abastecimiento de combustible.

3.4.3. Descripción del proceso

N°	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
1	Recepción y evaluación de la necesidad de combustible	Asistente Logístico	Se consulta si el combustible es para uso en obra o abastecimiento directo de la maquinaria.
2	Solicitud de informe de consumo de combustible en obra	Asistente Logístico	Si es para USO EN OBRA, se solicita al coordinador de obra el estado del consumo de combustible en obra.
3	Realización de informe de consumo de combustible en obra	Coordinador de Obra	Se realiza el informe detallado de cada abastecimiento de combustible a las maquinarias en obra.
4	Revisión de informe y autorización de abastecimiento	Coordinador de Mantenimiento	Se verifica el abastecimiento de las maquinarias en obra.
5	Coordinación con el Grifo	Coordinador de Mantenimiento	Se coordina con el grifo la disponibilidad de la cantidad requerida para obra.
6	Elaboración de vale de combustible	Asistente Logístico	Si no es para USO EN OBRA, se elabora directamente el vale de combustible en ambos casos, con todo los datos importantes de la maquinaria..
7	Abastecimiento de combustible	Asistente Logístico	Se supervisa en el grifo el abastecimiento respectivo de combustible de acuerdo a las labores a realizar por la maquinaria o la cantidad solicitada en obra.

3.4.4. Diagrama de Flujo

Figura 5 Diagrama de flujo del proceso de abastecimiento de combustible



Fuente: Elaboración Propia

3.4.5. Medición

- Número de vales de combustible

3.4.6. Documento de Soporte

Actividad	Documento	Responsable	Descripción
Realización de informe de consumo de combustible en obra	Informe de consumo de combustible	Coordinador de obra	Se detalla el abastecimiento de combustible de cada maquinaria en obra.
Realización de vale de combustible	Vale de Combustible	Asistente Logístico	Se detalla la fecha, cantidad, maquinaria, responsable y lugar.

3.5. PROCESO DE CONTROL DE HORAS - MÁQUINA

3.5.1. Objetivo del proceso

El objetivo del proceso es controlar adecuadamente las horas máquina de las maquinarias y su consumo de combustible respectivo de manera eficiente.

3.5.2. Alcance del proceso

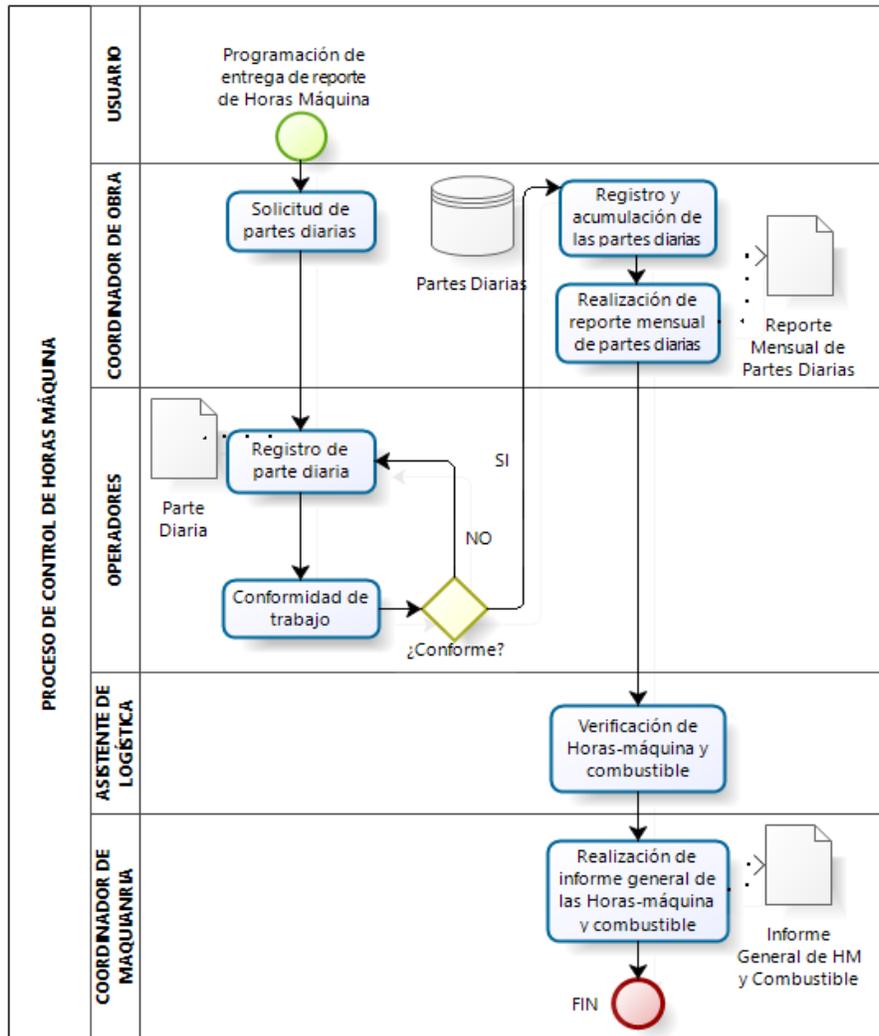
El proceso de control de horas - máquina, inicia con la programación de la entrega del reporte de horas - máquina y combustible y culmina con la entrega del informe global respecto a las horas - máquina y combustible.

3.5.3. Descripción del proceso

N°	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
1	Solicitud de partes diarias	Coordinador de obra	Se solicita a cada operador su parte diaria luego de la firma de conformidad del trabajo.
2	Registro de parte diaria	Operadores / Choferes	Se rellana la parte diaria de acuerdo a lo indicado.
3	Conformidad de trabajo	Operadores / Choferes	Se hace firmar la parte diaria en conformidad del trabajo realizado, luego se entrega al coordinador de obra.
4	Registro y acumulación de las partes diarias	Coordinador de obra	Se registra cada parte diaria y se va acumulando hasta el mes.
5	Realización de reporte mensual de partes diarias	Coordinador de obra	Se realiza el reporte mensual de cada maquinaria de acuerdo a sus partes diarias y se envía por email o en impresión.
6	Verificación de Horas-máquina y combustible	Asistente Logístico	Se verifica el reporte de cada maquinaria, en caso existe errores se coordina con el coordinador de obra para corrección.
7	Realización de informe general de las Horas-máquina y combustible	Coordinador de Maquinarias	Se realiza el informe general de las maquinarias, luego se presenta a la gerencia general.

3.5.4. Diagrama de Flujo

Figura 6 Diagrama de flujo del proceso de control de horas - máquina



Fuente: Elaboración Propia

3.5.5. Medición

- Número de vales de combustible

3.5.6. Documento de Soporte

Actividad	Documento	Responsable	Descripción
Realización de reporte mensual de partes diarias	Reporte mensual de parte diaria	Coordinador de obra	Se detalla el hodómetro y combustible diario
Realización de informe general de HM y combustible	Informe general de HM y combustible	Coordinador de Maquinarias	Se el resumen de los reportes de cada maquinaria.

3.6. PROCESO DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

3.6.1. Objetivo del proceso

El objetivo del proceso es vigilar y verificar la correcta ejecución de los trabajos de mantenimiento y lograr un entendimiento del progreso del mismo de forma que se pueda tomar las acciones apropiadas cuando la ejecución del trabajo se desvíe.

3.6.2. Alcance del proceso

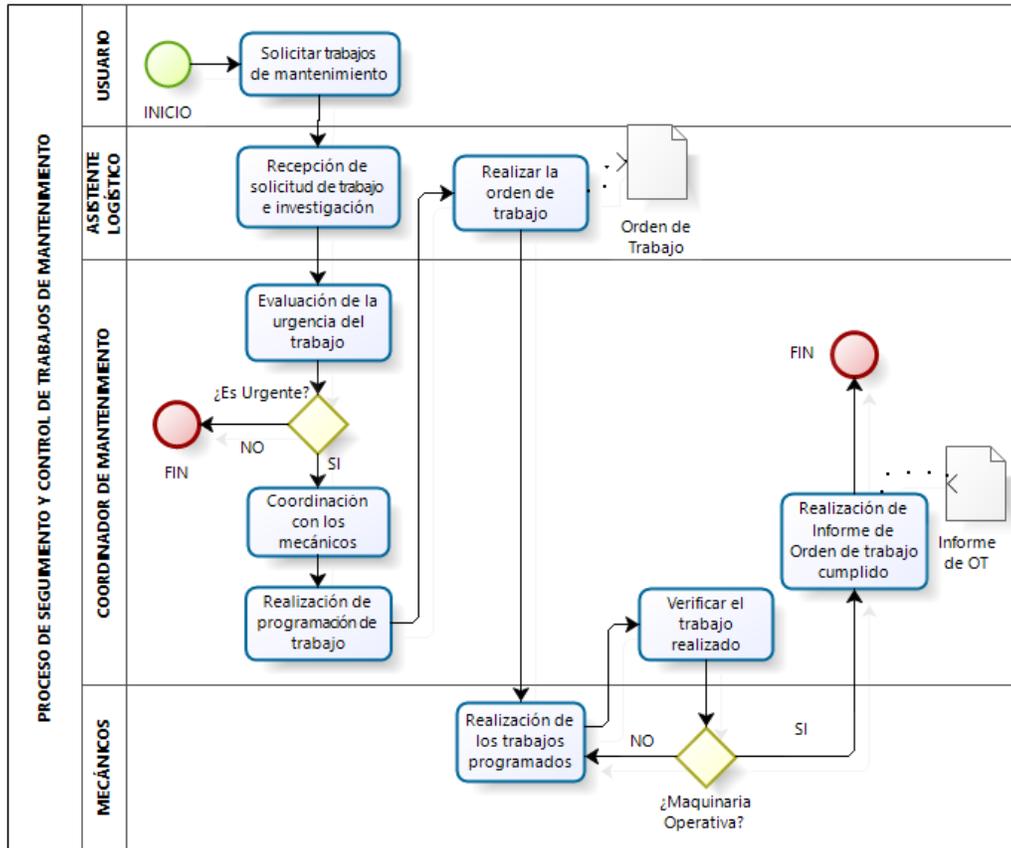
El proceso de seguimiento y control de trabajos de mantenimiento, comienza con la solicitud de trabajos de mantenimiento por parte del área usuaria y culmina con la entrega de las maquinarias operativas y un informe de la orden de trabajo que lo sustente.

3.6.3. Descripción del proceso

N°	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
1	Recepción de solicitud de trabajo e investigación	Asistente de Logística	Se recibe las solicitudes de trabajos y se indaga sobre la necesidad del trabajo de mantenimiento.
2	Evaluación de la urgencia del trabajo	Coordinador de Mantenimiento	Se evalúa el trabajo solicitado, de acuerdo a la urgencia.
3	Coordinación con los mecánicos	Coordinador de Mantenimiento	Si es Urgente el trabajo se solicita mayor información sobre el trabajo, caso contrario se archiva para su posterior desarrollo.
4	Realización de programación de trabajo	Coordinador de Mantenimiento	Se realiza la programación del trabajo para que se desarrolle en el tiempo más óptimo.
5	Realización de orden de trabajo	Asistente de Logística	Se realiza la orden de trabajo, donde se especifica todo los detalles del trabajo, tareas, repuestos, materiales, mano de obra entre otros.
6	Realización de los trabajos programados	Mecánicos	Se realiza el trabajo mecánico de todas las programaciones.
7	Verificación del trabajo	Coordinador de Mantenimiento	Se verifica si la maquinaria se encuentra operativamente
8	Realización de Informe de Orden de trabajo cumplido	Coordinador de Mantenimiento	Se realiza el informe del trabajo cumplido y se presenta a la gerencia para su conocimiento.

3.6.4. Diagrama de Flujo

Figura 7 Diagrama de flujo del proceso de control de horas - máquina



Fuente: Elaboración Propia

3.6.5. Medición

- Número de vales de combustible

3.6.6. Documento de Soporte

Actividad	Documento	Responsable	Descripción
Realización de Orden de trabajo	Orden de Trabajo	Asistente Logístico	Se detalla las tareas, repuestos, herramientas y mano de obra.
Realización de informe de Orden de trabajo	Informe de Orden de trabajo	Coordinador de Maquinarias	Se detalla el trabajo cumplido satisfactoria y las evidencias.

ANEXO N°02: IMPLEMENTACIÓN DE 5'S

 MEGA INVERSIONES SRL RUC: 20489532981 URB. PRIMAVERA MZ. "G" LT.7-8 AMARILIS-HUANUCO-HUANUCO	HERRAMIENTAS DE 5'S	
	FECHA: Febrero 2018	VERSIÓN: 1

IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE 5'S Y CONTROLES VISUALES

I. FASE 1: Preliminar

1.1. Etapa 1: Compromiso de la Dirección

El compromiso de la Alta Dirección se encuentre presente dentro del proceso de implementación de esta herramienta.

Se ha demostrado con la experiencia que el 80% del éxito en la aplicación de 5'S, depende del nivel de compromiso que asuma la alta gerencia, ya que sin su apoyo este proceso se interrumpirá y posteriormente llegara al grado de paralizarlo de forma definitiva, lo cual sería desfavorable para la empresa.

Una vez que la alta dirección decide darle apoyo al proyecto de implementación, resulta esencial que demuestre su compromiso e involucramiento ante los empleados, no solo al comienzo sino también en las fases sucesivas del proyecto, concentrando todos los esfuerzos necesarios a fin de que las actividades 5'S puedan desarrollarse de manera rápida y efectiva, siendo necesario su motivación hacia los demás para lograr la cooperación con un espíritu de trabajo en equipo.

1.2. Etapa 2: Organización del Comité 5'S

Se hace necesario conformar un equipo que se encargue de liderar el proceso de implementación de la estrategia de las 5'S en la empresa. A este equipo se le denominará "Comité 5'S".

- **Integrantes del Comité:** Debe ser integrado por miembros de diferentes áreas. Estas personas pueden ser seleccionadas por su liderazgo, dinamismo, compromiso, comunicación, actitud positiva y ejemplo hacia sus compañeros. Preferiblemente estas personas deberían ser empleados con cargos de alta responsabilidad, como gerentes, coordinadores, supervisores etc. Para el caso de Mega Inversiones SRL, el comité debería estar compuesto por un representante de:

- Administración General
- Jefe del área de maquinarias

- Área de Logística
 - Área de Almacén
 - Área de Mantenimiento
- **Líder Principal del Comité:** Esta persona debe ser designada por la Administración General y seleccionada por su liderazgo. Este persona debe guiar a los demás a alcanzar las metas trazadas, animar a los miembros del comité a que participen de las actividades, definir el rol de cada miembro del comité, evaluar los avances de la implementación, retroalimentar al comité y a la Gerencia cualquier cambio en el plan de trabajo, coordinar las actividades la implementación, monitorear el progreso de la implementación y escuchar las opiniones de los demás.
 - **Funciones del Comité:** La implementación de las 5'S debe ir guiada por una metodología de mejora continua como lo es el ciclo PHVA. Por esto las funciones del comité deben de estar acordes a esta metodología. Se hace indispensable que dentro del comité los integrantes se pongan de acuerdo para establecer responsables de las tareas o funciones que se presentan a continuación:

Cuadro 1. Funciones del Comité 5'S

RESPONSABILIDAD	TAREAS
Planear	<ul style="list-style-type: none"> * Elaborar planes para el desarrollo de las actividades * Promocionar las actividades * Gestionar los recursos necesarios para su implementación
Hacer	<ul style="list-style-type: none"> * Coordinar las actividades de capacitación en el tema de 5'S * Convocar y dirigir las reuniones 5'S * Fomentar la integración del personal como un solo equipo de trabajo * Animar al personal a que colaboren con un espíritu de trabajo en equipo * Participar en el desarrollo de las actividades 5'S
Verificar	<ul style="list-style-type: none"> * Dar seguimiento a los planes establecidos * Realizar inspecciones o auditorías relacionadas con las 5'S
Actuar	<ul style="list-style-type: none"> * Fomentar la implementación de actividades de mejora * Velar por el cumplimiento de las acciones * Documentar las acciones, actividades, resultados y pasos a seguir * Presentar propuestas de mejora

1.3. Etapa 3: Planificación de Actividades

Antes de iniciarse la implementación de las 5'S debe de definirse un cronograma o plan de trabajo que describa: actividades, periodo, lugar y responsable de ejecución.

Las áreas recomendadas para comenzar con la implementación de las 5'S son la oficina central de archivos, el área de almacén y el taller de mantenimiento. A continuación se presenta un modelo de cronograma con los tiempos aproximados de las actividades que puede ser seguido para la planeación de las actividades:

Cuadro 2. Cronograma de Planificación de Actividades para 5'S

Actividad	Octubre				Noviembre				Diciembre				Responsable	
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Organización del Comité 5'S	■													
Anuncio Oficial		■												
Concurso 5'S			■	■										
Capacitaciones 5'S					■									
Seiri						■	■							
Seiton								■	■					
Seiso										■	■			
Día de la gran Limpieza													■	
Auditorías internas								■		■				

1.4. Etapa 4: Lanzamiento oficial de las 5'S

La alta gerencia debe de comunicar oficialmente el inicio del proyecto y lo puede hacer a través de los siguientes medios:

- Comunicación escrita
- Reuniones por áreas
- Reunión con todo el personal de la empresa

Durante este comunicado por cualquiera que sea el medio, se debe dejar claro los objetivos y beneficios que el proyecto de implementación tiene, así como las expectativas de la gerencia.

Con el fin de divulgar la información y fomentar la participación se han generado

varios medios entre los cuales se encuentran la mascota y el lema 5'S. Estas dos herramientas mencionadas buscan motivar e involucrar a todo el personal a que participen voluntariamente en un concurso que ponga a prueba sus actitudes y habilidades, de manera que se identifiquen con la implementación. Las demás herramientas buscan brindar información diversa sobre la metodología de 5'S, el proceso de implementación, las áreas donde se está trabajando etc.

1.5. Etapa 5: Capacitación del personal en 5'S

El proceso de capacitación está dividido en dos partes. La primera parte de la capacitación va dirigida al Comité 5'S y luego a todos los empleados que van a participar en el proceso.

Las capacitaciones deben transmitir a los empleados los conocimientos, conceptos y metodología para la implementación exitosa de cada una de las actividades de la herramienta 5'S, a fin de sensibilizar y crear una nueva cultura de calidad en el trabajo, donde la limpieza y el orden sea parte inherente en los procesos productivos, haciendo énfasis en el compromiso y la responsabilidad.

Aspectos para el desarrollo efectivo de las capacitaciones:

- * **Preparación del plan de capacitación:** fechas, horarios, lugares, responsable. Esto puede definirse por área o departamento de trabajo.
- * **Elaboración de material de capacitación** (información, fotografías y otros)
- * **Identificación del o los instructores** ya sea alguien perteneciente a la empresa que haya sido formado en el tema o alguien externo experto en el tema.
- * **Logística:** listas de asistencia, reproducción de materiales de capacitación, preparación del salón. Ayudas visuales, bocardillos para los asistentes entre otros.
- * **Especificación del número máximo de personas en cada capacitación.** Se recomienda que no excedan a 25 personas, para evitar distracciones y que todos tengan la oportunidad de participar y expresar sus opiniones, ideas o experiencias.
- * **La duración no debería extenderse de 4 horas**, a no ser que la capacitación sea impartida por personal externo y se requiera mayor tiempo.
- * **No excluir a ninguna persona de las áreas** que estarán dentro del proceso de implementación.
- * **El lugar** donde se impartan las capacitaciones sea apropiado y cómodo.

II. FASE 2: Ejecución

2.1. Etapa 1: Implementación de Seiri

1. Hacer un registro fotográfico:

Es una de las primeras actividades durante este proceso, en donde se registra la situación actual de las áreas involucradas en una o varias fotografías. A su vez estas son utilizadas como argumento para evidenciar la problemática con respecto al orden y la limpieza. Al analizar las fotografías, se debe conocer los elementos innecesarios que ocupan un porcentaje de espacio y limitan la disponibilidad del área de trabajo.



Taller de
Mantenimiento



Almacén de
Mantenimiento

2. Definir el ámbito de aplicación:

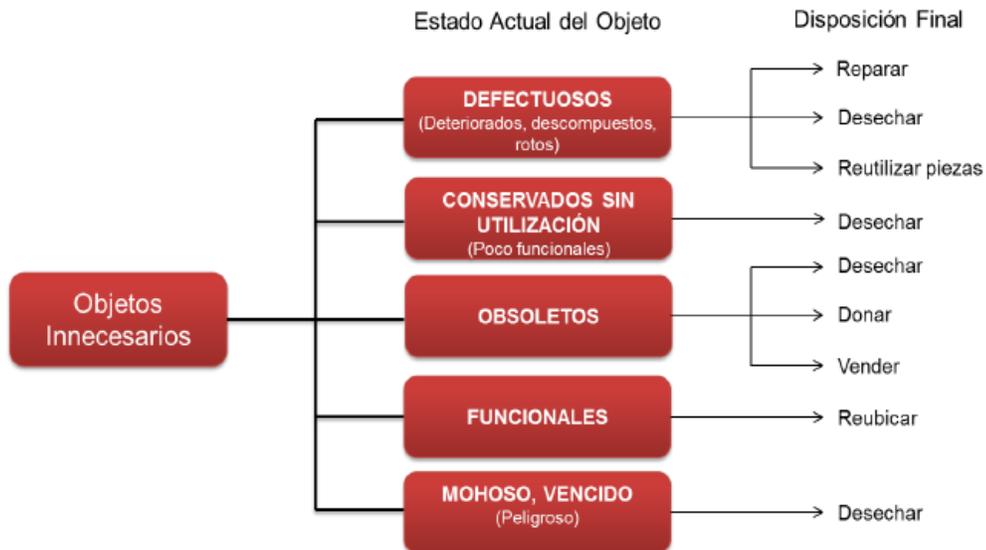
La gerencia debe especificar los sitios donde se implementará 5'S de acuerdo al diagnóstico inicial. Para el caso de Mega Inversiones SRL ya se habían definido las siguientes áreas: **Oficina central de Archivos, Área de almacén y Taller de Mantenimiento.**

3. Establecer criterios de clasificación y evaluación de elementos:

Se debe mantener lo realmente necesario, determinar la situación en la que se encuentran todos los elementos, la relevancia y la conveniencia de los elementos del área, la periodicidad de uso de los elementos y la cantidad.

La siguiente figura describe algunos criterios generales que se utilizan para clasificar y evaluar los elementos innecesarios con sus respectivas disposiciones finales (tratamientos que recibirán).

Disposición Final según estado del elemento



Fuente: Los Autores

La siguiente tabla presente ejemplos de criterios para la selección de los elementos necesarios en el área de trabajo:

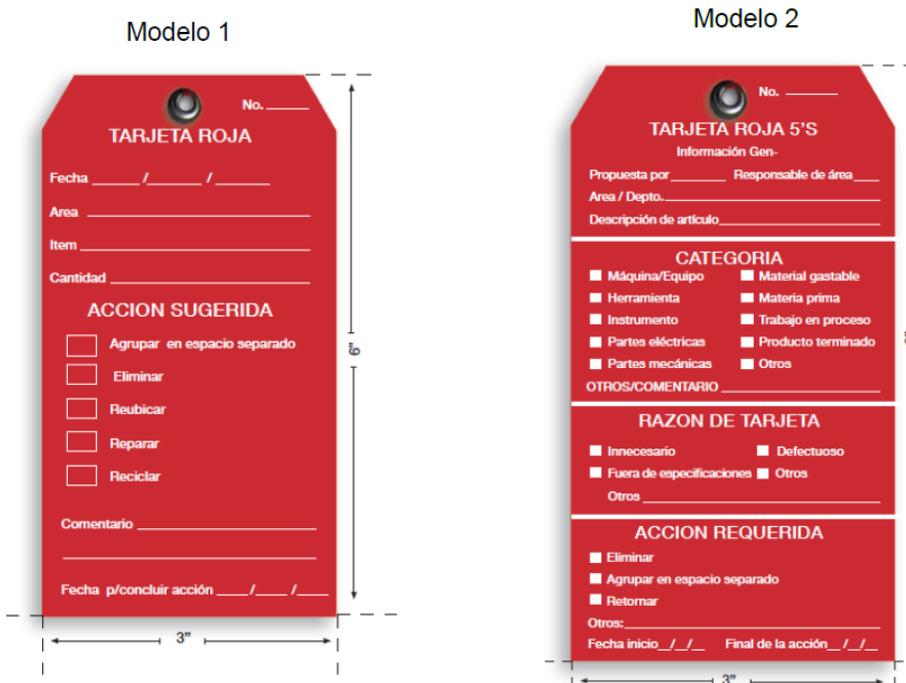
Criterios para selección de elementos necesarios

Departamento / Área	Objetos / Elementos de Trabajo	Criterios
Taller de Mantenimiento	Inventarios	Frecuencia de uso y cantidad
	Máquinas / Equipos	Frecuencia de uso
	Herramientas e Instrumentos	Frecuencia de uso
	Materiales	Utilidad y cantidad
	Estantes, Cajas y Mesas de Trabajo	Utilidad y cantidad
Almacén	Artículos varios	Utilidad y cantidad
	Documentos, Archivos	Relevancia y utilidad
	Máquinas	Utilidad
Oficina Central	Archivos, documentos	Relevancia y frecuencia de uso
	Mesas, sillas, equipos	Únicamente necesarios

Fuente: RODRIGUEZ, José Roberto (2012). *Base del enfoque japonés para la mejora de la calidad y la productividad Estrategia de las 5S*. Consejo Hondureño de Ciencia, Tecnología, e Innovación con el apoyo de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Primera Edición. Tegucigalpa: Honduras.

4. Elaborar notificaciones de desecho o tarjetas rojas:

Esta es una herramienta utilizada para descartar lo clasificado como innecesario, para lo cual se diseña una tarjeta denominada “notificación de desecho o tarjeta roja”, de manera que llame la atención y a la vez sugiera una acción a tomar. El color rojo es para facilitar la identificación. A continuación se presentan algunos modelos de estas tarjetas:



5. Identificar los elementos innecesarios:

Esta acción será efectiva si se han definido claramente los criterios antes descritos, lo que ayudará al personal a determinar si un elemento es necesario o no. En caso de existir una incertidumbre sobre la funcionalidad de algún elemento, es recomendable reportarlo cuanto antes al responsable del área o técnicos quienes pueden evaluar y dar una opinión técnica para conocer de esta manera si realmente es necesario o no.

6. Aplicar tarjetas de notificación de desecho:

Consiste en colocar la notificación de desecho o tarjeta roja sobre todos los elementos identificados como innecesarios, completar la información requerida, adherirlo en un lugar visible y evitar que se desprenda fácilmente. Es preferible que la aplicación de las tarjetas se realice lo más rápido posible, por ejemplo: tres días como máximo a partir de la divulgación de los criterios de *seiri*. Se coloca una tarjeta por artículo o por grupo de artículos que sean iguales. Podrán existir elementos que no ameritan la aplicación de la tarjeta roja, pero eso no significa que no se eliminarán o retirarán del lugar de trabajo, por ejemplo: papelería, cajas vacías, objetos personales, entre otros.

7. Elaborar el informe de notificación de desecho:

Todo lo que se ha realizado debe documentarse, es decir, cada área de trabajo elabora y registra el listado de los elementos innecesarios, especificando: área, responsable, fecha, nombre del elemento, cantidad, estado, ubicación, motivo del retiro y acción sugerida. En la tabla 1 se presenta un ejemplo de cómo realizar este informe, con la información requerida que puede ser completada por el operario, encargado o supervisor (quienes conocen detalladamente los elementos que están a su cargo), sin embargo, la última columna "Decisión final" será completada por la Alta Gerencia o el Comité 5'S.

8. Trasladar los elementos innecesarios a un sitio temporal:

Una vez realizada la actividad previamente descrita, los elementos innecesarios deberán ser trasladados temporalmente a un espacio asignado, denominado la "Bodega de *seiri*", cuyo fin es retenerlos mientras se toma la decisión final por parte de la Gerencia. Además de esto, esta bodega también servirá para cerciorarse que no se elimine algún elemento que realmente sea útil. Se puede presentar la situación de que algún elemento, equipo, maquinaria u otros no se trasladen a la bodega de *seiri*, debido a factores como tamaño, peso o sea muy costoso

movilizarlos, por lo que sería permitido mantenerlo en el mismo lugar hasta que se decida qué hacer con él.

Tabla 1. Informe de notificación de desechos

Área/ Departamento					Fecha		
Responsable							
Nombre del elemento	Cantidad	Estado	Ubicación	Motivo del retiro	Acción sugerida	Decisión final	

Fuente: RODRIGUEZ, José Roberto (2012). *Base del enfoque japonés para la mejora de la calidad y la productividad Estrategia de las 5S*. Consejo Hondureño de Ciencia, Tecnología, e Innovación con el apoyo de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Primera Edición. Tegucigalpa: Honduras.

9. Evaluar las acciones sugeridas por las notificaciones de desecho:

La Gerencia o el personal designado deben evaluar las acciones sugeridas en el informe antes descrito, y tomará la decisión final. Entre las decisiones o disposiciones finales a tomar se encuentran; vender, donar, transferir a otro sitio, reubicar, reutilizar, reparar o eliminar.

10. Eliminar los elementos innecesarios:

Según la decisión final el Comité 5'S debe preparar el plan determinando qué, cuándo y quienes participarán en la eliminación de lo almacenad en la bodega *seiri* o en las áreas de trabajo. Este plan incluye la coordinación de la logística para el retiro y movilización de los elementos innecesarios hacia su destino final.

11. Realizar el informe de avance de las acciones planificadas:

Al finalizar las actividades de *seiri* es necesario que el encargado de cada área informe al Comité 5'S las actividades realizadas, avance, obstáculos y logros alcanzados para que el comité luego realice el informe final que presentará a la Gerencia.

12. Finalizar del plan establecido:

Es importante cumplir con las fechas programadas, a no ser por situaciones anormales como dificultad para remover algún elemento, búsqueda de posibles compradores entre otros.

2.2. Etapa 2: Implementación de Seiton

1. Analizar y definir el sitio de colocación:

Es necesario realizar un análisis para maximizar el espacio liberado por los elementos innecesarios, es decir, estas zonas disponibles se destinarán para acomodar y/o reubicar de manera adecuada y efectiva los elementos realmente útiles, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Disponibilidad del espacio
- Facilidad de obtención y retorno a su lugar correspondiente
- Frecuencia de uso, utilidad, relevancia y cantidad
- Un mismo sitio para aquellos elementos destinados para tareas específicas o consecutivas.

2. Decidir la forma de colocación:

Colocar algún elemento en el lugar incorrecto genera posteriormente errores involuntarios, por ejemplo utilizar cosas parecidas en tamaño, forma o color. Para decidir la forma de colocación se describe lo siguiente:

- * Especificar la forma práctica y funcional (ver imagen)



- * Describir con claridad el nombre, teniendo cuidado con aquellos que sean similares, además con los códigos y figuras.
- * Hacer uso del método de inventario que más convenga.
- * Colocar los elementos según criterios de seguridad y eficiencia (ver imagen)



* Ubicar los elementos según su utilidad, ya sea en actividades similares o específicas (ver imagen)



* Para mantener correctamente la colocación de los elementos de trabajo, puede utilizarse fotos que ilustran la forma exacta en que éstos deben ser almacenados (ver imagen)



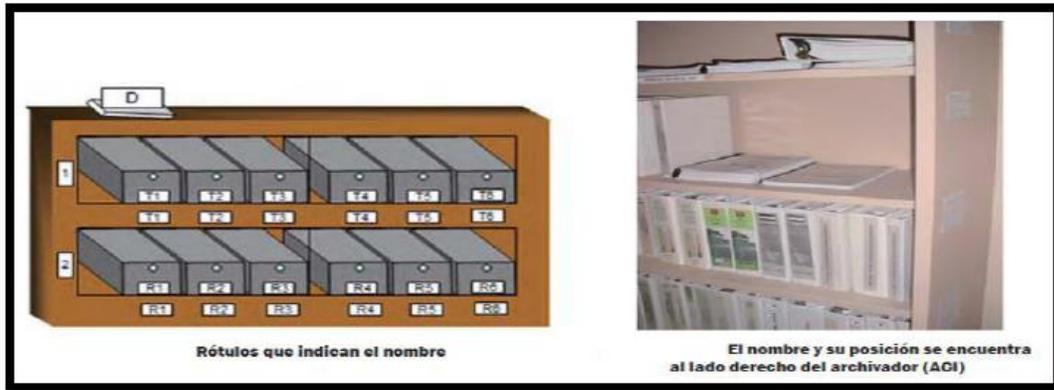


3. Rotular el sitio de localización: La rotulación es una herramienta visual que facilita la identificación del lugar donde se colocan los distintos elementos y se localizan las áreas de trabajo, lo que ayuda a disminuir el tiempo en la búsqueda de los mismos en cualquier momento. Algunas formas para identificar el elemento y su localización son la siguiente:

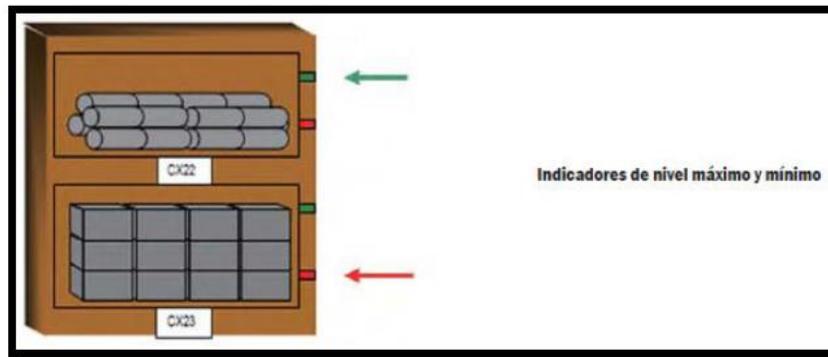
* Rótulos de ubicación que indican el sitio donde se colocan las herramientas, insumos, documentación u otros (ver imagen)



* Rótulos que indican el nombre del elemento y su posición (ver imagen)



* Señales cuantitativas que indican el nivel máximo permitido y el mínimo requerido para el almacenamiento de los elementos que se quieren controlar (ver imagen)



* Identificación por medio de colores que ayuda a identificar con mucha rapidez lo que se desea encontrar (ver imágenes)



Además del proceso de ubicación de los elementos de trabajos que se definieron como necesarios y realmente útiles, durante el *Seiton* se hace necesario llevar a cabo un control visual de las áreas de trabajo por medio de demarcaciones.

2.3. Etapa 3: Implementación de Seison

1. Determinar el ámbito de aplicación:

Seiso busca mejorar el aspecto físico al mismo tiempo que se evitan pérdidas y accidentes de trabajo causado por la suciedad. El ámbito de aplicación para la limpieza debe realizarse en lo siguiente:

- Áreas físicas: pisos, paredes, ventanas, áreas verdes, alrededores y otros.
- Elementos de trabajo: herramientas, mobiliario, inventarios, repuestos, etc.
- Máquinas y equipos.

2. Planificar las actividades de limpieza

* **Asignar responsabilidades de limpieza:** El verdadero responsable de mantener impecable las áreas de trabajo es el mismo personal que permanece allí, que está a su cargo o se le ha asignado su uso. El personal de aseo tiene la responsabilidad de limpiar instalaciones de la empresa en general. Las responsabilidades se puede definir de acuerdo:

- Plano de asignación de áreas (preferiblemente que sea visible para todos)
- Plan semanal/mensual de limpieza especificando qué, cuándo, dónde y quiénes (ver imagen).

Ejemplo de plan de limpieza semanal

AREAS DE MANTENIMIENTO				
DIA	NOMBRE	OFICINA	ALMACEN	TALLER
LUNES (LUN)	WILSON	LUN, JUE		
MARTES (MAR)	HENRY	MAR, VIE		
MIERCOLES (MIE)	JOSE			LUN, MIE, VIE
JUEVES (JUE)	EFRAIN			MAR, JUE
VIERNES (VIE)	DESIDERIO		LUN, MIE, VIE	
SABADO (SAB)	CLEOTILDE		MAR, JUE, SAB	

Fuente: RODRIGUEZ, José Roberto (2012). *Base del enfoque japonés para la mejora de la calidad y la productividad Estrategia de las 5S*. Consejo Hondureño de Ciencia, Tecnología, e Innovación con el apoyo de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Primera Edición. Tegucigalpa: Honduras.

* **Asignar responsabilidades de limpieza:** El verdadero responsable de mantener impecable las áreas de trabajo es el mismo personal que permanece allí, que está a su cargo o se le ha asignado su uso. El personal de aseo tiene la responsabilidad de limpiar instalaciones de la empresa en general. Las responsabilidades se pueden definir de acuerdo:

* **Determinar las estrategias para realizar la limpieza:** Dentro de las actividades rutinarias de limpieza, la inspección debe ser incorporada como parte esencial para asegurar el buen funcionamiento de una máquina o mantener un ambiente de trabajo agradable, el cual se puede realizar mediante:

- Suministro de artículos de limpieza y en cantidades suficientes.
- Procedimientos de limpieza para obtener eficiencia en la limpieza, especificando cómo hacer la limpieza correctamente, estableciendo responsabilidades claras, riesgos posibles mientras se hace la limpieza y qué medidas se toman para prevenir algún inconveniente.
- Preparar lista de verificación de limpieza y mantenimiento de la maquinaria, herramientas, instrumentos y elementos críticos que requieren de una verificación periódica de su estado.

3. Realizar la limpieza

Para el mantenimiento y preservación de los recursos físicos con que cuenta la empresa, se debe elaborar un plan general que leve la vida útil de estos recursos, el cual puede hacerse mediante:

- Limpieza general de las instalaciones físicas iniciando en las áreas de trabajo identificadas como las más críticas, seguidamente de las demás.
- Limpieza de elementos de trabajo, máquinas y equipos.

Seiso implica quitar y limpiar profundamente la suciedad, desechos, polvo, grasa, óxido y otros que se pudieran adherir a los elementos de trabajo, maquinaria, equipos y cualquier espacio físico de la empresa. Por otro lado, la inspección debe realizarse a pesar del buen funcionamiento y desempeño de la maquinaria o aunque no se presente ninguna avería, a fin de aumentar su vida útil y mantenerla en buenas condiciones y alto rendimiento.

4. Organizar el Día de la Gran Limpieza:

Es una actividad de limpieza general en toda la empresa, o en las áreas determinadas, que se programa a lo largo de un día de trabajo, donde se involucra a todo el personal, es decir, desde la Gerencia hasta los niveles operativos. Previo a su realización el Comité

5'S debe planificar su desarrollo, incluyendo, entre otros puntos la promoción y divulgación de esta actividad para que todos estén preparados e informados de lo que implica realizarlo, además de preparar una agenda de trabajo especificando fecha, horario, actividad y responsable. Las actividades a realizar serían las siguientes:

- Retirar elementos innecesarios (si los hubiesen)
- Limpiar y/o lavar pisos, paredes, techos, ventanas, áreas verdes, alrededores entre otros.
- Limpieza de elementos de trabajo, máquinas y equipo.

El comité debe gestionar y distribuir los artículos e insumos para la limpieza e implementos de seguridad (mascarillas, guantes, cascos entre otros), contar con depósitos de basura disponibles en sitios estratégicos, como también medios de transporte para retirar los desperdicios y cosas inútiles de la empresa. Se recomienda que la empresa provea a su personal un almuerzo para que participe de un tiempo ameno acompañado de música. Esta actividad se debería realizar al menos 1 vez al año.

2.4. Etapa 4: Implementación de Seiketsu

En esta etapa más que realizar una acción como se ha mencionado en las tres "S" anteriores, se refiere a conservar adecuada mente un estado de clasificación, orden y limpieza en un nivel óptimo, es decir, buscar los mecanismos que detecten el origen de la suciedad para tomar las acciones necesarias con el fin de evitar estar limpiando a cada momento. Los pasos para su implementación son los siguientes:

1. Asignar responsabilidades:

Es necesario asegurarse que todo el personal conozca muy bien sus asignaciones en cuanto al mantenimiento de las tres primeras "S", sobre todo ¿Qué hacer?, ¿Cuándo?, ¿Dónde? Y ¿Cómo? a fin de reducir progresivamente el tiempo para realizar la clasificación, orden y limpieza. Esto se puede hacer por medio de plano de asignación de área y del programa o plan de actividades de mejora como ya se explicó anteriormente.

2. Desarrollar continuamente las actividades de implementación de las 3S:

Si se realizan las 5'S únicamente cuando se ha ensuciado y desordenado el lugar de trabajo, se puede decir que no se ha entendido genuinamente el propósito de *Seiketsu*, por lo que se debe establecer lineamientos o procedimientos que

garanticen la continuidad y aplicación de *seiri*, *seiton* y *seiso*, los cuales permitan actuar inmediatamente para mantener las condiciones de mejora, tales como:

* **Seiri.** A pesar de que se apliquen las tarjetas rojas, surgirán siempre otros elementos innecesarios, los que provocarán más acumulación. Para evitarla se debe empelar el criterio de mantener y producir “solo lo necesario”, haciendo que los elementos innecesarios no ingresen al área de trabajo.

* **Seiton.** Para lograr el orden deseado se necesita mantener visible la rotulación de los elementos de trabajo, mantener todo en su sitio, y conocer el lugar donde deberían estar y en las cantidades apropiadas.

* **Seiso.** E seguro que un lugar de trabajo se ensucie nuevamente por lo que se tendrá que limpiar. Ante esta situación se debe buscar la forma que reduzca el tiempo destinado a la limpieza, por ejemplo actuando sobre la fuente de contaminación y limpiar con regularidad.

3. Verificar el mantenimiento y continuidad de las 3S:

Para medir la eficiencia de la aplicación de las primeras 3S en cada área de trabajo es necesario realizar evaluaciones periódicas, mediante el uso de una lista de verificación que mida el nivel de aplicación de seiri, seiton y seiso. La siguiente es una tabla modelo de verificación de las 3 primeras “S”.

Cuadro 3. Lista de Verificación de las 3S

Departamento			Fecha
Evaluador(es)			
Aplicación de 3S	Punto de observación		Puntuación (0 – 3)
SEIRI	Se eliminan los objetos innecesarios		
SEITON	Se observa orden y rotulación en el área		
SEISO	Se mantiene limpio el área de trabajo, maquinaria y otros		
	Puntaje total		
Puntaje total	Nivel		
0 – 2	Insatisfactorio		
3 – 5	Regular		
6 – 7	Bueno		
8 – 9	Excelente		

Fuente: RODRIGUEZ, José Roberto (2012). *Base del enfoque japonés para la mejora de la calidad y la productividad Estrategia de las 5S*. Consejo Hondureño de Ciencia, Tecnología, e Innovación con el apoyo de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Primera Edición. Tegucigalpa: Honduras.

4. Establecer medidas preventivas:

Es importante tomar acciones con base en los resultados de las evaluaciones de seiketsu para evitar que ocurran nuevamente los problemas relacionados con la no aplicación de las 3S anteriores. Este puede realizarse mediante el establecimiento de procedimientos para mantener las mismas, por ejemplo:

- Destinar al menos 5 minutos diarios de 5'S antes de iniciar o finalizar las labores, además repetirlo durante la jornada de trabajo.
- Formular “cinco veces por qué y un cómo” (5 por qué y 1 cómo).

Esta herramienta de “5 veces por qué” y “1 cómo” ayuda a descubrir la verdadera raíz de cualquier situación o problema que surja respecto al orden y la limpieza que retrase el desarrollo de la estrategia de las 5S (ver ejemplo en imagen).

Ejemplo Herramienta 5 Por qué y 1 Cómo

N°	Pregunta	Respuesta
5 veces por qué		
1	¿Por qué las herramientas no están disponibles cuando se ocupan?	Porque no son fáciles de encontrar
2	¿Por qué no es posible encontrarlas fácilmente?	Están dispersas en cualquier lugar
3	¿Por qué están dispersas?	No está definido su sitio
4	¿Por qué no está definido el sitio de colocación?	Porque aún existen cosas innecesarias que están ocupando lugar
5	¿Por qué existen cosas innecesarias?	No se había percatado de esto
1 cómo		
1	¿Cómo podemos especificar el lugar?	Eliminar cosas innecesarias, especificar su ubicación y rotular el sitio de colocación

Fuente: RODRIGUEZ, José Roberto (2012). *Base del enfoque japonés para la mejora de la calidad y la productividad Estrategia de las 5S*. Consejo Hondureño de Ciencia, Tecnología, e Innovación con el apoyo de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Primera Edición. Tegucigalpa: Honduras.

5. Presentar proyectos de mejora:

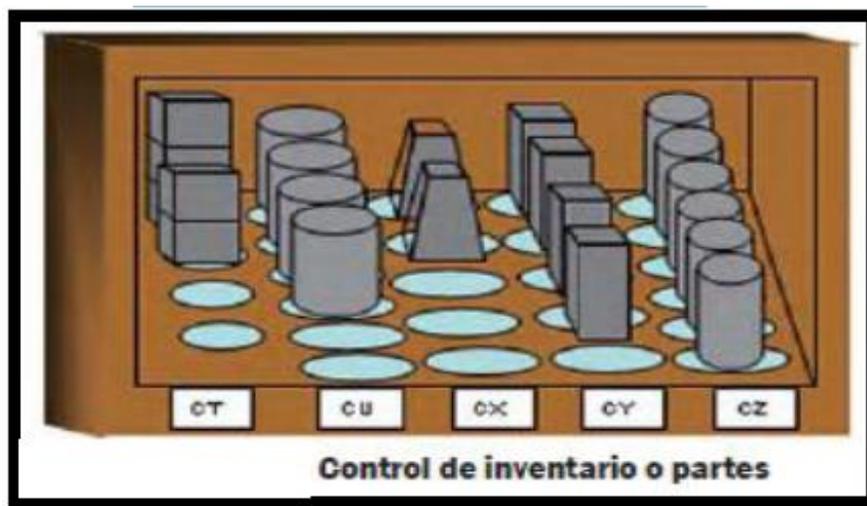
El comité 5'S debe animar al personal a que presenten sus ideas, sugerencias y propuestas de mejora, con el propósito de mejorar los niveles de aplicación de las 5'S o facilitar una acción mediante la implementación de las 5'S. Esto se puede hacer por medio de un buzón de sugerencias o completando un formulario para proyectos de mejora. El comité debe analizar cada una de las propuestas y presentarlas a la Gerencia para que se decida cuál de ellas se implementará de acuerdo a los recursos disponibles. Hay algunas propuestas de iniciativas de los empleados que no necesitan llevarse a instancias superiores, por lo que pueden ser realizadas rápidamente.

6. Implementar Sistemas de Control Visual:

Este se puede representar mediante un gráfico de diferente tamaño, forma y color, diseñado para facilitar la comunicación sin palabras o interpretar su significado inmediatamente, por ejemplo: No Fumar. A continuación se presentan dos ejemplos que son los más pertinentes para la empresa Mega Inversiones SRL:

Ejemplo 1- Control de inventario o partes: Las etiquetas de color en forma circular indican el número de elementos que contienen cada hilera, para facilitar tanto el control de inventarios (en el caso que se requiera hacer un nuevo pedido), como el uso de partes o accesorios, conociendo cuántos de estos están disponibles de una sola mirada. (ver imagen)

Ejemplo Control de inventario



Ejemplo 2- Control de documentos: El uso de colores en el lomo de las carpetas para almacenar información permite identificar inmediatamente e tipo de documentación, el que puede clasificarse por: año, proyecto, proveedor, etc, disminuyendo así el tiempo de búsqueda.

Ejemplo control de documentos





2.5. Etapa 5: Implementación de Shitsuke

La última “S” es la etapa más importante de todas, porque se refiere al cumplimiento de procedimientos y reglas establecidos por la empresa, con una firme convicción, compromiso y conocimiento para llevar a cabo la realización de las acciones de mejoras. Disciplina no significa obligar a las personas a apegarse a las reglas de la empresa, sino tener una disposición voluntaria de respeto.

Una herramienta que ayuda a elevar el nivel del shitsuke es desarrollar constantemente el círculo de Deming: Planear, Hacer, Verificar y Actuar, a fin de lograr que la disciplina sea un aspecto importante en la forma en que se realiza algún trabajo.

Los pasos para promover la disciplina son:

1. Definir y desarrollar actividades que fomenten la participación del personal:

- Fomentar la comunicación interna.
- Coordinar las acciones entre el Comité 5’S y equipos de mejora.
- Desarrollar las actividades dentro de las horas laborales.
- Discutir abiertamente para la toma de decisiones.
- Definir claramente el rol de todo el personal.
- Fomentar el trabajo en equipo mediante la capacitación.
- Motivar la participación del personal en tareas de ejecución de proyectos de mejora dentro de la empresa, mediante el trabajo en equipo.
- Retroalimentar las experiencias, avances y conocimientos adquiridos.
- Capacitar y educar constantemente.
- Emitir y presentar recomendaciones y sugerencias.
- Dar seguimiento a las actividades como parte de las acciones correctivas.

2. Establecer el escenario para implantar la disciplina:

Es necesario establecer el escenario que incentive la disciplina respecto a la estrategia de las 5'S. Para esto es muy importante que la Gerencia de ejemplo, ya que así los demás colaboradores seguirán sus pasos tales como:

- Puntualidad
- Devolución a su lugar los elementos de trabajo que se han utilizado.
- Limpia lo que ensucia y trata de no ensuciar.
- Utilización del uniforme y equipos de seguridad según las normas establecidas.
- Respeto a las normas para la conservación del lugar de trabajo.
- También se requiere que la Gerencia toma algunas acciones para lograr la creación de un escenario adecuado para las 5'S, mediante:
 - Demostración con el ejemplo como se describió anteriormente.
 - Formación del personal con respecto a la estrategia de las 5'S.
 - Tiempo para aplicar las 5'S, cada persona necesita tiempo para practicar las 5'S dentro de su programa habitual de trabajo.
 - Respaldo por medio de recursos, tiempo, apoyo y reconocimiento de logros.

3. Reforzar conocimientos en el tema de autodisciplina y buenas costumbres:

Para fomentar las buenas costumbres e interrelación entre el personal, se debe establecer periódicamente (puede ser mensual o bimensual) un tema a promocionar, de manera que reforzaran los valores que se quieren destacarse y resaltarse dentro de la empresa, manteniendo una buena imagen hacia afuera.

Estos se puede realizar mediante la exhibición de murales que describan diversos temas, por ejemplo: “el mes de la comunicación, atención al cliente, presentación personal, puntualidad u otro”, en el cual debe exhibirse información relacionada y mensajes positivos.

III. FASE 3: Seguimiento y Mejora

3.1. Etapa 1: Establecimiento del plan de seguimiento

Luego de la implementación de la estrategia de las 5'S, el próximo paso a realizar es la gestión del proceso de medición y evaluación de su eficacia y la verificación del cumplimiento de las labores encomendadas al personal en las áreas implementadas, determinándose el progreso que se ha logrado mediante la aplicación de las 5'S y conocer si se va por buen camino.

Aunque el plan de seguimiento de las actividades de 5'S se realizan al final de la implementación, se debe verificar el mantenimiento de las mismas en lapsos de tiempo, por ejemplo según el plan de trabajo comparar lo ejecutado con lo planificado.

El plan de seguimiento debe incluir: qué se evaluará, quién, cómo, cuándo, dónde y su periodicidad (quincenal, mensual, etc.).

Plan de Incentivos: Es esencial que la Gerencia como parte del estímulo y motivación hacia sus colaboradores, establezca y defina la forma de incentivar periódicamente a los equipos o individuos que día a día se esfuerzan en perfeccionar la implementación de las 5'S, hayan alcanzado los objetivos establecidos, o presentado y ejecutado una propuesta sobresaliente de mejora. El reconocimiento o incentivo no necesariamente tiene que ser dinero en efectivo, puede hacerse entrega de un diploma, vales de compra, obsequios, boletos de entrada al cine o al estadio, entre otros.

3.2. Etapa 2: Realización de las evaluaciones

Esta es una tarea del Comité 5'S donde es muy importante que la Gerencia o un designado haga parte. Con el sólo hecho de que la Alta Dirección participe frecuentemente, creará entre los empleados un mayor grado de compromiso al mantener impecable su entrono de trabajo como si fuese una sala de exhibición.

Las evaluaciones pueden realizarse mediante:

- Observaciones o inspecciones para lo cual se deben hacer recorridos periódicos en las áreas de la empresa para determinar su estado y luego sacar conclusiones.
- Auditorías internas para medir el grado de aplicación de cada una de las "S", por medio de un formulario que enlista los puntos a evaluarse, por lo que se debe determinar dónde, cuándo, quién y frecuencia. Un evaluador nunca puede auditar su propia área.
- Organizar viajes de estudio a otras, para que las personas puedan observar las mejoras desarrolladas en determinada área de la empresa que motive a mejoras en sus propias áreas.
- Auditorías externas por parte de instituciones dedicadas a la asesoría en 5'S para obtener objetivamente su evaluación desde una óptica externa.

En todo esto deben realizarse los registros fotográficos que son la fiel evidencia de comparación en lapsos de tiempos específicos para medir el progreso o su retroceso.

A continuación se puede ver un ejemplo de listas de chequeo que sirven para realizar las auditorías internas dentro de las diferentes áreas de la empresa.

Lista de chequeo Área de Producción

LISTA DE CHEQUEO 5S (GERENCIA DE PRODUCCION)		AUDITOR _____							
		DEPARTAMENTO _____							
		Calificación (Actual) /100	Calificación (Anterior) /100	Fecha / /					
5 S	No.	ITEM A EVALUAR	CRITERIO DE EVALUACION	CALIFICACION					
				0	1	2	3	4	
C L A S I F I C A R (/20)	1	Materiales y partes	Existencias y trabajo en proceso innecesarios.						
	2	Máquinas y equipos	Todas las máquinas y partes de equipos están regularmente en uso.						
	3	Herramientas, moldes y plantillas.	Todas las herramientas de ajustes, cortes, moldes, etc., están regularmente en uso.						
	4	Control visual	Todo lo que es innecesario en el área de trabajo, se puede distinguir a simple vista.						
	5	Estándares para descartar artículos	Hay estándares claros para eliminar excesos.						
O R G A N I Z A R (/20)	6	Rótulos áreas de almacenamiento	Rótulos que identifican todas las áreas de almacenamiento.						
	7	Rótulos en tramerías, y artículos almacenados	Todas las tramerías, anaqueles y artículos almacenados están claramente rotulados.						
	8	Indicadores de cantidad	Hay claras indicaciones de stocks máximos y mínimos.						
	9	Líneas de señalización	Están las áreas señalizadas mediante líneas divisorias blancas en los pisos.						
	10	Instrumentos y herramientas	Instrumentos y herramientas están organizadas, de modo que facilite su localización y retorno.						
L I M P I A R (/20)	11	Pisos	Está el piso limpio y sin basura.						
	12	Máquinas	Se mantienen las máquinas limpias.						
	13	Limpieza y chequeo	Limpieza e inspección de mantenimiento son conceptos indistintos.						
	14	Responsabilidad de limpieza	Hay rotación o sistema de turnos para la limpieza.						
	15	Máquinas, equipos, moldes, herramientas	Sin polvo, grasa, ningún otro tipo de suciedad.						

LISTA DE CHEQUEO 5S (GERENCIA DE PRODUCCION)			AUDITOR _____						
			DEPARTAMENTO _____						
			Calificación (Actual) _____/100	Calificación (Anterior) _____/100	Fecha / /				
5S	No.	ITEM A EVALUAR	CRITERIO DE EVALUACION	CALIFICACION					
				0	1	2	3	4	
E S T A N D A R I Z A R (/20)	16	Evidencia de sostenibilidad de 3 primeras S.	Identificar normas y recursos para mantener clasificación, organización y limpieza.						
	17	Evidencia de patrullas o auditorías de 5 S.	Ver físicamente secuencia de registros de auditorías realizadas.						
	18	Evidencia de algún tipo incentivo por avances de 5 S logrados.	Competencias departamentales, premios metálicos y no metálicos, pergaminos (por áreas).						
	19	Evidencias de reuniones de seguimiento para tratar asuntos relativos al avance del proceso 5 S.	Agendas de reuniones realizadas.						
	20	Evidencias de compromiso de alta gerencia y los demás involucrados.	Verificar nivel de involucramiento y compromiso de alta gerencia y el resto de los colaboradores.						
D I S C I P L I N A R (/20)	21	Regulaciones y normas	Todas las regulaciones y normas son estrictamente observadas.						
	22	Interacción entre compañeros.	¿Hay una atmósfera laboral agradable?, ¿Se tratan las personas con respeto y cortesía?						
	23	Horarios de comidas, reuniones, eventos, etc.	¿Hacen todos esfuerzo por ser puntuales?						
	24	Equipos de oficina	Regularmente dejan encendidas, sumadoras, computadoras, luces, etc.						
	25	Comer, beber, fumar	En áreas no destinadas a tales fines.						

Fuente: RODRIGUEZ, José Roberto (2012). *Base del enfoque japonés para la mejora de la calidad y la productividad Estrategia de las 5S*. Consejo Hondureño de Ciencia, Tecnología, e Innovación con el apoyo de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Primera Edición. Tegucigalpa: Honduras.

3.3. Etapa 3: Revisión de evaluaciones y difusión de resultados

Es importante establecer un sistema que difunda el estado o situación actual en que se encuentran las áreas de la empresa y los resultados de las evaluaciones, a fin de retroalimentar a personal acerca de los avances, mantenimientos o retrocesos en el

proceso, e cual puede realizarse mediante: pizarras informativas, correos electrónicos, plano de división de tareas, entre otros.

También es importante que en las reuniones grupales por áreas se de a conocer el progreso y experiencias que han tenido las tareas de trabajo, aprovechando la ocasión para ponerse de acuerdo en las acciones conjuntas con la experiencia de otros.

3.4. Etapa 4: Establecimiento del plan de mejora

De acuerdo a los resultados que se obtengan, debe elaborarse un plan de mejora que refuerce o dinamice las actividades puntuales de 5'S en la empresa, con el objetivo de establecer que las actividades 5'S sean parte natural de las labores cotidianas o equilibrar el nivel de aplicación.

En el caso de que los resultados de las evaluaciones no sean alentadores, será necesario proceder rápidamente a analizar las posibles causas que influyeron negativamente en el proceso de implementación a fin de actuar sobre la raíz del problema. Ante esta situación pueden surgir las siguientes decisiones: revisión del plan 5'S, iniciar una capacitación en el tema y su metodología, retornar a las actividades de seiri, seiton y seiso, entre otros.

Como paso final de todo el proceso de implementación de las 5'S, es el perfeccionamiento de las actividades como tales y el desarrollo de acciones que mantengan un equilibrio del nivel aplicación entre las áreas de trabajo.

ANEXO N°03: IMPLEMENTACIÓN DE KAIZEN

 MEGA INVERSIONES SRL RUC: 20489532981 <small>URB. PRIMAVERA MZ. "G" LT.7-8 AMARILIS-HUANUCO-HUANUCO</small>	KAIZEN	
	FECHA: Febrero 2018	VERSIÓN: 1

IMPLEMENTACIÓN KAIZEN

1. SELECCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

El área de trabajo en Kaizen lo debe escoger la gerencia de acuerdo a los objetivos de la empresa. Por ejemplo si el objetivo de la empresa es aumentar la productividad se pueden hacer diferentes tipos de Kaizen hacia ese mismo objetivo, tales como aumento de capacidad, reducción de reprocesos, mejoramiento en el flujo de la línea, etc.

2. CONFORMAR UN EQUIPO DE TRABAJO

El equipo debe ser multidisciplinario ósea que personas de diferente áreas se reúnan para formar un círculo de calidad. Esto con el propósito de tener personas que pueden aportar mucho por su conocimiento y experiencia en su área de trabajo. Es necesario que cada grupo tenga un líder el cual se va a encargar de coordinar las reuniones y presentar un informe detallado del progreso de la implementación a la gerencia. Los integrantes del equipo de trabajo son escogidos por el líder y este debe asegurar que sean los más capacitados con referencia al problema que se desea atacar. No serviría de ayuda integrar alguien de un departamento que no tenga nada que ver con el problema que se está tratando.

2.1. Círculos de Calidad

Es un conjunto de empleados que se reúnen para identificar y solucionar problemas que se estén presentando en un área de trabajo determinada; para visualizar posibles mejoras en la forma de hacer las cosas.

2.2. Objetivos de los Círculos de Calidad

- ✓ Participación del personal.
- ✓ Desarrollo de personal en la organización.
- ✓ Generar beneficios para la organización y su personal.

2.3. Pasos para formar los Círculos de Calidad

- 1) Convocar al personal de cada departamento a una reunión para dar a conocer la necesidad de implementar los Círculos de Calidad en la organización.
- 2) Formar los Círculos de Calidad con un número de 4 a 6 miembros.
- 3) Elegir un líder para cada Círculo.
- 4) Realizar reuniones semanales para analizar problemas existentes en su área, y tomar decisiones que ayuden a la pronta solución.
- 5) Elaborar actas de cada reunión realizada.
- 6) Llevar el control de todas las actividades desarrolladas.
- 7) Elaborar un informe mensual dirigido a la gerencia.

2.4. Beneficios que se obtendrán al implementarse

- ✓ Evaluarán la moral de los trabajadores.
- ✓ Fomentarán la calidad hacia la organización.
- ✓ Crearán un sentido común de trabajo en equipo.
- ✓ Contribuirán a mejorar la productividad de la organización.
- ✓ Mejorarán la calidad del producto ó servicio.

2.5. Normas que deben cumplir los Círculos de Calidad

- ✓ Regirse por la ley, reglamentos y otras bases legales.
- ✓ Deben estar conformados de 4 a 6 miembros siendo lo ideal 6.
- ✓ Su campo de acción serán problemas y de resolución a corto plazo.
- ✓ No se tocarán temas relacionados con despido, contrataciones, incrementos salariales, sino únicamente los temas que se definen anteriormente.
- ✓ Participación voluntaria.
- ✓ Libertad de opinión y voto.
- ✓ Respeto a la integridad física y moral.

2.6. Funciones que deben cumplir los Círculos de Calidad

2.6.1. Función General

Analizar, resolver y proponer alternativas de solución a los problemas de su área.

2.6.2. Funciones Específicas

- Realizar reuniones semanales para analizar y tomar decisiones de los diferentes problemas de su área.
- Informar a la Gerencia sobre las acciones realizadas.
- Efectuar presentación de proyectos a desarrollar a la Gerencia.
- Asistir con puntualidad a las reuniones convocadas por el coordinador del círculo.
- Elaborar actas de las reuniones sostenidas.

2.7. Funciones que debe cumplir el Lider

- Dirigir las reuniones.
- Asignar tareas a los miembros.
- Capacitar a los miembros del círculo.
- Elaborar la agenda de cada reunión.
- Análisis y solución de problemas.
- Elaborar el plan de ejecución de los proyectos.
- Presentar informes de avances.
- Recopilar información y analizarla.
- Fomentar la participación de los miembros del círculo.
- Supervisar, diagnosticar y recomendar.

2.8. Acciones que debe realizar la empresa Mega Inversiones SRL para lograr el éxito de la Implementación

- Capacitar a todo el personal sobre la filosofía Kaizen.
- Conciencia de los beneficios Kaizen.
- Apoyo incondicional por parte de la Gerencia.
- Detectar áreas prioritarias.
- Visitas a otros departamentos de la organización.

3. OBTENCIÓN Y ANALISIS DE DATOS

La recolección de datos por parte del equipo tiene como objetivo identificar las causas principales para solucionar el problema. Para determinar estas causas se recomienda seguir estos pasos:

- Crear un Ishikawa para determinar las posibles causas.
- Realizar una hoja de registro para obtener información de las causas analizadas en diagrama de Ishikawa.
- Una vez se tenga la hoja de registro, esta información debe ser tabulada y graficada para lograr obtener tendencias, para posteriormente filtrar las causas y de este modo atacar las causas más críticas.

Con este Pareto se logra identificar las causas más relevantes para luego enfocar los esfuerzos en solucionar e implementar las mejoras.

4. GEMBUTSUGEMBA

Gembutsu: significa el producto, en este caso se refiere al producto que se está analizando por ejemplo una máquina, equipo, material, tiempos de manufactura entre otros.

Gemba: significa el área donde ocurre o el área de trabajo de análisis del problema. Conociendo el significado de ambos términos esta fase requiere la visita del área donde se origina el problema y verificar los datos obtenidos anteriormente. Es muy posible que se conozca más a fondo sobre problema y se excluyan o aumenten las causas.

Esta actividad es realizada por los círculos de calidad, se recomienda tomar apuntes para registrar lo ocurrido durante la observación.

5. REALIZAR PLAN DE ACCIÓN

Habiendo terminado los tres pasos anteriores la cantidad de variables o posibles causas se han reducido y de esta manera se enfocan esfuerzos a realizar acciones de mejora para eliminar las causas que son críticas para la mejora del proceso.

Estas medidas se registran en un plan de acción donde se estipula.

- Fechas para implementar las mejoras
- Responsable de ejecutar dichas mejoras

6. SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS

El círculo de calidad debe hacer seguimiento del problema mediante gráficos que muestren la evolución de las mejoras efectuadas y además tiene que realizar de nuevo el paso 3 para su verificación en el área de trabajo.

7. ESTANDARIZACIÓN Y EXPANSIÓN DEL KAIZEN

Al pasar el tiempo y obtener buenos resultados se puede definir que el problema está controlado por lo que se recomienda registrar los Kaizen en procedimientos o manuales. Esto con el fin de que no se pierda la mejora y los nuevos empleados sean entrenados con estos nuevos procedimientos.

La expansión hace referencia a que una vez teniendo las causas controladas el Kaizen se puede expandir a otros lugares o áreas de trabajo, un ejemplo de expansión podría ser el mejoramiento del tiempo de ciclo en una estación del PROCESO DE REQUERIMIENTO DE REPUESTOS, esta mejora conseguida puede ser copiada a las otras estaciones que intervienen en el PROCESO DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE.

8. ESTRUCTURA DE KAIZEN EN LA EMPRESA MEGA INVERSIONES SRL

Paso 1 Entrenar a la gerencia

En este entrenamiento se debe realizar una presentación de la filosofía Kaizen para la Gerencia, de este manera se logra que se adopte la metodología desde la dirección y se pueda transmitir a todo el personal.

Para que un Gerente se desarrolle como un buen generador de mejora continua debe primero no solo saber que es la mejora continua, debe haber vivido el proceso de mejora para que sus trabajadores perciban su conocimiento del proceso. Una gerencia bien entrenada permite tener un mejor impacto en el futuro.

Paso 2 Asignar un Coordinador

Un coordinador es indispensable para controlar los proyectos. Estas personas pueden ayudar a que la Gerencia tenga mejor seguimiento, que los grupos tengan guía para el uso de la filosofía y ayudarlos a mejorar poco a poco el nivel de análisis en cada problema.

Paso 3 Crear una estructura de seguimiento

El seguimiento va contribuir a que los proyectos alcancen su objetivo, para La estructura de seguimiento se pueden utilizar estas dos opciones usando la que consideren mejor se adapte a sus condiciones.

Opción1

Los círculos de calidad reportan una vez al mes, en este caso los equipos ilustran a la Gerencia de las mejoras logradas y a su vez la gerencia da consejos y guía necesaria para alcanzar el objetivo conforme a los pasos establecidos por la filosofía Kaizen.

Opción2

Los círculos de calidad reportan por avance, los equipos van siguiendo las etapas de la metodología Kaizen y una vez realizada cada etapa es presentada a la gerencia, los cuales aprueban el avance de lo contrario el equipo debe volver hasta poder alcanzar su objetivo.

Al decidir cuál opción es la mejor, se recomienda hacer un plan de trabajo para comprometer al trabajador con la estructura de seguimiento y presentarles las fechas de reuniones.

Paso 4 Presentar la filosofía a los trabajadores

En esta fase se da a conocer el Kaizen a todos los empleados, primero se tiene que implementar en las áreas de producción para que sea más rápida y así darle tiempo a los trabajadores de que implementen Kaizen en otras áreas, también se les puede premiar con algunos incentivos dependiendo su compromiso con la nueva metodología.

Paso 5 Temas de los Proyectos

El tema es primordial y debe ser escogido con anterioridad por la gerencia y los trabajadores en conjunto. Es recomendable que estos temas sean generales y no muy específicos. Un ejemplo podría ser mejorar la capacidad de un departamento o proceso, si el empleado es jefe puede ser del departamento si es un operario entonces de su respectiva estación de este modo se mejora lo que mayor impacte a la capacidad como métodos, flujo de materiales, mejora en máquinas y otros.

Paso 6 Evaluación

La evaluación de cada grupo puede ser en un reunión una vez al año pero es recomendable que se haga con los grupos que lograron alcanzar el objetivo anual de lo contrario se puede llegar a tener el error de felicitar al equipo sin logros obtenidos.

ANEXO N°04: IMPLEMENTACIÓN DE VSM

 <p>MEGA INVERSIONES SRL RUC: 20489532981 URB. PRIMAVERA MZ. "G" LT.7-8 AMARILIS-HUANUCO-HUANUCO</p>	VALUE STREAM MAPPING	
	FECHA: Febrero 2018	VERSIÓN: 1

IMPLEMENTACIÓN DE VSM

Este proceso permite ver la totalidad del sistema, de modo que permite encontrar los problemas que se presentan para atacarlos y dar solución en una forma sencilla. Proporciona un lenguaje común, facilita la comunicación y el consenso entre todos los niveles de la organización.

Los pasos a seguir para su implementación son los siguientes:

1. IDENTIFICACIÓN DE FAMILIA DE PRODUCTOS

- 1.1. Se selecciona un grupo de 3 a 5 personas que conozcan el proceso que se va a mapear.
- 1.2. Después de que el equipo seleccionado conoce el procedimiento a seguir deberá analizar la cadena de valor que va a ser mapeada, desde la entrada de las materias primas hasta la salida del producto y/o servicio terminado.
- 1.3. Seleccionar uno de los criterios que se pueden utilizar para agrupar productos cuando existe una gama muy amplia de los mismos:

Figura 1. Criterios para la identificación de familias de productos.

Criterio para identificar Macro familias de Productos		Ejemplos
1. Tipo de producto	Cada familia la conforman productos del mismo tipo o función	Motores y generadores
2. Mercado	Geográfico, o tipo de cliente: Final, Distribuidor, otro	UE, USA
3. Clientes	Familia de productos que se venden a uno o varios clientes	Una familia para dos clientes dominantes
4. Grado de contacto con el cliente	Agrupar productos por el grado de influencia del cliente en el producto final	Todos los productos agrupados en una familia
5. Volumen de venta	Agrupar productos con similar volumen de ventas	Alto, bajo
6. Patrones de pedido	Agrupar productos con base en los diferentes patrones de recibir pedidos	Series largas y repetitivas, series cortas
7. Base competitiva	Agrupar productos con base en sus argumentos de venta	Bajo costo
8. Tipo de proceso	Productos similares. Procesos en la misma familia	Requieren de montaje en un lado
9. Características de productos	Productos con características físicas o materias primas similares.	Grandes, pequeños, ligeros, pesados

- 1.4. El mapa debe ser de solo una familia de productos/servicios: elegir la familia de productos y/o servicios que tengan un mayor impacto en los requisitos del negocio, preferentemente que tengan un flujo común mínimo de un 70% y/o un Tiempo Takt mucho mayor de 25 segundos.

2. DIAGRAMA DEL ESTADO ACTUAL

Muestra los procesos/sistemas de trabajo como actualmente existen. El objetivo de este diagrama es corregir en un futuro próximo malos hábitos y procedimientos. El VSM actual muestra el flujo de información y el flujo del producto a través de las diferentes operaciones o centros de trabajo.

El propósito de este diagrama es resaltar las fuentes de desperdicios y debe hacerse en un periodo corto de tiempo, la meta es construir procesos que estén vinculados con los clientes, trabajando al Tack time, en flujo continuo y tirados por el cliente (Pull).

En esta etapa se debe establecer la manera cómo funciona el proceso actualmente, se debe analizar y responder a preguntas como: ¿qué procesos se integran?, ¿cuántos operarios requiere la línea?, ¿cuántos equipos?, ¿qué espacio?, ¿cuánto es el stock en proceso?

Además de lo anterior, se deben obtener otros datos importantes del proceso tales como el tiempo de ciclo (T/C), el tiempo de montaje o cambio (T/M), y el tiempo de ocupación para cada uno de los centros de trabajo, operaciones y maquinas involucradas.

- 2.1. Identificar y dibujar el proceso (diagramas de flujo) con todas sus etapas, esperas, inventarios etc.
- 2.2. Realizar estudios de tiempos y movimientos. Van a permitir:
 - Establecer un estándar de tiempo permisible para desarrollar la labor.
 - Analizar los movimientos que se realizan en el desarrollo de una tarea para eliminar los movimientos innecesarios.
- 2.3. Observar el proceso en diferentes horas del día y en diferentes días de la semana.

3. DIAGRAMA DEL ESTADO FUTURO

El mapeo del estado futuro ayuda a desarrollar la estrategia de manufactura esbelta. Es conveniente contar con conocimientos de las demás herramientas del pensamiento esbelto. Para diseñar un estado futuro ayuda el conocer: Kanban, Células de manufactura, SMED, Poka Yoke, etc.

Este paso es probablemente el más complicado de todos ya que requiere de conocimientos de las diferentes herramientas de gestión Lean como se ha mencionado.

Para iniciar el diseño de un estado futuro se debe tratar de balancear la línea, implementar el flujo continuo, establecer supermercados al final de la línea de producción y en lo posible implementar Kanban para acoplar los procesos.

- 3.1. Identificar oportunidades de mejora para después implementar las acciones de mejora.
- 3.2. Orientadas a que cada proceso ofrezca el servicio que el siguiente proceso necesite, en el momento en el que lo requiera.
- 3.3. Identificar formas para mejorar los flujos, tratando de eliminar las causas raíces del desperdicio.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MEJORA (KAIZEN)

En un mapa de cadena de valor se observa el flujo completo de información y de trabajo para una familia de productos/servicios. Al contrario que para las áreas de procesamiento individuales (centros de trabajo), en muchos casos puede no ser posible implementar el estado futuro completo de inmediato. Hay demasiado que hacer, por lo que es recomendable partir la implementación en pasos, responsabilidad que recae en el grupo seleccionado y en el gerente de la cadena de valor.

Lo más conveniente es imaginar un proceso de implementación en series de flujos conectados para una familia de productos/servicios, para lo cual ayuda pensar en “circuitos de flujo de valor”

- 4.1. Dividir el mapa futuro en segmentos manejables, para ir abordando paulatinamente los proyectos de mejora.
- 4.2. Uso de sistemas a prueba/error con los cuales se aprenda y se obtengan resultados y conclusiones.

ANEXO N°05: IMPLEMENTACIÓN DE SMED

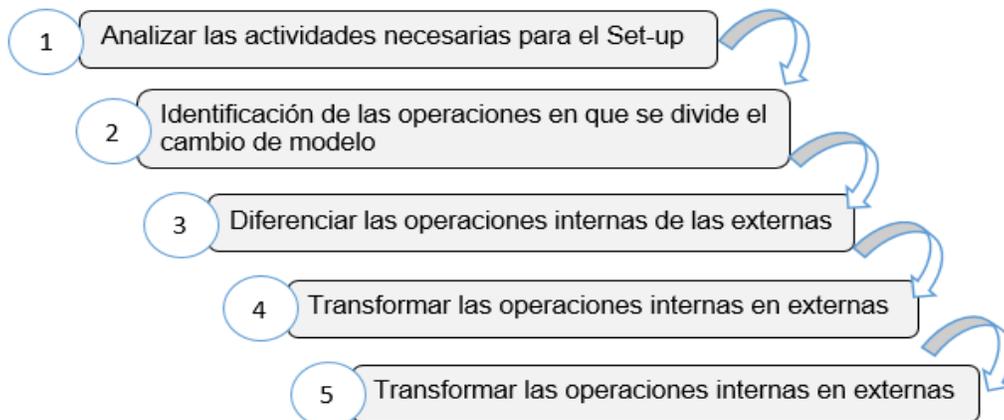
 <p>MEGA INVERSIONES SRL RUC: 20489532981 URB. PRIMAVERA MZ. "G" LT.7-8 AMARILIS-HUANUCO-HUANUCO</p>	SMED	
	FECHA: Febrero 2018	VERSIÓN: 1

IMPLEMENTACIÓN DE SMED

Para la ejecución de la herramienta de mejora continua SMED se requiere de una etapa preliminar, la cual conlleva a la creación de un equipo multidisciplinario de mejora, en el que intervengan dentro de lo posible todos los departamentos implicados en la producción (o en la prestación del servicio): Fabricación, Mantenimiento, Calidad, etc, y una vez conformado dicho grupo, se comienza en si la implementación del SMED.

El single minute Exchange of die, significa que el número de minutos de tiempo de preparación tiene una sola cifra, o sea, es inferior a 10 minutos. Para nuestro caso lo aplicaremos en el área del taller de mantenimiento donde hemos detectado nuestro cuello de botella y la necesidad de asignar recursos para explotar la operación.

Figura 1. Flujograma de implementación de SMED



Fuente: Elaboración propia

1. ANALIZAR LAS ACTIVIDADES NECESARIAS PARA EL SET-UP

Ya que lo que no se conoce, no se puede mejorar.

En esta etapa se prepara una lista de chequeo donde se identifique todas actividades que conlleva la operación que va a realizar y las herramientas necesarias para ello.

Las actividades realizadas al finalizar la orden trabajo para continuar con los trabajos de mantenimiento se describen a continuación en los siguientes pasos:

Paso 1: Solicitar Orden de Trabajo: El operador se comunica con la oficina central para solicitar trabajo de mantenimiento.

Paso 2: Ubicar maquinaria: El operador se desplaza a la cabina de su maquinaria.

Paso 3: Lavado de maquinaria: Se traslada la unidad al área de lavado antes de comenzar con los trabajos de mantenimiento para lavar su maquinaria.

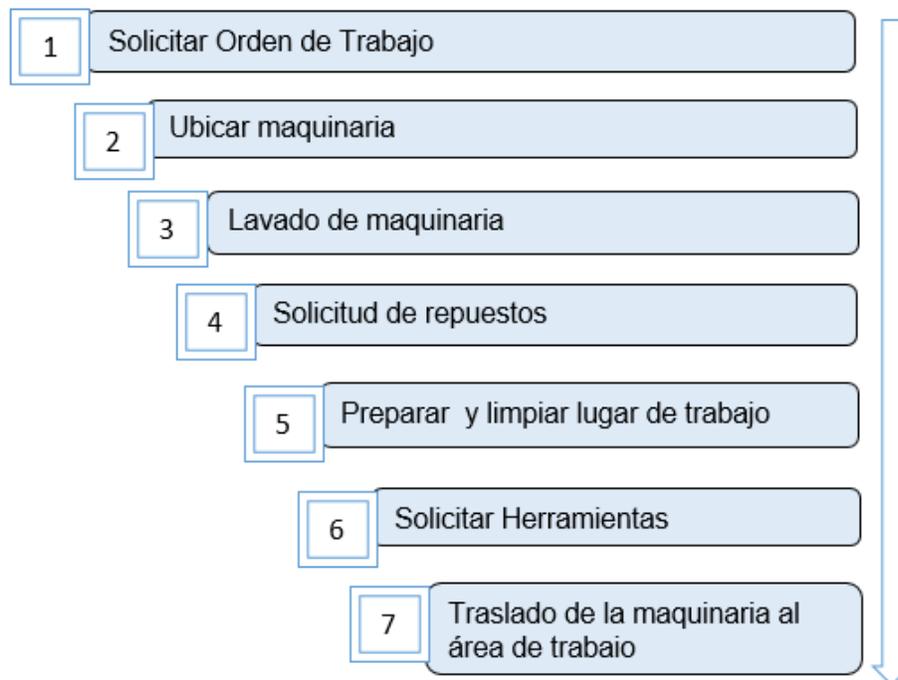
Paso 4: Solicitud de repuestos: El operador en coordinación con el mecánico solicitan los repuestos necesarios para dejar operativo la unidad.

Paso 5: Preparar y limpiar lugar de trabajo: El mecánico limpia el espacio de trabajo donde realizara el trabajo.

Paso 6: Solicitar Herramientas: El mecánico solicita al almacén las herramientas a utilizar en el trabajo.

Paso 7: Traslado de la maquinaria al área de trabajo: Finalizado el lavado de la unidad el operador traslada la maquinaria al área donde se realizará el trabajo.

Figura 2. Actividades de Preparación

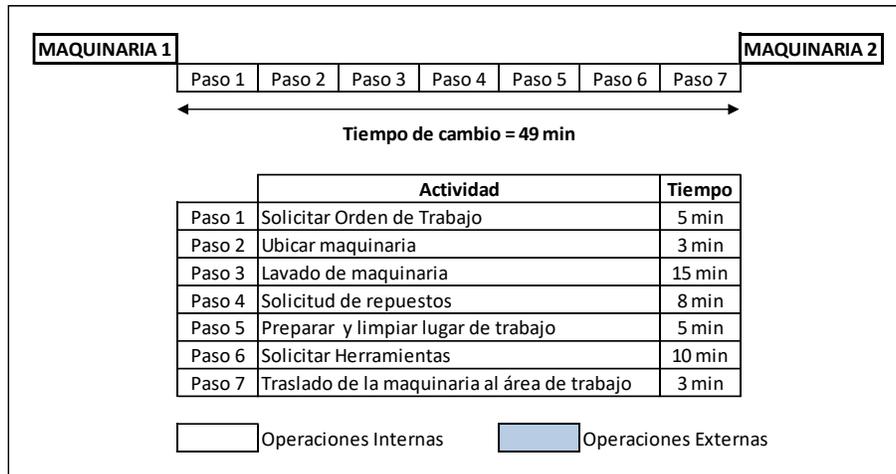


Fuente: Elaboración propia

2. IDENTIFICACIÓN DE LAS OPERACIONES EN QUE SE DIVIDE EL CAMBIO DE MODELO

Al finalizar la elaboración del orden de trabajo el operario cede el vehículo a la operación siguiente, que en este caso es el taller de mantenimiento, para posteriormente proceder con los siguientes pasos para iniciar otra preparación.

Figura 3. Operaciones de cambio en preparación

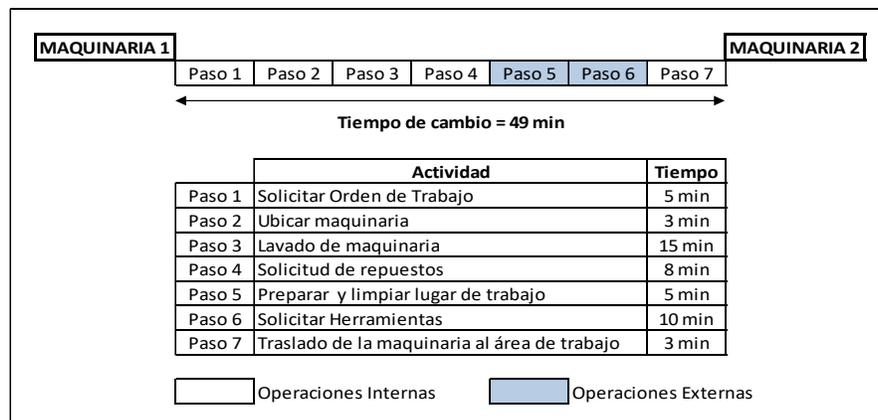


Fuente: Elaboración propia

3. DIFERENCIAR LAS OPERACIONES INTERNAS DE LAS EXTERNAS

Identificamos las actividades de preparación que se realizan en el cambio de la maquinaria, diferenciando entre operaciones internas, operaciones que deben realizarse mientras el operario no se encuentre procesando una maquinaria y operaciones externas con la maquinaria en proceso de preparación.

Figura 4. Operaciones de cambio en preparación con diferenciación



Fuente: Elaboración propia

Hemos identificado que el paso 5 y 6 del proceso de cambio no requiere del operario preparador, ya que este paso lo realiza el personal de mecánica y consta de 15 min según las partes a preparar.

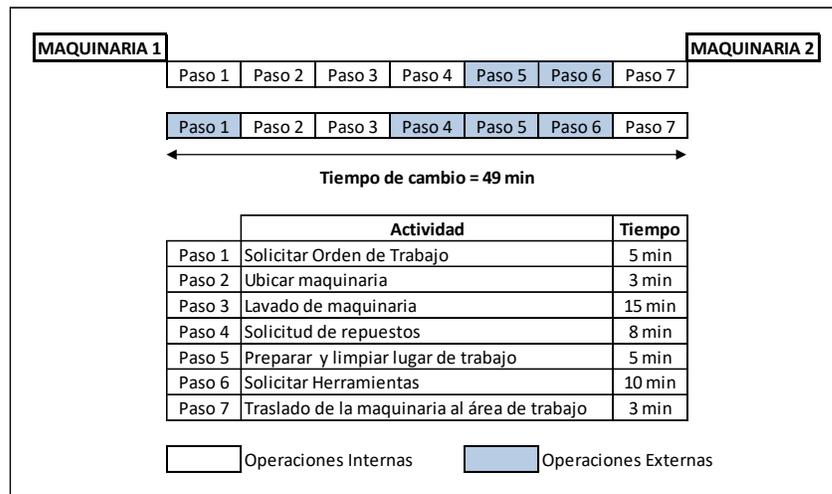
Por otro lado, en los pasos 1, 2, 3, 4 y 7 se requiere la intervención del operario para realizar las tareas de cambio.

4. TRANSFORMAR LAS OPERACIONES INTERNAS EN EXTERNAS

El operador de la maquinaria realiza casi todas las actividades de preparación una vez terminado el anterior, y solo queda preparar y limpiar el área de trabajo y solicitar herramientas para la otra área (mecánicos). La transformación de actividades internas en externas como principio fundamental del SMED, ha implicado la observación de las actividades realizadas por el operario e identificar los tiempos libres dentro del proceso de preparación e incluir en ellos actividades internas para ser así convertidas en externas.

Es importante resaltar que nuestras observaciones han sido realizadas a todo el conjunto operaciones del proceso y como parte de la evaluación y de aquí se ha podido identificar que existen tiempos que se pueden aprovechar para adelantar operaciones del tiempo de cambio.

Figura 5. Operaciones de cambio en preparación con transformación



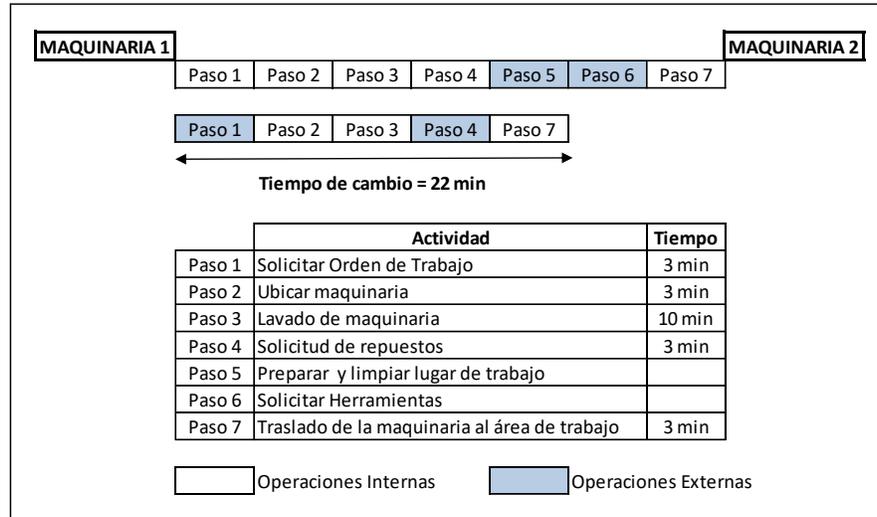
Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior la transformación de operaciones internas en externas se ha logrado que la solicitud de orden de trabajo y solicitud de repuestos lo realice los mecánicos para poder ganar tiempo en el lavado de la maquinaria para la realización posterior del trabajo.

5. REDUCIR OPERACIONES INTERNAS Y EXTERNAS

En la figura anterior se disminuye el tiempo de solicitud de trabajo, porque el mecánico dispone de tiempo, el tiempo de lavado de la maquinaria disminuye por el apoyo de un mecánico más, la solicitud de repuestos disminuye con la implementación de las 5'S y el preparado y limpiado del área de trabajo con la solicitud de herramientas se elimina de la preparación con la implementación de las 5S.

Figura 6. Operaciones de cambio en preparación con reducción



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se implementan los documentos de gestión, control y seguimiento mediante una ficha checklist de implementación de la herramienta SMED, que será revisado por el responsable del taller a cada uno de los operarios de preparación.

Tabla 1. Test de Chequeo SMED

Chequeo SMED Área: Taller de mantenimiento	Frecuencia de verificación	Verificación
¿El tiempo de set-up es menor a 22 min?	Semanal	
¿Cuántas operaciones realiza para el cambio?	Inter-diario	
¿Aprovecha los tiempos de lavado para operaciones de cambio?	Diario	
¿Cumple con las operaciones?	Semanal	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N°06: IMPLEMENTACIÓN DE TPM

 MEGA INVERSIONES SRL RUC: 20489532981 <small>URB. PRIMAVERA MZ. "G" LT.7-8 AMARILIS-HUANUCO-HUANUCO</small>	MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO	
	FECHA: Febrero 2018	VERSIÓN: 1

IMPLEMENTACIÓN DE TPM

Busca establecer una cultura que maximice y sostenga la eficiencia del sistema de producción involucrando todas las funciones de la organización.

Los pasos a seguir para su implementación son los siguientes:

ETAPA INICIAL:

5. COMPROMISO DE LA ALTA GERENCIA

El departamento de TQM (Total Quality Management) encargado de la mejora continua en la empresa Mega Inversiones S.R.L. identificó las deficiencias y problemas presentes en las maquinarias, por lo que se planteó ante la gerencia la necesidad y los beneficios de implantar el TPM en la empresa. Es por ello que la alta gerencia se ha comprometido a participar y dar los recursos necesarios para permitir la implantación del TPM en el área de Mantenimiento.

El éxito del TPM depende ante todo, del entusiasmo de los directivos, si ellos están motivados y decididos se logrará implantar exitosamente el TPM en toda la organización.

6. CAMPAÑA DE DIFUSIÓN DEL MÉTODO

Con la finalidad de difundir el TPM se ha dictado el curso "Filosofía de TPM" a todo el personal del área de mantenimiento. Este curso contiene la definición del TPM, su historia, el mantenimiento autónomo y las seis grandes pérdidas. Además se mostraron ejemplos prácticos en cada uno de los temas contenidos en el curso.

Se ha repartido volantes con información sobre el TPM a todo el personal del área y se ha publicado información referente a TPM en el periódico mural del área. Para lograr que el personal no ponga resistencia a los cambios que trae la implantación del TPM, es importante darle información inicial que lo motive.

7. DEFINICIÓN DEL COMITÉ DE COORDINACIÓN Y NOMBRAMIENTO DE LOS RESPONSABLES PARA LA GESTIÓN DEL PROGRAMA Y FORMACIÓN DE LOS GRUPOS DE TRABAJO

Se ha definido las siguientes responsabilidades:

a) Presidente del Comité TPM

- ✓ Dictar las políticas necesarias para facilitar la implementación y ejecución del TPM.
- ✓ Supervisar y revisar los avances del TPM en el área.
- ✓ Asignar los recursos necesarios para la implementación del TPM.
- ✓ Brindar el reconocimiento de los logros del personal involucrado con el TPM.
- ✓ Fomentar el compromiso y participación de los trabajadores.

b) Jefe de departamento – Mantenimiento

- ✓ Garantizar el cumplimiento del mantenimiento preventivo de los equipos.
- ✓ Apoyar en la formación de los grupos TPM.
- ✓ Apoyar en la elaboración de los módulos de capacitación.
- ✓ Entregar Indicadores de costo de mantenimiento de equipos definidos.
- ✓ Asistir en la determinación de las actividades de mantenimiento autónomo que los operadores realizaran en sus equipos.
- ✓ Controlar y revisar el plan de mantenimiento preventivo de los equipos.
- ✓ Participar en el restablecimiento de las condiciones operativas óptimas del equipo

c) Jefe de departamento – Producción

- ✓ Crear las directivas necesarias para la ejecución adecuada del TPM en su departamento.
- ✓ Informar en el Comité de TPM los avances en su área.
- ✓ Programar y hacer cumplir los cronogramas de implantación del TPM establecidos en cada departamento.
- ✓ Asegurar la disponibilidad de los equipos para el mantenimiento preventivo.
- ✓ Entregar indicadores de los equipos mensualmente al departamento de TQM.
- ✓ Controlar los costos de implantación del TPM.

d) Jefe de Sección

- ✓ Llevar el control de los indicadores de TPM de la sección.
- ✓ Revisar y mantener actualizado los programas de mantenimiento autónomo.
- ✓ Generar las órdenes de trabajo a partir de las inspecciones de los operadores y de los acuerdos en las reuniones de los grupos de TPM.
- ✓ Realizar el seguimiento a las órdenes de trabajo generadas en la sección.
- ✓ Garantizar la disponibilidad de los equipos para el mantenimiento preventivo, según programa.
- ✓ Verificar el cumplimiento del mantenimiento preventivo.
- ✓ Supervisar el cumplimiento de las reuniones de los grupos de TPM.
- ✓ Supervisar el cumplimiento del mantenimiento autónomo.
- ✓ Garantizar que los equipos sean operados por personal con las competencias necesarias.
- ✓ Brindar las herramientas y materiales necesarios, para el mantenimiento autónomo.

e) Responsable del programa de TPM

- ✓ Coordinar los trabajos de mejora de los equipos.
- ✓ Coordinar la preparación de los cursos, así como asegurar la capacitación a todo el personal operativo.
- ✓ Llevar el control de la documentación referente a la capacitación y certificación de los operadores.
- ✓ Difundir la Filosofía del TPM en todos los departamentos y en todos los niveles.
- ✓ Ejecutar Auditorías de TPM.
- ✓ Evaluar el rendimiento de los operadores y gestionar su certificación.
- ✓ Llevar el control de costos de la implantación del TPM.
- ✓ Apoyar en la difusión de material referente al TPM.
- ✓ Apoyar en la capacitación a los trabajadores.

f) Líder de grupo

- ✓ Dirigir las reuniones del grupo TPM.
- ✓ Coordinar y programar las reuniones del grupo TPM, levantar el acta de las reuniones de su grupo TPM, y distribuirla a los responsables indicados.

- ✓ Realizar el seguimiento a las actividades programadas en las reuniones de los grupos TPM.
- ✓ Comprometer y motivar a su personal en la asistencia a las reuniones.
- ✓ Supervisar el cumplimiento de las actividades asignadas en las reuniones de TPM.
- ✓ Mantener actualizado y archivado la documentación de sus equipos.
- ✓ Verificar el adecuado mantenimiento, almacenamiento y control de las herramientas de su equipo.
- ✓ Difundir y fomentar la aplicación de las 5S's.

g) Personal de mantenimiento (apoyo)

- ✓ Brindar asesoramiento técnico a los operadores para el cumplimiento de la capacitación autónoma.
- ✓ Capacitar y entrenar a los operadores en las actividades de mantenimiento autónomo, así como en reparaciones básicas de sus equipos.
- ✓ Apoyar en la evaluación de los operadores.
- ✓ Participar en las reuniones de TPM del grupo asignado.
- ✓ Apoyar en la elaboración de los documentos para la ejecución de las actividades de mantenimiento autónomo.

h) Operadores, miembros de grupo

- ✓ Cumplir con las actividades de mantenimiento autónomo y aplicación de las 5S's en sus equipos.
- ✓ Participar en la "Capacitación Autónoma" para compartir sus conocimientos con compañeros.
- ✓ Llenar formatos y mantenerlos archivados de acuerdo a lo establecido.
- ✓ Conservar y controlar adecuadamente los recursos asignados.
- ✓ Comprometerse en las actividades designadas por el grupo para la mejora de sus equipos.
- ✓ Participar en el mantenimiento de sus equipos.
- ✓ Analizar las posibles mejoras en sus equipos.
- ✓ Comunicar oportunamente los principales problemas en sus equipos.
- ✓ Elaborar objetivos de grupo que formen parte de objetivos mayores del TPM.

8. POLÍTICA BÁSICA Y METAS

En la empresa se tiene la siguiente política de TPM:

“Promover el trabajo en equipo, en todos sus niveles jerárquicos con equipos conformados por personal de producción y mantenimiento, en la búsqueda de la mejora continua que nos permita alcanzar niveles óptimos de rendimiento y eficiencia de los equipos”.

Para esto, la empresa se compromete a:

- ✓ Difundir la cultura de TPM en todos los niveles de la empresa.
- ✓ Formar trabajadores con iniciativa, creatividad y capacidad de análisis.
- ✓ Cumplir con las actividades de mantenimiento programadas.

9. PLAN PILOTO

Se estableció una programación para la implantación del TPM en las enderezadoras del área de mantenimiento. El cronograma de la implantación se encuentra en el Figura 1.

Figura 1. Cronograma para implementar TPM en el área de mantenimiento

ACTIVIDAD	RESPONSABLES	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1 Diagnóstico del Recurso Humano de la Sección	TQM	■	■																						
2 Dictado de la filosofía de TPM	TQM			■	■																				
3 Diagnóstico del equipo / máquina (condiciones de trabajo, deficiencias, fallas)	Mntto.		■	■	■																				
4 Listado de principales actividades de Mantenimiento del Equipo - (Cambio de respuestos, lubricación y ajustes)	Mntto.		■	■	■																				
5 Definición de los indicadores a medir	TQM - Prod.					■	■																		
6 Definición de los módulos de capacitación Teórico-Técnica	Mntto. - TQM					■																			
7 Elaboración del Material Didáctico de Capacitación Teórica-Técnica	Mntto. - TQM					■	■	■	■																
8 Dictado de módulos Teórico-Técnicos	Mntto.									■	■														
9 Capacitación en campo a Operadores	Mntto.									■	■	■	■												
10 Preparación de Banco de Preguntas	Mntto - Prod.									■	■														
11 Evaluación escrita	TQM											■	■												
12 Evaluación en Campo	Mntto.													■	■										
13 Elaboración de Formatos TPM para operadores (Limpieza, Lubricación, Inspección y Ajustes)	Mntto. - TQM											■	■	■	■										
14 Capacitación en el llenado de los formatos	Mntto. - TQM - Prod.															■	■								
15 Traslado de las actividades básicas de TPM a los operadores	Mntto. - TQM															■	■	■	■	■	■				
16 Formación de grupos de TPM	TQM - Prod.																	■	■	■	■	■	■		
17 Capacitación autónoma	TQM - Prod.																								■

La implantación del TPM en el área de mantenimiento será el piloto para una implantación posterior en todos los equipos del área y después llegar a implantar el TPM en toda la empresa.

ETAPA DE IMPLANTACIÓN:

10. INICIO DE LA IMPLANTACIÓN

Se realizó reuniones con todos los operadores de maquinarias, donde se han tratado temas acerca de la importancia de medir la Efectividad Global del Equipo (EGE), la realización de actividades autónomas y los problemas que presenta el equipo y cómo podrían ser resueltos. Además se comprobó mediante evaluaciones, si los operadores comprenden la importancia del TPM y los objetivos a los que se quieren llegar con su implantación.

Con la finalidad de conocer el estado actual del equipo y en qué condiciones está siendo operado, se realiza una auditoría imprevista a las maquinarias en un día normal de producción.

11. “KOBETSU-KAISEN” PARA LA OBTENCIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS E INSTALACIONES.

El levantamiento detallado de las necesidades de mejora de las maquinarias que se ha realizado aprovechando el mantenimiento preventivo, esto fue complementado con sugerencias dadas por el jefe del departamento, personal de mantenimiento y operadores.

12. ESTABLECIMIENTO DEL “JISHU-HOZEN” (MANTENIMIENTO AUTÓNOMO).

Se realizó un listado de las actividades de mantenimiento autónomo. Esta lista se elaboró con personal de mantenimiento y de producción y contó con la aprobación de las jefaturas.

El personal que opera las maquinarias fue evaluado para identificar el nivel en que se encontraba. Una vez identificados los conocimientos y habilidades que se necesitaban se inició la capacitación, la cual fue desarrollada por personal de mantenimiento. Esta capacitación se realizó en forma práctica y escrita. Además se tomaron evaluaciones para identificar el avance en el aprendizaje por parte de los operadores.

Una vez trasladadas todas las actividades autónomas a los operadores, se ha elaborado formatos de TPM, para que sean llenados por los operadores. Estos formatos fueron revisados por el supervisor del área y por personal del departamento de Mantenimiento, una vez aprobados se inició con el llenado por parte de los operadores en cada turno. Para el correcto llenado de los formatos, los operadores fueron capacitados por personal del departamento de Mantenimiento. Los formatos

llenados son revisados por la jefatura del área y por personal de mantenimiento en cada turno con la finalidad de resolver cualquier avería o problema generado en la inspección del equipo.

13. EFICACIA DE LOS EQUIPOS POR LA INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN (OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO).

Se instalaron visores, para mejorar la inspección de niveles de aceite. También se facilitó graseras para mejorar la lubricación de las máquinas y se han realizado algunos cambios de piezas.

Se realizó un inventario de las herramientas existentes y se hizo el pedido de las que se necesitan para realizar el mantenimiento autónomo y reparaciones menores. Se ha mandado a colocar un panel para mantener un control ordenado de las herramientas.

Todo esto se ha realizado con la finalidad de facilitar un mantenimiento autónomo eficiente y rápido.

14. ESTABLECIMIENTO DEL SISTEMA PARA LA OBTENCIÓN DE LA EFICIENCIA GLOBAL EN LAS ÁREAS DE ADMINISTRACIÓN.

La calidad, precisión y oportunidad en el tiempo de la información de los departamentos de ingeniería y administración afectan profundamente a lo que hace el departamento de producción. El núcleo del TPM está en mejorar esta información. Para facilitar la gestión de atención de reparación de averías imprevistas se ha designado una persona del área de mantenimiento para que realice actividades exclusivas de mantenimiento y que sirva de apoyo al personal del departamento de Mantenimiento.

Se ha implantado la filosofía de 5 S's en las oficinas de Laminado en Frío para mejorar el orden y la limpieza.

Se ha elaborado un formato para el ingreso de los datos de producción y las incidencias en el turno. Esto ha facilitado el llenado de los datos por parte de los operadores debido a que anteriormente se llenaba un parte de producción y un cuaderno de incidencias, en los cuales se repetían varios datos que el operador tenía que llenar en cada turno.

15. ESTABLECIMIENTO DEL SISTEMA, BUSCANDO LA PROMOCIÓN DE CONDICIONES IDEALES DE SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE AGRADABLE DE TRABAJO.

Se han analizado las situaciones inseguras que existen en la zona de las enderezadoras y se han realizado las mejoras, por ejemplo, se instaló una sirena de alerta a la grúa que evacua el material terminado procesado en las enderezadoras.

Se ha mejorado la iluminación del área para facilitar el trabajo en los turnos nocturnos.

El tener una filosofía de 5 S's aplicada en toda la planta permite mantener el área de trabajo limpia y libre de elementos extraños, asegurando un ambiente de trabajo agradable.

16. APLICACIÓN PLENA DEL TPM (AMPLIACIÓN A LOS DEMÁS EQUIPOS) E INCREMENTO DE LOS RESPECTIVOS NIVELES.

Una vez terminado la implantación del TPM en el área de mantenimiento se ha conseguido lo siguiente:

- ✓ Los operadores realizan el mantenimiento autónomo y llenan los formatos de TPM en cada maquinaria todos los turnos, esto permite llevar un control del funcionamiento y mantenimiento de las máquinas disminuyendo la frecuencia de fallas.
- ✓ Los operadores realizan mensualmente reuniones de grupo donde se plantean actividades de mejora en los equipos y en la zona de trabajo. Estas actividades tienen un responsable y un plazo para su realización.
- ✓ Los operadores realizan cursos de capacitación autónoma, los cuales son dictados al resto de sus compañeros, esto permite un incremento de conocimientos y habilidades en el personal.
- ✓ Se lleva un control semanal del EGE (Efectividad Global de los Equipos) para detectar las pérdidas que afectan la efectividad de las maquinarias.

ANEXO N°07: REGISTRO DE ORDENES DE TRABAJO – MES DE AGOSTO Y SETIEMBRE DE 2017

REGISTRO DE ORDENES DE TRABAJO - MES DE AGOSTO Y SETIEMBRE DE 2017														
ID	DESDE	HORA I	HASTA	HORA F	HORAS	Cambios y Preparaciones	Paro Mecánico	MAQUINARIA	MARCA	MODELO	PLACA	LUGAR	MOTIVO	DETALLE
1	2/08/2017	7:00 a. m.	2/08/2017	2:00 p. m.	7.00	5.00	2.00	CAMION	HINO	DUTRO	W5A-881	EL VALLE	M. PROG.	Mantenimiento de 40000 Km
2	3/08/2017	8:45 a. m.	3/08/2017	12:20 a. m.	3.58	3.28	0.30	RETROEXCAVADORA	JOHN DEERE	310 K	1T0310KXLC	HUANUCO	FALLA	Reparación de 1 llanta, 1 rotacion y 1 camara.
3	4/08/2017	9:42 a. m.	4/08/2017	11:52 a. m.	2.17	1.92	0.25	VOLQUETE	IVECO	380T42H	APV-929	HUANUCO	FALLA	2 Enllantadas, 1 rotación y 1 cambio de llanta.
5	7/08/2017	9:26 a. m.	9/08/2017	10:59 a. m.	17.55	11.55	6.00	TRACTOR ORUGA	CATERPILLAR	D6T XL 6A	GCT 02173	EL VALLE	FALLA	Enderezado, alineado y recalzado de 7 zapatas y Armado de 4 ruedas guías del b
6	9/08/2017	8:24 a. m.	9/08/2017	11:15 a. m.	2.85	0.85	2.00	CARGADOR FRONTAL	CATERPILLAR	950H	JLX00209	EL VALLE	FALLA	Carga de refrigerante 134A a un sistema de aire acondicionado.
7	11/08/2017	8:00 a. m.	12/08/2017	11:30 a. m.	10.50	8.00	2.50	VOLQUETE	IVECO	380T42H	APV-929	EL VALLE	M. PROG.	Mantenimiento de Motor PM1
8	11/08/2017	8:00 a. m.	12/08/2017	3:00 p. m.	12.00	8.80	3.20	VOLQUETE	IVECO	380T42H	FOW-867	EL VALLE	M. NO PROG.	Mantenimiento de Motor PM1
9	11/08/2017	9:00 a. m.	11/08/2017	11:45 a. m.	2.75	2.35	0.40	CAMIONETA	TOYOTA	HILUX 4X2 CD	W5I-804	HUANUCO	M. PROG.	Mantenimiento de 70000 Km. Servicio de lavado y engrase.
10	15/08/2017	11:40 a. m.	15/08/2017	4:00 p. m.	2.33	2.03	0.30	VOLQUETE	IVECO	380T42H	APW-750	EL VALLE	M. PROG.	Mantenimiento de Motor PM1
11	16/08/2017	3:00 p. m.	16/08/2017	6:46 p. m.	3.77	3.32	0.45	VOLQUETE	VOLVO	FMX 6X4R	ADE-944	EL VALLE	FALLA	Cambio de Filtro de aire primario y secundario.
12	16/08/2017	12:00 p. m.	16/08/2017	3:03 p. m.	3.05	2.75	0.30	VOLQUETE	VOLVO	FMX 6X4R	ADM-800	EL VALLE	FALLA	Cambio de Filtro de aire primario y secundario.
13	17/08/2017	4:45 p. m.	18/08/2017	8:00 a. m.	15.25	12.25	3.00	CAMION	HINO	GH	W5K-931	EL VALLE	FALLA	Cambio de 2 Baterías Record RT 115 de 19Placas
14	19/08/2017	8:00 a. m.	19/08/2017	11:49 a. m.	3.82	2.57	1.25	CAMIONETA	TOYOTA	HILUX 4X2 CD	W3A-716	HUANUCO	M. NO PROG.	Mantenimiento de frenos en 63013 Km
15	19/08/2017	7:49 a. m.	19/08/2017	4:08 p. m.	7.50	6.00	1.50	CAMIONETA	TOYOTA	HILUX 4X4 CD	W5I-859	EL VALLE	M. PROG.	Mantenimiento de 85000 Km
16	21/08/2017	8:00 a. m.	21/08/2017	11:30 a. m.	3.50	2.50	1.00	VOLQUETE	IVECO	380T42H	APV-929	EL VALLE	FALLA	Cambio de 02 llantas 12R20-20 Roadwin
17	23/08/2017	8:45 a. m.	27/08/2017	9:45 a. m.	47.00	43.50	3.50	VOLQUETE	SINOTRUK	ZZ3257N3647C	C8Q-795	EL VALLE	M. NO PROG.	Mantenimiento completo de turbo compresor Holset modelo H2D serie H140533
18	24/08/2017	7:00 a. m.	24/08/2017	8:30 a. m.	1.50	1.15	0.35	VOLQUETE	IVECO	380T42H	APV-929	EL VALLE	FALLA	Servicio de colocar un claxon c/valvula electrica con accesorios completos.
19	24/08/2017	10:27 a. m.	24/08/2017	11:59 a. m.	1.53	1.03	0.50	EXCAVADORA HIDR.	CATERPILLAR	320 D2L	KHR00536	EL VALLE	FALLA	Rectificar pin.
20	24/08/2017	8:24 a. m.	24/08/2017	11:59 a. m.	3.58	3.23	0.35	RETROEXCAVADORA	CATERPILLAR	380T42H	LTG01987	EL VALLE	FALLA	Preparar 2 pines de guia.
21	24/08/2017	11:05 a. m.	24/08/2017	2:50 p. m.	3.75	3.35	0.40	CAMIONETA	TOYOTA	HILUX 4X4 CD	W5I-859	EL VALLE	FALLA	Cambio de 2 Focos narva para placa, 4 fusibles, cables, 5 terminales
22	25/08/2017	8:41 a. m.	25/08/2017	9:56 a. m.	1.25	1.05	0.20	VOLQUETE	IVECO	380T42H	APV-813	EL VALLE	M. PROG.	Mantenimiento de Motor PM1
23	25/08/2017	9:50 a. m.	26/08/2017	11:59 a. m.	26.15	25.90	0.25	VOLQUETE	IVECO	380T42H	APW-750	EL VALLE	M. PROG.	Mantenimiento de Motor PM1
24	25/08/2017	10:46 a. m.	26/08/2017	8:48 a. m.	22.03	21.80	0.23	VOLQUETE	IVECO	380T42H	ADG-939	EL VALLE	M. PROG.	Mantenimiento de Motor PM1
25	25/08/2017	8:56 a. m.	25/08/2017	11:59 a. m.	3.05	2.70	0.35	EXCAVADORA HIDR.	CATERPILLAR	320 D2L	KHR00536	EL VALLE	FALLA	Fabricacion de 2 espaciadores de lampon.
26	28/08/2017	10:10 a. m.	28/08/2017	3:20 p. m.	5.17	3.67	1.50	RETROEXCAVADORA	CATERPILLAR	420 F2	LBS00429	BAÑOS	M. PROG.	Mantenimiento de 1000 Horas por garantia
27	28/08/2017	7:58 a. m.	28/08/2017	1:40 p. m.	5.70	5.25	0.45	CAMION	HINO	DUTRO	W3Y-762	HUANUCO	M. PROG.	Mantenimiento preventivo de 135000 Km
28	28/08/2017	7:30 a. m.	30/08/2017	9:30 a. m.	19.00	16.00	3.00	CAMION	HINO	FC	W5A-881	EL VALLE	FALLA	Cambio de juego de terminales ambos lados.
29	28/08/2017	6:43 a. m.	28/08/2017	8:46 a. m.	2.05	1.55	0.50	CAMION	HINO	GH	W5D-792	HUANUCO	FALLA	Revisión Tecnica Vehicular.
30	4/09/2017	9:52 a. m.	4/09/2017	2:56 p. m.	5.07	3.87	1.20	RETROEXCAVADORA	JOHN DEERE	310 SL	1T0310SLTG	SIHUAS	M. PROG.	Mantenimiento de 1250 horas

ID	DESDE	HORA I	HASTA	HORA F	HORAS	Cambios y Preparaciones	Paro Mecánico	MAQUINARIA	MARCA	MODELO	PLACA	LUGAR	MOTIVO	DETALLE
31	4/09/2017	8:47 a. m.	4/09/2017	3:20 p. m.	6.55	5.25	1.30	TELEJANDER	MERLON	P38,13EE	ZF7P33T06	TINGO MARIA	M. PROG.	Mantenimiento de 2750 Horas.
32	8/09/2017	8:16 a. m.	8/09/2017	10:47 a. m.	2.52	2.12	0.40	RETROEXCAVADORA	JOHN DEERE	310 K	1T0310KXLC	EL VALLE	FALLA	Cambio de 4 anillos elasticos y 1 conjunto de cable ajuste asiento.
33	8/09/2017	11:15 a. m.	8/09/2017	4:25 p. m.	2.17	1.79	0.38	RETROEXCAVADORA	JOHN DEERE	310 K	1T0310KXLC	EL VALLE	M. PROG.	Mantenimiento de 6750 horas
34	8/09/2017	9:48 a. m.	10/09/2017	10:49 a. m.	17.02	15.37	1.65	MINICARGADOR	CATERPILLAR	246 D	HMR00881	BAÑOS	FALLA	Cambio de Luna lateral
35	8/09/2017	8:18 a. m.	8/09/2017	9:18 a. m.	1.00	0.80	0.20	EXCAVADORA HIDR.	CATERPILLAR	320 D2L	KHR00536	EL VALLE	FALLA	Cambio de parabrisas de minicargador y faja delantera.
36	8/09/2017	10:46 a. m.	8/09/2017	3:20 p. m.	4.57	3.57	1.00	CAMION	HINO	DUTRO	W5J-703	EL VALLE	M. PROG.	Mantenimiento de 35000 km
37	11/09/2017	8:16 a. m.	11/09/2017	10:39 a. m.	2.38	2.03	0.35	VOLQUETE	IVECO	380T42H	APV-824	EL VALLE	FALLA	Cambio de bocina de claxon de aire
38	11/09/2017	7:00 a. m.	12/09/2017	11:00 a. m.	11.00	9.75	1.25	VOLQUETE	SINOTRUK	ZZ3257N3247C	C8Q-795	EL VALLE	FALLA	Cambio del Termostato N° 12 75°
39	11/09/2017	11:00 a. m.	12/09/2017	11:30 a. m.	8.50	8.10	0.40	VOLQUETE	SINOTRUK	ZZ3257N3247C	C8Q-795	EL VALLE	FALLA	Cambio de faja para alternador y 01 precinto
40	11/09/2017	3:45 p. m.	13/09/2017	7:25 a. m.	14.66	11.66	3.00	MOTONIVELADORA	CATERPILLAR	120K	SZN00663	EL VALLE	FALLA	Cambio de solenoide auxiliar de arranque
41	11/09/2017	7:45 a. m.	11/09/2017	10:46 a. m.	3.02	2.67	0.35	CAMION	HINO	GH	W5D-792	HUANUCO	FALLA	Cambi de un reductor de voltaje
42	12/09/2017	8:59 a. m.	12/09/2017	10:49 a. m.	1.83	1.43	0.40	RETROEXCAVADORA	CATERPILLAR	420 F2	LBS00429	EL VALLE	FALLA	Cambio de 02 uñas y 05 retainers
43	15/09/2017	8:24 a. m.	15/09/2017	9:46 a. m.	1.37	1.07	0.30	SEMITRAILER	VOLVO	FH 6X4 T	AFZ-910	HUANUCO	FALLA	Cambio de filtro secundario a 2603.0 hr. Y 80718 km
44	16/09/2017	10:34 a. m.	18/09/2017	11:56 a. m.	17.37	14.12	3.25	MINICARGADOR	CATERPILLAR	236 B3	A9H02681	TINGO MARIA	FALLA	Cambio de termostato para minicargador
45	18/09/2017	8:28 a. m.	18/09/2017	11:20 a. m.	2.87	2.52	0.35	VOLQUETE	IVECO	380T42H	F7K-746	EL VALLE	FALLA	Revisión Tecnica Vehicular.
46	18/09/2017	7:20 a. m.	18/09/2017	4:20 p. m.	6.00	4.90	1.10	CAMION	HINO	GH	W3Y-762	HUANUCO	M. PROG.	Mantenimiento preventivo de 140000 Km
47	19/09/2017	7:58 a. m.	22/09/2017	11:59 a. m.	28.02	24.02	4.00	RETROEXCAVADORA	JOHN DEERE	310 SL	1T0310SLTG	EL VALLE	FALLA	Cambio de 02 camaras
48	19/09/2017	9:10 a. m.	19/09/2017	12:10 p. m.	3.00	2.55	0.45	RETROEXCAVADORA	CATERPILLAR	420 F2	LBS00429	EL VALLE	FALLA	Cambio de 01 camara 19.5-24 TR-218A Nexen
49	19/09/2017	12:30 a. m.	19/09/2017	5:00 p. m.	2.50	2.30	0.20	RETROEXCAVADORA	CATERPILLAR	420 F2	LBS00429	BAÑOS	FALLA	Servicio de prensado de maguera para alta presion.
50	19/09/2017	8:46 a. m.	20/09/2017	11:47 a. m.	11.02	7.82	3.20	CAMION	HINO	GH	W3Y-762	HUANUCO	FALLA	Cambio de 02 terminales para direccion Hino
51	19/09/2017	7:56 a. m.	19/09/2017	2:56 p. m.	7.00	4.40	2.60	CAMIONETA	TOYOTA	HILUX 4X4 CD	W5I-804	HUANUCO	M. PROG.	Mantenimiento de 75000 Km
52	22/09/2017	3:10 p. m.	25/09/2017	6:24 p. m.	27.23	25.78	1.45	SEMITRAILER	VOLVO	FH 6X4 T	AFZ-910	HUANUCO	FALLA	Instalación de 8 Piñas de contenedor
53	22/09/2017	8:23 a. m.	22/09/2017	5:01 p. m.	6.63	4.53	2.10	VOLQUETE	IVECO	380T42H	APV-824	EL VALLE	M. PROG.	Mantenimiento de Motor PM2
54	22/09/2017	7:25 a. m.	22/09/2017	5:46 p. m.	8.35	6.85	1.50	VOLQUETE	IVECO	380T42H	APV-834	EL VALLE	M. PROG.	Mantenimiento de Motor PM2
55	22/09/2017	9:45 a. m.	22/09/2017	5:00 p. m.	5.25	2.90	2.35	VOLQUETE	IVECO	380T42H	APV-929	EL VALLE	M. NO PROG.	Mantenimiento de Motor PM2
56	22/09/2017	7:45 a. m.	22/09/2017	11:09 a. m.	3.40	2.40	1.00	VOLQUETE	IVECO	380T42H	F7K-746	EL VALLE	FALLA	Cambio de 1 foco H7, 1 foco lagrima, mica ochito, 1 seguro base para claxon
57	22/09/2017	8:42 a. m.	22/09/2017	2:57 p. m.	6.25	5.10	1.15	CAMION	HINO	FC	W5D-792	HUANUCO	FALLA	Cambio de 02 focos H3, 24V Narva, y servicio de mantenimiento de arrancador.
58	25/09/2017	8:23 a. m.	25/09/2017	10:48 a. m.	2.42	1.22	1.20	VOLQUETE	IVECO	380T42H	APV-813	EL VALLE	FALLA	Cambio de 01 foco ambar, 04 focos narva, 01 faro pirata, 02 focos H3
59	26/09/2017	8:42 a. m.	26/09/2017	9:48 a. m.	1.10	0.90	0.20	VOLQUETE	IVECO	380T42H	ADG-939	EL VALLE	FALLA	Cambio de 02 llantas 12.00 R 20-20, marca Roadwing mixta
60	26/09/2017	9:00 a. m.	27/09/2017	10:00 a. m.	9.00	6.70	2.30	VOLQUETE	IVECO	380T42H	F7K-746	EL VALLE	FALLA	Cambio de 01 filtro de petroleo
61	26/09/2017	8:25 a. m.	27/09/2017	4:41 p. m.	14.27	11.17	3.10	VOLQUETE	IVECO	380T42H	F7K-746	EL VALLE	FALLA	Cambio de 04 arandelas y 01 junta
67	30/09/2017	7:00 a. m.	30/09/2017	11:59 a. m.	4.98	3.48	1.50	VOLQUETE	IVECO	380T42H	APV-834	EL VALLE	FALLA	Cambio de 1 Faro para ruta, 1 terminal 5/16 y cable, 2 precintos.
68	30/09/2017	9:46 a. m.	30/09/2017	11:58 a. m.	2.20	1.75	0.45	VOLQUETE	IVECO	380T42H	F7K-746	EL VALLE	FALLA	Cambio de 2 Pernos 7/16X1 1/2
69	30/09/2017	8:00 a. m.	30/09/2017	4:26 p. m.	8.32	7.52	0.80	CARGADOR FRONTAL	CATERPILLAR	950 H	JLX00209	EL VALLE	FALLA	Colocación de 2 bocinas, 1 reten para arrancador, 1 bocina centro.

ANEXO N°08: REGISTRO DE ORDENES DE TRABAJO – MES DE DICIEMBRE 2017 Y ENERO 2018

REGISTRO DE ORDENES DE TRABAJO - MES DE DICIEMBRE DE 2017 - ENERO DE 2018														
ID	DESDE	HORA	HASTA	HORA	HORAS	Cambios y Preparaciones	Paro Mecánico	MAQUINARIA	MARCA	MODELO	PLACA	LUGAR	MOTIVO	DETALLE
1	1/12/2017	4:00 p. m.	2/12/2017	8:00 a. m.	2.50	2.00	0.50	MOTONIVELADORA	CATERPILLAR	120 K	SZN00663	EL VALLE	FALLA	Cambio de 2 Cantonera con 32 pernos y tuercas.
2	2/12/2017	7:00 a. m.	2/12/2017	8:30 a. m.	1.50	1.32	0.18	MINICARGADOR	CATERPILLAR	246 D	HMR00881	BAÑOS	M. PROG.	Mantenimiento PM2
3	2/12/2017	7:20 a. m.	2/12/2017	7:45 a. m.	0.42	0.24	0.18	CARGADOR FRONTAL	CATERPILLAR	950 H	JLX00209	EL VALLE	FALLA	Cambio de 3 pernos y tuercas y cambio de filtro de petroleo
4	2/12/2017	12:00 a. m.	2/12/2017	1:15 p. m.	0.25	0.17	0.08	MINICARGADOR	CATERPILLAR	246 D (C/C)	HMR01258	TINGO MARIA	FALLA	Cambio de 01 unidad de filtro de petroleo
5	4/12/2017	8:30 a. m.	4/12/2017	10:00 a. m.	1.50	1.34	0.16	MINICARGADOR	CATERPILLAR	246 D	HMR00881	BAÑOS	M. PROG.	Mantenimiento de 3500 horas
6	4/12/2017	10:00 a. m.	4/12/2017	12:20 a. m.	2.00	1.78	0.22	TELEJANDER	MERLON	P38,13EE	ZF7P33T06	TINGO MARIA	M. PROG.	Mantenimiento de 3 500 hoars, aceite urania 3.5 Gln, grasa MR 2 EP LI-EP.
7	4/12/2017	8:30 a. m.	4/12/2017	9:15 p. m.	0.75	0.64	0.11	CAMION	HINO	DUTRO	W5A-881	HUANUCO	M. PROG.	Servicio de lavado y engrase
8	5/12/2017	7:30 a. m.	5/12/2017	8:30 p. m.	1.00	0.86	0.14	MINICARGADOR	CATERPILLAR	236 B3	A9H02681	TINGO MARIA	M. PROG.	Mantenimiento de 4250 Horas
9	5/12/2017	9:30 a. m.	5/12/2017	12:00 a. m.	2.50	2.10	0.40	RETROEXCAVADORA	CATERPILLAR	420 F	LTG01987	EL VALLE	FALLA	Reforzamiento de uñas de lampon
10	6/12/2017	4:30 p. m.	7/12/2017	9:00 a. m.	2.00	1.40	0.60	MOTONIVELADORA	CATERPILLAR	120 K	SZN00663	EL VALLE	FALLA	Servicio de construccion del eje nuevo de traccion
11	7/12/2017	7:40 a. m.	7/12/2017	8:00 a. m.	0.33	0.24	0.09	MINICARGADOR	CATERPILLAR	236 B3	A9H02681	TINGO MARIA	FALLA	Adición de 2 GL de refrigerante
12	7/12/2017	8:00 a. m.	7/12/2017	9:00 a. m.	1.00	0.80	0.20	CAMION	HINO	FC	W5D-792	HUANUCO	FALLA	Instalacion completa de sistema electrico
13	9/12/2017	11:00 a. m.	9/12/2017	12:30 p. m.	1.00	0.84	0.16	SEMITRAILER	VOLVO	FH 6X4 T	AFZ-910	HUANUCO	FALLA	Cambio de 08 unidades de llanta marca Keter 11R22.5-16PR DR
14	15/12/2017	6:30 a. m.	15/12/2017	7:45 a. m.	0.75	0.63	0.12	CARGADOR FRONTAL	CATERPILLAR	950 H	JLX00209	EL VALLE	M. PROG.	Mantenimiento de 5750 horas
15	15/12/2017	7:20 a. m.	15/12/2017	9:00 a. m.	1.67	1.54	0.13	RODILLO COMP. VIBR.	CATERPILLAR	CS533E	BZE02610	EL VALLE	M. PROG.	Mantenimiento de 4000 horas
16	15/12/2017	9:10 a. m.	15/12/2017	9:50 p. m.	0.67	0.57	0.10	TRACTOR ORUGA	CATERPILLAR	D6T XL 6A	GCT 02173	EL VALLE	M. PROG.	Mantenimiento de 4750 horas
17	15/12/2017	12:00 p. m.	15/12/2017	2:45 p. m.	1.75	1.40	0.35	EXCAVADORA HI DR.	CATERPILLAR	320 D2L	KHR00484	EL VALLE	M. NO PROG.	Mantenimiento de 3500 horas
18	15/12/2017	4:10 p. m.	15/12/2017	4:45 p. m.	0.58	0.45	0.13	VOLQUETE	IVECO	380T42H	APW-750	EL VALLE	M. NO PROG.	Mantenimiento PM1
19	15/12/2017	4:30 p. m.	15/12/2017	5:45 p. m.	1.00	0.88	0.12	VOLQUETE	IVECO	380T42H	APV-834	EL VALLE	M. PROG.	Mantenimiento PM1
20	18/12/2017	8:15 a. m.	18/12/2017	10:30 a. m.	2.25	1.85	0.40	CAMION	FM	HINO	W5Z-797	HUANUCO	M. PROG.	Mantenimiento de 10 000 km (se realizo a los 12356 km)
21	20/12/2017	4:00 p. m.	21/12/2017	8:00 a. m.	2.50	2.00	0.50	EXCAVADORA HI DR.	CATERPILLAR	320 D2L	KHR00484	EL VALLE	M. PROG.	Mantenimiento de 3500 horas
22	21/12/2017	7:00 a. m.	21/12/2017	8:35 a. m.	1.58	1.18	0.40	RETROEXCAVADORA	JOHN DEERE	310 SL	1TO310SLTG	EL VALLE	FALLA	Cambio de cuchillas y sus accesorios.
23	21/12/2017	7:35 a. m.	21/12/2017	9:30 a. m.	1.92	1.40	0.52	RETROEXCAVADORA	JOHN DEERE	310 SL	1TO310SLTG	EL VALLE	FALLA	Cambio de uñas y seguros
24	21/12/2017	8:30 a. m.	21/12/2017	10:45 a. m.	2.25	2.00	0.25	RETROEXCAVADORA	JOHN DEERE	310 SL	1TO310SLTG	EL VALLE	FALLA	Cambio de 01 borde cortante, 04 patin de goma y 08 pernos.
25	21/12/2017	9:45 a. m.	21/12/2017	10:45 a. m.	1.00	0.78	0.22	RETROEXCAVADORA	JOHN DEERE	310 SL	1TO310SLTG	EL VALLE	FALLA	Cambio de 05 dientes, 05 bulon y 06 cerraduras
26	28/12/2017	11:30 a. m.	28/12/2017	1:30 p. m.	1.00	0.84	0.16	MOTONIVELADORA	CATERPILLAR	120 K	SZN00663	EL VALLE	M. PROG.	Cambio de 09 bronce
27	29/12/2017	9:00 a. m.	29/12/2017	10:10 a. m.	1.17	1.02	0.15	MINICARGADOR	CATERPILLAR	246 D	HMR00881	BAÑOS	FALLA	Cambio de 02 unidades de filtro de combustible separador de agua
28	29/12/2017	7:15 a. m.	29/12/2017	9:00 a. m.	1.75	1.33	0.42	MINICARGADOR	CATERPILLAR	236 B3	A9H02681	TINGO MARIA	M. PROG.	Mantenimiento PM2
29	3/01/2018	3:40 p. m.	3/01/2018	4:10 p. m.	0.50	0.32	0.18	SEMITRAILER	VOLVO	FH 6X4 T	AFZ-910	HUANUCO	FALLA	Cambio de 01 juego de secador de aire
30	3/01/2018	8:23 a. m.	3/01/2018	8:50 a. m.	0.45	0.30	0.15	CAMION	HINO	DUTRO	W5J-703	HUANUCO	FALLA	Cambio de 01 filtro de combustible y 01 filtro elemento.
31	5/01/2018	7:00 a. m.	5/01/2018	9:00 a. m.	2.00	1.84	0.16	VOLQUETE	IVECO	380T42H	APV-929	EL VALLE	M. PROG.	Lavado y Engrase
32	5/01/2018	8:45 a. m.	5/01/2018	10:00 a. m.	1.25	1.10	0.15	VOLQUETE	IVECO	380T42H	ADM-800	BAÑOS	M. PROG.	Cambio de filtro de petroleo. Lavado y engrase.
33	5/01/2018	9:30 a. m.	5/01/2018	11:30 a. m.	2.00	1.83	0.17	VOLQUETE	IVECO	380T42H	APV-824	EL VALLE	M. PROG.	Lavado y Engrase
34	5/01/2018	12:00 a. m.	5/01/2018	2:40 p. m.	2.67	2.46	0.21	VOLQUETE	IVECO	380T42H	F7K-746	EL VALLE	M. PROG.	Lavado y Engrase
35	5/01/2018	3:00 p. m.	5/01/2018	5:25 p. m.	2.42	2.23	0.19	VOLQUETE	IVECO	380T42H	FOW-867	EL VALLE	M. PROG.	Lavado y Engrase
36	5/01/2018	6:25 a. m.	5/01/2018	8:45 a. m.	2.50	2.28	0.22	VOLQUETE	IVECO	380T42H	C8Q-795	EL VALLE	M. PROG.	Lavado y Engrase
37	8/01/2018	11:25 a. m.	8/01/2018	1:45 p. m.	3.50	3.32	0.18	VOLQUETE	VOLVO	FMX 6X4R	ADE-944	EL VALLE	M. PROG.	Cambio de filtro de petroleo. Lavado y engrase.
38	8/01/2018	3:00 p. m.	8/01/2018	5:45 p. m.	2.75	2.50	0.25	VOLQUETE	VOLVO	FMX 6X4R	APV-813	EL VALLE	M. PROG.	Cambio de filtro de petroleo y separador de agua..
39	8/01/2018	4:00 p. m.	8/01/2018	4:55 p. m.	0.92	0.77	0.15	EXCAVADORA HI DR.	CATERPILLAR	320 D2L	SD200574	EL VALLE	M. PROG.	Mantenimiento PM1
40	12/01/2018	6:45 a. m.	12/01/2018	7:30 a. m.	0.5	0.38	0.12	VOLQUETE	VOLVO	FMX 6X4R	ADG 939	EL VALLE	FALLA	Cambio de 01 manguera carga de aire
41	12/01/2018	10:45 a. m.	12/01/2018	11:30 a. m.	0.75	0.59	0.16	MOTONIVELADORA	CATERPILLAR	120 K	SZN00663	EL VALLE	FALLA	Cambio de 02 terminales
42	12/01/2018	11:20 a. m.	12/01/2018	12:35 p. m.	0.66	0.48	0.18	RODILLO COMP. VIBR.	CATERPILLAR	CS533E	BZE02610	EL VALLE	FALLA	Cambio de switch de rodillo
43	12/01/2018	4:00 p. m.	12/01/2018	5:15 p. m.	1	0.80	0.2	TRACTOR ORUGA	CATERPILLAR	D6T XL 6A	GCT 02173	EL VALLE	FALLA	Cambio de cantoneras
44	13/01/2018	8:40 a. m.	13/01/2018	12:05 p. m.	3.33	2.83	0.5	TELEJANDER	MERLON	P38,13EE	ZF7P33T06	TINGO MARIA	FALLA	Calibracion y evaluacion de Merlo P38.13
45	13/01/2018	2:00 p. m.	13/01/2018	4:20 p. m.	2.67	2.12	0.55	CAMION	HINO	FM	W5K-931	EL VALLE	FALLA	Cambio de disco de embrague TK1
46	15/01/2018	6:40 a. m.	15/01/2018	10:10 a. m.	3.17	2.99	0.18	RETROEXCAVADORA	JOHN DEERE	310 SL	1TO310SLTG	EL VALLE	M. PROG.	Mantenimiento de 2000 horas.
47	15/01/2018	8:35 a. m.	15/01/2018	10:15 a. m.	1.33	0.88	0.45	CAMION	HINO	FC	W5D-792	HUANUCO	FALLA	Cambio de 02 unidades de bateria Energet
48	17/01/2018	9:50 a. m.	17/01/2018	11:30 a. m.	1.67	1.27	0.4	CAMIONETA	TOYOTA	HI LUX	W3A-716	HUANUCO	FALLA	Cambio de 02 rodaje posteriores y 02 delanteros
49	25/01/2018	10:40 a. m.	25/01/2018	12:25 p. m.	1.33	1.08	0.25	RETROEXCAVADORA	JOHN DEERE	310 K	1TO310KXLC	EL VALLE	M. PROG.	Mantenimiento de 7250 horas

ANEXO N°09: FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO

MEGA INVERSIONES S.R.L.		MEGA INVERSIONES S.R.L. RUC 20489532981 URB. PRIMAVERA MZ. B LT. 7-8 AMARILIS - HUANUCO TELF. (062) 518239		001 - N°	
FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO					
FECHA: _____ HORA: _____		UBICACIÓN: _____		TIPO DE TRABAJO	
OPERADOR: _____		N° LICENCIA : _____		1. Mantenimiento Preventivo ()	
EQUIPO: _____ MARCA: _____		MODELO: _____ PLACA : _____		2. Reparación Programada ()	
SERIE DE CHASIS: _____		HOROMETRO: _____		3. Reparación No Programada ()	
MECÁNICO RESPONSABLE: _____		AUTORIZA : _____			
ORIGEN DE PARADA		UBICACIÓN DE LA FALLA			
1. Falta Mantenimiento ()		Mantenimiento () Sistema Frenos () Rueda y Neumáticos ()			
2. Desgaste Normal ()		Sistema Motor () Sistema Dirección () Sistema de combustible ()			
3. Accidente ()		Sistema de Enfriamiento () Sistema Hidraulico () Sistema Chasis ()			
4. Mala Operación ()		Sistema Eléctrico () Sistema Transmisión () Cabina / Otros : ()			
DESCRIPCIÓN DE LA FALLA		CONSECUENCIAS DE LA FALLA		PARADA DEL EQUIPO	
				TIEMPO DE CONTROL	FECHA
				HORA	
				1. Reporte de Falla	
				2. Puesto Operativo	
TAREAS A EJECUTAR					
ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA			Hora Inicio	Hora Termino
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
REPUESTOS USADOS				HERRAMIENTAS / OTROS	
ITEM	N° PARTE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
PERSONAL NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DEL SERVICIO					
NOMBRES Y APELLIDOS		ESPECIALIDAD	FECHA	Hora Inicio	Hora Termino
OBSERVACIONES Y PENDIENTES					
V° B° SUPERVISOR				*B° MECANICO RESPONSABL	

ANEXO N°10: FORMATO DE ORDEN DE ATENCION

	MEGA INVERSIONES S.R.L. RUC 20489532981 URB. PRIMAVERA MZ. B LT. 7-8 AMARILIS - HUÁNUCO TELF. (062) 518239	001 - N°			
REQUERIMIENTOS / ORDEN DE ATENCIÓN					
FECHA: _____		HORA: _____			
UBICACIÓN: _____					
SOLICITANTE: _____					
EQUIPO: _____		MARCA: _____			
MODELO: _____		PLACA : _____			
DESPACHADO POR: _____					
REPUESTOS REQUERIDOS					
ITEM	N° PARTE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	SI/NO
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
V° B° DESPACHO			V°B° SOLICITANTE		

ANEXO N°11: FORMATO DE ACTA DE ENTREGA Y RECEPCION DE EQUIPO



ACTA DE ENTREGA - RECEPCION DE EQUIPO

N°

I. ESPECIFICACIONES DEL CONTRATO

OPERADOR:	MODELO:	Nº LICENCIA:	CELULAR:
MARCA:		PLACA / COLOR:	FECHA:
SERIE DE CHASIS:		HOROMETRO:	HORA:
UBICACIÓN: URB. MIRAFLORES - AMARILIS		KILOMETRAJE:	DESTINO:

SIMBOLOGÍA	
OK	V
Daño/Malo	X
Faltante	F
No Aplica	NA
Por Evaluar	EV

II. CONDICION GENERAL

A PARTE DELANTERA	SALIDA		ENTRADA	
	EST.	CANT.	EST.	CANT.
1 CIRCULINA: COLOR				
2 TAPASOL EXTERNO DELANTERO				
3 ANTENA RADIO				
4 PARABRISAS				
5 BRASOS LIMPIAPARABRISAS C/PLUMILLAS				
6 ESPEJOS LATERALES EXTERIORES				
7 LOGO: VOLVO () IVECO () OTRO(.....)				
8 CALANDRA FRONTAL				
9 BISELES DE FAROS: Izquierda () Derecha ()				
10 FAROS DELANTEROS C/REJILLAS: Izq () Derecha ()				
11 FAROS DIRECCIONALES: Izquierda () Derecha ()				
12 PARACHOQUES				
13 FAROS NEBLINEROS				

B LADO IZQUIERDO DE LA MAQUINA	EST.		CANT.	
	EST.	CANT.	EST.	CANT.
1 PUERTA CON MANIJAS				
2 GUARDABARROS				
3 LLANTA CON TAPA DE ARO				
4 TANQUE DE CONBUSTIBLE: Plastico () Aluminio ()				
5 TAPA DE TANQUE DE CONBUSTIBLE				
6 TAPA BOYA				
7 BOMBA HIDRAULICA DE CABINA C/TAPA				

C PARTE POSTERIOR	EST.		CANT.	
	EST.	CANT.	EST.	CANT.
1 ESCARPINES CON SOPORTES				
2 ALARMA DE RETROCESO				
3 MANIJA DE AIRE				
4 FARO TRASERO DERECHO				
5 FARO TRASERO IZQUIERDO				
6 FARO PIRATA				

D COMPONENTES ADICIONALES	EST.		CANT.	
	EST.	CANT.	EST.	CANT.
1 TOLVA RMB () OTRO (.....)				
2 TOMA FUERZA				
3 TANQUE HIDRAULICO				
4 BOMBA HIDRAULICA				
5 MANUALES DE TOLVA				
6 PORTA EXTINTOR				
7 PORTA CONOS				
8				

E DOCUMENTOS	EST.		CANT.	
	EST.	CANT.	EST.	CANT.
1 TARJETA DE PROPIEDAD				
2 TARJETA DE SEGURO SOAT / VENGE:				
3 REVISIÓN TÉCNICA / VENGE:				
4 AUTORIZACIÓN INT. DE MANEJO: / VENGE:				
5 LICENCIA DE CONDUCIR: VENGE:				
6 CERTIFICADO DE MERCANCIAS: VENGE:				
7 PLANO DE MANTENIMIENTO				

Filtros Cambiados	Capacidad de Tanque	Der.	Izq.
1	NIVEL COMBUSTIBLE	Vacío	1/4 1/2 3/4 FULL
2	SALIDA		
3	ENTRADA		
4	OBSERVACIONES		
5			
6	Ultimo Mantenimiento Realizado	Fecha	Horometro Kilometraje

Próximo Mantenimiento

F CABINA	SALIDA		ENTRADA	
	EST.	CANT.	EST.	CANT.
1 TABLERO DE CONTROL				
2 VISERA DE SOL				
3 ASIENTO OPERADOR COPILOTO				
4 CINTURON DE SEGURIDAD				
5 Radio() - Mascara C/CD() / USB() - Control ()				
6 PARLANTES DE RADIO				
7 LUNAS ELECTRICAS				
8 MANUAL DE OPERADOR DE MAQUINA				
9 FORMATO DE PARTE DIARIA				
10 ENCENDEDOR				
11 TACOGRAFO ELECTRONICO () ANALOGICO ()				
12 CALEFACCION () - VENTILACION ()				
13 GUANTERA				
14 LLAVE DE ARRANQUE				
15 LLAVE DE TAPA DE CONBUSTIBLE				

G LADO DERECHO DE MAQUINA	EST.		CANT.	
	EST.	CANT.	EST.	CANT.
1 RETROVISOR EXTERNO				
2 PUERTA CON MANIJAS				
3 GUARDABARROS				
4 LLANTA CON TAPA DE ARO				
5 BATERIAS				
6 CUBIERTA DE BATERIAS				
7 LLAVE DE CORTE DE ENERGIA				
8 CUBIERTA DE FILTRO DE AIRE				
9 CAJA FUSIBLE CON TAPA				

H HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS	EST.		CANT.	
	EST.	CANT.	EST.	CANT.
1 EXTINTOR: Kg / Vence:				
2 GATA DE TON.				
3 PZAS. TRIANGULO DE SEGURIDAD				
4 PZAS. PALANCA DE CABINA				
5 PZAS. PALANCA DE GATA				
6 PZAS. PIN DE REMOLQUE				
7 PZAS. LLAVE DE BOCA N°				
8 PZAS. LLAVE FRANCESA: N°				
9 PZAS. DESTORNILLADOR PLANO				
10 PZAS. DESTORNILLADOR ESTRELLA				
11 PZAS. LLAVE RUEDA CON PALANCA				
12 PZAS. LLAVE CORONA				
13 PZAS. ALICATE: Universal (), Pico de Iro ()				
14 02 CONOS DE SEGURIDAD				
15 TACOS				
16 JUEGO DE BOTIQUÍN				
17 UNID. LLANTA DE REPUESTO				
18 UNID. PICO				
19 UNID. LAMPA				
20 MANGUERA DE AIRE () Metros aprox.				
21 MARTILLO				
22 TOLERA (....) / MALLA DE TOLVA (.....)				

Nº	ENTREGA		RECEPCIÓN	
	POSICIÓN DE LLANTA	CANT.	% DES.	MARCA
1L	1er Eje Izquierdo	1		
2L	2do Eje Izquierdo	2		
3L	3er Eje Izquierdo	2		
1D	1er Eje derecho	1		
2D	2do Eje derecho	2		
3D	3er Eje derecho	2		

Observaciones:

.....

.....

.....

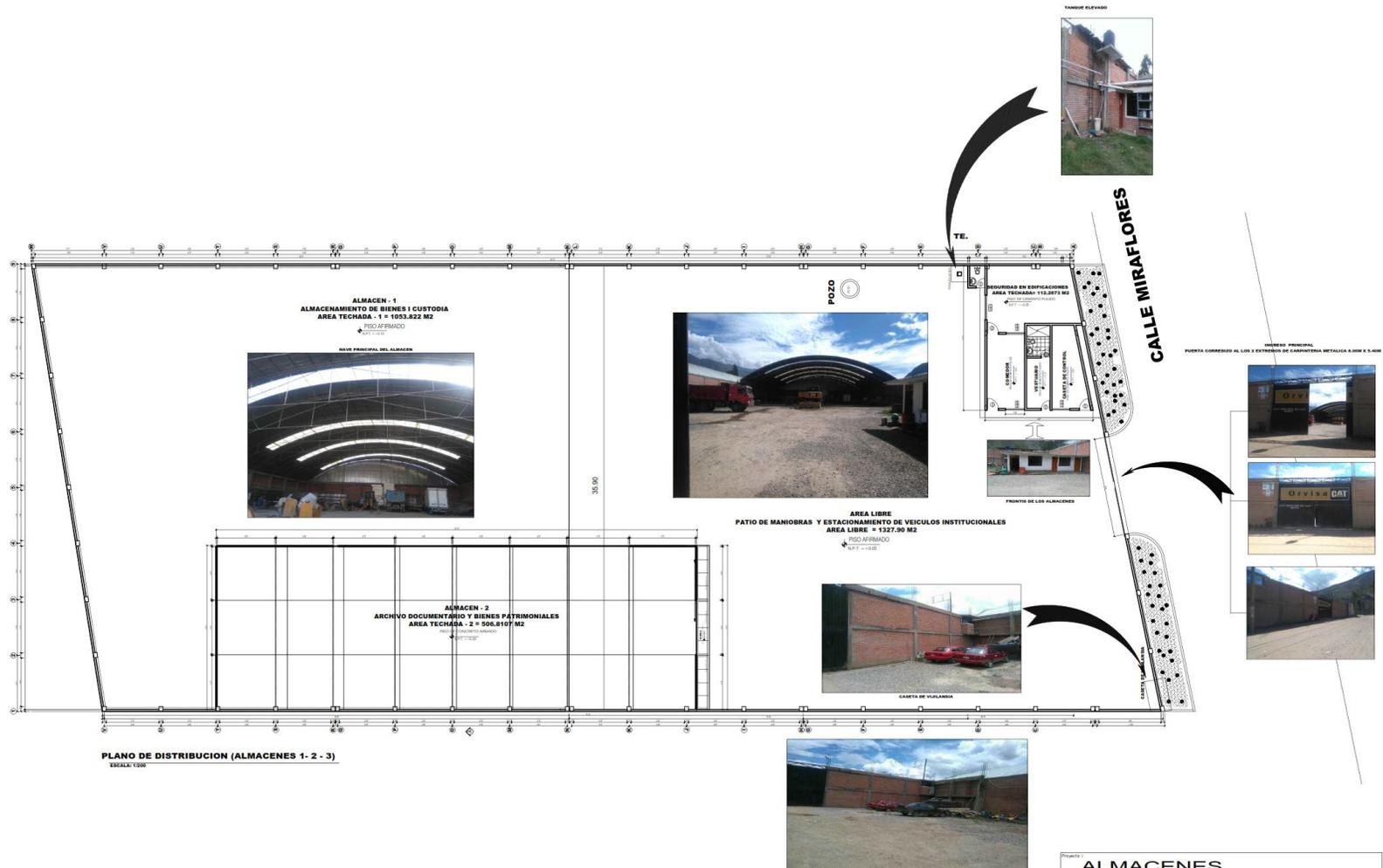
ENTREGADO POR:
 NOMBRE Y AP.: _____
 Nº DNI: _____
 FIRMA: _____

RECIBIDO POR:
 NOMBRE Y AP.: _____
 Nº DNI: _____
 FIRMA: _____

ANEXO N°12: FORMATO DE CONTROL DE HORAS-MAQUINA

CONTROL DE MAQUINARIA																					
PROYECTO									CONTRATISTA												
RESIDENTE : _____									MAQUINA : _____												
RESPONSABLE : _____									INDICADORES				MARCA : _____				MODELO : _____				
									GL/KM			GL/HR			KM/HR			PLACA Y/O SERIE : _____			
									OPERADOR : _____				DNI : _____								
N° DE PARTE DIARIA	FECHA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	KILOMETRAJE			HOROMETRO			COMBUSTIBLE			LUBRICANTES				OBSERVACIÓN					
			INICIAL	FINAL	TOTAL RECORR.	INICIAL	FINAL	HORAS MAQUINA	HORA	PETRÓLEO (gal)	GASOLINA (gal)	HORA	Motor 15W40	Hidraul. SAE10	Transmisión SAE30		SAE50				
1					0			0.0													
3					0			0.0													
4					0			0.0													
5					0			0.0													
6					0			0.0													
7					0			0.0													
8					0			0.0													
9					0			0.0													
10					0			0.0													
11					0			0.0													
12					0			0.0													
13					0			0.0													
14					0			0.0													
15					0			0.0													
16					0			0.0													
17					0			0.0													
18					0			0.0													
19					0			0.0													
20					0			0.0													
21					0			0.0													
22					0			0.0													
23					0			0.0													
24					0			0.0													
25					0			0.0													
26					0			0.0													
					0.00				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
CONTROL DE MAQUINARIA									RESIDENTE DE OBRA												

ANEXO N°13: PLANO DEL TALLER Y ALMACEN DEL ÁREA DEL MANTENIMIENTO



Proyecto: ALMACENES			
Plano: PLANTA DE DISTRIBUCION DE ALMACENES Y AREAS EXISTENTES			
PROYECTISTA:	INGENIERIA:	Especialidad: ARQUITECTURA	
MEGA INVERSIONES SRL		Escuela: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO	Fecha: 10/10/2017
		Proyecto: ALMACENES	Departamento: TURKEY
			A-4
ESTADISTICO:	Estado:	Fecha: OCTUBRE - 2017	
ARCONS	INDICADA		

ANEXO N°14: % TOTAL Y ACUMULADO DEL ÍNDICE NPR DE LAS ÁREAS DE OPORTUNIDAD DE LOS PROCESOS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO

1. PROCESO DE REQUERIMIENTO DE RESPUESTOS		1*2*3	% TOTAL	% ACUM.
N°	Área de Oportunidad	NPR		
9	Consulta a los mecánicos de los repuestos solicitados	360	11.24%	11.24%
7	Altas solicitudes de requerimientos de repuestos	336	10.49%	21.72%
8	Demora en la recepción de cotizaciones de los repuestos	288	8.99%	30.71%
4	Demora en la entrega de repuestos solicitado	280	8.74%	39.45%
13	Rechazo de repuestos	280	8.74%	48.19%
1	Pérdida de tiempo en la búsqueda de repuesto solicitado	240	7.49%	55.68%
2	Exceso de repuestos sin clasificar	216	6.74%	62.42%
15	Demora en la recepción y entrega de los repuestos solicitados	189	5.90%	68.32%
12	Demora en la verificación de pago y en el envío de los repuestos	160	4.99%	73.31%
5	Pérdida de tiempo a la espera de autorización para la entrega de repuestos	144	4.49%	77.81%
11	Pérdida de tiempo a la espera de pagos	144	4.49%	82.30%
3	Falta de información oportuno sobre el inventario de repuestos	135	4.21%	86.52%
16	Pérdida de tiempo a la espera de autorización para la entrega de repuestos	128	4.00%	90.51%
6	Duplicación del registro de requerimiento	108	3.37%	93.88%
14	Desplazamiento a las agencias a recoger los repuestos solicitados	100	3.12%	97.00%
10	Demora en la autorización de pago	96	3.00%	100.00%
		3204	100.00%	

2. PROCESO DE ALQUILER DE MAQUINARIAS		1*2*3	% TOTAL	% ACUM.
N°	Área de Oportunidad	NPR		
4	Realización de trabajos correctos a último momento	567	18.50%	18.50%
8	Trabajos pendientes de mantenimiento por realizar	432	14.09%	32.59%
9	Inadecuado procedimiento de entrega de maquinarias	384	12.53%	45.12%
6	Falta de información de los trabajos realizados en el taller de mantenimiento	378	12.33%	57.46%
1	Falta de información de la disponibilidad de las maquinarias.	336	10.96%	68.42%
5	Demora en la autorización de los trabajos pendientes de mantenimiento	336	10.96%	79.38%

2	No hay un modelo uniforme de contrato de alquiler de maquinarias	288	9.40%	88.78%
3	Falta de información actualizada del estado de las maquinarias	224	7.31%	96.08%
7	Pérdida de tiempo en la revisión de la Maquinaria por la gerencia	120	3.92%	100.00%
		3065	100.00%	

3. PROCESO DE COBRANZA DEL ALQUILER DE MAQUINARIAS				
N°	Área de Oportunidad	1*2*3 NPR	% TOTAL	% ACUM.
1	Falta de información completa del estado de las maquinarias alquiladas	576	30.97%	30.97%
2	Espera por entrega de partes diarias de cada operador de maquinarias	343	18.44%	49.41%
8	Pérdida de tiempo en la verificación de las Horas Máquina	224	12.04%	61.45%
7	Demora en la entrega de informes	192	10.32%	71.77%
4	Duplicación en la elaboración del reporte de Horas Máquina y combustible	168	9.03%	80.81%
6	Informes con datos erróneos	147	7.90%	88.71%
5	Demora en el Informe Final	120	6.45%	95.16%
3	Revisión del Reporte de Horas Máquina	90	4.84%	100.00%
		1860	100.00%	

4. PROCESO DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE				
N°	Área de Oportunidad	1*2*3 NPR	% TOTAL	% ACUM.
3	Demora en la verificación del combustible	441	28.00%	28.00%
1	Deficiencia en el requerimiento de combustible	378	24.00%	52.00%
7	Falta de un formato adecuado para el control de rendimiento de las maquinarias	224	14.22%	66.22%
5	Falta de coordinación para el abastecimiento de combustible	168	10.67%	76.89%
2	Desconocimiento del tanque de combustible de la maquinaria	144	9.14%	86.03%
4	Falta de un formato adecuado para el abastecimiento del control del combustible	120	7.62%	93.65%
6	Consulta de disponibilidad de combustible en el grifo	100	6.35%	100.00%
		1575	100.00%	

5. PROCESO DE CONTROL DE HORAS - MÁQUINA		1*2*3	%	%
N°	Área de Oportunidad	NPR	TOTAL	ACUM.
5	Errores de datos en el reporte mensual	256	20.83%	20.83%
3	Acumulación de partes diarias	252	20.50%	41.33%
4	Realización de muchas verificaciones en los registros de las partes diarias	224	18.23%	59.56%
6	Revisión del reporte mensual y partes diarias de cada máquina	192	15.62%	75.18%
7	Revisión del informe Global	120	9.76%	84.95%
2	Espera de la entrega de las partes diarias	105	8.54%	93.49%
1	Pérdida de tiempo en hacer firmar la conformidad diaria de trabajo	80	6.51%	100.00%
		1229	100.00%	

6. PROCESO DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO		1*2*3	%	%
N°	Área de Oportunidad	NPR	TOTAL	ACUM.
3	Falta de información con exactitud del repuestos solicitado, evidencias y/o fotografías de la falla	729	19.31%	19.31%
2	Acumulación de las solicitudes de trabajos de mantenimiento	512	13.56%	32.87%
7	Falta de un informe detallado sobre el trabajo realizado y las evidencias	512	13.56%	46.42%
4	Espera de autorización para la realización de la orden de trabajo	441	11.68%	58.10%
1	Evaluación e investigación de la solicitud del trabajo de mantenimiento	400	10.59%	68.70%
7	Desorden en el área de trabajo	320	8.47%	77.17%
5	Falta de un formato adecuado para la realización de la orden de trabajo	294	7.79%	84.96%
8	Duplicación de proceso de realización de informe	288	7.63%	92.58%
6	Falta de formatos para el seguimiento y control de los trabajos programados	280	7.42%	100.00%
		3456	100.00%	

ANEXO N°15: CRITERIO DE SEVERIDAD, OCURRENCIA Y DETECCIÓN

		EVALUACION DE SEVERIDAD
RANGO	CATEGORIA	CRITERIO
10	Efecto Muy critico	Perturbación muy crítica para la gestión de maquinarias por graves incidencias en las maquinarias.
9	Efecto Critico	La gestión de maquinarias severamente afectado por maquinarias paradas por presencia de fallas.
8	Efecto Muy Alto	Perturbación muy alta en la gestión de maquinarias que genera maquinarias operativas con presencia de fallas
7	Efecto Alto	Interrupción alta en la gestión de maquinarias que genera maquinarias paradas innecesariamente.
6	Efecto Moderado	Interrupción moderada en la gestión de maquinarias que genera maquinarias operativas a la espera de repuestos por llegar.
5	Efecto Bajo	Interrupción menor en la gestión de maquinarias que genera maquinarias operativas a la espera de repuestos pendiente de cambio.
4	Efecto Muy Bajo	Efecto menor en la efectividad de la gestión de maquinarias por la presencia de muchos reprocesos y/o desperdicios.
3	Efecto Menor	Interrupción menor en la gestión de maquinarias por la presencia de pequeños reprocesos de trabajo.
2	Efecto Mínimo	Interrupción leve en la gestión de maquinarias que genera esperas inecesarias.
1	Sin Efecto	Ningún efecto

Fuente: Los autores

		EVALUACIÓN DE OCURRENCIA
RANGO	CATEGORIA	CRITERIO
10	Efecto Muy critico	Siempre ocurre
9	Efecto Critico	Ocurre casi siempre
8	Efecto Muy Alto	Muy alta probabilidad de que ocurra
7	Efecto Alto	Ocurre de manera repetitiva
6	Efecto Moderado	Ocurre con una frecuencia moderada
5	Efecto Bajo	Ocurre ocasionalmente
4	Efecto Muy Bajo	Muy baja probabilidad de que ocurra
3	Efecto Menor	Muy pocas veces ocurre
2	Efecto Mínimo	Probabilidad de ocurrencia muy remota
1	Sin Efecto	Nunca ha ocurrido

Fuente: Los autores

EVALUACIÓN DE DETECCIÓN		
RANGO	CATEGORIA	CRITERIO
10	Efecto Muy critico	No existe ninguna técnica de control ni controles disponibles que eviten detectar y controlar el desperdicio
9	Efecto Critico	Muy pocas ocasiones se controla el desperdicio
8	Efecto Muy Alto	Muy remota probabilidad de que se controle el desperdicio
7	Efecto Alto	Remota probabilidad de que se controle el desperdicio. Los controles tienen una efectividad leve o baja
6	Efecto Moderado	Ocasionalmente se detecta y controla el desperdicio
5	Efecto Bajo	Probabilidad moderada de detectar y evitar el desperdicio
4	Efecto Muy Bajo	Alta probabilidad de detectar y controlar el desperdicio
3	Efecto Menor	Muy alta probabilidad de detectar y controlar el desperdicio
2	Efecto Mínimo	Detección y prevención del desperdicio casi siempre
1	Sin Efecto	Se cuenta con métodos probados de detección. Detección y prevención del desperdicio siempre

Fuente: Los autores

ANEXO N°16: RELACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS LEAN Y EL DESPERDICIO

En la presente tabla se muestra la relación que tiene cada una de las herramientas Lean Manufacturing con los 7 desperdicios. Dicho cuadro servirá de apoyo a los investigadores como guía para saber que herramientas son las más idóneas y útiles para atacar cada desperdicio que se identifica.

Desperdicio	VSM	Kanban	SMED	Flujo Continuo	Trabajo Estandarizado	5'S	Kaizen	JIT	PokaYoke	Jidoka	Control Visual	TPM
Sobreproducción	x	x	x				x					
Esperas				x	X		x					x
Transporte	x			x			x					
Movimiento	x					x	x				x	
Sobre procesamiento				x			x	x				
Inventario	x	x	x				x				x	
Defectos					X	x	x		x	x		

Fuente: LEAN PRODUCTION, Intro to Lean. [En Línea]. Fecha Consulta [13 de Octubre de 2013]. Disponible en <http://www.leanproduction.com/intro-to-lean.htm>