



**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**“PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO, SEGÚN EL
ENFOQUE DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM), PARA REDUCIR
COSTOS DE REFACCIONES Y LUBRICANTES DE LA FLOTA PRIMARIA Y
SECUNDARIA, EN LA EMPRESA ZETA GAS DE EL SALVADOR”.**

PARA OPTAR AL GRADO DE:

Ingeniero(a) industrial

Presentado por:

Br. César Gonzalo Juárez Argumedo.

Br. Ronald Ivan Gonzalez Masin.

SANTA TECLA, 15 MAYO DEL 2025



AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

ING. ROSENDO MAURICIO SERMEÑO PALACIOS
RECTOR

DR. FRANCISCO ALFREDO CARRILLO LAREYNAGA
VICE-RECTOR

ING. ROOSELVET ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL

LIC. CARLOS ALBERTO COCA MUÑOZ
FISCAL

ING. MAURICIO ANTONIO AGUIRRE ORELLANA
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ING. JOSE MAURICIO MEJIA ALAS
DIRECTOR DE ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

SANTA TECLA, 15 MAYO DEL 2025



ASESOR

Nelson Salomón Cuz Ramírez

JURADO EVALUADOR

Ing. Roosevelt Adolfo Osorio

Ing. Raul Guinea Amaya

Ing. José Mauricio Mejía Alas

Ing. Leonel Antonio Arévalo Valladares

Ing. Roosevelt Adolfo Osorio

SANTA TECLA, 15 MAYO DEL 2025

UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y DOS

A las diecisiete horas, del jueves quince de mayo de dos mil veinticinco. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por CESAR GONZALO JUAREZ ARGUMEDO en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

" PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO, SEGÚN EL ENFOQUE DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM), PARA REDUCIR COSTOS EN REFACCIONES Y LUBRICANTES DE LA FLOTA PRIMARIA Y SECUNDARIA, EN LA EMPRESA ZETA GAS DE EL SALVADOR."

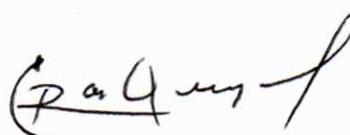
Se dio por aprobada, la parte escrita.

SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de SIETE PUNTO NUEVE (7.9), el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado, obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO INDUSTRIAL.

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.


ING. LEONEL ANTONIO AREVALO VALLADARES


ING. CECILIO RAÚL GUINEA AMAYA


ING. JOSE MAURICIO MEJIA ALAS


ING. ROOSELVET ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y TRES

A las diecisiete horas, del jueves quince de mayo de dos mil veinticinco. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por RONALD IVAN GONZALEZ MASIN en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

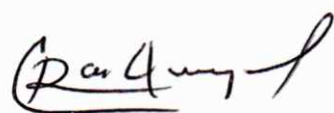
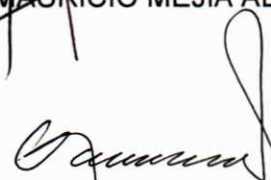
" PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO, SEGÚN EL ENFOQUE DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM), PARA REDUCIR COSTOS EN REFACCIONES Y LUBRICANTES DE LA FLOTA PRIMARIA Y SECUNDARIA, EN LA EMPRESA ZETA GAS DE EL SALVADOR."

Se dio por aprobada, la parte escrita.

SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de *SIETE JUNTO SIETE (7.7)*, el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado, obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO INDUSTRIAL.

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.


ING. LEONEL ANTONIO AREVALO VALLADARES
ING. CECILIO RAUL GUINEA AMAYA
ING. JOSE MAURICIO MEJIA ALAS
ING. ROOSELVET ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL

Dedicatoria

Nuestro proyecto de investigación va dedicado principalmente a Dios él nos dio las fuerzas durante este periodo de aprendizaje, asimismo a nuestros padres, hermanos y amigos que han sido los que cada día nos motivaron para lograr ser los profesionales que hoy en día somos, les agradezco de gran manera por siempre estar en esos días de desvelos, frustración y alegrías durante este proceso de formación, y que hoy podemos decir que hemos culminado esta etapa de formación que sin duda nos abrirá muchas puertas, en el ámbito laboral y social.

Cesar Gonzalo Juarez Argumedo

Ronald Iván González Masin.

Índice

Resumen ejecutivo.....	1
Glosario	2
Introducción.....	5
Objetivos	6
Objetivo general	6
Objetivos específicos	6
CAPÍTULO I – Planteamiento del problema	7
1.1 Planteamiento del problema	8
1.2 Enunciado del problema	8
1.3 Justificación.....	8
1.4 Delimitación de la investigación	10
1.4.1 Delimitación temporal.....	10
1.4.2 Delimitación espacial.....	10
1.5 Alcance.....	11
1.6 Limitaciones	11
CAPITULO II - Marco Teórico.....	12
2.1 Antecedentes del tema	13
2.1.1. Fundamentos de TPM.....	13
2.2 Marco teórico.....	14
2.2.1. Historia y evolución del TPM.....	14
2.2.2. Concepto y características del TPM.....	17
2.2.3. Gestión del mantenimiento	18
2.2.4 Los pilares del TPM.....	19
2.2.5 Esquema de TPM – Pilares y desarrollo	19
2.2.5.1 Mejoras Enfocadas (Kobetsu Kaizen)	20
2.2.5.2 Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen)	20
2.2.5.3 Mantenimiento planificado.....	21
2.2.5.4 Las bases de la gestión temprana	22
2.2.5.5 Mantenimiento de calidad	23
2.2.5.6 Gestión de seguridad ocupacional y medio ambiente	25
2.2.5.7 Formación y adiestramiento	26
2.2.5.8 Actividades de administración y apoyo	27
2.3 Las 6 grandes pérdidas	27

2.4 Los 7 desperdicio de procesos	28
2.5 El costo por pérdidas de equipos	31
2.5.1. Áreas donde se aplica.....	32
2.6 Implementación de la Filosofía TPM en la industria.....	33
2.6.1 Fase de preparación	33
2.6.2 Fase de Implantación	34
2.6.3 Fase de Consolidación	35
2.7. La importancia de la Calidad en las empresas	36
2.7.1. Herramientas de Ingeniería Industrial aplicables al TPM.....	37
2.7.1.1 Metodología de las 5S.....	37
2.7.1.2 Estandarización de actividades y procesos.....	39
2.7.1.3 Ciclo Deming o PDCA.....	40
2.7.1.4 MTTR – MTBF	42
2.7.1.5 OEE	43
2.7.1.6 Diagrama de Pareto	43
2.7.1.7 Diagramas de flujo	43
2.7.1.8 Control de inventarios.....	44
2.7.1.9 El Sistema SAP o “Systems, Applications, Products in Data Processing”	45
2.7.1.10 Control visual	46
2.8 Evaluación económica y financiera	48
CAPÍTULO III - Metodología de Investigación.....	50
3.1 Marco metodológico de investigación.....	51
3.1.1 Enfoque Cuantitativo.	51
3.1.2 Enfoque Cualitativa	52
3.1.3 Análisis de información.....	52
3.2 Universo y muestra.....	53
3.2.1 Universo.....	53
3.2.2 Muestras.....	53
3.3 Diseño del instrumento de recolección de información.....	54
3.5 Análisis de encuesta a motoristas de flota primaria y secundaria.	55
3.5.1 Análisis de encuesta en área de mantenimiento (mecánicos)	62
4.5.2 Análisis de encuesta a área de bodega de materiales	74
3.6 Reporte de Entrevista	76
3.7 Aplicación de MTTR – MTBF	80

3.8. 2 Diagrama Ishikawa de los procesos	82
CAPÍTULO IV - Diagnostico de la empresa Zeta Gas de El Salvador	83
4.1 Antecedentes generales de la empresa.....	84
4.2 Análisis del entorno de la empresa	84
4.3 Grupo Zeta Gas ofrece los siguientes tipos de servicio	85
4.4 Filosofía empresarial.....	85
4.4.1 Misión, visión y valores.....	85
4.5 Principales clientes	86
4.6 Proveedores de refacciones y lubricantes.....	86
4.7 Competidores	86
4.8 Organigrama.....	87
4.9 Mapa de proceso.....	88
4.10 Descripción de los procesos generales de la empresa	89
4.11 Descripción de los procesos específicos de la investigación	92
Descripción de los procesos específicos de la investigación.....	92
4.12 Formatos utilizados actualmente en la empresa Zeta Gas de El Salvador	94
4.13 Flota primaria y secundaria	96
4.13.1 Principales actividades y problemáticas de flota primaria y secundaria	97
4.14 Insumos para flota Primaria y secundaria	97
4.15 Descripción de Actividades de los trabajadores	101
4.16 Indicadores actuales	102
4.17 Definición de Refacciones y lubricantes	104
4.19 Productos o servicios ofrecidos por la empresa Zeta Gas.....	107
4.20 Layout actual del plano en condiciones iniciales	110
4.21 Flujogramas actuales de los procedimientos de la investigación (Recepción, Revisión y Reparación y Solicitud de Repuestos y el Método de mantenimiento que se utilizan actualmente	111
4.22 Toma de tiempos proceso específicos.....	114
4.23 Evaluación inicial por área.....	115
4.23.1 Situación actual de la SST (Seguridad y Salud en el Trabajo).....	115
4.24 Problemas concretos enfocados en el mantenimiento y uso de refacciones y lubricantes.....	120
4.25 Análisis FODA de la empresa Zeta Gas de El Salvador	122
4.26 Gasto de presupuesto general mensual	122

4.27 Análisis actual de programa de lubricación y mantenimiento preventivo por empresa TRICOMBUS en la flota secundaria de Zeta Gas.....	123
4.28 Análisis actual del porcentaje de TPM implementado en Zeta Gas	126
4.28.1 Parámetros, funciones, procesos y técnicas con los que se relacionan cada uno de los pilares	126
4.28.2 Parámetros del análisis de requerimientos TPM según la lista de chequeo B.	141
4.28.3 Evaluación de criterios por pilares de TPM para determinar porcentaje actual.	144
4.28.4 Grado de implementación del TPM en transporte y maquinaria y mantenimiento de empresa Zeta Gas de El Salvador	147
4.28.5 Nivel de cumplimiento TPM actual en Zeta Gas.....	156
4.28.6 Cuadro de Evaluación de Pilares de TPM para Flota de Vehículos Según Estudio Anterior	160
4.28.7 Búsqueda de posibles soluciones según metodología TPM.....	161
Capítulo V – Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento, según el enfoque de Mantenimiento Productivo Total (TPM), para reducir costos de refacciones y lubricantes de la flota primaria y secundaria, en la Zeta Gas de El Salvador.....	167
5.1 Planteamiento de la solución	168
5.1.2 Establecimiento del departamento de mantenimiento y las áreas de posicionamiento de las flotas primaria y secundaria.	168
5.2 Descripción de propuesta para la ejecución de mantenimiento en la empresa Zeta Gas	169
5.2.2 Flujograma propuestos para los procedimientos	174
5.2.1 Toma de tiempos proceso específicos.....	177
5.2.2 Priorización de los procesos	179
5.2.3 Diagrama de Pareto de procesos.....	180
5.3 Implementación del TPM	181
5.3.2 Fases de la implementación de TPM a nivel de propuesta para la empresa Zeta Gas.	184
5.4 Etapa Inicial.....	184
5.4.2 Paso 1 Decisión de la Dirección	184
5.4.3 Paso 2 Información y Formación	187
5.4.4 Campaña sobre el método de trabajo de las Cinco 5 S.....	188
5.4.5 Paso 3 implementación de estructura y pilotaje	202
5.4.6 Paso 4 Diagnóstico inicial	205
5.4.7 Paso 5 Elaboración del Programa General TPM.....	206
5.4.8 Paso 6 Lanzamiento.....	208

5.5 Etapa 2 Implementación Preliminar TPM	208
5.5.2 Pilar I. Mejoras Enfocadas.....	208
5.5.3 Pilar II. Mantenimiento Autónomo	211
5.5.4 Pilar III. Mantenimiento Planeado.....	217
5.14.1 Matriz propuesta para la gestión de datos y documentación	219
5.6 Etapa de consolidación.....	225
5.6.2 Pilar IV. Formación Y Capacitación	225
5.6.3 Plan de capacitaciones.....	227
5.6.4 El plan de capacitaciones se detalla en 5 pasos.....	230
5.6.5 Pilar VI. Mantenimiento De Calidad.....	233
5.6.6 Pilar VIII. Higiene Seguridad Y Medio Ambiente	237
5.7 Diseño de manuales de procesos, procedimientos y funciones	243
5.8 Diagnóstico de Indicadores de Gestión.....	245
5.8.2 Cuadro de métricas clave para evaluar el mantenimiento para vehículos	247
5.9 Aplicación de la clasificación por medio de ABC	248
5.8.2 Criterios de clasificación ABC	249
5.8.3 Reutilización y Reciclaje de Componentes después del mantenimiento	250
5.9 Presupuesto del programa de capacitaciones	252
5.10 Propuesta de Digitalización, Modulo de mantenimiento de Sistema SAP (PM) de procesos administrativos, flujo de materiales, Estatus de unidades para el departamento de Mantenimiento, bodega o almacén	253
5.11 Análisis de Costo-Beneficio para la Propuesta de Mejora de la Gestión de Mantenimiento bajo el Enfoque de Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	254
5.11.1 Beneficios de la Implementación del TPM en la Gestión de Mantenimiento....	255
Conclusión y Recomendaciones.....	260
Conclusión.....	261
Recomendaciones.....	264
Bibliografía	266
Fuentes de información en internet	268
Anexos	271

Índice de imágenes

Ilustración 1 -Ubicación planta Zeta Gas de El Salvador.....	11
Ilustración 2 - Pilares de TPM.....	20
Ilustración 3 - Triangulo de las 5S.....	38
Ilustración 4 - Metodología de Enfoque de Procesos en la Gestión de Instalaciones.....	42
Ilustración 5 - Resultado de Encuesta. Pregunta 1	55
Ilustración 6 - Resultado de Encuesta. Pregunta 2	56
Ilustración 7 - Resultado de Encuesta. Pregunta 3	56
Ilustración 8 - Resultado de Encuesta. Pregunta 4	57
Ilustración 9 - Resultado de Encuesta. Pregunta 5	57
Ilustración 10 - Resultado de Encuesta. Pregunta 6	58
Ilustración 11 - Resultados de Encuesta. Pregunta 7.....	58
Ilustración 12 - Resultados de Encuesta. Pregunta 8.....	59
Ilustración 13 - Resultados de Encuesta. Pregunta 8.....	59
Ilustración 14 - Resultados de Encuesta. Pregunta 10.....	60
Ilustración 15 - Resultados de Encuesta. Pregunta 12.....	61
Ilustración 16 - Resultados de Encuesta. Pregunta 13.....	61
Ilustración 17 - Resultados de Encuesta. Pregunta 14.....	62
Ilustración 18 - Resultados de Encuesta. Pregunta 1.....	63
Ilustración 19 - Resultados de Encuesta. Pregunta 2.....	63
Ilustración 20 - Resultados de Encuesta. Pregunta 3.....	64
Ilustración 21 - Resultados de Encuesta. Pregunta 4.....	64
Ilustración 22 - Resultados de Encuesta. Pregunta 5.....	65
Ilustración 23 - Resultados de Encuesta. Pregunta 9.....	67
Ilustración 24 - Resultados de Encuesta. Pregunta 12.....	68
Ilustración 25 - Resultados de Encuesta. Pregunta 13.....	69
Ilustración 26 - Resultados de Encuesta. Pregunta 14.....	69
Ilustración 27 - Resultados de Encuesta. Pregunta 16.....	70
Ilustración 28 - Resultados de Encuesta. Pregunta 17.....	71
Ilustración 29 - Resultados de Encuesta. Pregunta 18.....	71
Ilustración 30 - Resultados de Encuesta. Pregunta 19.....	72
Ilustración 31 - Resultados de Encuesta. Pregunta 20.....	72
Ilustración 32 - Resultados de Encuesta. Pregunta 22.....	73
Ilustración 33 - Resultados de Encuesta. Pregunta 3.....	74
Ilustración 34 - Resultados de Encuesta. Pregunta 9.....	76
Ilustración 35 - Entrevista a Colaboradores de Zeta Gas De El Salvador	77
Ilustración 36 Diagrama Ishikawa del Nivel de Eficiencia de la Situación Actual de los Procesos de Forma General en Zeta Gas.....	82
Ilustración 37 - Logo Empresa Zeta Gas de El Salvador 2023.....	84
Ilustración 38 - Organigrama General Empresa Zeta Gas de El Salvador.....	87
Ilustración 39 - Mapa de proceso de Empresa Zeta Gas de El Salvador	88
Ilustración 40 - Reporte de fallas de Vehículos.....	94
Ilustración 41 - Boleta de requisición de repuesto en almacén General	95
Ilustración 42 - Organigrama Área de Mantenimiento	101
Ilustración 43 - Indicadores actuales de Mantenimiento en Empresa Zeta Gas	102

Ilustración 44 - Indicador Actual de Mantenimiento	103
Ilustración 45 - Diagrama de Bloques de Proceso General de Empresa Zeta Gas de El Salvador.	106
Ilustración 46 - Layout Actual de Empresa Zeta Gas	110
Ilustración 47 - Proceso de Recepción de Vehículo en Taller de Flota Primaria y Secundaria	111
Ilustración 48 - Proceso de Revisión y Reparación de Vehículo.....	112
Ilustración 49 - Proceso Actual de Solicitud de Repuestos y Materiales en Bodega de Materiales	113
Ilustración 50 - Diagrama de tiempos de procesos específicos (Recepción, Revisión y Reparación y Solicitud de Repuestos).....	114
Ilustración 51 - Análisis de Bufo	124
Ilustración 52 - Revisión Transmisión y Motor.....	124
Ilustración 53 - Análisis Cardan Corona	124
Ilustración 54 - Revisión Bufo de Rodamiento y Hojas de Resorte	125
Ilustración 55 – Propuesta de Proceso de Recepción de Vehículo en Taller de Flota Primaria y Secundaria	174
Ilustración 56 - Proceso de revisión y reparación de vehículo.	175
Ilustración 57 - Proceso de Solicitud de Repuestos y Materiales en Bodega	176
Ilustración 58 - Diagrama de tiempos Propuesto de Procesos Específicos.....	177
Ilustración 59 - Diagrama de Pareto de Procesos	180
Ilustración 60 - Mapa Mental de Tema 5 S	190
Ilustración 61 - Las 5s	191
Ilustración 62 - Diseño Propuesto de Tarjetas de color	195
Ilustración 63 - Indicadores de ubicación.....	197
Ilustración 64 - Señales de Prohibición	197
Ilustración 65 - Señales de Peligro	199
Ilustración 66 - Señales de Obligación	200
Ilustración 67 - Señales de Emergencia.....	201
Ilustración 68 - Organigrama De Pilotaje TPM.....	203
Ilustración 69 - Grafico Porcentaje por Pilar.....	205
Ilustración 70 - Proceso de Implantación de Pilar de Calidad	234
Ilustración 71 - Mapa de Riesgos Zeta Gas	238

Índice de tablas

Tabla 1 - Delimitación Área Geográfica	10
Tabla 2 - Resultados de Encuesta. Pregunta 11.....	60
Tabla 3 - Resultados de Encuesta. Pregunta 6.....	65
Tabla 4 - Resultados de Encuesta. Pregunta 7.....	66
Tabla 5 - Resultados de Encuesta. Pregunta 7.....	66
Tabla 6 - Resultados de Encuesta. Pregunta 10.....	67

Tabla 7 - Resultados de Encuesta. Pregunta 11.....	68
Tabla 8 - Resultados de Encuesta. Pregunta 15.....	70
Tabla 9 - Resultados de Encuesta. Pregunta 21.....	73
Tabla 10 - Resultados de Encuesta. Pregunta 1.....	74
Tabla 11 - Resultados de Encuesta. Pregunta 5.....	75
Tabla 12 - Resultados de Encuesta. Pregunta 6.....	75
Tabla 13 - Resultados de Encuesta. Pregunta 7.....	75
Tabla 14 - Resultados de Encuesta. Pregunta 8.....	75
Tabla 15 - Dato de Tiempo en Reparación de Unidades Mes de septiembre.....	81
Tabla 16 - Descripción de los Procesos General de la Empresa	89
Tabla 17 - Descripción de Procesos Específicos de la Investigación Actuales en Zeta Gas.....	92
Tabla 18 - Clasificación de flota de primaria y flota secundaria.....	96
Tabla 19 - Principales actividades y problemáticas de flota primaria y secundaria	97
Tabla 20 - Estatus de Gastos Mensual de la Flota Primaria	98
Tabla 21 - Estatus de Gastos Mensual de la Flota Secundaria	99
Tabla 22 - Principales Actividades de Trabajadores del Área de Mantenimiento.....	101
Tabla 23 - Servicio Gas Residencial	107
Tabla 24 - Servicio Industrial Empresa Zeta Gas.....	108
Tabla 25 - Servicio de Gas Para Carburación	109
Tabla 26 – Resumen de Tiempos	115
Tabla 27 – Evaluación de la Situación Actual de la SST (Seguridad y Salud en el Trabajo)	116
Tabla 28 – Problemas Específicos Actuales en el Mantenimiento, en Refacciones y Lubricantes	120
Tabla 29 - Problemas Concretos Enfocados en el Mantenimiento y Uso de Refacciones y Lubricantes	121
Tabla 30 - Análisis FODA actual de Empresa Zeta Gas de El Salvador.....	122
Tabla 31 - Presupuesto General Mensual.....	123
Tabla 32 - Análisis del PILAR # 1.....	128
Tabla 33 - Análisis del PILAR # 2.....	130
Tabla 34 - Análisis del PILAR # 3.....	131
Tabla 35 - Análisis del PILAR # 4.....	133
Tabla 36 - Análisis del PILAR # 5.....	135
Tabla 37 - Análisis del PILAR # 6.....	137
Tabla 38 - Análisis del PILAR # 7.....	139
Tabla 39 - Análisis del PILAR # 8.....	141
Tabla 40 - Parámetros del análisis de requerimientos TPM según la lista de chequeo B	142
Tabla 41 - Matriz de relación. Puntajes.....	145
Tabla 42 - Evaluación de criterios por pilares de TPM.....	146
Tabla 43 - Grado de Implementación de TPM en Zeta Gas.....	148
Tabla 44 - Nivel de cumplimiento de TPM en Zeta Gas.....	157
Tabla 45 - Cuadro de Evaluación de Pilares de TPM para la Flota de Vehículos de empresa Zeta Gas.....	160
Tabla 46 Propuesta de solución. Requerimiento-Estatus-Consecuencia-Propuesta.....	162
Tabla 47 – Propuesta de procesos específicos de la investigación.	170
Tabla 48 - Descripción de la propuesta de los procesos, Revisión y Reparación del Vehículo	171
Tabla 49 - Propuesta de Proceso de Solicitud de Repuestos y Materiales a Almacén	173

Tabla 50 - Resumen de Tiempos.....	178
Tabla 51 - Evaluación de Criterio	180
Tabla 52 - Pasos Para La Implementación del TPM	182
Tabla 53 - Cronograma de Implementación de TPM.....	186
Tabla 54 - Formato propuesto para registro de elementos innecesarios.....	191
Tabla 55 - Colores de Seguridad y su Significado	196
Tabla 56 - Ficha de Clasificación de Riesgos	202
Tabla 57 - Cuadro de Metodología Para Evaluar TPM en Zeta Gas.....	205
Tabla 58 - Cronograma de Implantación de TPM.....	207
Tabla 59 – Documentación Necesaria.....	208
Tabla 60 - Propuesta de Reporte de Fallas	209
Tabla 61 - Propuesta de Formato de Análisis de falla.....	210
Tabla 62 - Documentos, Formatos Necesarios.....	211
Tabla 63 - Check List Propuesto Para Mantenimiento Preventivo	212
Tabla 64 - Inspecciones propuestas de Apoyo Para Mecánicos y Realizar Mantenimiento Preventivo.....	213
Tabla 65 - Propuesta de Inspección de Sistema de Lubricación	214
Tabla 66 - Propuesta de formato de Inspección de Sistema Eléctrico.....	215
Tabla 67 - Propuesta de Formato de Inspección de Sistema de Dirección.....	216
Tabla 68 - Propuesta de Formato de Tareas de Inspección	217
Tabla 69 - Documentos, Informes Necesarios	218
Tabla 87 - Propuesta Para La Gestión Y Documentación	219
Tabla 70 - Propuesta de formato Check List Para Mantenimiento Preventivo.	220
Tabla 71 - Propuesta de formato Check List Para Mantenimiento Preventivo	221
Tabla 72 - Propuesta de formato Check List Para Mantenimiento Preventivo	222
Tabla 73 - Propuesta de formato Check List Para Mantenimiento Preventivo	223
Tabla 74 - Propuesta de formato Check List Para Mantenimiento Preventivo	224
Tabla 75 – Plan de Capacitaciones	227
Tabla 76 - Cronograma de Capacitaciones.....	233
Tabla 77 - Propuesta de Formato de Análisis Modal De Fallo y efecto.....	236
Tabla 78 - Propuesta de Formato de Control de Mejora	237
Tabla 79 - Clasificación de Uso de Extintores	240
Tabla 80 - Propuesta de Check List Para Evaluación Especifica de SYSO	241
Tabla 81 - Propuesta de Check List Evaluación General de SYSO	242
Tabla 82 - Manuales de Procesos	243
Tabla 83 -Manual de Funciones Mecánicos.....	244
Tabla 84 - Cuadro de métricas para evaluación de TPM	247
Tabla 85 - Clasificación ABC	249
Tabla 86 - Presupuesto Total de Capacitaciones	252
Tabla 88 - Cuadro Resumen de Costo Beneficio	256

Resumen ejecutivo

El presente trabajo de investigación se realiza en empresa Zeta Gas de El Salvador, ubicada en el cantón Sitio del Niño en San Juan Opico, La Libertad, como actividad principal es la distribución y venta del GLP en sus diferentes presentaciones y servicios.

Actualmente la empresa Zeta Gas S.A de C.V cuenta con 180 unidades vehiculares para la distribución de su producto las cuales el 60% representa la flota secundaria y el 40% la flota primaria dando como margen de estudio en 108 unidades de flota secundaria. Y que requiere un costo elevado para los mantenimientos y las compras de los repuestos y lubricantes, alcanzando a llegar a los costos en refracciones y lubricantes.

Después de analizar la situación actual del área de mantenimiento se logró determinar que necesita de la implementación de la filosofía del Mantenimiento Productivo Total (TPM). Para optimizar las operaciones de mantenimiento en la gestión de flotas primaria y secundaria. Con la implementación del TPM se logrará que el personal involucrado, de mantenimiento, distribución y encargados de bodega de materiales hasta la alta dirección, adopten una cultura para aumentar la productividad, alcanzar cero averías y cero defectos, aumentar la capacidad de solucionar problemas y documentar los procesos para ir mejorando procesamientos específicos.

Para el proceso de mantenimiento, el TPM se presenta como una herramienta estratégica para la flota vehicular, siendo un activo que requiere una gestión eficiente para garantizar su funcionamiento óptimo.

Glosario

TPM (Mantenimiento Productivo Total): TPM es una metodología de gestión enfocada en el mantenimiento preventivo y la mejora continua de los equipos de producción. Su objetivo es maximizar la eficiencia, reducir pérdidas y minimizar tiempos de inactividad a través de la participación de los empleados en la identificación y resolución de problemas en la maquinaria y procesos de producción.

Refacción en mecánica automotriz: Es una pieza o componente nuevo o reacondicionado que se utiliza para reemplazar una parte defectuosa o desgastada en un vehículo. Estas piezas pueden incluir desde elementos pequeños, como filtros y bujías, hasta componentes más grandes, como motores o transmisiones.

Lubricantes en Mecánica Automotriz: Los lubricantes en la mecánica automotriz son sustancias diseñadas para reducir la fricción y el desgaste entre las piezas móviles de un vehículo. Estos incluyen aceites para motores, transmisiones y diferenciales, así como grasas para rodamientos y otras aplicaciones. Los lubricantes desempeñan un papel fundamental al proporcionar una capa protectora entre las superficies metálicas, mejorando la eficiencia del motor, prolongando la vida útil de los componentes y contribuyendo al rendimiento general del vehículo.

Gas Licuado de Petróleo (GLP): El Gas Licuado de Petróleo, o GLP, es una mezcla de gases hidrocarburos derivados del petróleo, principalmente propano y butano. Se presenta en estado gaseoso a presión ambiente, pero se almacena y distribuye en forma líquida mediante la aplicación de presión moderada. En la industria automotriz, el GLP se utiliza como combustible alternativo para vehículos, ofreciendo una opción más limpia en comparación con los combustibles tradicionales.

Mantenimiento: El mantenimiento se refiere al conjunto de actividades planificadas y acciones realizadas con el objetivo de preservar, reparar o mejorar la condición y el rendimiento de equipos, instalaciones o sistemas.

Mantenimiento Preventivo: Acciones planificadas para prevenir fallas, programadas regularmente o basadas en horas de operación, con el objetivo de maximizar la vida útil de equipos y minimizar costos de reparación. Incluye inspecciones, limpieza y ajustes

Mantenimiento Correctivo: Acciones para corregir fallas y restaurar la operación normal después de un problema, sin planificación previa. Su objetivo es minimizar el tiempo de inactividad.

Activo: Término contable-financiero con el que se denomina a los recursos económicos bienes materiales, créditos y derechos de una persona, sociedad, corporación, entidad o empresa; son los recursos que se administran en el desarrollo de las actividades, independientemente de que sean o no propiedad de la misma empresa

Beneficio Económico: Utilidad residual después de haber pagado todos los costos implícitos y explícitos. Ingresos totales menos todos los costes de producción, explícitos e implícitos

Diagnóstico: Proceso por el cual se determinan las condiciones o problemáticas de una situación, contexto, o grupo para a partir de allí definir alternativas de acción. Es el resultado del análisis de una situación dada, que permiten tener un 651

conocimiento y una descripción precisa de dicha situación, con el fin de solucionar los problemas identificados.

Eficacia: Capacidad de lograr los objetivos y metas programadas con los recursos disponibles y en un tiempo determinado. Consecución de objetivos, logro de los efectos deseados.

Eficiencia: Consiste en obtener el máximo resultado posible con unos recursos determinados, o en mantener con unos recursos mínimos la calidad y cantidad adecuada de un determinado servicio o producto.

Fallas recurrentes: A los efectos de estos contratos se entender por falla recurrente aquello que teniendo una misma causa en origen se produce de manera reiterada.

Gestión: Conjunto de acciones que existen para dirigir actividades coordinadas y controlar una organización

Mantenibilidad: Probabilidad y/o facilidad de devolver un equipo a condiciones operativas, en un cierto tiempo y utilizando los procedimientos prescritos.

Tiempo medio entre fallos: Intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de un fallo. Mientras mayor sea su valor, mayor es la confiabilidad del componente o equipo.

Introducción

El presente trabajo, proporciona una forma de reducir los costos operativos de mantenimiento en la empresa Zeta Gas de El Salvador, mediante la, “propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento, según el enfoque de Mantenimiento Productivo Total (TPM), para reducir costos de refacciones y lubricantes de la flota primaria y secundaria, en la empresa Zeta Gas de El Salvador”. Actualmente la empresa se está extendiendo a lo largo y ancho del país dando apertura a nuevos centros exprés, esto conlleva aumentar la cantidad del uso de las flotas y así lograr el servicio de calidad garantizando el 100% de la demanda de GPL.

La implementación de esta propuesta tendrá como beneficio una mejora continua en los procesos de mantenimiento y conocimientos a los colaboradores por medio de capacitaciones, además la adopción de los pilares del TPM y de gestión de calidad garantizará la disponibilidad de las unidades. Su objetivo es aumentar la productividad, lograr cero averías y cero defectos, adicional elevar el conocimiento de los trabajadores, documentar los procesos para su mejora continua y optimización.

El Capítulo 1. Se muestran los aspectos generales sobre la problemática de la investigación; la formulación del problema, la justificación, limitaciones y los alcances.

El capítulo 2. Se desarrolló la investigación de antecedentes históricos del tema, historia y evolución del TPM, conceptos y características de los pilares del TPM, y la implementación de la filosofía para los requerimientos de la investigación.

Capítulo 3. Se determinó la metodología de la investigación en enfoque cuantitativo y enfoque descriptivo, elaboración de encuestas, entrevistas y diagrama de Ishikawa.

En el capítulo 4. Se presenta información general de la empresa, mapa de procesos, descripción de las actividades de los procedimientos de los trabajadores, diagramas y flujogramas de la empresa, además del desarrollo de un estudio de aceites por la empresa TRICOMBUS.

Capítulo 5. Se realizó la propuesta, en las áreas que recibirán beneficio con la implementación de la filosofía TPM tomando en cuenta la evaluación económica del proyecto.

Objetivos

Objetivo general

Presentar una estrategia basada en los principios del TPM (Mantenimiento Productivo Total) con el propósito de optimizar la administración del mantenimiento en la flota primaria y secundaria de Zeta Gas, enfocándose en la disminución de los costos, la compra de repuestos y lubricantes.

Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual del área de mantenimiento, y los factores que afectan la vida útil de los lubricantes y refacciones de la flota primaria y secundaria de la empresa Zeta Gas.
- Identificar la situación del entorno para poder establecer un programa de capacitación adecuado y enfocado al TPM en las áreas involucradas de la investigación y mejorar el conocimiento y las habilidades de los colaboradores, lo que ayudara a perfeccionar las prácticas de mantenimiento.
- Determinar los beneficios económicos y financieros de la implementación del mantenimiento Productivo Total de la Empresa Zeta Gas.

CAPÍTULO I – Planteamiento del problema

1.1 Planteamiento del problema

La empresa Zeta Gas El Salvador, ubicada en el cantón Sitio del Niño en San Juan Opico, La Libertad, se enfrenta a un problema en sus flotas primarias y secundarias debido al incremento en la demanda de gas licuado, este aumento ha generado un alto índice de uso de las flotas en el proceso operativo, así como un aumento en los costos de mantenimiento debido a las asistencias mecánicas y mantenimientos correctivos no planificados. Estos factores han disminuido la confiabilidad de la empresa y afectan su capacidad para satisfacer la demanda del mercado. Para abordar estos problemas, se propone la implementación del sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM) con el fin de mejorar la eficiencia en el mantenimiento y reducir los costos asociados con la aplicación del TPM, se espera tomar decisiones asertivas para mejorar la disponibilidad de las flotas y, por lo tanto, aumentar la confiabilidad de la empresa en el mercado.

1.2 Enunciado del problema

¿Podría el **Mantenimiento Productivo Total** TPM, ser una propuesta viable para reducir los costos por refacciones y lubricantes de la flota primaria y secundaria de la empresa Zeta Gas de El Salvador?

1.3 Justificación

En Zeta Gas de El Salvador en San Juan Opico La Libertad, existen 180 vehículos, 108 unidades de flota primaria y 72 unidades de flota secundaria, las cuales, sin un sistema de gestión de Mantenimiento, incurren en costos elevados, y fallas constantes en los vehículos, por lo cual, conociendo los antecedentes del problema, surgió el interés del objeto de investigación, para la reducción de costos de refacciones y lubricantes; aplicando las herramientas teóricas y prácticas de la ingeniería industrial, tomando como base la filosofía del TPM.

Importancia para la empresa Zeta Gas: El problema de incremento en la demanda de gas licuado y las consecuentes paradas inesperadas en las unidades durante el proceso operativo han generado un impacto negativo en la eficiencia y la rentabilidad de la empresa. La implementación del enfoque de Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una solución efectiva para abordar estos problemas y mejorar la gestión de mantenimiento de la flota, lo que se traducirá en una mayor disponibilidad de las unidades y una reducción significativa de los costos de mantenimiento no planificados. Al aplicar un sistema de gestión de mantenimiento a determinada flota vehicular se alcanza lo siguiente:

1. Contribución al campo del mantenimiento industrial: Esta investigación aportará conocimientos valiosos al campo del mantenimiento industrial y en particular, a la aplicación del enfoque TPM en empresas de la industria del gas. Al analizar la efectividad de esta filosofía en el contexto real, se podrán identificar buenas prácticas y enseñanzas aprendidas que podrían ser replicadas en otras organizaciones, mejorando así la gestión del mantenimiento y optimizando recursos.
2. Beneficio económico y ambiental: La reducción de los costos de refacciones y lubricantes a través de la implementación del TPM no solo impactará positivamente en la rentabilidad de la empresa Zeta Gas, sino que también tendrá un efecto positivo en el medio ambiente. La disminución de mantenimientos correctivos no planificados reducirá la generación de residuos y el consumo innecesario de recursos, lo que contribuirá a la sostenibilidad y responsabilidad ambiental de la empresa.

3. Oportunidad para el desarrollo académico: Esta investigación representará una oportunidad para aplicar los conocimientos teóricos y metodológicos adquiridos durante la formación como ingeniero industrial. Además, al abordar un problema real en una empresa específica, se fomentará la interacción con el entorno laboral y se adquirirán habilidades prácticas relevantes para el futuro desempeño profesional.

1.4 Delimitación de la investigación

1.4.1 Delimitación temporal

El tiempo de duración del desarrollo de esta investigación será de 8 meses, a partir 24 abril y finalizará el 20 de diciembre del año 2023.

1.4.2 Delimitación espacial.

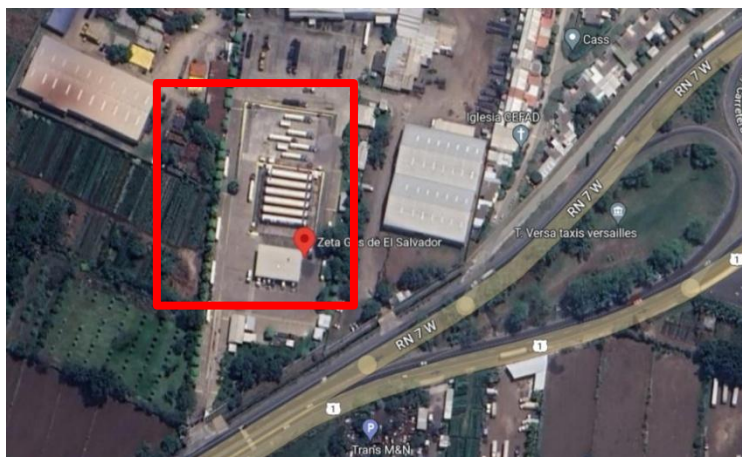
El proyecto será desarrollado en la Zeta gas de El Salvador, ubicada en la siguiente dirección:

Tabla 1 - Delimitación Área Geográfica

Dirección	Carretera Panamericana, Km 35.5, Cantón Sitio del niño, San Juan Opico, La Libertad
Localización	https://www.google.com/maps/place/Zeta+Gas+de+El+Salvador/@13.7870076,-89.3623723,406m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x8f63271d3837e937:0x801b12877905d877!8m2!3d13.7867116!4d-89.3619466!16s%2Fg%2F113fclz9c?entry=ttu
Población	(Motoristas 108 flota secundaria – 72 motoristas flota primaria, mecánicos automotriz 10) un total de 190 colaboradores

Elaboración propia: utilizando Google Map

Ilustración 1 -Ubicación planta Zeta Gas de El Salvador.



Fuente: Google maps.

1.5 Alcance

La investigación se enfoca de manera estratégica en desarrollar una propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento con un enfoque de mantenimiento productivo total (TPM) para reducir los costos actuales de refacciones y lubricantes de la flota primaria y secundaria de la empresa Zeta Gas de El Salvador. Dicha investigación cumplirá con los lineamientos de un modelo de implementación de TPM, que como beneficio se obtendrá un aumentado la disponibilidad de unidades, cero perdidas, ceros defectos y cero accidentes que como resultado generaría colaboradores autónomos capaces de anticipar fallas por medio de mantenimientos efectivos y la minimización de costos en los repuestos y lubricantes.

1.6 Limitaciones

- Las estrategias de implementación establecida para la propuesta de TPM, aplicaría a las flota primaria y secundaria de vehículos utilizados por la empresa Zeta Gas de El Salvador.
- El estudio no abarca las fases de evaluación de las estrategias de implementación del TPM.
- La ejecución de las estrategias planteadas en este estudio se llevaría a cabo cuando la empresa tenga disponibilidad de ejecutarla.

CAPITULO II - Marco Teórico

2.1 Antecedentes del tema

2.1.1. Fundamentos de TPM¹

En Japón se origina el Mantenimiento Productivo Total (TPM) como un concepto revolucionario y fue determinado originalmente por el Instituto Japonés de Mantenimiento de Planta (JIPM), se origina por la necesidad de optimizar todos los procesos de mantenimiento, aumentando la velocidad con la que se actualizan los procesos productivos, sigue siendo renovador.

Con frecuencia se observa que existe una confusión por parte de las personas que piensan que se trata de un programa de mantenimiento común visto en cualquier empresa, pero realmente consiste en hacer que todas las personas que forman la organización puedan enfocarse en obtener la máxima capacidad de sus equipos, logrando la máxima capacidad de su eficiencia de desempeño, para que el producto terminado tenga la mejor calidad, en nuestro país este término es un nuevo concepto, sin embargo en la mayoría de las compañías manufactureras de todo el mundo esa metodología es implementada para lograr la metas con un enfoque global, se adapta a la administración de calidad total, la participación de los empleados y al sistema de entrega justo a tiempo.

La implementación de esta filosofía de trabajo cambia positiva y radicalmente los resultados de las empresas, estimulando la creación de lugares de trabajo más seguros, agradables y productivos; aumentando la autoestima de sus colaboradores y mejorando las relaciones entre estos, optimizando las máquinas y equipos.

¹ TPM en la industria de procesos. Tokutaro Suzuki. *Visión general del TPM en la Industria de procesos*. Pág. 8-20

El Instituto Japonés para el Mantenimiento de Plantas (JIPM), promueve el TPM, desde hace más de 50 años en sus inicios fue implementado en las industrias de manufactura y de ensamble, luego se desarrolló en la industria de procesos; actualmente tiene gran relevancia en las empresas con cualquier tipo de actividad en la que se hace muy esencial el uso de equipos mecánicos para ejecutar sus operaciones.

Existen empresas que intentan fomentar culturas de calidad para aumentar la eficiencia en el desempeño de los equipos, pero se limitan a crear planes sin concluir, muchas han tenido éxito y otras empresas han utilizado las herramientas y la filosofía del TPM, donde se desarrollaron los métodos y se obtuvieron buenos resultados, mejorando la eficiencia y eficacia global de la producción y maximizando su rendimiento.

Es vital determinar que esta metodología está enfocada a los colaboradores y equipos ya que son la parte fundamental de la productividad, la interacción entre ambos es la clave para integrar actividades de mejoras organizacionales y productivas que conllevan al logro de las metas de producción.

2.2 Marco teórico

2.2.1. Historia y evolución del TPM

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una filosofía de trabajo originada en Japón en los años 60, basada en el concepto de mantenimiento preventivo de los años 50 en Estados Unidos. Aunque hay disputas sobre su origen, Seichii Nakayima del Instituto Japonés para el Mantenimiento de Planta es considerado clave en su implementación en los años 70. Antes de esto, predominaba el "Mantenimiento por averías".

Después de la Segunda Guerra Mundial, las industrias japonesas se centraron en mejorar la calidad de sus productos para competir globalmente. Incorporaron técnicas de mantenimiento preventivo de Estados Unidos, lo que les valió reputación por su calidad. La filosofía TPM destaca por involucrar a todos, desde alta gerencia hasta operativos, y se enfoca en el compromiso de todos y la detección temprana de fallas.

¿Qué es TPM?

El termino de Mantenimiento productivo total por sus siglas TPM, es un concepto que inicio en Japón en los años 60 a partir del desarrollo del concepto de mantenimiento preventivo desarrollado en los Estados Unidos en los años 50 esto se origina de forma que el mantenimiento productivo involucra a todos los colaboradores de una empresa.

Toyota es un ejemplo exitoso de implementación de TPM, que permite reducir los costos y mejorando del mantenimiento con enfoque en la mejora continua y participación de todos los implicados. Inicialmente centrado en los equipos, el TPM se extendió a otras áreas como desarrollo y ventas para crear un sistema productivo y preventivo en toda la organización.

TPM es una filosofía que cambia de forma positiva y dramáticamente los resultados de las empresas, permitiendo estimula la creación de lugares de trabajo seguros, gratos y productivos; mejorando la relación entre las personas y optimizando la relación entre las personas, los equipos y las máquinas.

Han pasado más de 50 años desde que el JIPM empezó a promover el TPM, originalmente se desarrolló en industrias de manufactura y ensamble, luego se introdujo a la industria de procesos; en la actualidad tiene gran aceptación en empresas con cualquier tipo de actividad en la

que se hace muy esencial el uso de equipos mecánicos para ejecutar sus operaciones. (García, 1998).

La metodología TPM requiere de la participación de todos los colaboradores, involucrados desde el personal de alta gerencia hasta el operativo los cuales deben estar buscando cumplir el enfoque de TPM. No se debe de olvidar que los colaboradores deben ser capacitados y que posean la capacidad de detectar y solucionar posibles defectos antes de que estas ocurran en los procesos de producción de cualquier organización.

Es así como TPM es una evolución de la planificación de las actividades de mantenimiento, las cuales se incorporan en un concepto de mejoramiento para los equipos, con el propósito de evitar que se produzcan fallas, aprovechando el conocimiento de los colaboradores.

El TPM se reconoce en cuanto al trabajo a ser ejecutado durante la práctica de la mejora continua, por lo tanto, se logra implementar por todos los aspectos funcionales de la organización que la desee implementar, logrando así el alcance de los niveles de productividad en todas las empresas durante los últimos años.

El TPM se compone de tres enfoques representados por sus iniciales:

- T: De la palabra total que se refiere a la participación total de los colaboradores aumentando así la eficiencia global de producción: Maquinas en buen estado trabajando a su máxima capacidad instalada y realizando trabajos de calidad.
- P: De la palabra productividad y que se puede encajar en otra palabra más completa: perfeccionamiento.
- M: De la palabra mantenimiento o managment que se enfoca en realizar cambios de dirección en la organización de la industria.

Desde su inicio, el TPM ha experimentado notables mejoras que han resultado en resultados aceptables. Adoptar esta filosofía de mejora continua, especialmente en la industria automotriz, ha llevado a un aumento de la productividad en varias empresas, como Toyota, Nissan y Mazda. A lo largo del tiempo, el TPM se ha aplicado en diversas industrias, como alimentos, refinerías, petróleo, gas, cemento y siderurgia. Un enfoque sólido de TPM no solo garantiza el mantenimiento de equipos, sino que también mejora la eficiencia de los procesos, la calidad de los productos y maximiza los intervalos entre mantenimientos.

2.2.2. Concepto y características del TPM

El Mantenimiento Productivo Total (TPM, por sus siglas en inglés) es un sistema de gestión de producción y mantenimiento que se originó en Japón a partir del concepto de Mantenimiento Preventivo de los años 50 en Estados Unidos. Su objetivo es eliminar pérdidas, fallos y accidentes en el sistema productivo, maximizando la eficacia y requiriendo la participación de todos los colaboradores en la organización a través de actividades en grupos pequeños.

El TPM busca que las máquinas operen constantemente a su máxima capacidad. Su enfoque es lograr cero averías, cero defectos y una seguridad óptima, promoviendo la colaboración entre el personal para optimizar operaciones y mantenimiento. El sistema se basa en actividades normalizadas para aumentar la productividad y unificar a los empleados en la línea de producción.

El concepto clave del TPM es "Objetivos cero", buscando evitar incidentes que causen pérdidas en la operación y mantenimiento. Se enfoca en la prevención y se caracteriza por mantener mantenimientos normales y básicos, detectar fallas tempranamente y tomar medidas inmediatas.

2.2.3. Gestión del mantenimiento²

El mantenimiento es el conjunto de actividades y técnicas destinadas a la conservación de los equipos durante el mayor tiempo posible buscando su mayor disponibilidad y su máximo rendimiento.

Desde que las empresas comenzaron a concebir la idea de la división del trabajo y departamentalización, separaron el área de producción del área de mantenimiento, y esta última quedó subordinada a la producción, siempre por debajo a nivel jerárquico. Aparece el concepto de cliente interno en la gestión de las empresas japonesas, este concepto se aplicó a otros departamentos implementándose en varias empresas que mantenimiento es proveedor de producción y este a su vez su cliente. Partiendo de esa idea, también contabilidad, compras, informática, diseño, recursos humanos, etc., también son proveedores de producción.

En el entorno de la construcción los planteamientos de los clientes y proveedores internos se denotan aún más, ya que los profesionales de la construcción suelen estar por encima de los gestores de mantenimiento en escala jerárquica y cadena de mando, a pesar de que la vida de los equipos y las máquinas que utilizan en la producción, dependen del área de mantenimiento. Esta forma de relación se manifiesta cuando no hay una verdadera gestión del mantenimiento, cuando solo se dedican a corregir fallas y apagar fuegos, pero se vuelve discutible cuando el área de mantenimiento está muy bien gestionada cuando a grandes rasgos, optimizan los recursos que se emplean. En estos casos producción y mantenimiento son dos igualmente importantes dentro del proceso productivo, sumándose también los departamentos de contabilidad, compras, informática, diseño, recursos humanos, etc.

² Santiago G. Garrido, (2010), Organización Y Gestión Integral Del Mantenimiento, Editorial Díaz de Santos

La gestión del mantenimiento se hace una tarea medular, cuando hay equipos mecánicos de por medio, por tal razón es necesario desarrollar planes de mantenimientos coherentes con las actividades productivas, hay que tener tiempo para realizar el respectivo estudio de fallas, hay que tener los sistemas debidamente organizados y reducir la mano de obra indirecta, debido a lo anteriormente planteado se hace necesario una gestión de manteniendo para: Ser competitivo, Analizar las nuevas técnicas, Desarrollar estrategias de mejora y Hacer productos de calidad.

Por todo lo anterior es necesario definir políticas, implantar la mejora continua, gestionar el talento humano.

2.2.4 Los pilares del TPM

El TPM utiliza una serie de estrategias fundamentales para construir un sistema de producción ordenado. Una de estas estrategias consiste en desplegar pilares que brinden apoyo y estructura al sistema. Estos pilares representan áreas clave de enfoque y acción dentro de la implementación del TPM.

2.2.5 Esquema de TPM – Pilares y desarrollo

Los pilares del TPM tienen como función principal eliminar constantemente las grandes pérdidas que surgen de los equipos y máquinas en los procesos productivos. Estas pérdidas incluyen fallas en equipos principales, ajustes no programados, desperdicios, reprocesos, fallas en equipos auxiliares, tiempo ocioso y paradas innecesarias, reducción de velocidad y defectos en el proceso.

El objetivo es reducir las averías en equipos y maquinarias, lo que lleva al siguiente paso del proceso: la ejecución de acciones. Por lo tanto, los pilares son vitales para el desarrollo coherente del TPM. A continuación, se describen cada uno de estos pilares.

Ilustración 2 - Pilares de TPM

Fuente: Elaboración propia, 2023

A continuación, se presenta las definiciones de cada uno de los pilares del TPM, estas son:

2.2.5.1 Mejoras Enfocadas (Kobetsu Kaizen)

Este pilar tiene como objetivo identificar la causa raíz de los problemas para evitar fallos en los equipos y mejorar continuamente los procesos de producción. Para lograrlo, es esencial disponer de un plan claro para cumplir los objetivos y completar todo el procedimiento en un plazo determinado.

Estas acciones se centran en mejorar la productividad de la organización, con el objetivo último de minimizar las pérdidas y aumentar los ingresos económicos.

2.2.5.2 Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen)

El mantenimiento autónomo, un pilar fundamental del TPM, impulsa la eficiencia y efectividad de los equipos en una organización. Requiere la participación de operadores y personal de mantenimiento en el cuidado diario de los equipos. Esto implica que los operadores sean

responsables del mantenimiento básico, incluyendo limpieza, lubricación, inspección y detección temprana de problemas.

El objetivo clave del mantenimiento autónomo es empoderar a los operadores, motivándolos a mantener sus equipos en óptimas condiciones. Los beneficios incluyen mejor confiabilidad y disponibilidad de los equipos. Al realizar tareas como limpieza, lubricación y detección temprana de problemas, los operadores previenen fallas y reducen tiempos de inactividad no planificados.

2.2.5.3 Mantenimiento planificado

El mantenimiento planificado es un enfoque organizado que busca prevenir de manera sistemática las fallas inesperadas en los equipos y reducir los períodos de inactividad. Su propósito es llevar a cabo actividades de mantenimiento predictivo y preventivo de manera planificada, con el fin de mantener los equipos y procesos en condiciones óptimas para lograr eficiencia en costos. Esto incluye la programación, planificación, ejecución y seguimiento de las actividades de mantenimiento, todo con el objetivo de alcanzar cero averías.

El mantenimiento planificado se basa en el mantenimiento autónomo y en mejoras continuas en las actividades del departamento de mantenimiento. Esto implica mejorar los equipos, tecnología y capacidades. Además, es crucial mantener una cooperación sólida entre los departamentos de producción y mantenimiento para garantizar la implementación efectiva del mantenimiento planificado. La colaboración con departamentos como recursos humanos y contabilidad también juega un papel esencial en este proceso.

En este tipo de mantenimiento se debe de buscar de forma metódica y estructurada dos objetivos: mantener el equipo y el proceso en condiciones óptimas y lograr eficacia y eficiencia en los costes, con el propósito esencial de avanzar hacia las cero averías.

El personal debe realizar acciones predictivas, preventivas y de mejora continua que permitan evitar las fallas en los equipos y en los sistemas de producción.

También es de mencionar que el TPM es un mantenimiento planificado el cual se basa en dos aspectos: por una parte, el mantenimiento autónomo y por otra parte mejorar las actividades del departamento de mantenimiento; este último con dos líneas muy importantes: la de mejorar el equipo y mejorar la tecnología y la capacidad del mantenimiento.

2.2.5.4 Las bases de la gestión temprana

Se refiere a todas las tareas que se realizan en la fase de diseño y puesta a punto de los equipos y las maquinas con el objeto de reducir los costes de mantenimiento durante su activación. Pretende tener al máximo nivel la confiabilidad y la disponibilidad los equipos y las máquinas. En este aspecto se busca lograr un arranque vertical (Arranque rápido, libre de dificultades y correcto desde el principio)

Las bases de la gestión temprana son:

- La evolución del rendimiento económico para conocer su ciclo de vida.
- El diseño para prevenir abundantes mantenimientos.
- Actividades de administración y apoyo.

Estos departamentos deben formular su misión respondiendo a dos preguntas: cómo pueden apoyar las actividades TPM de otros departamentos y cómo pueden maximizar su propia

eficiencia. Para mejorar sus funciones, deben enfocarse en mejorar la eficiencia, formar personal capacitado para nuevos sistemas y gestionar seguridad ocupacional y medio ambiente.

La seguridad ocupacional debe ser implementada y mejorada continuamente, al igual que los programas de protección y conservación ambiental con objetivos ambiciosos. La aplicación de metodologías como el mejoramiento continuo y 5S reduce los accidentes y asegura que el personal prevenga riesgos, mantenga condiciones de seguridad y cuide el medio ambiente.

2.2.5.5 Mantenimiento de calidad

La calidad de los productos está estrechamente ligada a las condiciones de los equipos. El mantenimiento de calidad tiene como objetivo mejorar la calidad de los productos al reducir la inestabilidad a través del control de las condiciones de los equipos, lo que impacta directamente en la producción. Aunque los equipos pueden generar problemas al experimentar fallas que causan inactividad, también pueden producir pérdidas cuando los fallos alteran las características del producto final. Por lo tanto, este mantenimiento preventivo se centra en la protección del producto final.

El mantenimiento de calidad se construye sobre las ganancias obtenidas mediante la implementación de metodologías como TPM, mejora orientada, mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, y formación y entrenamiento. Para que el programa sea exitoso, se requieren condiciones preliminares que incluyen:

- a) La anulación del deterioro acelerado.
- b) La eliminación de los problemas de proceso.
- c) El desarrollo de operarios competentes.
- d) La formación y adiestramiento.

El éxito empresarial depende en gran medida del desarrollo del recurso humano y su capacidad para alcanzar su máximo potencial. Este pilar se centra en crear medios que puedan responder eficazmente a la dinámica cambiante de las empresas, el avance tecnológico, la utilización de equipos de última generación y las innovaciones organizativas.

Es esencial contar con personal competente que tenga un profundo conocimiento de los equipos. Los operadores deben ser capaces de cuidar sus propios equipos, mientras que el personal de mantenimiento debe ser capaz de velar por la integridad de las máquinas. Los ingenieros que manejan los activos deben tener un papel activo, y los ingenieros de producción necesitan habilidades de gestión y liderazgo para cumplir con sus funciones.

En la realidad, los departamentos de producción a menudo se centran exclusivamente en la producción, mientras que el departamento de mantenimiento lucha con una alta cantidad de fallas. Hay empresas que no brindan formación ni capacitación a su personal, lo que resulta en un círculo vicioso de averías, fallas, baja calidad de productos y pérdidas. Esto reduce la productividad y crea condiciones de trabajo inseguras.

El TPM busca romper este ciclo vicioso mediante la implementación de estrategias y objetivos para elevar el nivel de gestión y habilidades técnicas de cada individuo involucrado. En esencia, el TPM requiere que el personal se involucre estrechamente con los equipos y desarrolle habilidades que incluyan:

- Identificar problemas del equipo.
- Comprender el funcionamiento del equipo.
- Entender la relación de Operaciones-Calidad de trabajo.
- Analizar y resolver problemas de funcionamiento.

- Conservar el conocimiento y enseñar a los demás.
- Habilidad para trabajar con áreas relacionadas.
- Gestión temprana del equipo

Se refiere a todas las tareas que se realizan en la fase de diseño y puesta a los equipos y las maquinas con el objeto de disminuir los gastos de mantenimiento durante su implementación. Mantener al máximo nivel la confiabilidad y la disponibilidad de los equipos y las máquinas. Para lograr un arranque vertical (Arranque rápido, libre de dificultades y correcto desde el principio).

Cuando los equipos asumen la tarea principal de producción, la calidad depende definitivamente de las condiciones del equipo. Esta clase de mantenimiento tiene como finalidad mejorar la calidad del producto reduciendo la inestabilidad mediante el control de las condiciones de los equipos que tienen impacto directo en la producción.

Un programa de mantenimiento de calidad se edifica sobre las ganancias logradas con la implantación de otros pilares del TPM tales como: Mejora orientada, Mantenimiento autónomo, Mantenimiento planificado y formación y adiestramiento. Las condiciones previas que deben de presentarse para que el programa tenga éxito son:

- Abolición del deterioro acelerado.
- Eliminación de problemas de proceso.
- Desarrollar operarios competentes.

2.2.5.6 Gestión de seguridad ocupacional y medio ambiente

Los sistemas de seguridad ocupacional deben de implementarse sin lugar a duda y continuamente deben estar revisándose y mejorándose con resultados positivos. De formar similar

se deben de generar programas concretos de protección y conservación del medio ambiente con objetivos exigentes. El propósito debe de ser cero accidentes y contaminación.

Por medio de la aplicación de metodologías de mejoramiento continuo y 5S se garantiza la minimización de accidentes laborales e industriales. Se procura que todo el personal sea capaz de prevenir y evitar riesgos, de mantener condiciones adecuadas de higiene y seguridad en las áreas productivas y proteger y conservar el medio ambiente.³

2.2.5.7 Formación y adiestramiento

Gran parte del éxito de las empresas radica en desarrollar su recurso humano y que este trabaje con todo su potencial. El objetivo de este pilar es crear entornos capaces de responder positivamente al clima variable de los negocios, la vanguardia de la tecnología, los equipos de última generación y las innovaciones de la organización.

Es de gran vitalidad que en este entorno exista personal competente que conozca profundamente sus equipos. Los motoristas y operadores deben de ser capaces de cuidar sus equipos por sí mismos. Por otro lado, el personal de mantenimiento debe adquirir la capacidad de ser custodios profesionales de los equipos y maquinas; de igual manera los ingenieros que administran los equipos y los ingenieros de producción deben conseguir técnicas de gestión y capacidad directiva para cumplir sus propias funciones. Sin la conjugación de todo lo anteriormente planteado, la implantación del TPM quedaría en puros sueños e ideales.

El TPM pretende eliminar ese círculo vicioso, incluyendo la implementación de estrategias y objetivos para elevar el nivel de gestión y el nivel técnico de cada individuo involucrado.

³ MANTENIMIENTO. Planeamiento, ejecución y control. Alberto Mora Rodríguez. *Pilares del TPM. Mantenimiento de las áreas administrativas*. Pág. 242

Básicamente, el TPM exige que el personal involucrado íntimamente con el equipo desarrolle las siguientes habilidades:

- Identificar problemas del equipo.
- Comprender el funcionamiento del equipo.
- Entender la relación de Operaciones-Calidad de trabajo.
- Analizar y resolver problemas de funcionamiento.
- Conservar el conocimiento y enseñar a los demás.
- Habilidad para trabajar con áreas relacionadas.

2.2.5.8 Actividades de administración y apoyo

El 80% de la calidad del producto se desarrollan en el departamento de diseño y producción, pero los demás departamentos staff deben de cooperar generosamente para asegurar que el producto final no sea inútil y no sea un desperdicio.⁴

2.3 Las 6 grandes pérdidas

La metodología del Mantenimiento Productivo Total (TPM) es desarrollada con el objetivo de eliminar las pérdidas en producción originadas por las fallas en los equipos y maquinas; con el fin de mantener equipos en buen estado para operar a su máxima velocidad haciendo productos de calidad. y tener cero averías, cero tiempos muertos, cero defectos resultantes del mal estado de los equipos y así tener cero pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva relacionada al desempeño de los equipos.

⁴ TPM EN LA INDUSTRIA DE PROCESOS. Tokutaro Suzuki 1992. *Necesidad del TPM en los departamentos administrativos y de apoyo*. Pág. 283.

Existen situaciones en las que los equipos y máquinas causan pérdidas a la empresa, lo que las hace improductivas. En tales casos, se deben tomar medidas para evitar que la capacidad productiva de la empresa disminuya aún más.

El TPM identifica "Seis Grandes Pérdidas" que son causales de pérdida de eficiencia debido a su interferencia en las actividades productivas. Uno de los principales objetivos de los programas TPM y OEE es reducir o eliminar estas Seis Grandes Pérdidas, que son:

- Pérdidas por fallas en los equipos.
- Pérdidas por ajustes de la maquina en el proceso.
- Pérdidas por pequeñas fallas, paradas o esperas.
- Pérdidas por velocidad de operación reducida.
- Pérdidas por defectos en el proceso.
- Pérdidas de tiempo por arranque, calentamiento o cambios de proceso.

2.4 Los 7 desperdicio de procesos

El TPM hace diferencias en las organizaciones en relación con su competencia debido al impacto de la reducción de los desperdicios los cuales mejoran los costos, tiempos de repuesta, fiabilidad de los productos, y la calidad de los productos finales.

Las técnicas de manejo y almacenamiento pueden aplicarse prácticamente a cualquier proceso de producción para ofrecer una mejora significativa y reducir los costos generales.

Los implementadores y practicantes de la filosofía Lean Manufacturing señalan que es muy importante el grado de satisfacción según lo esperado en cumplir las exigencias del cliente. La meta del Lean Manufacturing es identificar y eliminar los pasos no esenciales y que no agregan

valor en los procesos a fin de simplificar las operaciones, mejorar la calidad y ganar la lealtad de los clientes, a continuación, se detalla cada desperdicio.

- **Transporte**

El transporte no siempre es un desperdicio, pero puede serlo. Piensa en un proceso de producción. El producto se mueve de un proceso a otro. Cuanto menos transporte haya de un área a otra, más eficiente será el proceso.

- **Inventario**

Existe un costo de inventario, ya sea para el exceso de materiales sin maquilar que la empresa tiene almacenada, o los productos terminados que deben almacenarse antes de los envíos, estos aspectos generan un costo para la organización.

La herramienta utilizada para tener una mejor orientación interna en los entornos de las empresas es Lean manufacturing la cual emplea el sistema de gestión de inventario JIT (Just in Time). El fin es reducir el desperdicio de inventario al garantizar que tenga los materiales suficientes para mantener los procesos en marcha y los productos acabados suficientes para satisfacer la demanda del mercado.

- **Movimiento**

Se refiere a la actividad física de movimiento que un operario necesita realizar para hacer sus diferentes procesos de trabajo, como por ejemplo si un operario tiene que caminar de un área a otra durante el transcurso de su jornada de trabajo, el tiempo total que pasa moviéndose de un lado a otro no agrega valor al producto. Por lo tanto, es necesario aplicar estudios de tiempos y movimientos para generar que el área sea más eficiente y minimizar las pérdidas.

- **Esperas**

Es uno de los desechos más fáciles de detectar. Si un proceso tiene que parar por falta de control en las existencias de materiales y fallas de maquinarias o factores adversos o porque existe un cuello de botella en otro proceso y se está teniendo una mala disponibilidad se sabe que dentro de las empresas el tiempo es dinero y recomendable tratar de disminuir las esperas.

- **Superproducción**

La sobreproducción puede ser una fuente de desperdicio en el transporte, y hemos examinado los desperdicios ocasionados por el exceso de inventario. Si sus proveedores o procesos no son confiables, es probable que sienta la necesidad de mantener un mayor nivel de inventario de seguridad para poder seguir satisfaciendo la demanda en caso de que los proveedores o procesos internos fallen.

- **Sobreprocesos**

La optimización de procesos y su revisión constante son fundamentales para reducir fases que podrían ser innecesarias tras mejorarlos. Eliminar el trabajo adicional en un producto es crucial para evitar desperdicios, y esto puede ser uno de los desafíos más complicados de identificar, dado que, en muchas ocasiones, el responsable del sobreproceso desconoce que está llevándolo a cabo.

- **Defectos**

Los defectos representan un gasto significativo en términos de tiempo y dinero. Cuando los productos son devueltos, se requiere invertir en reparaciones, lo que afecta la percepción y el servicio al cliente. La eliminación de rechazos también aumenta los costos. La manera más sencilla de abordar este problema es evitar la producción de productos defectuosos desde el principio. Una forma de lograrlo es mediante la implementación de estaciones de trabajo ergonómicas y

adaptables al proceso específico, donde los componentes, ensamblajes y herramientas estén ubicados en la posición correcta y sean fácilmente accesibles. De esta manera, el área de trabajo se vuelve mucho más eficiente y el personal se vuelve más productivo y menos propenso a sufrir estrés o fatiga, lo que disminuye la probabilidad de cometer errores o dañar elementos.

2.5 El costo por pérdidas de equipos

El propósito fundamental de aplicar la filosofía del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en una empresa es optimizar el mantenimiento para lograr objetivos sustanciales. Estos objetivos abarcan la mejora de procesos, la prolongación de la vida útil de equipos y maquinaria, la minimización de fallos operativos, la reducción de tiempos de reparación, el incremento de la seguridad y eficiencia de los equipos, y especialmente, una drástica reducción en los costos de producción y mantenimiento. Para alcanzar estas metas, es crucial contar con una gestión moderna y orientada a la calidad.

Los gastos derivados de fallos o reparaciones no planificadas se clasifican como costos variables. Estos costos están relacionados con las acciones correctivas o modificaciones no anticipadas que surgen. Los gastos en repuestos y materias primas para mantenimiento almacenadas, así como la duplicación de maquinaria para mejorar la confiabilidad de la producción, se incluyen en los costos financieros.

El costo ligado a la incapacidad de utilizar una máquina debido a reparaciones o modificaciones causadas por fallos inesperados es el componente más significativo en los gastos de mantenimiento que una empresa puede afrontar. La implementación exitosa del TPM tiene como objetivo reducir estos costos, optimizar los procesos y maximizar la eficiencia operativa.

2.5.1. Áreas donde se aplica

La implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) abarca toda la empresa e involucra a todos sus departamentos, aunque su foco principal suele estar en el departamento de producción y sus maquinarias. Aunque las actividades de TPM en los departamentos administrativos y de apoyo no necesariamente requieren la participación directa del equipo de producción, estas áreas también pueden aumentar su productividad al optimizar sus sistemas administrativos, reducir el desperdicio y minimizar pérdidas. Al hacerlo, contribuyen a mejorar la eficacia del sistema de producción, ya que cualquier actividad organizada que respalde el sistema puede ser mejorada.

Una característica distintiva del TPM es su desarrollo a través de la participación en pequeños grupos. Estos grupos de TPM forman parte esencial de la empresa y sus miembros enfocan sus esfuerzos en lograr los objetivos corporativos, resolviendo problemas de manera conjunta. Aunque operan de manera autónoma, el TPM promueve que el cuidado del equipo sea parte integral del trabajo diario de cada empleado. Esto implica que todos se comprometan con el mantenimiento y mejora del equipo, fomentando un ambiente colaborativo y productivo en la empresa.

La participación de todos los empleados en los pequeños grupos del TPM promueve una cultura de mejora continua y un enfoque colectivo hacia la excelencia operativa. En resumen, el TPM tiene un alcance abarcador en la empresa y tiene el potencial de elevar el rendimiento general al involucrar a todos los departamentos, incluso aquellos que no están directamente vinculados con la producción.

2.6 Implementación de la Filosofía TPM en la industria

La participación del talento humano es esencial para lograr una exitosa implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM). Para que este proceso funcione de manera efectiva, es crucial contar con el compromiso y respaldo de todos los niveles en la organización, desde la alta gerencia hasta los niveles operativos, administrativos y dueños de procesos. La formación de equipos interdisciplinarios que respalden la implementación del TPM es de vital importancia, y corresponde a la organización designar líderes para estos equipos, quienes se encargarán de capacitar a toda la empresa y fortalecer la filosofía TPM en todos los niveles.

Es de resaltar que el apoyo de la alta dirección es fundamental para el éxito de la implementación del TPM; sin su respaldo, resulta difícil llevar a cabo el proceso de manera efectiva.

La aplicación del TPM asegura mejoras significativas en la productividad de los equipos, mejoras corporativas, un mayor desarrollo del personal y una transformación de los roles laborales en las empresas.

En general, la implementación del TPM se divide en tres fases: preparación e introducción, implantación y consolidación. Estas fases se desglosan en 12 pasos que guían el proceso para asegurar una implementación efectiva y exitosa del TPM.

2.6.1 Fase de preparación

Es una práctica altamente beneficiosa que la alta dirección presente el programa de introducción del Mantenimiento Productivo Total (TPM) durante reuniones internas de la compañía. Esto asegura que todo el personal esté informado acerca del nuevo proyecto y comprenda su importancia y objetivos. La transparencia y la comunicación clara desde el inicio

son fundamentales para generar el compromiso y la participación de todos los empleados en el proceso de implementación del TPM. Al estar informados, los empleados pueden comprender la relevancia del proyecto y estar dispuestos a contribuir activamente a su éxito. Además, la divulgación en reuniones internas brinda la oportunidad de aclarar dudas y fomentar una cultura de colaboración en torno al TPM.

La implementación del programa TPM requiere una campaña informativa en todas las áreas de la compañía, asegurándose de que llegue a todos los niveles. Se deben formar comités especializados en cada área para promover el TPM y crear una oficina dedicada a la promoción de esta filosofía.

Es crucial elaborar planes maestros de trabajo que detallen las actividades a llevar a cabo y los plazos previstos para cada una. Estos planes guiarán la implementación y garantizarán un proceso organizado y eficiente.

En la fase de introducción, es importante fomentar una atmósfera de TPM en toda la empresa. Invitar a clientes y proveedores a esta fase puede ser estratégico, ya que son aliados importantes para el éxito del programa. Informarles sobre el programa de implementación del TPM les permitirá comprender su importancia y el beneficio potencial para todas las partes involucradas.

La comunicación transparente y el compromiso de todos los niveles en la empresa son esenciales para lograr una implementación exitosa del TPM y maximizar sus beneficios.

2.6.2 Fase de Implantación

Para maximizar la efectividad de los equipos y mejorar el rendimiento general de la empresa, se pueden llevar a cabo las siguientes acciones:

- Fomentar la colaboración y el trabajo en equipo: Crear una organización corporativa que promueva la sinergia entre los diferentes departamentos y fomente la colaboración para lograr una mayor eficacia en los procesos y la toma de decisiones.
- Implementar el mantenimiento autónomo: Proporcionar programas y formación adecuada a los operarios para que puedan realizar tareas de mantenimiento rutinarias en los equipos que utilizan. Esto reducirá el tiempo de inactividad y prolongará la vida útil de los equipos.
- Desarrollar un programa de mantenimiento planificado: Establecer un sistema de calidad para mantener y controlar las condiciones de los equipos, así como prevenir defectos antes de que ocurran. Esto ayudará a evitar interrupciones en la producción y garantizar la calidad del producto final.
- Optimizar los departamentos de apoyo y funciones administrativas: Mejorar la eficiencia de los departamentos de apoyo y agilizar las funciones administrativas mediante la implementación de tecnologías y herramientas adecuadas, así como la optimización de procesos.
- Priorizar la seguridad y salud en el trabajo: Desarrollar un sistema completo de seguridad y salud laboral que incluya capacitación en seguridad, auditorías periódicas y medidas preventivas para crear un entorno laboral seguro y saludable. Siguiendo estas acciones, la empresa podrá mejorar su productividad, eficiencia y bienestar general, lo que contribuirá a un crecimiento sostenible y exitoso en el largo plazo.

2.6.3 Fase de Consolidación

Consolidar la implementación del TPM, como parte de una mejora en las metas y objetivo de la industria.

Recordemos que todos los equipos están propensos a sufrir un desgaste natural o forzoso, ya que las actividades del TPM se orientan en eliminar todos los factores de desgaste forzoso, maximizando la vida útil del equipo e instalaciones de la compañía.

2.7. La importancia de la Calidad en las empresas

La calidad en una organización es un factor crucial que impacta la satisfacción de clientes, accionistas y todos los niveles internos. Se puede decir que los beneficios de una mejora en la calidad ofrecen herramientas estratégicas para una gestión integral efectiva. La calidad es más que un simple aspecto; es una filosofía o estrategia que debe integrarse en todas las actividades para asegurar el crecimiento y la rentabilidad a largo plazo. Esto optimiza la competitividad y garantiza la satisfacción sostenible del cliente.

Para comprender mejor el concepto de calidad, diversas definiciones de autores destacados pueden considerarse:

- **E.W. Deming (1988)** planteó que la calidad es la predecible uniformidad y fiabilidad a un costo bajo, ajustándose a las demandas del mercado. Deming veía la calidad como una búsqueda constante de mejora.
- **M. Juran (1993)** definió la calidad como el conjunto de características que satisfacen las necesidades de los clientes. Además, consideraba que la calidad es la ausencia de defectos y la adecuación de prácticas a las necesidades del cliente.
- **Kaoru Ishikawa (1988)** consideró la calidad como el diseño, desarrollo, fabricación y mantenimiento de productos de alta calidad. Su enfoque se centra en crear productos económicos y útiles que satisfagan de manera continua a los clientes.

La calidad no es solo un aspecto aislado, sino una filosofía integral que abarca todos los aspectos de una organización y busca satisfacer las necesidades del cliente de manera constante y sostenible.

2.7.1. Herramientas de Ingeniería Industrial aplicables al TPM

Algunas de las herramientas de ingeniería que pueden apoyar a la filosofía de TPM, pueden ser varias, pero en el presente documento nos enfocaremos en las herramientas más necesarias que se detallan a continuación y consideradas como las más importantes.

2.7.1.1 Metodología de las 5S

La metodología 5S es una herramienta simple y universal que puede ser aplicada en cualquier empresa para lograr mejoras significativas en la productividad. Fue desarrollada por Hiroyuki Hirano y se centra en optimizar los sistemas productivos al reducir la pérdida de tiempo en la búsqueda, selección y preparación de elementos. A través de la implementación de las 5S, se establece una estructura de organización, orden, limpieza, estandarización y disciplina, lo que resulta en ahorro de recursos, eliminación de actividades innecesarias y aumento de la eficiencia.

La implementación de la metodología 5S se alinea perfectamente con el modelo TPM (Mantenimiento Productivo Total) en las áreas de trabajo. El enfoque del TPM es reorganizar la organización existente para optimizar los recursos y tiempo del personal, lo que lleva a ahorros de costos. Dado que el TPM se basa en la eliminación de desperdicios, es esencial aplicar las prácticas de las 5S para respaldar este enfoque.

Ilustración 3- Triangulo de las 5S



Fuente: Elaboración propia

Las cinco actividades básicas de un programa 5S se pronuncian en japonés y comienzan con la letra "S". Estas son:

1. **Organización o Clasificación (Seiri):** se retiran del área de trabajo elementos innecesarios para las actividades productivas. Los elementos deben de ser señalizados y colocados en un sitio transitorio, después deben de ser catalogados si serán utilizados a futuro o si deben de ser eliminados. Es muy importante liberar el área de piso quitando herramientas obsoletas, papelería innecesaria, excesos de materia prima, etc. En esta etapa debe de trabajarse en eliminar la mentalidad que muchas personas adquieren, el "POR SI ACASO".
2. **Orden (Seiton):** significa el establecimiento de los elementos necesarios para su rápido control, etiquetarlos y así poder encontrar rápido. En este punto nos podemos

preguntar: ¿Qué elementos o herramientas necesito para hacer mi trabajo? Y donde lo necesito tener.

3. **Limpieza (Seiso):** esto significa que se debe limpiar el piso, limpiar maquinaria, herramientas y asegurar que todo el entorno quede limpio. Se desarrollará un hábito por la limpieza y orden en el área de trabajo por parte de los trabajadores, además serán evidentes antiguos problemas que eran causados por la suciedad.
4. **Estandarizar (Seiketsu):** este aspecto es diferente de los tres anteriores, ya que se centrar en estandarizar las primeras 3S y agregar otras buenas prácticas para poder tener buenas normas y estándares de trabajo.
5. **Disciplina (Seitsuke):** esto significa mantener un hábito apropiado de los procedimientos correctos. Las personas se caracterizan por resistirse al cambio, resultando un nuevo desorden a los pocos días de comenzar las 5S, existe la tendencia de volver a la tranquilidad, por lo tanto, para resistir y persistir se necesita de una disciplina que sostenga las nuevas normas y estándares.

La implementación exitosa de las 5S contribuye significativamente a la eficiencia, el ahorro de costos y la mejora continua en cualquier empresa.

2.7.1.2 Estandarización de actividades y procesos

Esta es una de las herramientas de Lean Manufacturing, es un proceso continuo que nunca termina y que está sumamente relacionado con la idea general de la mejora continua, que debe implementarse como un patrón, para desarrollar siempre un buen producto. La estandarización define eficientemente los métodos de trabajo para lograr mejor calidad y costos más bajos.

La estandarización selecciona las mejores prácticas, lo que cada operario hace bien, lo que se comprueba, lo obtiene los mejores resultados para definir una metodología de trabajo, que todos

los trabajadores deben seguir. Lo que se busca es que todos los operarios trabajen de la misma manera, para un mismo proceso de producción, estableciendo una línea base para administrar y evaluar los procesos y desempeños.

Esta metodología ayudará a reorganizar los trabajos estandarizados dentro de la empresa Zeta Gas, al mismo tiempo servirá de base para encontrar nuevas oportunidades de mejoras dentro de cada departamento, proceso o servicio que se realizan en la empresa. Cada mejora es incorpora a la metodología, por lo que se renueva continuamente, por lo que es una referencia para el Kaizen.

Todas las empresas que quieran conservar en buen estado sus máquinas o equipo requieren necesariamente un plan de mantenimiento preventivo (PMP) estandarizado, basado en actividades de limpieza, inspección y ajuste, integrando actividades de lubricación, tareas predictivas a las máquinas, así mantenerlas en óptimas condiciones. El PMP (Plan de Mantenimiento Preventivo) es un documento que posee instrucciones que indican al personal operativo y técnico la labor de ejecutar una tarea, que puede ser modificado o actualizado cada vez que se visualice una mejora de la estandarización establecida.

2.7.1.3 Ciclo Deming o PDCA

Ciclo de Deming, también conocido como PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar). Tu explicación abarca su origen, sus fases y su importancia en la mejora continua de los procesos empresariales. A continuación, se presenta un resumen de los puntos clave, los cuales son:

Origen y Fases del Ciclo de Deming (PDCA): El ciclo de Deming, creado por William Edwards Deming, consta de cuatro fases:

- a) **Planificar (Plan):** Identificar los objetivos y procesos a mejorar, establecer un plan para lograr esos objetivos y definir las estrategias necesarias.
- b) **Hacer (Do):** Implementar el plan y llevar a cabo las acciones planificadas. Esto implica ejecutar los cambios y mejoras según lo planeado.
- c) **Verificar (Check):** Evaluar los resultados y compararlos con los objetivos establecidos en la fase de planificación. Verificar si se han logrado los resultados esperados.
- d) **Actuar (Act):** Tomar medidas basadas en los resultados verificados. Si los resultados cumplen con los objetivos, se implementan como estándar. Si no, se ajustan y se repite el ciclo.

Versatilidad del Ciclo de Deming: Aunque su origen fue en aspectos de producción, el ciclo de Deming es versátil y puede aplicarse en diversos contextos empresariales, como dirección, trabajo en equipo, marketing y ventas. Se adapta a las necesidades de la organización.

Importancia y Beneficios: La implementación correcta del ciclo de Deming permite mejorar los estándares de calidad de un proceso. Al ser un ciclo, se puede repetir tantas veces como sea necesario para seguir mejorando de manera continua. Esto asegura que la organización esté en constante evolución y mejora en todas sus áreas.

En resumen, el Ciclo de Deming (PDCA) es una metodología clave para la mejora continua en las organizaciones, ya que proporciona una estructura sistemática para la planificación, ejecución, evaluación y ajuste de los procesos, lo que conduce a una mejora constante en la calidad y eficacia de las operaciones empresariales.

Ilustración 4 - Metodología de Enfoque de Procesos en la Gestión de Instalaciones



Fuente: Proalnet

Por eso es una de las herramientas más socorridas para la búsqueda continua de la optimización de calidad. Sus elementos son retomados en algunas certificaciones de normas (la ISO 9001 y la ISO 1400, por ejemplo) de gestión de calidad.

Un aspecto importante del ciclo de Deming es que no se recomienda para quienes buscan soluciones rápidas, porque implica hacer una prueba que, quizá, deba repetirse hasta encontrar la estrategia que dará resultados.

2.7.1.4 MTTR – MTBF

MTTR son las siglas de "Mean Time To Repair" en inglés, que se traduce como "Tiempo Promedio de Reparación" en español. Se trata de una métrica utilizada para medir el tiempo promedio que lleva reparar un sistema, equipo o componente después de que se ha producido una falla.

MTBF son las siglas de "Mean Time Between Failures" en inglés, que se traduce como "Tiempo Promedio entre Fallas" en español. Se trata de una métrica utilizada para medir el tiempo promedio que transcurre entre las fallas de un sistema, equipo o componente. El MTBF es una métrica clave en la gestión de la confiabilidad y disponibilidad de sistemas.

2.7.1.5 OEE

La Eficiencia General de los Equipos (OEE por sus iniciales en inglés Overall Equipment Efficiency). es un indicador que mide la eficacia real de la maquinaria industrial, y que se utiliza como una herramienta clave dentro de la cultura de mejora continua, esto puede aplicarse a una sola máquina, una línea de producción aislada o una planta completa.

2.7.1.6 Diagrama de Pareto

En 1909 el economista y sociólogo Vilfredo Pareto publicó los resultados de sus estudios sobre la distribución de la riqueza. Pocos años de después el americano M.C. Lorenz, manejo este principio y lo diagramó, luego Juran, uno de los padres de la calidad lo llamo como "Diagrama de Pareto". Este enunciado se conoce como el de los muchos vitales y los pocos triviales o como 80-20, el cual es decir el 20% de las causales que ocasionan el 80% de los fenómenos.

2.7.1.7 Diagramas de flujo

Este tipo de diagrama proporciona información sobre todos los componentes que se necesitan para fabricar un producto o dar un servicio, es de gran utilidad para poner en evidencia los costos ocultos provocados por excesivos acarrees, retrasos, almacenajes temporales. (Julián López Peralta, 2014).

Un diagrama de flujo es un diagrama que describe un proceso, sistema o algoritmo informático.

2.7.1.8 Control de inventarios

El control de inventarios: Es un proceso que consiste en supervisar y gestionar eficientemente la cantidad y el estado de los materiales utilizados en una organización.

Las refacciones: También conocidas como repuestos o piezas de repuesto, son componentes individuales utilizados para reemplazar o reparar partes dañadas o desgastadas en un equipo, máquina o sistema. Estas piezas son importantes para mantener el funcionamiento adecuado y prolongar la vida útil de diversos dispositivos y maquinarias.

Un sistema de código de barras: es un método utilizado para identificar y rastrear productos, activos o elementos mediante el uso de un código único representado visualmente mediante barras y espacios. Algunas de las herramientas comunes utilizadas en el control y gestión de inventarios incluyen.

Clasificación ABC: Se remonta a la década de 1950 cuando fue desarrollada por H. Ford Dickey en la empresa General Electric. Permite a las empresas asignar sus recursos de manera más eficiente, enfocándose en la gestión adecuada de los artículos más importantes y evitando invertir un tiempo excesivo en los artículos menos crítico. La clasificación se divide en tres categorías: A, B y C.

Categoría A. Estos artículos son los de más valor para la empresa, por lo que requieren una particular atención. Las compañías deben cerciorarse de que estos productos estén siempre disponibles en stock y mantener un control estricto sobre sus movimientos.

Categoría B. Incluye productos de valor intermedio. Son menos relevantes que los artículos A, pero aun así representan una parte significativa del inventario y poseen un impacto moderado en los ingresos o costes.

Categoría C. Comprende los productos menos valiosos: suponen una pequeña parte del inventario y su impacto en los ingresos o costes es relativamente bajo. Las empresas pueden adoptar un enfoque más relajado con estos artículos, como reducir el nivel de stock o no realizar un seguimiento exhaustivo de sus movimientos.

El punto de Reorden: Es el nivel de inventario en el cual se debe realizar un nuevo pedido para reabastecer el stock y evitar quedarse sin existencias. El objetivo es garantizar que siempre haya suficientes repuestos disponibles para cubrir la demanda mientras se evitan problemas de escasez.

El cálculo del punto de reorden generalmente implica tres variables clave:

- Demanda durante el tiempo de entrega.
- Tiempo de entrega.
- Stock de seguridad.

La fórmula básica para calcular el punto de reorden es la siguiente:

Punto de reorden = (Demanda durante el tiempo de entrega) + Stock de seguridad.

2.7.1.9 El Sistema SAP o “Systems, Applications, Products in Data Processing”

En la actualidad muchas empresas están haciendo uso de herramientas tecnológicas para sus procesos productivos y de controles en todas las áreas como, por ejemplo: contabilidad, seguridad Industrial, recursos humanos, mantenimiento etc. Teóricamente SAP se utiliza para

reunir la información de los procesos empresariales, lo que facilita la toma de decisiones y la optimización de los recursos.

Los beneficios de SAP incluyen la mejora de la eficiencia operativa, la estandarización de procesos y la visibilidad en tiempo real de la información de los diferentes procedimientos operativos.

Sin embargo, implementar y mantener un sistema SAP puede ser costoso y complejo, ya que requiere recursos especializados y una planificación cuidadosa. Además, la modificación del sistema para satisfacer las necesidades específicas de una empresa puede llevar tiempo y esfuerzo.

En el entorno empresarial SAP se basa en los siguientes puntos:

- Integración de los procesos
- Módulos funcionales
- Base de datos centralizada
- Personalización y adaptabilidad
- Formación y soporte

2.7.1.10 Control visual

Las formas de señales visuales se mantienen en el entorno de todas las personas y tienen el propósito de enviar un mensaje para llamar la atención y crear la necesidad de hacer alguna pregunta. Las labores rutinarias están sumamente relacionadas con ruidos, olores y mensajes visuales que se comprenden e identifican con el tiempo y en el espacio, esto se utiliza para emitir un juicio si las cosas están bien o mal y que pueden influir a tomar acciones.

El control visual lleva en si una variedad de métodos depende cual sea el objetivo en la gestión del proceso así se debe de adecuar la medida o el tipo de control que mejor se acomode a las características del sistema, algunos pueden ser:

- Control visual de espacios y equipos.
- Documentación visual del puesto de trabajo
- Control visual de la producción
- Control visual de la calidad
- Gestión de indicadores.

Lo más significativo en la implementación de esta técnica en cuanto a quien se va a dirigir hay que considerar la información que tenga que ver con las 6M (Maquinaria, mano de obra, materiales, métodos, mediciones y medio ambiente). Lo que se debe buscar es encontrar los problemas de una forma simple al alcance de la vista sin llegar a la profundidad de ello de manera que se llame la atención de quien deba solucionarlos.

2.7.1.11 Modelo EFQM

El modelo EFQM consta de 9 criterios de evaluación, 5 denominados agentes (liderazgo, política y estrategia, personas, alianzas y recursos y procesos) y 4 denominados resultados (resultados en los clientes, resultados en las personas, resultados en la sociedad y resultados clave).

Los principios y los fundamentos del modelo EFQM se definen por la razón de ser del propio modelo. El modelo europeo establece que: la satisfacción del cliente, la satisfacción del personal y la aceptación social de una organización se consigue mediante:

- Liderazgo.
- Política y estrategia.
- Gestión de las personas.

- Gestión de los recursos y alianzas.
- Gestión de los procesos.

2.8 Evaluación económica y financiera

La evaluación económica y financiera es un proceso utilizado para analizar y determinar la viabilidad y rentabilidad de un proyecto, inversión o decisión empresarial. Esta evaluación se basa en el análisis de los aspectos económicos y financieros relacionados con la iniciativa en cuestión. Herramientas y métodos para evaluar la viabilidad económica y financiera de la propuesta de mejora.

El análisis de costos-beneficios: B/C (también conocido como índice neto de rentabilidad o índice de rentabilidad), es una herramienta utilizada para evaluar y comparar los costos y los beneficios de un proyecto, una inversión o una decisión. El objetivo principal del análisis de costos-beneficios es determinar si los beneficios obtenidos de una acción justifican los costos incurridos para llevarla a cabo. En este análisis, se identifican y cuantifican todos los costos asociados con la acción o proyecto en cuestión, tanto los costos directos como los costos indirectos. Estos pueden incluir el costo de adquisición de recursos, el costo de mano de obra, los costos operativos, los costos de mantenimiento, entre otros. Una vez que se han determinado los costos y beneficios, se realiza una comparación para determinar si los beneficios superan los costos. Esto puede hacerse de varias maneras, como calculando la relación costo-beneficio (dividiendo los beneficios totales entre los costos totales).

La fórmula básica del análisis de costo-beneficio se obtiene al dividir el Valor Actual de los Ingresos Totales Netos (VAN) o beneficios netos entre el Valor Actual de los Costos de inversión (VAC) o costos totales.

B/C = Valor Presente de los Beneficios Netos / Valor Presente de los Costos Netos

Para calcular el valor presente de los beneficios y los costos netos, se utilizan técnicas de valoración financiera que consideran el flujo de ingresos y egresos a lo largo del tiempo.

Estas técnicas suelen emplear el concepto de valor actual, que descuenta los flujos de efectivo futuros al valor presente, teniendo en cuenta la tasa de descuento.

Retorno de la Inversión (ROI): Se remonta a varias décadas atrás y ha sido utilizado como una métrica financiera fundamental para evaluar la rentabilidad de inversiones y proyectos. El concepto de ROI se originó en el ámbito financiero y empresarial. Aunque no existe un consenso sobre su origen exacto.

A lo largo del tiempo, el concepto de ROI ha evolucionado y se han desarrollado diferentes enfoques y variantes. Se han incorporado conceptos como el flujo de efectivo, el costo de capital y el valor temporal del dinero para realizar cálculos más precisos y completos del ROI. Adopción en diversas industrias y sectores.

Como calcular el Retorno de la Inversión (ROI): ROI (Return on Investment) es una métrica que permite evaluar la rentabilidad de una inversión en términos porcentuales. Se calcula dividiendo el beneficio neto obtenido por la inversión inicial y multiplicándolo por 100. La fórmula del ROI es la siguiente: **ROI = (Beneficio Neto / Inversión Inicial) x 100**

Un ROI positivo indica que la inversión generó ganancias, mientras que un ROI negativo indica pérdidas. El ROI es una medida relativa que permite comparar diferentes inversiones y determinar cuál es más rentable.

CAPÍTULO III - Metodología de Investigación

3.1 Marco metodológico de investigación.

El tipo de investigación será descriptiva de tipo cualitativa y cuantitativa enfocada en un proceso operativo y aspectos de costos, el cual tendrá una propuesta y un método de integración documental e investigativa para evaluar el comportamiento de las flotas e identificar así las áreas de oportunidad para mejorar y optimizar las actividades, apoyándose en la realización de levantamientos, estudios y distribución adecuada según consideraciones que la propuesta ofrezca.

3.1.1 Enfoque Cuantitativo.

En esta etapa, se recopilarán datos numéricos y cuantificables para analizar la efectividad de la propuesta de mejora. Esto incluirá datos financieros, indicadores de rendimiento, tasas de fallos, entre otros.

Para la recolección de datos se utilizarán las siguientes técnicas:

- a. Registro y análisis de costos de refacciones y lubricantes antes y después de la implementación del TPM.
- b. Mediciones de indicadores de mantenimiento como tiempo medio entre fallos (MTBF) y tiempo medio de reparación (MTTR).
- c. Recopilación de datos sobre la utilización de recursos y tiempos de inactividad de la flota.
- d. Encuestas o cuestionarios estructurados a personal involucrado en el mantenimiento para evaluar la percepción del impacto del TPM.

3.1.2 Enfoque Cualitativa

Este enfoque tiene como objetivo caracterizar a la población estudiada y trata de evaluar y presentar de forma descripta las conductas humanas en su entorno sin explicar el porqué de ellas, esto permite entender y evaluar la situación actual de la empresa Zeta Gas y a su vez como se aplicará el tema TPM en esta y en el proceso a ser aplicado.

Para la recolección de los datos se considera los siguientes puntos:

- Realización de visitas y diagnóstico por medio de la observación.
- Buscar información verbal por medio de entrevistas para determinar el conocimiento de los involucrados en el proceso a ser investigado.
- Aplicación de encuestas para consultar a los colaboradores y personas que se considere son parte esencial del proceso investigado.

3.1.3 Análisis de información

La utilización de diferentes herramientas en el área de ingeniería industrial nos ayudará a realizar un planteamiento con una mayor probabilidad de mejoras, estas herramientas pueden ser. Diagrama de recorrido el cual analizará las principales actividades del proceso a ser analizado, Pareto de causas, el cual permitirá identificar los problemas principales, entre otras herramientas. Check list de las condiciones y las evaluaciones de actividades de Mantenimiento actuales que se aplican a las flotas, sin olvidar la utilización y aplicación de herramientas que permita evaluar y diagnosticar a la empresa para identificar los aspectos a mejorar en materia de repuestos y lubricantes.

3.2 Universo y muestra.

3.2.1 Universo.

La investigación será llevada a cabo en la empresa Zeta Gas de El Salvador cuya ubicación geográfica se encuentra detallada en un apartado anterior de este documento, la cual están directamente vinculada con colaboradores de mantenimiento, logística, área de bodega el cual consta de 192 colaboradores.

3.2.2 Muestras.

Se ha considerado la población o universo de la empresa Zeta Gas la cual es de 108 motoristas flota secundaria, 72 motoristas flota primaria, 10 mecánicos y 2 bodegueros de almacén de materiales, Para el caso en estudio se tomará todas las áreas relacionadas a la realización del mantenimiento en la flota primaria y secundaria, las áreas consideradas son áreas de mantenimiento de flota primaria y secundaria, logística (motoristas de flota primaria y secundaria) y bodega de materiales, para el caso de las áreas de mantenimientos y área de bodega de materiales se tomaran el 100% de los colaboradores para la encuesta, y para el caso del área logística (motoristas de flota primaria y secundaria) se tomara una muestra por medio del uso de la formula finita donde los únicos valores a calcular serán los 108 motoristas de flota secundaria más los 72 motoristas de flota primaria posterior mente se encuentra el desarrollo.

Los grupos mencionados anteriormente se consideraron, para los datos a utilizar en la fórmula finita, esta se utiliza debido a que se tiene un numero alto de personas que están dentro de nuestro asunto de investigación.

Aplicación de la formula finita:

$$n = \frac{N z^2 pq}{(N - 1) E^2 + z^2 pq}$$

$$n_0 = \frac{(180) (1.96)^2 (0.5) (0.5)}{(180-1) (0.05)^2 + (1.96)^2 (0.5) (0.5)}$$

$$n_0 = 123$$

En el que:
 N: Población
 z: Nivel de confianza 95%
 p: Probabilidad a favor 50%
 q: Probabilidad en contra 50%
 E: Margen de error 5%

Los datos insertados en la formula finita fueron tomados de la suma de los motoristas de flota primaria y secundaria por la cantidad de personas que actualmente son; en este caso 180.

Realizarlo de esta manera nos permitió ser más eficientes en la recopilación de información por medio de la encuesta. Para el caso de los mecánicos que son 10 personas y bodegueros 2 se decidió realizarlo en su totalidad es por ello no va reflejado en la formula finita.

- Motoristas de flota primaria **108**
- Motoristas de flota secundaria **72**
- Mecánicos **10**
- Bodegueros **2**

Total: 182

Según el resultado de fórmula, la muestra es 123.

3.3 Diseño del instrumento de recolección de información

La metodología que ayudará en obtener o recolectar información para esta investigación será por medio de una encuesta y entrevista a nivel interno, con el fin de buscar las variables claves y los parámetros más indicativos sobre cada pilar del TPM.

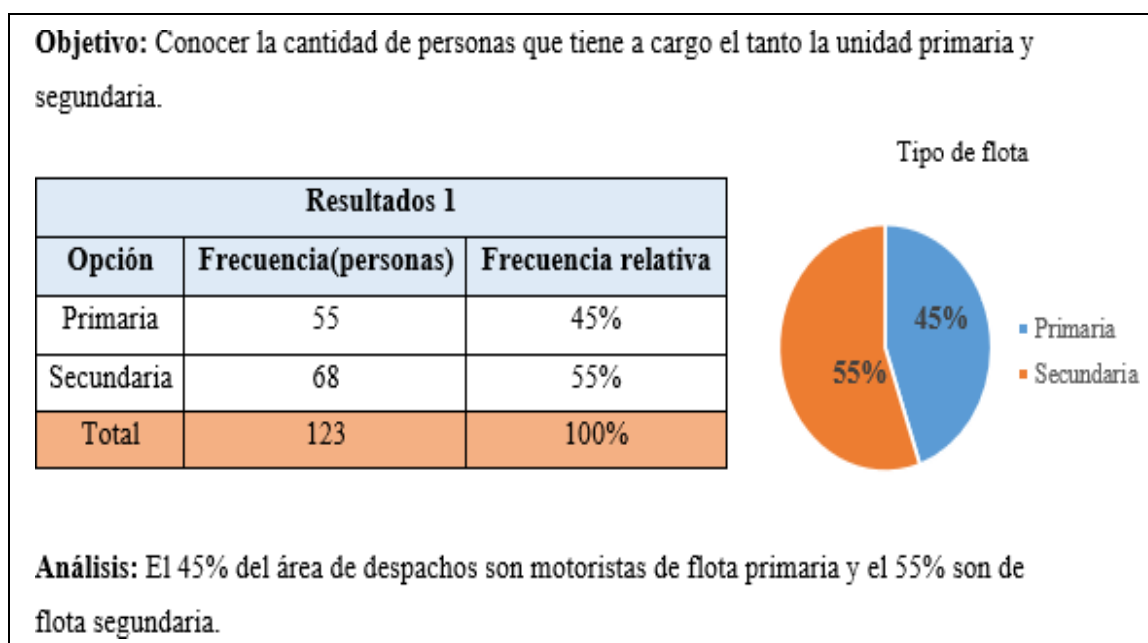
Para la realización de este análisis se tuvo que realizar por medio de reuniones presenciales con el gerente de operaciones, con el fin de integrar opiniones y lograr a su vez hacer lluvia de ideas que determinen un enfoque técnico de cada pilar del TPM.

3.5 Análisis de encuesta a motoristas de flota primaria y secundaria.

A Continuación, se presentan los resultados de la encuesta realizada al área de logística de despacho. En esta oportunidad se realizaron 14 preguntas a los motoristas como forma de monitoreo y obtención de datos.

1. ¿Tipo de unidades tiene a su cargo?

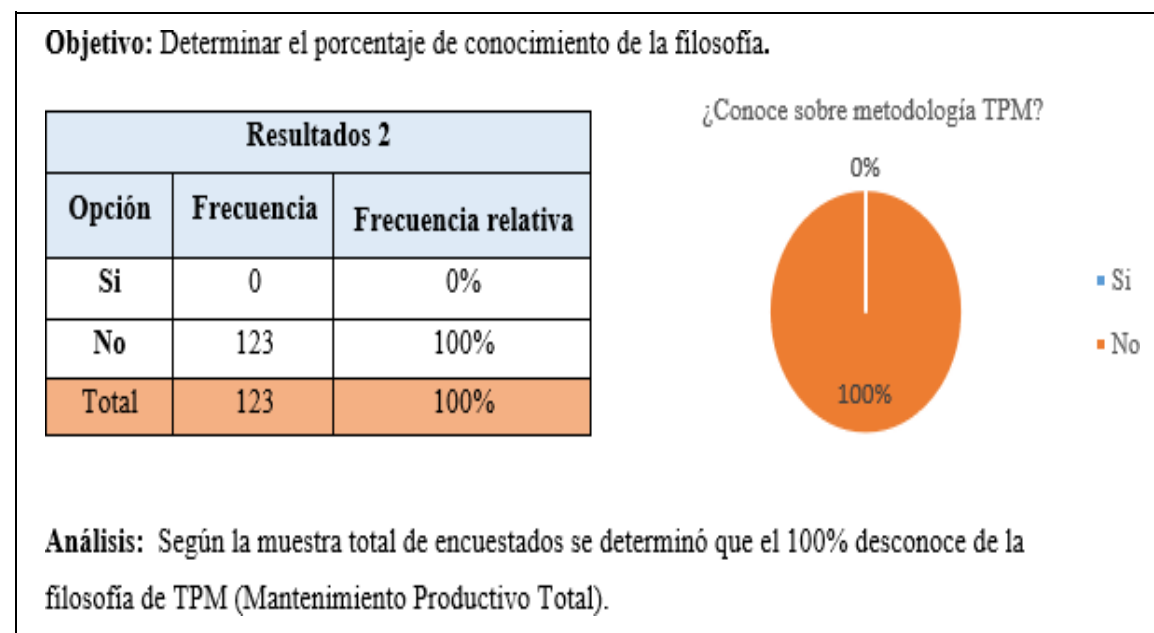
Ilustración 5 - Resultado de Encuesta. Pregunta 1



Nota: Pregunta enfocada a los motoristas.

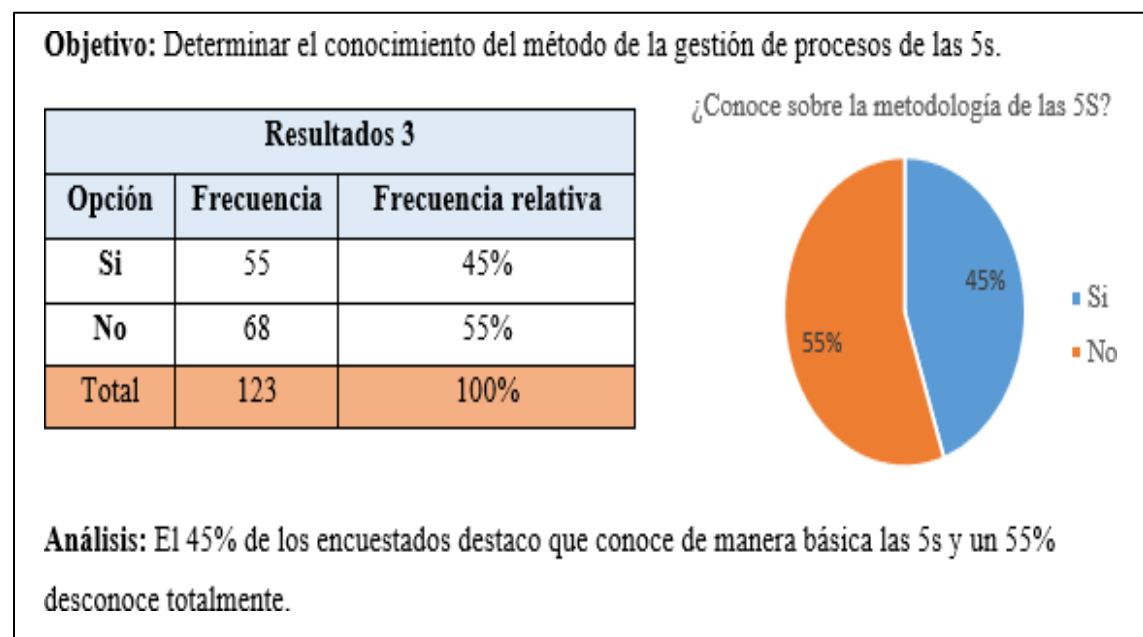
2. ¿Conoce sobre metodología TPM?

Ilustración 6 - Resultado de Encuesta. Pregunta 2



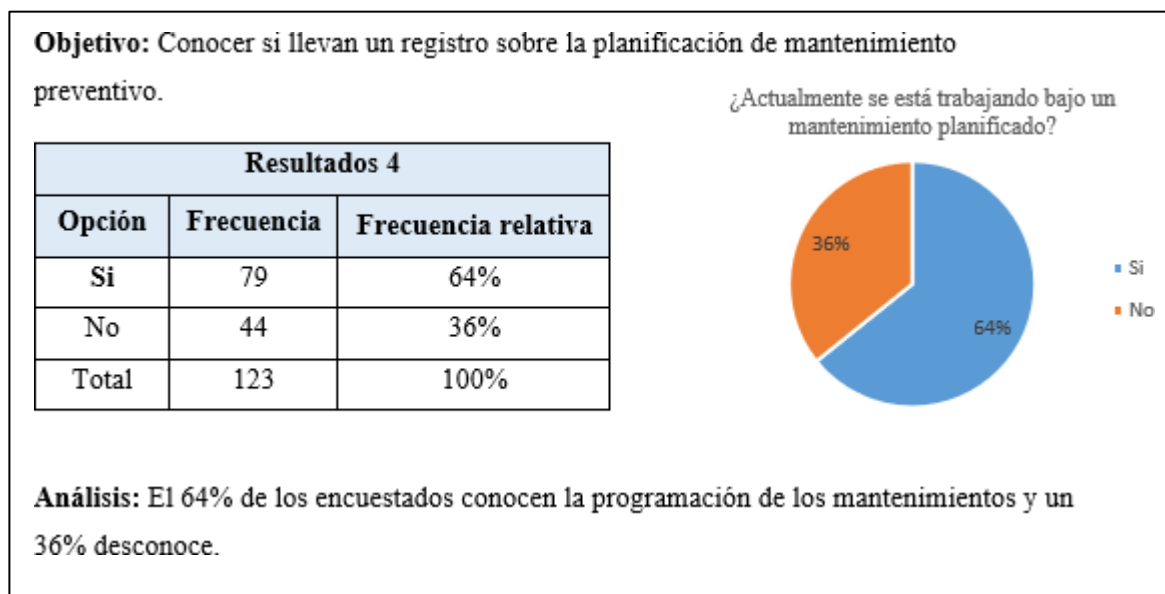
3. ¿Conoce sobre la metodología de las 5S?

Ilustración 7 - Resultado de Encuesta. Pregunta 3



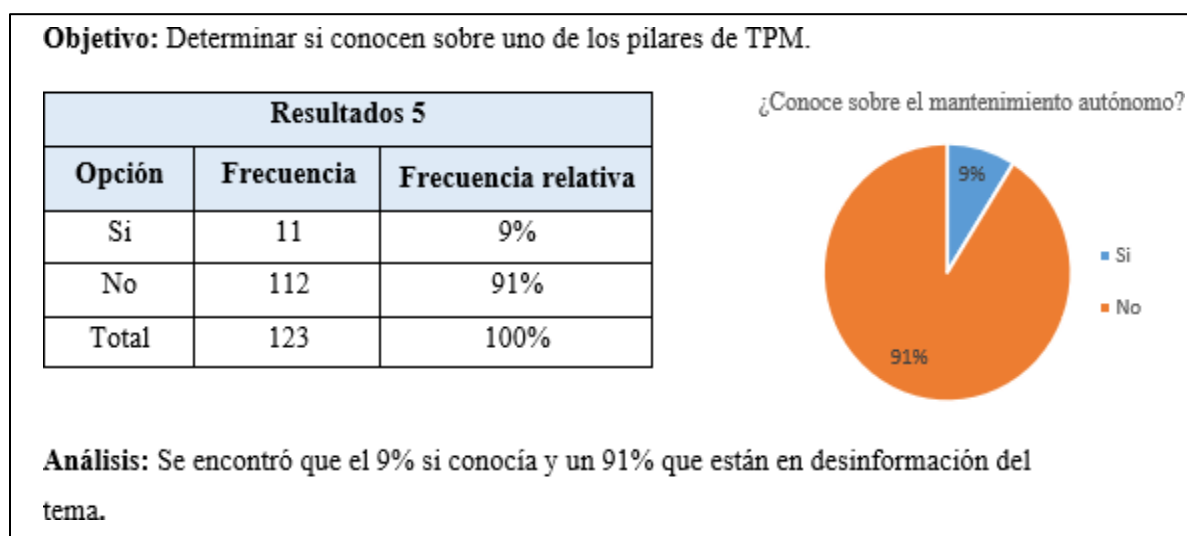
4. ¿Actualmente se está trabajando bajo un mantenimiento planificado?

Ilustración 8 - Resultado de Encuesta. Pregunta 4



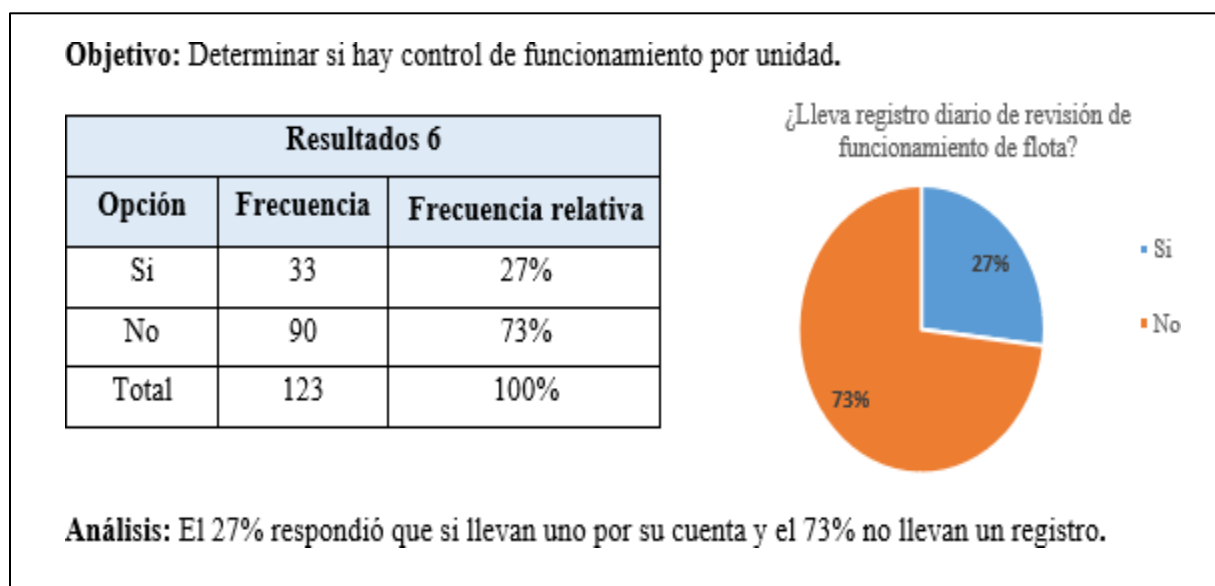
5. ¿Conoce sobre el mantenimiento autónomo?

Ilustración 9 - Resultado de Encuesta. Pregunta 5



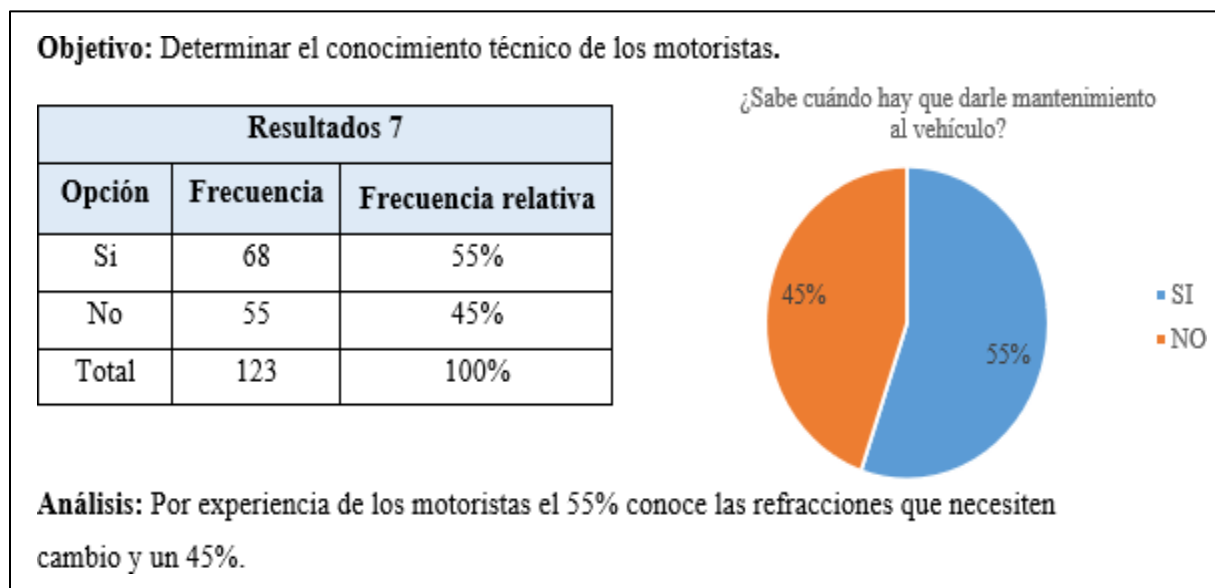
6. ¿Lleva registro diario de revisión de funcionamiento de flota?

Ilustración 10 - Resultado de Encuesta. Pregunta 6



7. Además de los cambios de aceite y filtro ¿sabe cuándo hay que darle mantenimiento al vehículo?

Ilustración 11 - Resultados de Encuesta. Pregunta 7

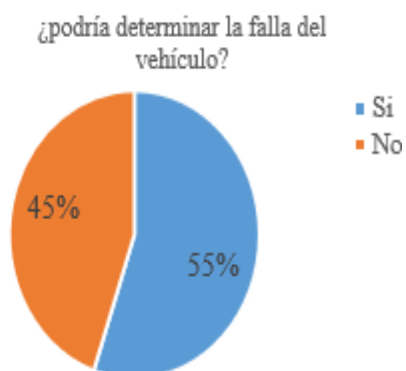


8. Al momento que ocurre una falla ¿podría determinar la falla del vehículo?

Ilustración 12 - Resultados de Encuesta. Pregunta 8

Objetivo: Determinar si tiene conocimiento técnico para informar sobre la falla presentada.

Resultados 8		
Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Si	68	55%
No	55	45%
Total	123	100%



Análisis El 55% respondió que sí y un 45% Desconoce del porqué de las fallas.

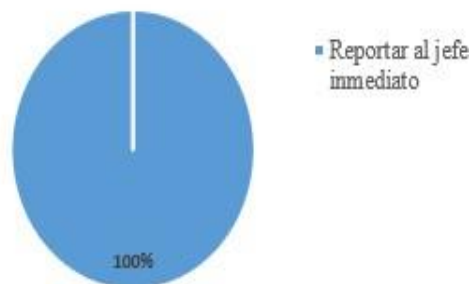
9. ¿Qué hace al momento de detectar una falla? Detalle.

Ilustración 13 - Resultados de Encuesta. Pregunta 8

Objetivo: Conocer sobre los niveles de mando.

Resultados 9		
Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Reportar al jefe inmediato	123	100%
Total	123	100%

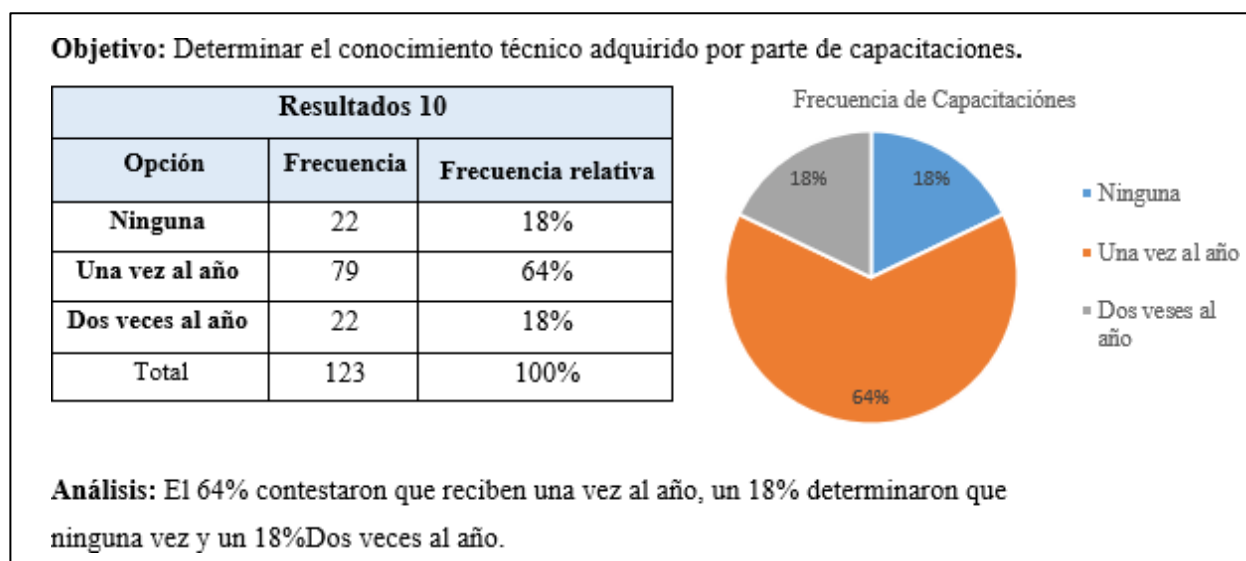
¿Qué hace al momento de detectar una falla?



Análisis: Se determinó que el 100% de todos los colaboradores están claros que si detectan una falla mecánica deben parar la unidad y reportar para su respectivo manteamiento correctivo.

10. ¿Qué tan frecuente recibe capacitaciones o técnicas sobre actividades básicas de mantenimiento en las flotas?

Ilustración 14 - Resultados de Encuesta. Pregunta 10



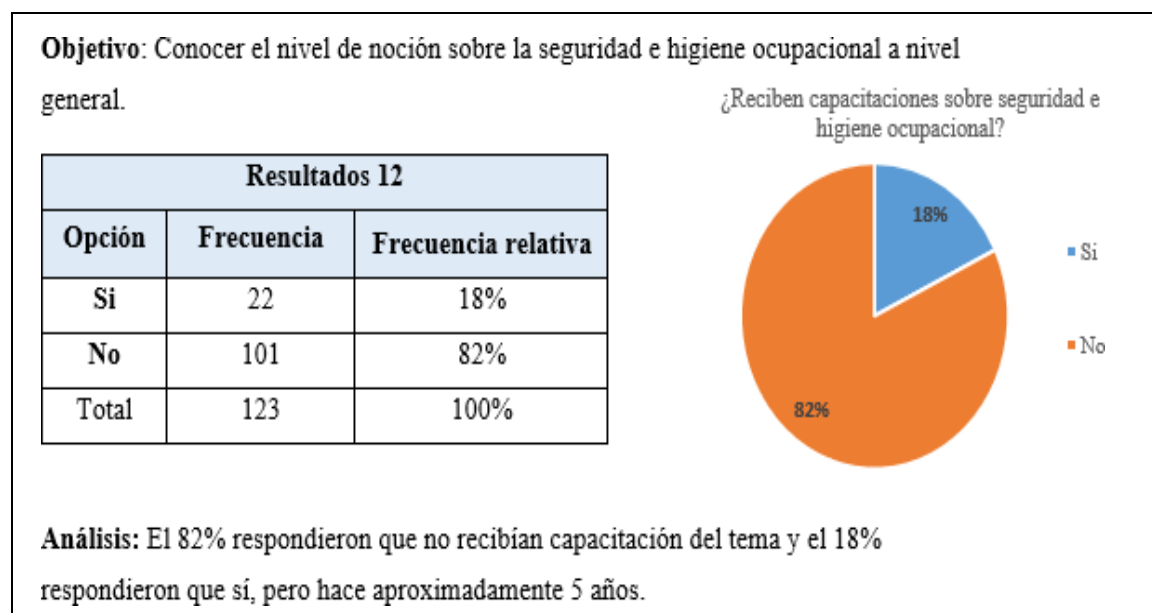
11. ¿Cuáles son las fallas más frecuentes en la unidad asignada? Detalle.

Tabla 2 - Resultados de Encuesta. Pregunta 11

¿Cuáles son las fallas más frecuentes en la unidad asignada? Detalle.
Resultados 11
Sistema de frenos
Caja de velocidades
Calentamiento en el motor
Bufas
Sincronizados en las bufas
Problemas de dirección
Sistema eléctrico
Fallas en dirección
Consumo de agua.
Fallas en el sincronizador de caja de velocidades
Hojas de resorte
Baleros
Amortiguadores
Rodamientos
Fallas en cajas de velocidades
Freno de motor

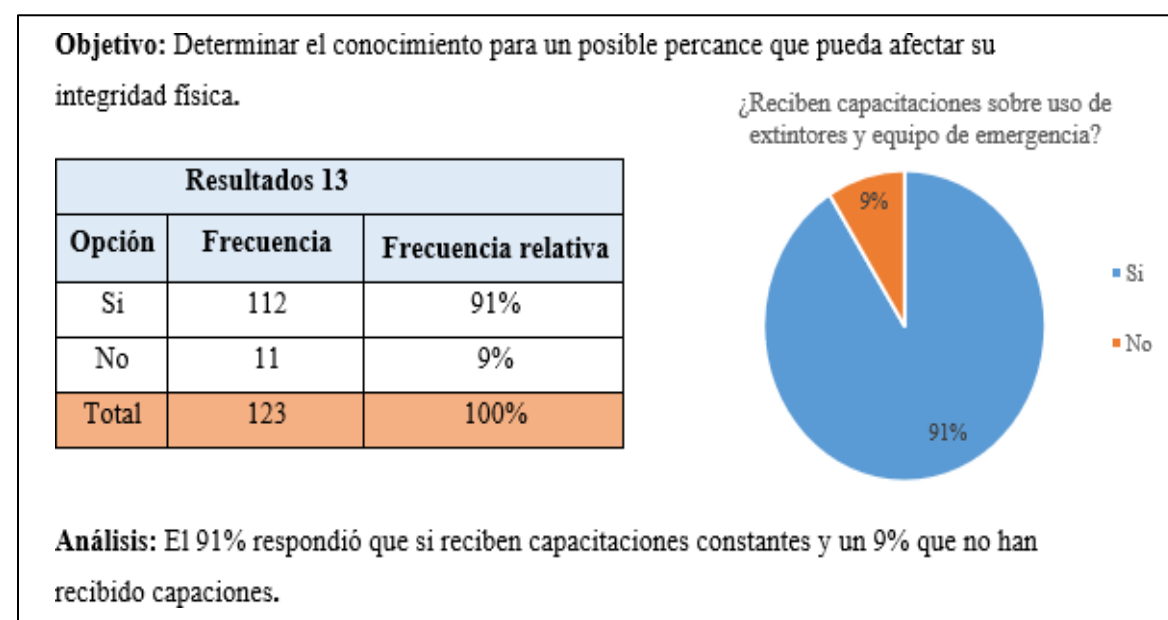
12. ¿Reciben capacitaciones sobre seguridad e higiene ocupacional?

Ilustración 15 - Resultados de Encuesta. Pregunta 12



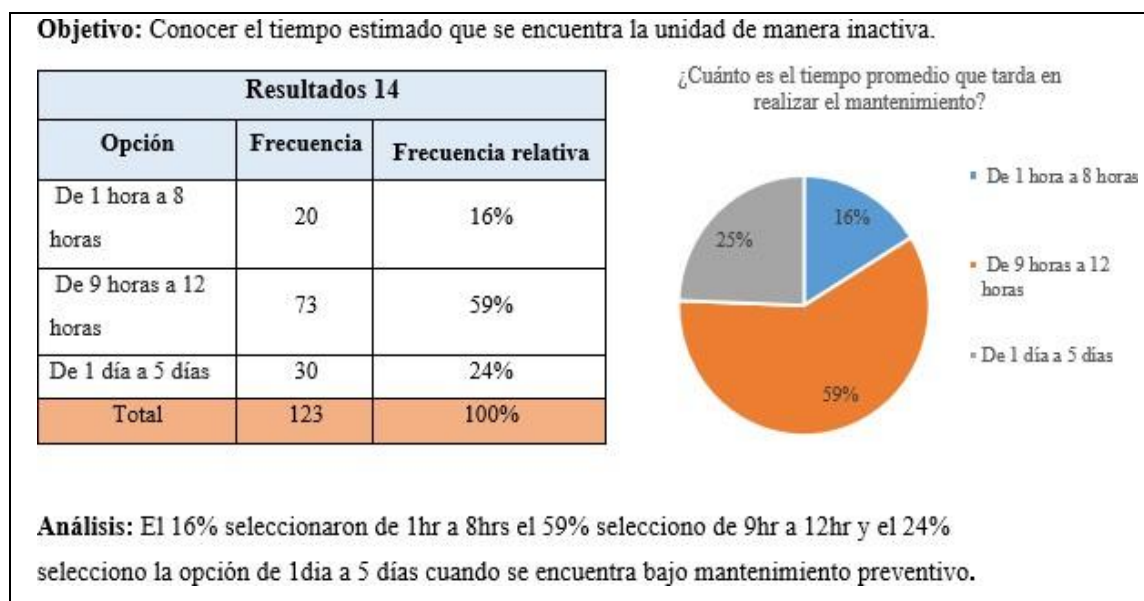
13. ¿Reciben capacitaciones sobre uso de extintores y equipo de emergencia?

Ilustración 16 - Resultados de Encuesta. Pregunta 13



14. Cuando se realiza mantenimiento a su unidad asignada ¿Cuánto es el tiempo promedio que tarda en realizar el mantenimiento?

Ilustración 17 - Resultados de Encuesta. Pregunta 14



3.5.1 Análisis de encuesta en área de mantenimiento (mecánicos)

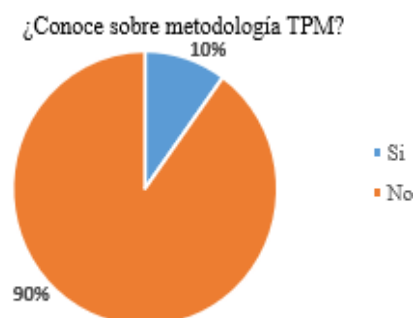
A continuación, se los resultados obtenidos de la encuesta dirigida al área de mantenimiento las cuales fueron 10 colaboradores.

1. ¿Conoce sobre metodología TPM?

Ilustración 18 - Resultados de Encuesta. Pregunta 1

Objetivo: Determinar la cantidad de mecánicos que conocen la herramienta TPM.

Resultados 1		
Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Si	1	10%
No	9	90%
Total	10	100%



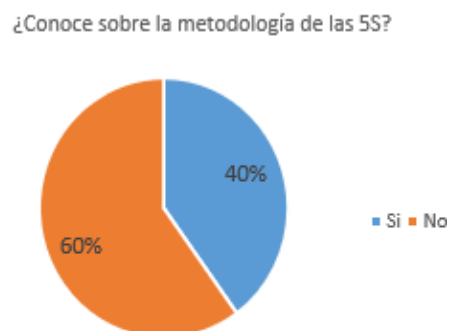
Análisis: Solo un 10% conoce sobre la metodología TPM y un 90% desconoce la filosofía.

2. ¿Conoce sobre la metodología de las 5S?

Ilustración 19 - Resultados de Encuesta. Pregunta 2

Objetivo: Determinar el conocimiento de las metodologías 5s.

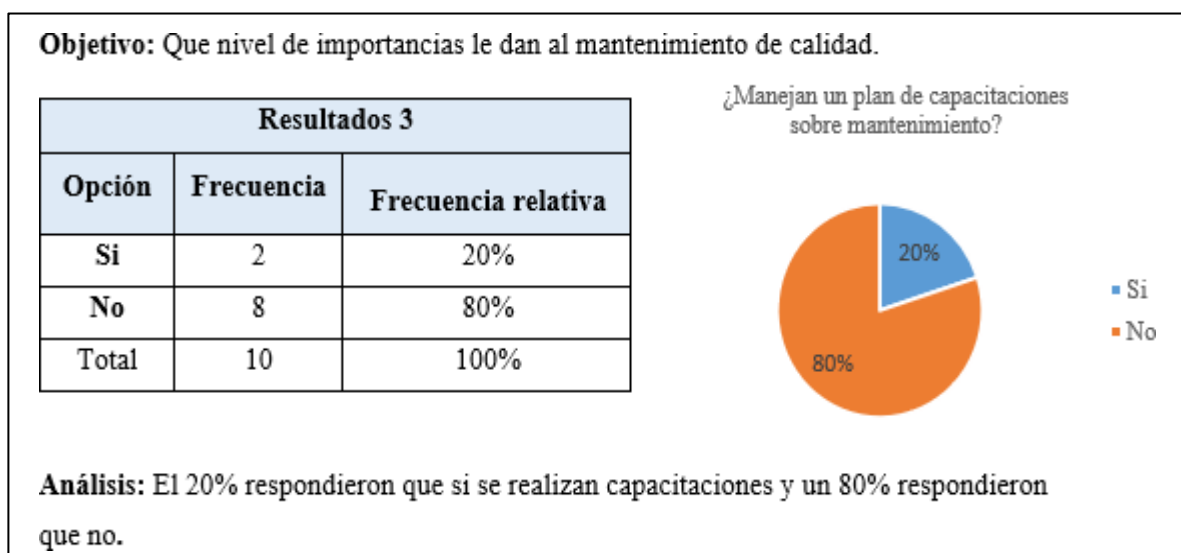
Resultados 2		
Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Si	4	40%
No	6	60%
Total	10	100%



Análisis: El 40% de los entrevistados si conocía la 5s y un 60% no estaba al tanto de esta herramienta.

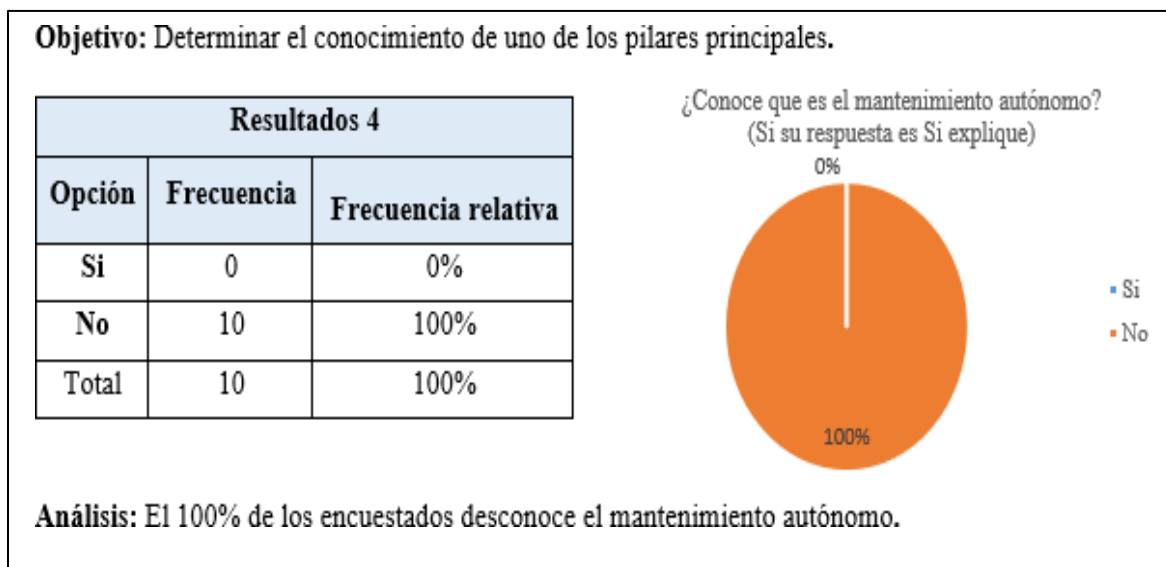
3. ¿Manejan un plan de capacitaciones sobre mantenimiento?

Ilustración 20 - Resultados de Encuesta. Pregunta 3



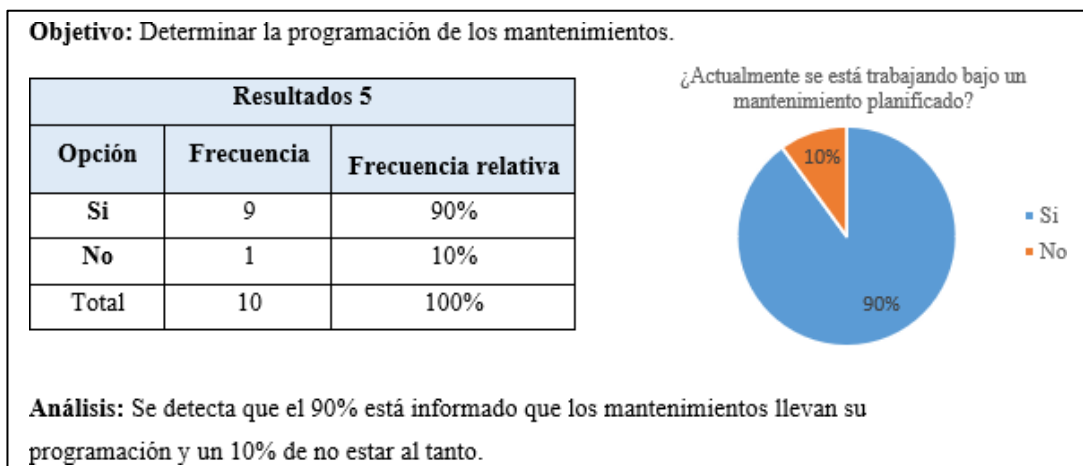
4. ¿Conoce que es el mantenimiento autónomo? (Si su respuesta es Si explique)

Ilustración 21 - Resultados de Encuesta. Pregunta 4



5. ¿Actualmente se está trabajando bajo un mantenimiento planificado?

Ilustración 22 - Resultados de Encuesta. Pregunta 5



6. ¿Cuáles son las fallas más frecuentes en la flota primaria?

Tabla 3 - Resultados de Encuesta. Pregunta 6

Resultados 6
Fallas frecuentes flota Primaria
Ejes traseros
Freno de motor
Llantas
Calentamiento de motor
Fallas en las cajas de velocidades
Problemas de suspensión
Problemas en las bufas
Dirección
Fallas en el sincronizador de velocidades
Problemas en el sistema de frenos
Amortiguadores
Hojas de resorte

7. ¿cuáles son las fallas más frecuentes en la flota secundaria?

Tabla 4- Resultados de Encuesta. Pregunta 7

Resultados 7
Fallas frecuentes flota Secundaria
Ejes traseros
Freno de motor
Llantas
Calentamiento de motor
Fallas en las cajas de velocidades
Problemas de suspensión
Problemas en las bufas
Dirección
Fallas en el sincronizador de velocidades
Problemas en el sistema de frenos
Amortiguadores

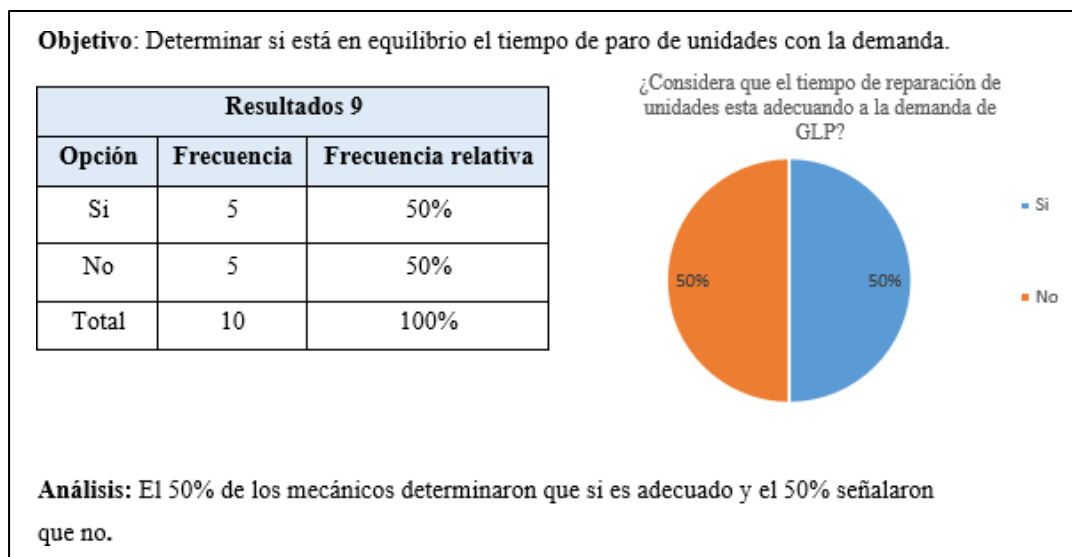
8. ¿Cuáles son las refacciones más utilizadas?

Tabla 5 - Resultados de Encuesta. Pregunta 7

Resultados 7
Refacciones más utilizadas
Hojas de resorte
Zapatillas
Baterías
Grasas
Aceite
Filtros
Llantas
Aceites
Pastilla de frenos
Refrigerantes
Aceites para caja y motor
Pernos de nivel general
Soportes del chasis
Hojas de resorte

9. ¿Considera que el tiempo de reparación de unidades está adecuando a la demanda de GLP?

Ilustración 23 - Resultados de Encuesta. Pregunta 9



10.

¿Cuánto es el tiempo promedio que ha esperado en recibir una refacción o repuesto cuando esta no se encuentra en almacén? detalle.

Tabla 6 - Resultados de Encuesta. Pregunta 10

Resultados 10	
Compra local	Importación de Guatemala
10 días	6 meses
20 días	5 meses
25 días	2 meses
10 días	1 mes
2 días	
1 día	

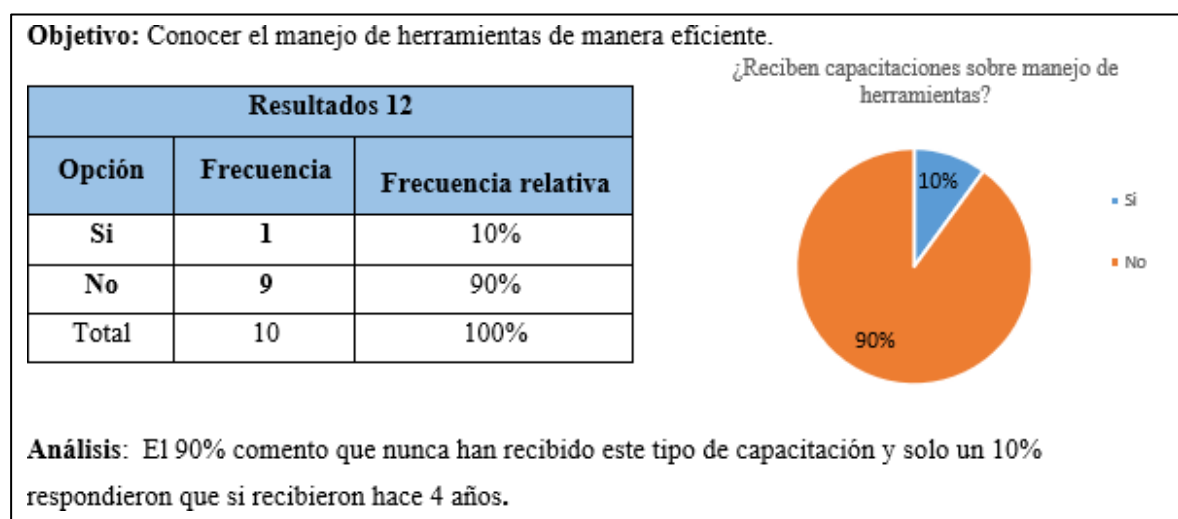
11. ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrenta empresa Zeta Gas en el mantenimiento de flotas? Explique.

Tabla 7 - Resultados de Encuesta. Pregunta 11

Resultados 11
Aumentar la confiabilidad del mantenimiento
Acortar los tiempos en el mantenimiento
Que la implementación de la filosofía sea un gran beneficio para el área del mantenimiento
Aumentar la calidad de la mano de obra por medio de futuras capacitaciones dirigidas a mejorar la filosofía actual
Que se mejoren las condiciones del área de mantenimiento
Que la implementación sea adoptada por los colaboradores del área de mantenimiento
Disminuir los tiempos en las actividades de mantenimiento
Realizar mantenimiento de calidad.
Mejorar los tiempos en los mantenimientos
Desafío que los colaboradores de mantenimiento se adapten a los desafíos del TPM

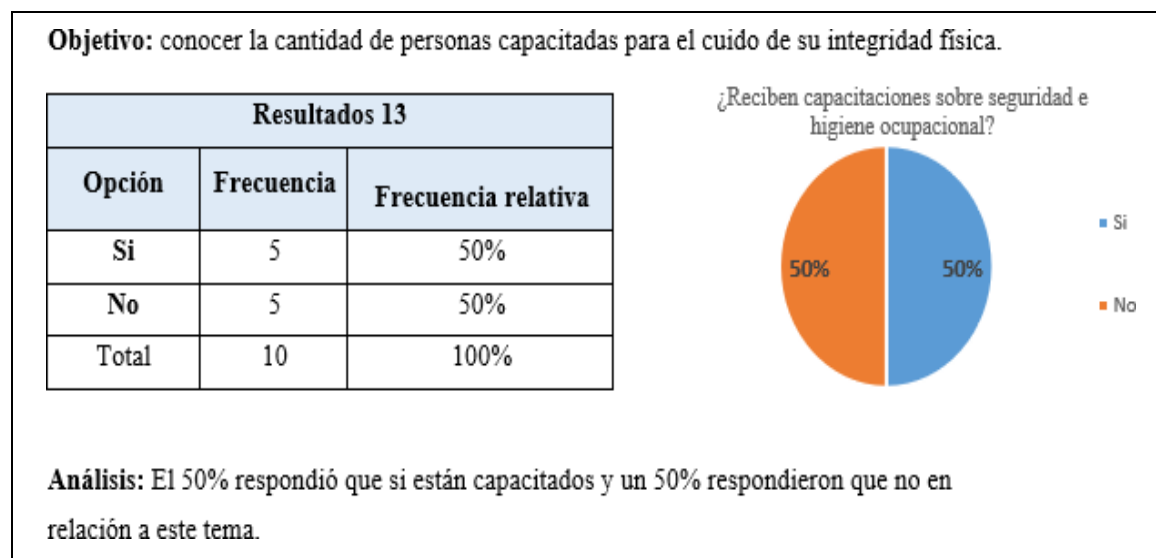
12. ¿Reciben capacitaciones sobre manejo de herramientas?

Ilustración 24 - Resultados de Encuesta. Pregunta 12



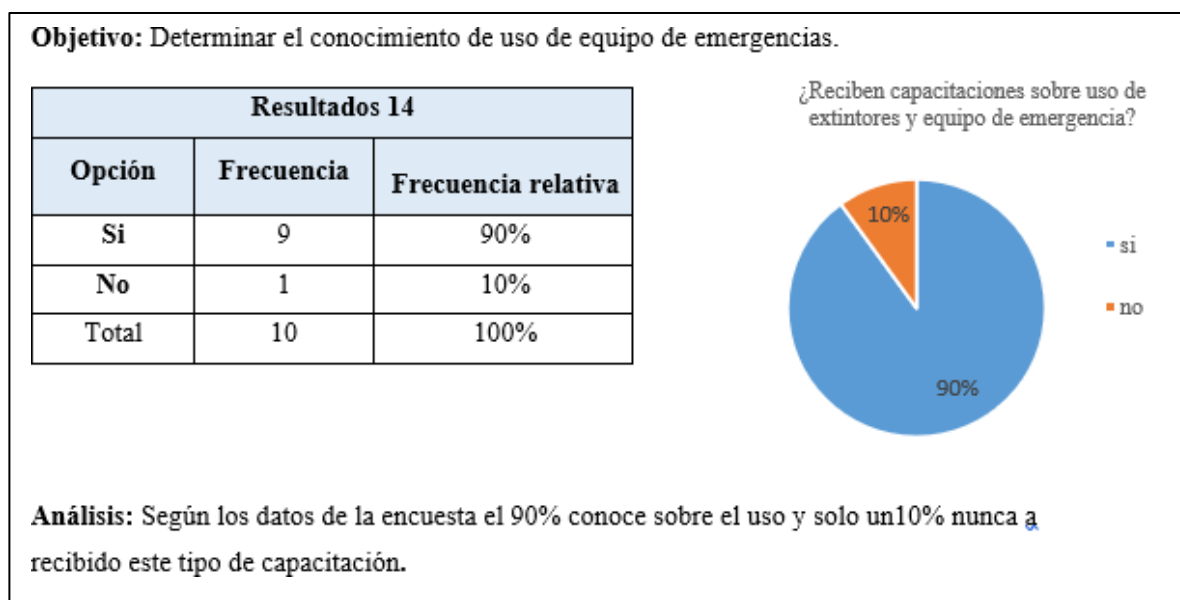
13. ¿Reciben capacitaciones sobre seguridad e higiene ocupacional?

Ilustración 25 - Resultados de Encuesta. Pregunta 13



14. ¿Reciben capacitaciones sobre uso de extintores y equipo de emergencia?

Ilustración 26 - Resultados de Encuesta. Pregunta 14

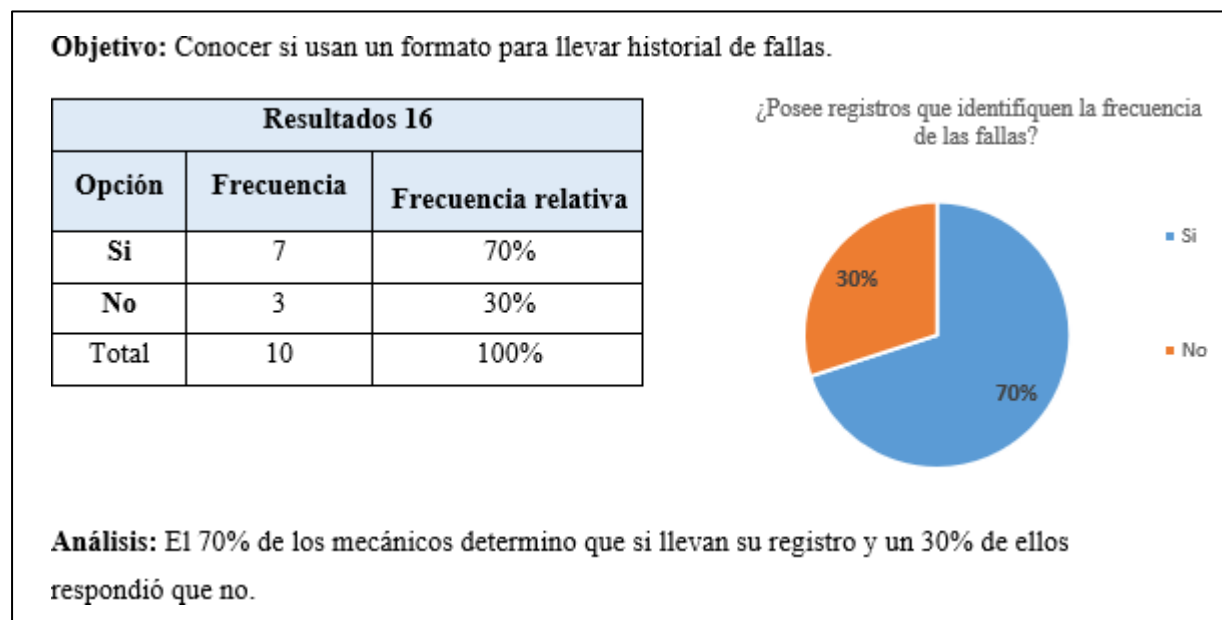


15. ¿Qué técnicas usa para analizar fallas presentadas en las flotas?

Tabla 8 - Resultados de Encuesta. Pregunta 15

Resultados 15
La experiencia propia
Causa raíz por medio de fallas históricas
Experiencia en mantenimiento
Análisis por medio de herramientas

16. ¿Posee registros que identifiquen la frecuencia de las fallas?

Ilustración 27 - Resultados de Encuesta. Pregunta 16

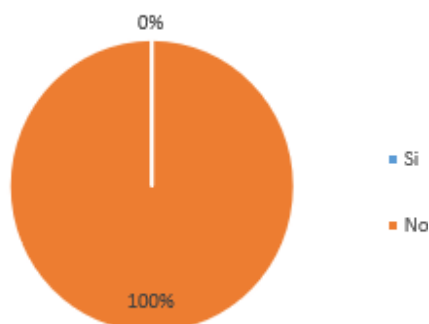
17. ¿Usan indicadores de resultados de manteniendo?

Ilustración 28 - Resultados de Encuesta. Pregunta 17

Objetivo: Conocer si llevan las secuencias de actividades durante el mantenimiento.

Resultados 17		
Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Si	0	0%
No	10	100%
Total	10	100%

¿Usan indicadores de resultados de manteniendo?



Análisis: El 100% respondió que no llevan registros.

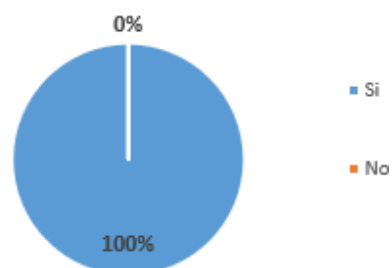
18. ¿Considera que se debe implementar la metodología de TPM con el fin de aumentar la eficiencia en las operaciones de mantenimiento?

Ilustración 29 - Resultados de Encuesta. Pregunta 18

Objetivo: conocer la aceptación de la filosofía de TPM.

Resultados 18		
Opción	Frecuencia	Frecuencia relativa
Si	10	100%
No	0	0%
Total	10	100%

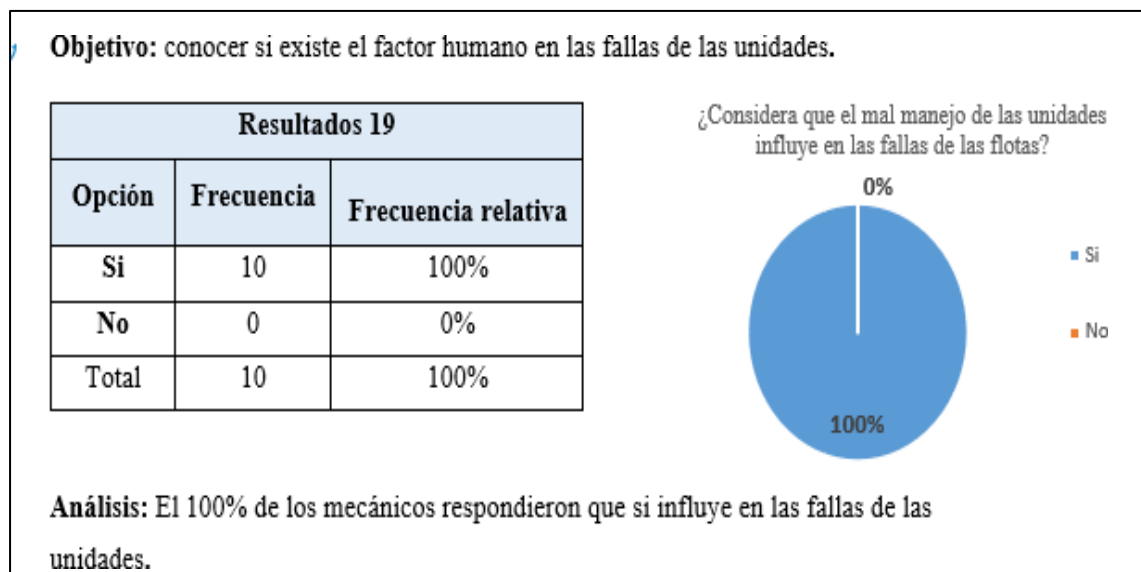
¿Considera que se debe implementar la metodología de TPM?



Análisis: El 100% de los encuestados determino que es factible la implementación y mejorar a nivel general.

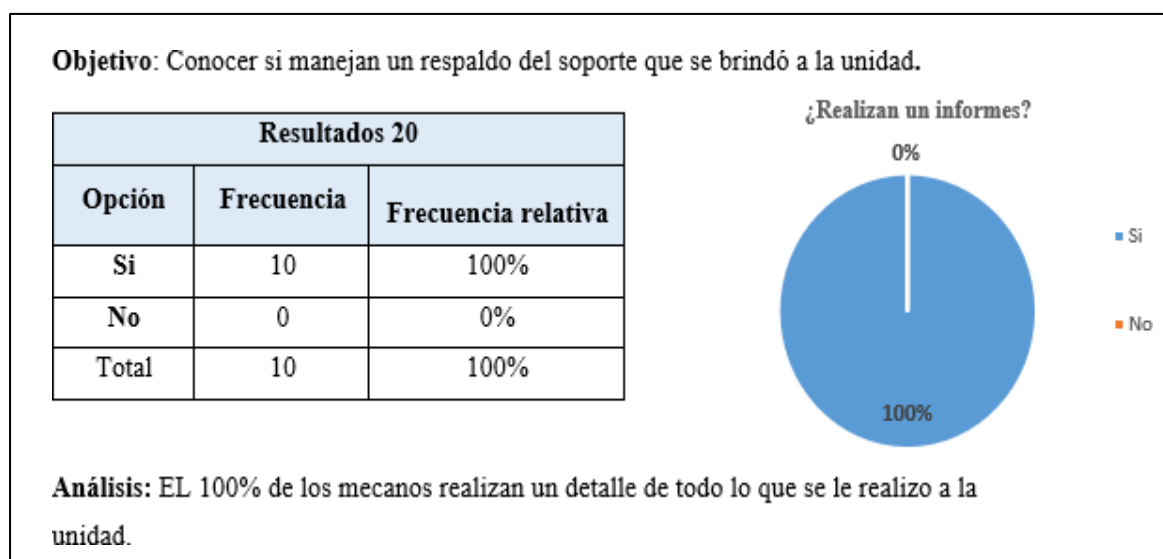
19. ¿Considera que el mal manejo de las unidades influye en las fallas de las flotas?

Ilustración 30 - Resultados de Encuesta. Pregunta 19



20. ¿Realizan un informe de cómo se entrega la unidad después de un mantenimiento tanto preventivo como correctivo?

Ilustración 31 - Resultados de Encuesta. Pregunta 20



21. ¿Cuántos es el kilometraje que debe alcanzar un vehículo de las flotas para ser programada para un mantenimiento preventivo?

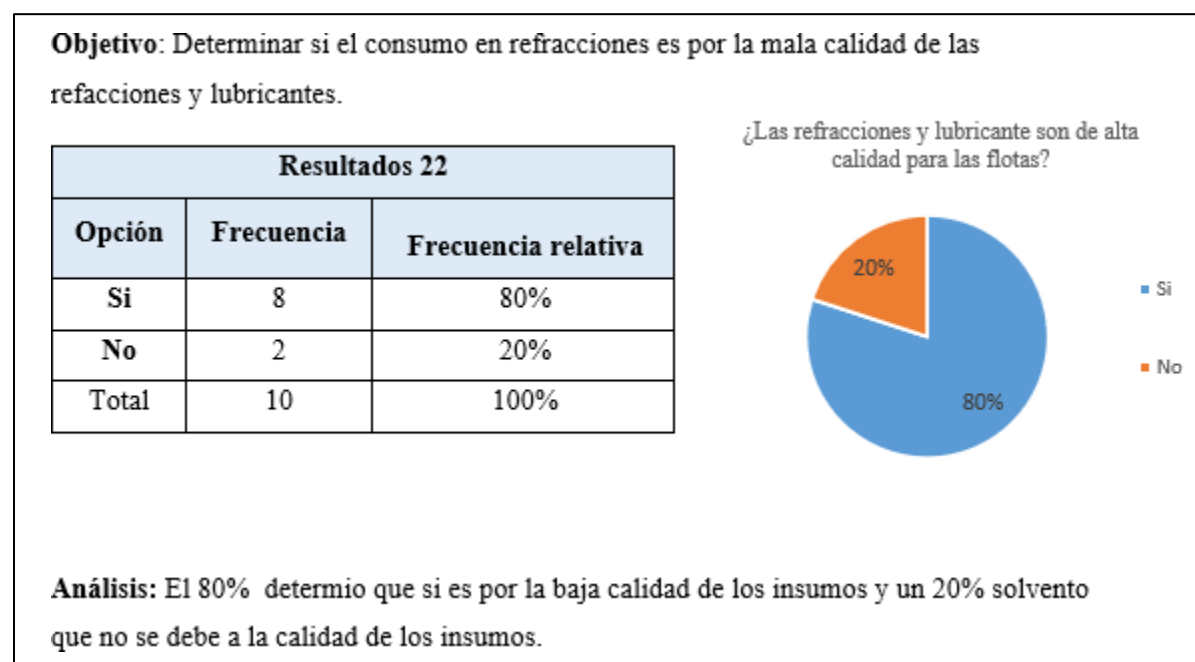
Objetivo: Conocer cuál es el kilometraje actual que se toma en cuenta para programar inventario.

Tabla 9- Resultados de Encuesta. Pregunta 21

Resultados 21
5 mil

22. ¿Las refracciones y lubricantes adquiridas para diferentes actividades de mantenimiento son de alta calidad para las flotas?

Ilustración 32 - Resultados de Encuesta. Pregunta 22



4.5.2 Análisis de encuesta a área de bodega de materiales

Encuesta dirigida al area de bodega para la recopilacion de informacion de los dos colaboradores encargados.

1. ¿Cada cuánto tiempo realizan inventarios de materiales?

Tabla 10 - Resultados de Encuesta. Pregunta 1

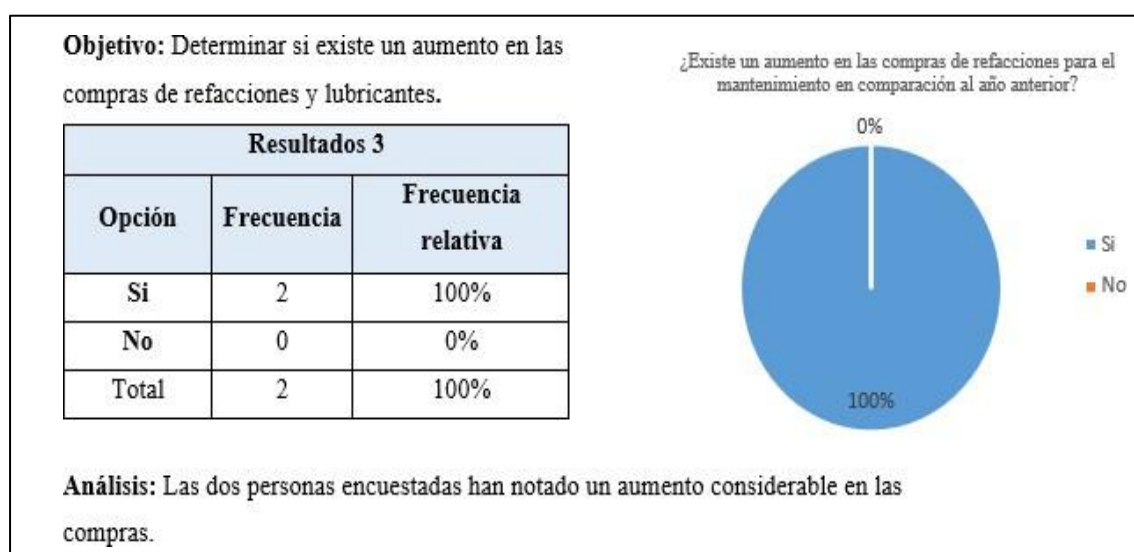
Resultados 1
Una vez al mes

2. ¿Qué herramientas digitales utilizan para tener un control de los materiales en el almacén?

Cardex, Excel

3. ¿Existe un aumento en las compras de refacciones para el mantenimiento en comparación al año anterior?

Ilustración 33 - Resultados de Encuesta. Pregunta 3



4. ¿Cuánto tiempo se toman los encargados en aprobar el desembolso para realizar la compra cuando esta es local o cuando es una importación de otro país?

Un mes aproximadamente

5. ¿De qué países han importado refacciones?

Tabla 11 - Resultados de Encuesta. Pregunta 5

Resultados 5
Guatemala
China

6. ¿Cuántos es el tiempo en días que ha esperado en recibir una refacción o repuesto cuando esta no se encuentra en almacén?

Tabla 12 - Resultados de Encuesta. Pregunta 6

Resultados 6
45 días cuando se pide a Guatemala
65 días cuando se pide a China
Para preventivo 15 días
Correctivo mismo día

7. ¿Cuáles son las refacciones más utilizadas frecuentes en la flota primaria?

Tabla 13 - Resultados de Encuesta. Pregunta 7

Resultados 7
Llantas
Rodamientos
Hojas de resorte
Amortiguadores
Baterías
Filtros
Frenos

8. ¿Cuáles son las refacciones más utilizadas frecuentes en la flota secundaria?

Tabla 14 - Resultados de Encuesta. Pregunta 8

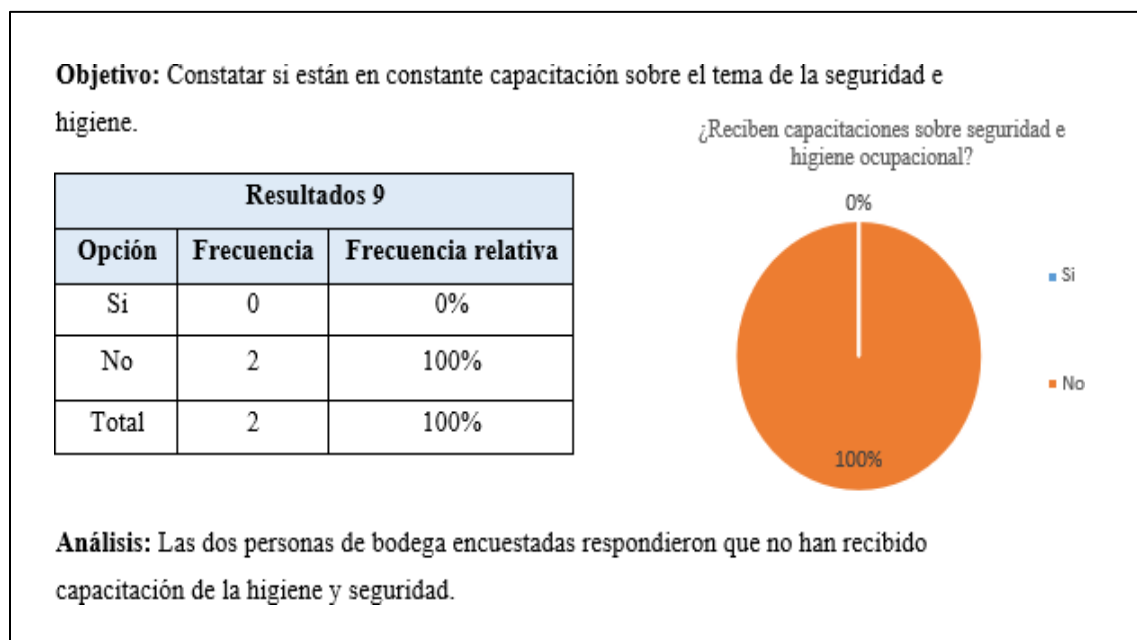
Resultados 8

Llantas
Zapatos
Pastillas
Baterías
Filtros
Lubricantes
Aceite para motor marca ENI

9. ¿Reciben capacitaciones sobre seguridad e higiene ocupacional?

Ilustración 34 - Resultados de Encuesta.

Pregunta 9



3.6 Reporte de Entrevista

Lugar y fecha: sábado 12 de agosto 2023

Introducción: Se realizó entrevista al personal de empresa Zeta Gas de El Salvador para conocer la situación actual.

Nombre del entrevistado: Jorge Omar García Sánchez

Ilustración 35 - Entrevista a Colaboradores de Zeta Gas De El Salvador

Nota: Entrevista realizada para conocer el estado actual en las diferentes áreas que abarca nuestra investigación (Mantenimiento, Logística, Motoristas y Bodega de almacén de Refacciones Y lubricantes)

Motivo de la entrevista. Entrevista realizada al gerente general de la logística de despacho para la recopilación de datos de la investigación.

Nombre del entrevistador.

- Cesar Gonzalo Juarez Argumedo
- Ronald Ivan Gonzalez Masin

Desarrollo: La entrevista se desarrolló bajo criterios de recopilación de información los cuales se utilizarán como sustentación al proyecto de investigación, en su inicio se detalla al entrevistado de que trataba la entrevista, además se le solicita información la más apegada a la realidad.

Entrevistador: Se realiza la pregunta de forma clara y concisa para que el receptor ordene sus respuestas y obtener información de valor para el proyecto.

Entrevistado: Según conocimiento del entorno del entrevistado, responde las preguntas que se han realizado secuencialmente una de otra.

1) ¿Cuáles son los principales beneficios del mantenimiento preventivo?

Respuesta: Principalmente los beneficios del mantenimiento es que nos da un aseguramiento de la disponibilidad de las unidades, además realizando un mantenimiento preventivo de calidad se aumenta la vida útil de las unidades y disminuye el costo de las refacciones y lubricantes de transporte tanto primaria y secundaria.

2) ¿Qué es el mantenimiento predictivo?

Respuesta: Dentro de nuestra área de mantenimiento no contamos con la tecnología y herramientas que nos permita anticipar fallas en las unidades es por ello por lo que siempre tenemos varias unidades que llegan al mantenimiento correctivo esto como resultado económico se ve afectado en los aumentos de refacciones.

3) ¿Cuál es la diferencia entre mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo?

Respuesta: Actualmente llevamos un control de los mantenimientos programados que es a los 5,000 km en este caso sería el preventivo.

Y el correctivo es el que inesperadamente una unidad presenta una falla al punto de parar la unidad y realizarse una asistencia mecánica.

4) ¿Cómo gestionarías el inventario de repuestos en un departamento de mantenimiento?

Respuesta: Principalmente mantener el orden y estándar por cup de las refacciones, así se tendrá una trazabilidad de existencias se podrá medir los consumos mensuales y establecer mínimos de existencia y un máximo para disminuir los costos de inventario.

5) ¿Qué herramientas o equipos se utilizan comúnmente en el mantenimiento industrial?

Respuesta: Juegos de llaves de todas las medidas, destornillador, cubos, gato hidráulico, compresores, niveles de presión y lubricantes, equipo de soldadura, reguladores de apreté.

6) ¿Realizan capacitaciones al personal?

Repuesta: Actualmente la empresa está realizando de una a dos capacitaciones por año con relación al tema de seguridad y salud en los lugares de trabajo y uso de manejo de extintores.

7) ¿Considera la implementación de la metodología del TPM?

Respuesta: La empresa se está evidenciando en un retroceso hacia la disponibilidad de las unidades por la falta de información de la filosofía TPM al punto de un desconocimiento casi general en los colaboradores de todas las áreas de la empresa, desde mi perspectiva estoy totalmente en disposición de mejorar tanto personal como laboralmente bajo la filosofía TPM.

Conclusión: Una vez la entrevista llega a su final se le indica al entrevistado que sus respuestas son de carácter anónimo y solo se utilizarán como tabulación de datos que como fin tendrán una propuesta de solución, y como cierre se agradece por el tiempo que brindo en la realización de la entrevista.

3.7 Aplicación de MTTR – MTBF

3.8 MTBF, Tiempo medio entre falla

El tiempo medio entre fallos (MTBF) representa el tiempo esperado entre dos fallos para un sistema reparable. En pocas palabras, el MTBF predice el tiempo que un equipo funciona sin interrupciones. El MTBF es uno de los KPI de mantenimiento más eficaces para analizar la fiabilidad de los activos y prever su rendimiento futuro

Para determinar el tiempo medio entre fallas de las 180 unidades que conforman la flota primaria y secundaria, se tomaron las horas de trabajo del funcionamiento mensual de 204 horas de cada unidad de lunes a viernes.

Entonces

204 horas x 180 unidades = 36,720 horas.

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo Total de Funcionamiento}}{\textit{Número de Fallos}}$$

$$MTBF = \frac{36,720 \text{ horas}}{30 \text{ fallas}} = 1,224 \text{ horas}$$

$$MTBF = \frac{1,124 \text{ horas}}{24 \text{ horas}} = 51 \text{ días}$$

Nota: El MTBF indica que el promedio en que ocurre una falla en una unidad de las 180 que conforman la flota primaria y secundaria de empresa Zeta gas de El Salvador es cada 1,224 horas es decir 51 días.

3.8. 1 MTTR, Tiempo medio de reparación

El tiempo medio de reparación (MTTR) mide la capacidad de mantenimiento de las máquinas y componentes reparables. Calcula el tiempo medio para reparar un activo averiado, incluyendo el tiempo que se tarda en probar y diagnosticar.

Para determinar el tiempo medio de reparación, se recopilamos datos por medio de visitas, encuestas y entrevistas directamente al personal involucrado en las áreas de la investigación, recopilando los datos en minutos de 20 unidades reparadas en el mes de septiembre.

Tabla 15 - Dato de Tiempo en Reparación de Unidades Mes de Septiembre.

Vehículo	Tiempo de reparación en min	Vehículo	Tiempo de reparación en min	Vehículo	Tiempo de reparación en min
10010	651	721879	474	106610	655
94928	550	92367	558	110150	490
823231	556	478091	578	119215	670
627885	450	89385	605	856427	710
352905	480	87540	550	94274	670
818751	420	84125	490	117897	560
818759	450	98567	560	117515	430
VIN-2468	600	87540	610	105649	602
818758	660	71904	580	105650	555
819364	516	90292	640	108701	680
Total de minutos de las 30 reparaciones					17,000

Nota: Fuente Zeta Gas de El Salvador.

$$MTTR = \frac{\text{Suma de Tiempo de Reparación}}{\text{Número de Fallos}}$$

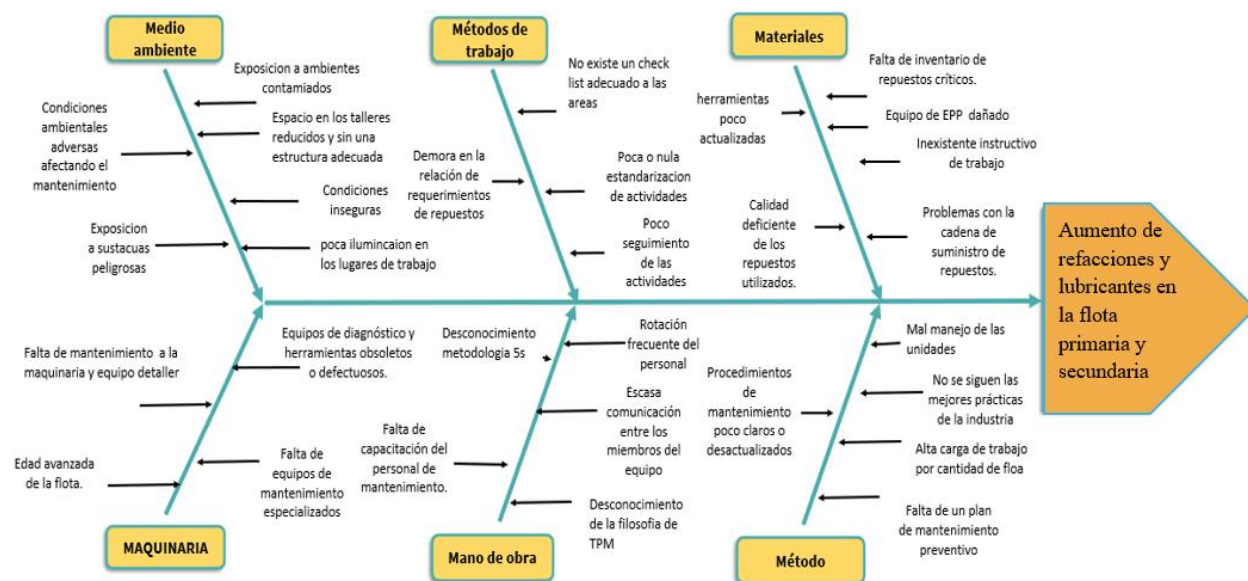
$$MTTR = \frac{17,000 \text{ minutos}}{30 \text{ Fallas}} = 557 \text{ minutos}$$

Nota: El MTTR, tiempo medio de reparación en las 30 fallas mensuales del mes de septiembre es de 557 minutos es decir 9 horas con 28 minutos.

3.8. 2 Diagrama Ishikawa⁵ de los procesos

Para consolidar e identificar los problemas relacionados al tema, se realiza el diagrama Ishikawa, como resultado a de las técnicas de recolección de información, donde se evalúa las condiciones actuales respecto a los altos costos de refacciones y lubricantes, en este se podrá evaluar también el nivel de eficiencia de la situación actual de los procesos de forma general en la calidad del mantenimiento.

Ilustración 36 Diagrama Ishikawa del Nivel de Eficiencia de la Situación Actual de los Procesos de Forma Genera



⁵ creador, el Dr. Kaoru Ishikawa, 1943)

CAPÍTULO IV - Diagnostico de la empresa Zeta Gas de El Salvador

4.1 Antecedentes generales de la empresa

Grupo Zeta Gas es una empresa de origen mexicano fundada en 1946, que opera en Guatemala desde 1976, convirtiéndose en uno de los mayores inversores a nivel nacional. La empresa Zeta Gas El Salvador, ubicada en el cantón Sitio del Niño en San Juan Opico, La Libertad. Zeta Gas El Salvador también cuenta con su planta ya que la actividad de la empresa no es solo vender cilindros de gas, sino también el envasado del gas, más la distribución mayorista.

4.2 Análisis del entorno de la empresa

Zeta Gas líder en la distribución de Gas Licuado de Petróleo (GLP), con la mayor participación del mercado nacional y con operaciones en diversos países de Latinoamérica, Cuenta con más de 80 empresas en los 9 países en los que opera: México, España, Belice, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Perú y próximamente España.

El logo azul con una Z como se muestra en la figura y la inconfundible bocina que identificaba a los distribuidores de la marca han logrado gran aceptación del consumidor. Pero aún hay retos para incrementar el uso doméstico del gas propano. Zeta Gas cuenta con cilindros que brindan diferentes servicios. Reciben mantenimiento periódico, verificación que tenga peso exacto, brindando seguridad y calidad a los clientes.

Ilustración 37 - Logo Empresa Zeta Gas de El Salvador



Fuente: Página de la Facebook oficial de la empresa Zeta Gas de El Salvador.

4.3 Grupo Zeta Gas ofrece los siguientes tipos de servicio

- Residencial
- Industrial
- Gas auto

4.4 Filosofía empresarial

En Zeta Gas, busca impactar y mejorar la calidad de vida de las comunidades donde operan, siendo una de las prioridades la responsabilidad social empresarial que han adquirido con las familias salvadoreñas y el medio ambiente.

4.4.1 Misión, visión y valores

Misión

Ser líderes en nuestros productos y servicios, principalmente en la comercialización del GLP, mediante la satisfacción y seguridad de nuestros clientes.

Visión

Ser la empresa número uno en el sector energético, diferenciándonos por nuestro liderazgo y calidad en el servicio, potenciada por el talento de nuestro gran equipo de colaboradores.

Valores

En Grupo Zeta Gas encaminamos nuestras acciones y de nuestro personal con base a los siguientes valores.

- Honradez.
- Disciplina
- Responsabilidad
- Lealtad
- Excelencia

4.5 Principales clientes

- Kimberly Clark, Ltda.
- Productos alimenticios diana, S.A DE C.V
- Opp film de el salvador, S.A DE C.V
- Grupo cmi
- Pettenati lda
- Pollo campero de el salvador, S.A DE CV
- Don pollo, S.A De C.V
- Energía el búfalo S.A De C.V
- Restaurante el trébol
- Plantas ornamentales S.A. DE C.V.
- Cerámica del pacifico
- Intercolor, S.A. DE C.V.

4.6 Proveedores de refacciones y lubricantes

- | | |
|------------------|---------------|
| • RENOSA | • CEMCOL |
| • LUBRISAL | • SUMISAL |
| • MOTORED | • ECONOPARTS |
| • DLC | • CHANA |
| • VIDRI | INTERNATIONAL |
| • CLUTCH EXPRESS | • CANAHUATI |

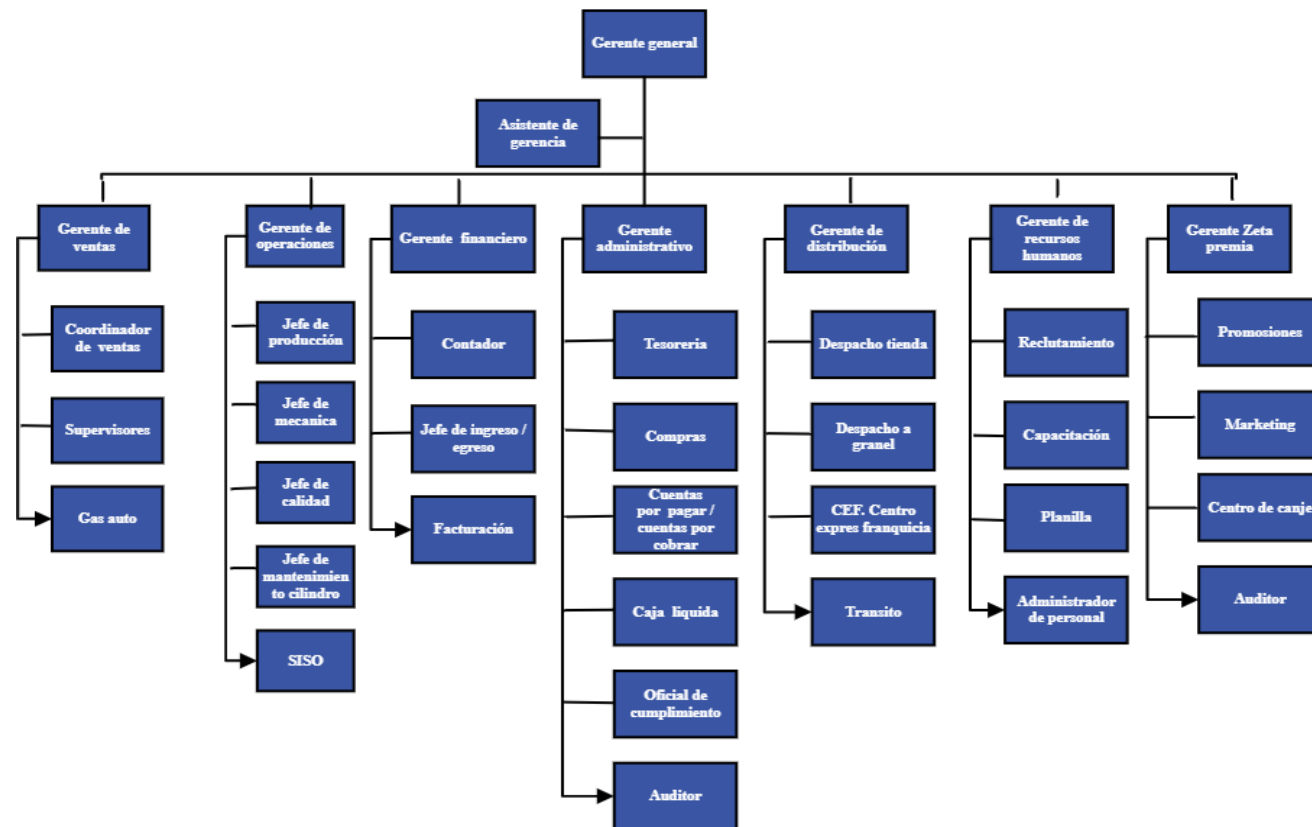
4.7 Competidores

- TROPIGAS S.A DE C.V
- GRUPO TOMZA S.A DE C.V
- UNIGAS S.A DE C.V

4.8 Organigrama

A continuación, se presenta el organigrama actual en Empresa Zeta Gas de El Salvador

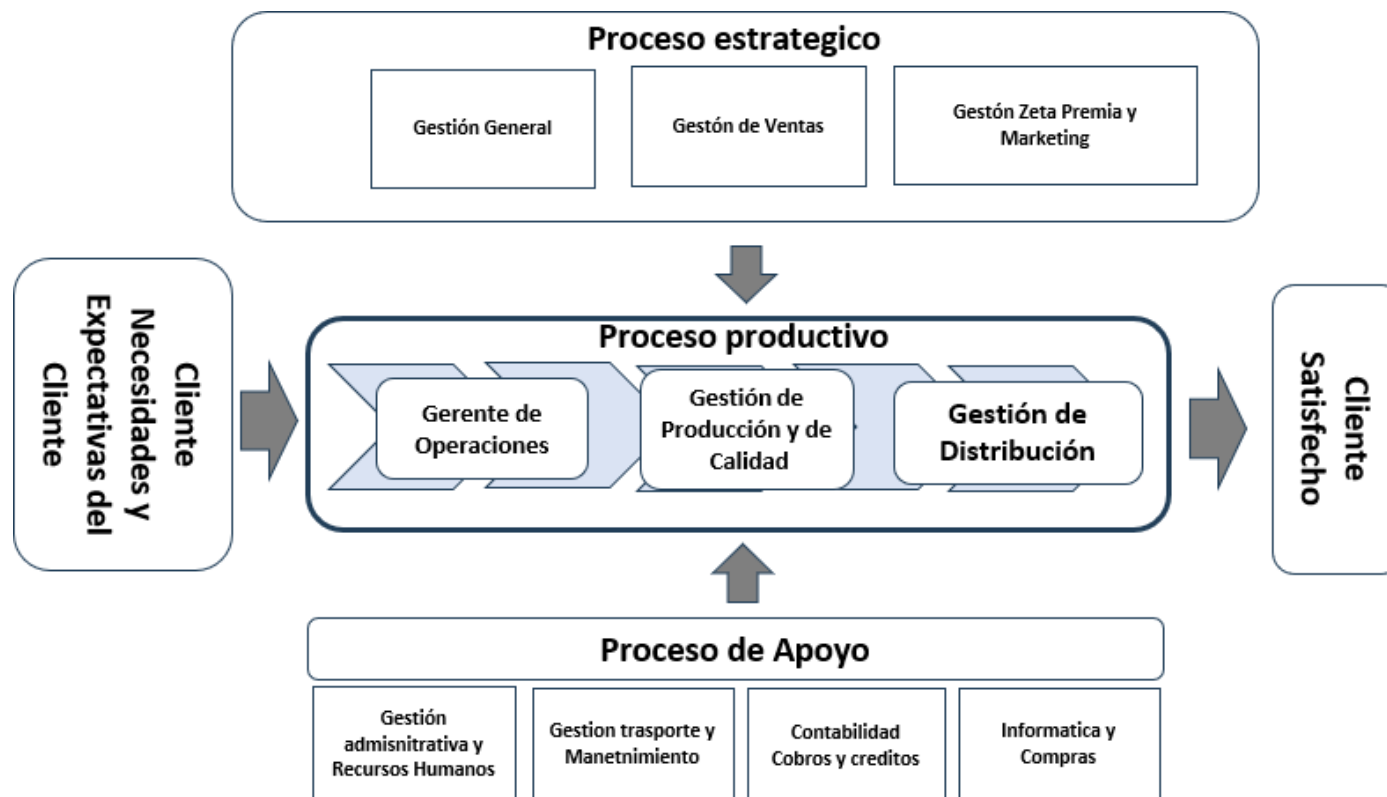
Ilustración 38 - Organigrama General Empresa Zeta Gas de El Salvador.



Fuente: Empresa Zeta Gas de El Salvador 2023.

4.9 Mapa de proceso

Ilustración 39 - Mapa de proceso de Empresa Zeta Gas de El Salvador



Fuente: Elaboración propia de mapa de proceso de empresa Zeta Gas de El Salvador 2023. Actualmente no cuentan con diagrama de procesos, nos apoyamos con gerencia de logística.

4.10 Descripción de los procesos generales de la empresa

En el siguiente cuadro se presentan los procesos y su descripción operacional según la empresa Zeta Gas, con el objetivo de tener una mayor claridad de cómo opera dicha empresa.

Tabla 16 - Descripción de los Procesos General de la Empresa

Descripción de los procesos general de la empresa		
Nº	Proceso	Descripción
1	Verificación de inventarios de cantidad de Gas (Radáres)	Registrar la cantidad de gas que hay en existencia los tanques de depósito. Se realiza para garantizar que el inventario real coincida con el inventario registrado, y de esta manera hacer el nuevo pedido de importación.
2	Proyección de Venta para determinar la cantidad a importe.	Proceso para estimar las ventas futuras de gas a los clientes y así estimar la importación de gas.
3	Solicitud de Pedido (Importación).	Documento que se utiliza para solicitar gas al proveedor.
4	Recepción de GLP en Zeta Gas de El Salvador (Almacenaje)	Proceso mediante el GLP llega a la planta de Zeta Gas, se inspecciona documentación de facturas y de ficha técnica para controlar las cantidades de kilogramos recibidos luego se almacena para su posterior envasado en cilindros.
5	Envasado de cilindros o trasiego a pipas graneleras de distribución	El envasado de cilindros es el proceso donde el GLP se llena en cilindros para su distribución a los clientes. El trasiego a pipas de GLP se transfiere de los tanques de almacenamiento a las pipas graneleras.
6	Proceso de envasado	El GLP se llena en los cilindros mediante una bomba a presión y temperatura controladas para garantizar que el GLP se almacene de forma segura en los cilindros.

Descripción de los procesos general de la empresa		
Nº	Proceso	Descripción
7	Ingreso de cilindros a línea de producción (Montacargas)	El montacarguista transporta los cilindros a la línea de producción.
8	Verificación de Cilindros (Revisa Estructura metálica, válvula)	Revisión de la estructura metálica, se verifica que la estructura metálica del cilindro no tenga daños ni corrosión. Revisión de la válvula, se verifica que la válvula del cilindro esté en buen estado y que no tenga fugas
9	Llenado computarizado (Programado)	Se lleva a cabo en la planta de envasado de GLP para llenar los cilindros con GLP de forma segura y eficiente.
10	Verificación de Peso	El peso del cilindro se lee en la balanza, y se muestra en libras para garantizar que el cilindro tenga el peso correcto.
11	Instalación de Termosello	Garantizar que el cilindro esté sellado de forma segura. El Termosello es una etiqueta que se adhiere al cilindro y que contiene información importante, como la fecha de envasado, la presión del gas y el número de serie del cilindro y la marca.
12	Control de Calidad	El control de calidad ayuda a garantizar que el GLP se produzca, envase y distribuya de forma segura y conforme a las normas
13	Embalaje Final para almacenamiento (Salida de Producto Terminado)	Garantizar que los cilindros de GLP estén protegidos durante el almacenamiento y el transporte para prevenir daños a los cilindros y a evitar fugas de gas.

Descripción de los procesos general de la empresa		
Nº	Proceso	Descripción
14	Almacenaje de Cilindros	Colocar los cilindros de forma segura para evitar que se caigan o se dañe.
15	Distribución de GLP según Canal, Mayoreo, Cilindros y Granel	La distribución mayorista de GLP. Se vende a grandes industrias y distribuidores que luego lo distribuyen a minoristas. La distribución minorista de GLP se vende en cilindros pequeños, medianos o grandes. La distribución de GLP a granel es el canal utilizado para distribuir GLP a grandes empresas e industrias.
16	Ingreso de Venta Contado / Crédito	El cliente paga el precio total de la venta en el momento de la compra. La venta a crédito, el cliente paga el precio total de la venta en un plazo determinado.
17	Registro Contable	Se registra en el libro diario como un débito a la cuenta de efectivo y un crédito a la cuenta de ventas. Venta a contado se registra en el libro diario como un débito a la cuenta de cuentas por cobrar y un crédito a la cuenta de ventas.
18	Pago Proveedores / Servicios Administrativos	El pago a proveedores y servicios administrativos. los proveedores de GLP suelen ofrecer términos de pago de 30 o 60 días. Los pagos a servicios administrativos, como el alquiler, los servicios públicos y los servicios profesionales, generalmente se realizan mensual o trimestralmente

Fuente: Elaboración propia de procesos general de empresa Zeta Gas de El Salvador.

Validada por el gerente de operaciones.

4.11 Descripción de los procesos específicos de la investigación

A continuación, se presenta un cuadro con los procesos específicos y su descripción operacional.

Tabla 17 - Descripción de Procesos Específicos de la Investigación Actuales en Zeta Gas

Descripción de los procesos específicos de la investigación		
Nº	Proceso: Evaluación Inicial	Descripción
1	El vehículo ingresa al taller y se registra en el sistema.	Se realiza el llenado de formato de la situación en la que está la unidad, muchas veces no se realiza y solo se gestiona verbalmente,
2	Se verifica la información de la ficha de ingreso a taller y se asigna un número de orden de trabajo.	Se Analiza y se da prioridad a unidades que estén más críticas
Nº	Proceso: Evaluación Inicial	Descripción
3	El técnico inspecciona el vehículo y documenta los problemas o necesidades de mantenimiento.	Se considera las asistencias que tendrán las unidades por medio de lo reportado y lo diagnosticado por el técnico
4	Se determina si se trata de mantenimiento preventivo o correctivo.	Preparación de refacciones y lubricantes en base a lo que se vaya a realizar en el mantenimiento.
Nº	Proceso: Planificación y Programación	Descripción:
5	Se asigna el vehículo a un mecánico o equipo de mantenimiento.	Se repartes las actividades del mantenimiento a realizar.
6	Se programan las actividades según la prioridad y disponibilidad de recursos.	Se realiza chequeo de las programaciones de ruta y los insumos a necesitar para la asistencia a la unidad
Nº	Proceso: Ejecución del mantenimiento	Descripción
7	Se realizan las tareas específicas según el tipo de mantenimiento (preventivo o correctivo).	Se realiza la reparación de la unidad

8	Esto puede incluir cambios de aceite, ajustes, reparaciones, inspecciones, etc.	Dependerá de la orden de trabajo
Nº	Proceso: Pruebas y verificación	Descripción
9	Se verifica que todas las actividades se hayan realizado correctamente.	El jefe de mantenimiento verifica el cumplimiento de las actividades realizadas
10	Se realiza una prueba de funcionamiento en carretera para asegurar que el vehículo esté en óptimas condiciones.	El motorista realiza una prueba en carretera, acompañado con un mecanismo para determinar que ya no este fallando si fue un correctivo, este proceso se repite si fue un preventivo para determinar la calidad del mantenimiento
Nº	Proceso: Generación de informe y documentación	Descripción
11	Se registra el trabajo realizado y se genera un informe detallado.	El jefe de mantenimiento realiza un informa como historial de las asistencias unidad por unidad
12	Se actualiza la base de datos con los datos de mantenimiento.	Se registran los datos de las actividades realizadas
Nº	Proceso: Entrega de unidad a coordinador de logística	Descripción
13	Se notifica al motorista que el vehículo está listo.	El coordinador recibe la unidad y realiza la entrega al motorista
14	Se entrega el vehículo junto con el informe de mantenimiento.	Se registra una copia de las actividades realizadas por el departamento de mantenimiento
Nº	Proceso: Guardado de facturas y Registros	Descripción
15	Se archivan las facturas y registros de mantenimiento para futuras referencias.	Se realiza el archive para tenerlo de soporte para el departamento de mantenimiento compras y contabilidad

Fuente: Elaboración Propias

4.12 Formatos utilizados actualmente en la empresa Zeta Gas de El Salvador

A continuación, se presentan los formatos utilizados actualmente, para la verificación y realización de sus tareas para el área operativa de mantenimiento, permite identificar las fallas relacionada con los vehículos utilizados.

Ilustración 40 - Reporte de fallas de Vehículos

ZETA GAS DE EL SALVADOR			
REPORTE DE FALLAS DE VEHICULO			
Departamento de Operaciones		Taller Mecanico	
fecha:	TIPO	PLACA	
		HORA	
PERSONAL QUE VALIDA	NOMBRE	FIRMA	
FIRMA ENCARGADO FLOTA			
FIRMA SUPERVISOR			
FIRMA MOTORISTA			
N° ECONOMICO: _____			
Mantenimiento	☐	OTRAS REPARACIONES:	
Fuga de aceite de Motor parte delantera	☐	_____	
Fuga de aceite de Motor parte trasera	☐	_____	
Fuga de aire en tablero	☐	_____	
Fuga de aire en Maxi	☐	_____	
Fuga de aire en Pulpo	☐	_____	
Revision de fricciones	☐	_____	
Revisio o cambio de baleros de bufa	☐	_____	
Regulacion de Clutch	☐	_____	
Revision de fuga de aire	☐	_____	
Revision de fuga de aceite	☐	_____	
Revision de fuga de agua	☐	_____	
Revision de Crucetas	☐	_____	
Revision de Luces	☐	_____	
Regulacion de Frenos	☐	_____	
Instalacion de lamparas	☐	_____	
Diagnostico con Maquina (Scanner)	☐	_____	
Reparacion de caja	☐	OBSERVACIONES:	
Revision de Llantas	☐	_____	
Reparacion de cricos	☐	_____	
Revision de Fan Clutch	☐	_____	
Cambio de muñones	☐	_____	
Cambio de Crucetas	☐	_____	
Cambio de tapadera de Bufo	☐	_____	
Cambio de ventilador	☐	_____	
Cambio de mangueras del radiador	☐	_____	
Cambio de soporte de motor	☐	_____	
Cambio de fricciones	☐	_____	
Cambio de clutch	☐	_____	
Cambio de diferenciales	☐	_____	
Cambio de compresor	☐	_____	
Cambio de valvula de elevacion de	☐	Fecha de entrega: _____	
Cambio de Bolsas de aire	☐	Mecanico Asignado: _____	
Cambio de tambores	☐	_____	
Cambio de silenciador de escape	☐	Firma Jefe Taller: _____	
Cambio de rach	☐	_____	

Fuente: Empresa Zeta Gas, formato de orden de trabajo utilizado actualmente.

Boleta de requisición de repuesto en almacén General. Utilizada actualmente en Zeta Gas de EL Salvador.

Ilustración 41 - Boleta de requisición de repuesto en almacén General.

		BOLETA DE REQUISICIÓN DE REPUESTOS ALMACÉN GENERAL ZETA GAS DE EL SALVADOR	
TALLER	FECHA	N° BOLETA	N° DE ORDEN ZPMI
			N° DE ORDEN ZPMC
AÑO DE VEHÍCULO	N° DE UNIDAD	PLANTA/BODEGA	CANAL
MARCA DE VEHÍCULO		MODELO	
JUSTIFICACION		KILOMETRAJE	
ITEMS	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	*****		
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
SELLO Y FIRMA		SELLO Y FIRMA	
JEFE DE TALLER		ASISTENTE DE OPERACIONES	

Fuente: Empresa Zeta Gas

4.13 Flota primaria y secundaria

Actualmente la empresa Zeta Gas S.A de C.V cuenta con 180 unidades vehiculares para la distribución de su producto las cuales el 60% representa la flota secundaria y el 40% la flota primaria.

Tipo de transporte

Tabla 18 - Clasificación de flota de primaria y flota secundaria

Clasificación flota primaria y flota secundaria	
	Tipo: pesado, flota primaria Año: 2019 Capacidad: 34 toneladas Marca: Volvo
	Tipo: semipesado, flota secundaria Año: 2019 Capacidad: 12 toneladas Marca: CNJ

Nota: Elaboración propia

4.13.1 Principales actividades y problemáticas de flota primaria y secundaria

Tabla 19 - Principales actividades y problemáticas de flota primaria y secundaria

Actividades de la flota primaria	Problemáticas
• Canales de distribución: franquicias, tiendas. • Abastecimiento a centros de distribución. 	Fallas en radiadores/ llantas/ combustible/ lubricantes/ fallas de cajas secuencial/ permisos de materiales peligrosos.
Actividades de la flota secundaria.	Problemáticas
• Canales de distribución: granel (mayoristas). • Traslado a bodegas. 	• Presión (mangueras) • Llantas/ rines • Cajas de transmisión • Diferencial trasero • Motores / puente de dirección • Fricciones / baleros / bufas • Rendimientos del lubricante. • Disponibilidad de stock en el mercado por el tema de importar el repuesto • Desgaste de piezas • Daños por mala manipulación de motoristas

Nota: elaboración propia.

4.14 Insumos para flota Primaria y secundaria

En parámetros generales la demanda de los insumos se está elevando cada vez más, a raíz del aumento de la venta del gas licuado del petróleo GLP en el territorio del país requiere un costo elevado para los mantenimientos y las compras de los repuestos y lubricantes, \$16,846.85 solo para los vehículos CNJ en refracciones y lubricantes de la flota secundaria y de la flota primaria de las unidades Volvo \$13,608.65.

Tabla 20 - Estatus de Gastos Mensual de la Flota Primaria

UNIDAD	TIPO VEH	Marca	CANTIDA	MONTO C/IV	DESCRIPCION	SEGMENTO
92367	CABEZAL	VOLVO	2	\$ 415.84	BOLSA DE AIRE 1 PERNO	MOTOR
119215	CABEZAL	VOLVO	2	\$ 921.01	LLANTA 11R24.5 NUEVA	LLANTAS
92367	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 13.54	ACEITE HI-PERFORMANCE E7 15W40	LUBRICANTES
119215	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 0.66	WIPPE DE TELA (PEDAZO TELA PARA LIMPIEZA	CARROCERÍA Y PINTURA
119215	CABEZAL	VOLVO	3	\$ 183.06	CRUCETAS BARRA TOMAFUERZA DESPACHO GAS	TRANSMISIÓN
92392	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 67.80	AMORTIGUADOR CABEZAL VOLVO	SUSPENSIÓN
119218	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 3.49	AGUA REFRIGERANTE VERDE GLS	SIST. ENFRIAMIENTO
92392	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 3.49	AGUA REFRIGERANTE VERDE GLS	SIST. ENFRIAMIENTO
119218	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 51.01	YUGO DE CARDAN DESPACHO GLP LARGO 1 1/4"	TRANSMISIÓN
119221	CABEZAL	VOLVO	2	\$ 921.01	LLANTA 11R24.5 NUEVA	LLANTAS
119221	CABEZAL	VOLVO	12	\$ 1,950.11	ACEITE HI-PERFORMANCE E7 15W40	LUBRICANTES
119221	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 28.13	FILTRO ACEITE 57746XD	MOTOR - FILTRO ACEITE
119221	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 18.48	FILTRO DE DIESEL ISX FF2200	MOTOR - FILTRO COMBUSTIBLE
119221	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 30.07	FILTRO DE REFRIGERANTE WC11 ISX	MOTOR - FILTRO AGUA
119221	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 58.76	FILTRO DIESEL SEPARAD. AGUA ISX 85112634	MOTOR - FILTRO COMBUSTIBLE
119221	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 88.30	FILTRO AIRE 1ro. ISX AF26472M 21715813	MOTOR - FILTRO AIRE
119221	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 131.68	FILTRO AIRE 2rio. ISX AF26212 20411816	MOTOR - FILTRO AIRE
119221	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 3.49	AGUA REFRIGERANTE VERDE GLS	SIST. ENFRIAMIENTO
119221	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 3.59	SOLUCION DE FRENO (LITRO)	FRENOS
92392	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 13.54	ACEITE HI-PERFORMANCE E7 15W40	LUBRICANTES
77656	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 19.61	ACEITE ROJO HIDRAULICO	LUBRICANTES
92367	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 3.59	SOLUCION DE FRENO (LITRO)	FRENOS
105922	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 270.82	SECADOR AIRE AD-9 CAMION-CABEZAL INTER	FRENOS
105922	CABEZAL	VOLVO	4	\$ 39.47	AGUA REFRIGERANTE VERDE GLS	SIST. ENFRIAMIENTO
92367	CABEZAL	VOLVO	12	\$ 1,950.15	ACEITE HI-PERFORMANCE E7 15W40	LUBRICANTES
92367	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 28.13	FILTRO ACEITE 57746XD	MOTOR - FILTRO ACEITE
92367	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 18.48	FILTRO DE DIESEL ISX FF2200	MOTOR - FILTRO COMBUSTIBLE
92367	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 30.07	FILTRO DE REFRIGERANTE WC11 ISX	MOTOR - FILTRO AGUA
92367	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 58.76	FILTRO DIESEL SEPARAD. AGUA ISX 85112634	MOTOR - FILTRO COMBUSTIBLE
92367	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 88.30	FILTRO AIRE 1ro. ISX AF26472M 21715813	MOTOR - FILTRO AIRE
92367	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 131.68	FILTRO AIRE 2rio. ISX AF26212 20411816	MOTOR - FILTRO AIRE
119216	CABEZAL	VOLVO	2	\$ 81.36	CRUCETAS BARRA TOMAFUERZA DESPACHO GAS	TRANSMISIÓN
105922	CABEZAL	VOLVO	2	\$ 5.36	ABRAZADERA DE PRESION 2" MOTOR	MOTOR
105922	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 0.37	NIPLE 1/2 X 4 GALV.	TUBERÍA-CONEXIONES
119218	CABEZAL	VOLVO	2	\$ 921.01	LLANTA 11R24.5 NUEVA	LLANTAS
119216	CABEZAL	VOLVO	12	\$ 1,950.15	ACEITE HI-PERFORMANCE E7 15W40	LUBRICANTES
119216	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 28.13	FILTRO ACEITE 57746XD	MOTOR - FILTRO ACEITE
119216	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 18.48	FILTRO DE DIESEL ISX FF2200	MOTOR - FILTRO COMBUSTIBLE
119216	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 30.07	FILTRO DE REFRIGERANTE WC11 ISX	MOTOR - FILTRO AGUA
119216	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 88.30	FILTRO AIRE 1ro. ISX AF26472M 21715813	MOTOR - FILTRO AIRE
119216	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 131.68	FILTRO AIRE 2rio. ISX AF26212 20411816	MOTOR - FILTRO AIRE
119216	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 2.47	AGUA REFRIGERANTE VERDE GLS	SIST. ENFRIAMIENTO
119217	CABEZAL	VOLVO	12	\$ 1,950.15	ACEITE HI-PERFORMANCE E7 15W40	LUBRICANTES
119217	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 28.13	FILTRO ACEITE 57746XD	MOTOR - FILTRO ACEITE
119217	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 18.48	FILTRO DE DIESEL ISX FF2200	MOTOR - FILTRO COMBUSTIBLE
119217	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 88.30	FILTRO AIRE 1ro. ISX AF26472M 21715813	MOTOR - FILTRO AIRE
119217	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 131.68	FILTRO AIRE 2rio. ISX AF26212 20411816	MOTOR - FILTRO AIRE
119217	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 30.07	FILTRO DE REFRIGERANTE WC11 ISX	MOTOR - FILTRO AGUA
119221	CABEZAL	VOLVO	3	\$ 183.06	CRUCETAS BARRA TOMAFUERZA DESPACHO GAS	TRANSMISIÓN
77656	CABEZAL	VOLVO	4	\$ 7.77	HULE DE MANITA PASO AIRE REMOLQUE	FRENOS
77796	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 13.54	ACEITE HI-PERFORMANCE E7 15W40	LUBRICANTES
77656	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 1.23	BARRA ROSCADA	MAQ. / EQ. (MED-BOM)
77656	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 0.66	WIPPE DE TELA (PEDAZO TELA PARA LIMPIEZA	CARROCERÍA Y PINTURA
77656	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 22.68	GOBERNADOR AIRE INTER	FRENOS
105922	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 64.57	AMORTIGUADOR INTER	SUSPENSIÓN
105922	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 3.78	LIMPIADOR DE CONTACTOS ELECTRICOS	SISTEMA ELÉCTRICO
105922	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 5.09	ACEITE PENETRANTE WD 40 (Automotriz)	MOTOR
119216	CABEZAL	VOLVO	2	\$ 153.11	YUGO CARDAN DESPACHO GAS 1 1/4"	TRANSMISIÓN
105922	CABEZAL	VOLVO	2	\$ 54.17	ACEITE HI-PERFORMANCE E7 15W40	LUBRICANTES
92367	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 28.90	LAMPARA PRECAUCIÓN CISTERNA	SISTEMA ELÉCTRICO
92367	CABEZAL	VOLVO	1	\$ 3.26	FOCO 12 V 2 CONTACTOS E13	SISTEMA ELÉCTRICO
92367	CABEZAL	VOLVO	10	\$ 16.51	ABRAZADERA PLASTICA 3/8	SISTEMA ELÉCTRICO
		Total		\$13,608.65		

Fuente: Zeta Gas de El Salvador

Tabla 21 - Estatus de Gastos Mensual de la Flota Secundaria

UNIDAD	TIPO VEH	Marca	CANTIDA	MONTO C/IV	DESCRIPCION	SEGMENTO
VIN-2468	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	2	\$ 67.80	TERMOFISIBLES	MOTOR
89385	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$ 5.42	LITRO DE SOLUCION DE FRENO	FRENOS
103827	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$ 193.50	CODO GIRATORIO 1" PYPESA	LÍNEAS DE GAS
117497	CAMION	CNJ	2	\$ 384.20	BATERIA 120 Amp. SISTEMA ELECTRICO AUT.	SISTEMA ELÉCTRICO
117897	P/S-162	CNJ	1	\$ 13.64	SENSOR VELOCIMETRO CHANGAN 5T	TRANSMISIÓN
117515	CAMION	CNJ	4	\$ 216.68	ACEITE HI-PERFORMANCE E7 15W40	LUBRICANTES
117515	CAMION	CNJ	1	\$ 20.93	FILTRO ACEITE MOTOR CNJ 7-TON WIX51747	MOTOR - FILTRO ACEITE
117515	CAMION	CNJ	1	\$ 38.76	FILTRO PARA AIRE MOTOR CNJ 7-TON	MOTOR - FILTRO AIRE
117515	CAMION	CNJ	2	\$ 23.17	FILTRO DIESEL CHANGAN SC1040	MOTOR - FILTRO COMBUSTIBLE
117515	CAMION	CNJ	1	\$ 15.30	FILTRO DIESEL PRIMARIO CNJ 7TON WIX33690	MOTOR - FILTRO COMBUSTIBLE
117515	CAMION	CNJ	1	\$ 1.90	ABRAZADERA SIN FÍN 3	TUBERÍA-CONEXIONES
117515	CAMION	CNJ	1	\$ 2.25	TUBO DE SILICON GRIS JUNTAS MOTOR	MOTOR
117515	CAMION	CNJ	1	\$ 13.54	ACEITE TRANSMICION 85W140	LUBRICANTES
117518	CAMION	CNJ	1	\$ 13.54	ACEITE HI-PERFORMANCE E7 15W40	LUBRICANTES
89385	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	2	\$ 79.99	ZAPATA FRENO TRAS. REFACCIONADA CNJ 12-T	FRENOS
89385	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$ 5.45	RETENEDOR BUFA SC1050 85X110	DIFERENCIAL
89385	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$ 2.25	TUBO DE SILICON GRIS JUNTAS MOTOR	MOTOR
89385	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$ 0.66	WIPPE DE TELA (PEDAZO TELA PARA LIMPIEZA	CARROCERÍA Y PINTURA
117796	P/S-164	CNJ	1	\$ 20.93	FILTRO ACEITE MOTOR CNJ 7-TON WIX51747	MOTOR - FILTRO ACEITE
117796	P/S-164	CNJ	1	\$ 15.30	FILTRO DIESEL PRIMARIO CNJ 7TON WIX33690	MOTOR - FILTRO COMBUSTIBLE
117796	P/S-164	CNJ	2	\$ 23.17	FILTRO DIESEL CHANGAN SC1040	MOTOR - FILTRO COMBUSTIBLE
117796	P/S-164	CNJ	1	\$ 38.76	FILTRO PARA AIRE MOTOR CNJ 7-TON	MOTOR - FILTRO AIRE
117796	P/S-164	CNJ	4	\$ 216.68	ACEITE HI-PERFORMANCE E7 15W40	LUBRICANTES
117796	P/S-164	CNJ	4	\$ 320.02	ZAPATA REFACCIONADA TRASERA CNJ 7-TON	FRENOS
101998	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$ 13.54	ACEITE HI-PERFORMANCE E7 15W40	LUBRICANTES
101998	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$ 13.54	ACEITE TRANSMICION 85W140	LUBRICANTES
117499	CAMION	CNJ	4	\$ 216.68	ACEITE HI-PERFORMANCE E7 15W40	LUBRICANTES
117499	CAMION	CNJ	1	\$ 20.93	FILTRO ACEITE MOTOR CNJ 7-TON WIX51747	MOTOR - FILTRO ACEITE
117499	CAMION	CNJ	1	\$ 15.30	FILTRO DIESEL PRIMARIO CNJ 7TON WIX33690	MOTOR - FILTRO COMBUSTIBLE
117499	CAMION	CNJ	1	\$ 38.76	FILTRO PARA AIRE MOTOR CNJ 7-TON	MOTOR - FILTRO AIRE
117499	CAMION	CNJ	2	\$ 23.17	FILTRO DIESEL CHANGAN SC1040	MOTOR - FILTRO COMBUSTIBLE
VIN-8614	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	2	\$ 491.66	TAMBOR FRENO TRASERO CNJ 12-TON NJP3140	FRENOS
VIN-8614	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	2	\$ 369.97	TAMBOR FRENO DELANTERO CNJ 12-TON 2015	FRENOS
VIN-8614	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	4	\$ 319.97	ZAPATA FRENO TRAS. REFACCIONADA CNJ 12-T	FRENOS
VIN-8614	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	4	\$ 319.97	ZAPATA FRENO DEL. REFACCIONADA CNJ 12-TO	FRENOS
VIN-8614	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	2	\$ 23.79	RETENEDOR PARA BUFA TRASERA CNJ 12-TON	DIFERENCIAL
VIN-8614	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$ 0.66	WIPPE DE TELA (PEDAZO TELA PARA LIMPIEZA	CARROCERÍA Y PINTURA
VIN-8614	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	2	\$ 36.36	RETENEDOR PARA BUFA DELANTERA CNJ 12-TON	DIRECCIÓN
VIN-8614	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$ 2.25	TUBO DE SILICON GRIS JUNTAS MOTOR	MOTOR
VIN-2469	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$ 13.08	RATCH FRENOS CHANGAN 5T	FRENOS
117474	CAMION	CNJ	1	\$ 13.54	ACEITE HI-PERFORMANCE E7 15W40	LUBRICANTES
117474	CAMION	CNJ	1	\$ 0.66	WIPPE DE TELA (PEDAZO TELA PARA LIMPIEZA	CARROCERÍA Y PINTURA
117474	CAMION	CNJ	4	\$ 216.68	ACEITE HI-PERFORMANCE E7 15W40	LUBRICANTES
117474	CAMION	CNJ	1	\$ 20.93	FILTRO ACEITE MOTOR CNJ 7-TON WIX51747	MOTOR - FILTRO ACEITE
117474	CAMION	CNJ	1	\$ 15.30	FILTRO DIESEL PRIMARIO CNJ 7TON WIX33690	MOTOR - FILTRO COMBUSTIBLE
117474	CAMION	CNJ	2	\$ 23.17	FILTRO DIESEL CHANGAN SC1040	MOTOR - FILTRO COMBUSTIBLE
117474	CAMION	CNJ	1	\$ 38.76	FILTRO PARA AIRE MOTOR CNJ 7-TON	MOTOR - FILTRO AIRE
103975	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	2	\$ 3.01	BUSHING 1 X 1/2 GALV	LÍNEAS DE GAS
103975	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$ 0.75	BUSHING 1 X 3/4 HG	LÍNEAS DE GAS
103975	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	2	\$ 10.03	CEPO DE ALUMINIO 12- 6T	MATERIAL ELÉCTRICO
103975	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$ 4.33	CINTA AISLANTE SUPER 3/4" X 20m 3M 33+	MATERIAL ELÉCTRICO
117474	CAMION	CNJ	4	\$ 2,960.06	LLANTA 25570/22.5 NVA. REMOL	LLANTAS
117474	CAMION	CNJ	10	\$ 16.51	ABRAZADERA PLASTICA 3/8	SISTEMA ELÉCTRICO
117501	CAMION	CNJ	1	\$ 28.82	BALERO COLLARIN EMBRAGUE CNJ 7-TON	TRANSMISIÓN
117501	CAMION	CNJ	1	\$ 56.07	DISCO CLUTCH CHANGAN SC1050	TRANSMISIÓN
117501	CAMION	CNJ	1	\$ 0.66	WIPPE DE TELA (PEDAZO TELA PARA LIMPIEZA	CARROCERÍA Y PINTURA
117501	CAMION	CNJ	1	\$ 38.76	FILTRO PARA AIRE MOTOR CNJ 7-TON	MOTOR - FILTRO AIRE

117501	CAMION	CNJ	4	\$	216.68	ACEITE HI-PERFORMANCE E7 15W40	LUBRICANTES
117501	CAMION	CNJ	1	\$	20.93	FILTRO ACEITE MOTOR CNJ 7-TON WIX51747	MOTOR - FILTRO ACEITE
VIN-2473	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$	0.84	MEMBRANA PARA TOMFUERZA CNJ 7-TON	TRANSMISIÓN
117506	CAMION	CNJ	1	\$	13.54	ACEITE HI-PERFORMANCE E7 15W40	LUBRICANTES
VIN-2468	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$	2.24	TUBO DE SILICON GRIS JUNTAS MOTOR	MOTOR
VIN-2468	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	2	\$	52.62	ACEITE MOTOR 20W50	LUBRICANTES
103975	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	3	\$	457.65	BALERO DE BUFA DELANTERA 30310JR	DIRECCIÓN
117507	CAMION	CNJ	1	\$	6.55	RETENEDOR CIGÜEÑAL TRASERO CHANGAN 1.5 T	MOTOR
103975	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	2	\$	791.00	RASH REPARADOS CNJ 12TON	REP. TALLERES EXTERN
117507	CAMION	CNJ	1	\$	56.07	DISCO CLUTCH CHANGAN SC1050	TRANSMISIÓN
117507	CAMION	CNJ	1	\$	2.24	TUBO DE SILICON GRIS JUNTAS MOTOR	MOTOR
117507	CAMION	CNJ	4	\$	216.68	ACEITE HI-PERFORMANCE E7 15W40	LUBRICANTES
103827	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$	300.00	CARDAN INTERMEDIO TRANSMISION CNJ 12-TON	TRANSMISIÓN
103975	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$	259.80	BOMBA AUXILIAR DE CLUTCH CNJ 12 TON	TRANSMISIÓN
103975	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$	3.59	SOLUCION DE FRENO (LITRO)	FRENOS
117518	CAMION	CNJ	2	\$	22.60	ESCOBILLA PARABRISAS #20	CARROCERÍA Y PINTURA
VIN-2468	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$	10.11	ESPEJO CONVEXO PARA INTERNACIONAL	CARROCERÍA Y PINTURA
VIN-2473	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$	96.05	BATERIA 120 Amp. SISTEMA ELECTRICO AUT.	SISTEMA ELÉCTRICO
101998	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$	43.38	YUGO 1 ¼" HEXAGONAL DESPACHO GLP	TRANSMISIÓN
101998	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$	38.28	YUGO CARDAN DESPACHO GAS 1 1/4"	TRANSMISIÓN
101998	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$	20.34	CRUCETAS BARRA TOMAFUERZA DESPACHO GAS	TRANSMISIÓN
117500	CAMION	CNJ	1	\$	904.00	TURBO MOTOR CHANGAN 5 TON.	MOTOR
117500	CAMION	CNJ	4	\$	216.69	ACEITE HI-PERFORMANCE E7 15W40	LUBRICANTES
117500	CAMION	CNJ	1	\$	20.93	FILTRO ACEITE MOTOR CNJ 7-TON WIX51747	MOTOR - FILTRO ACEITE
117498	CAMION	CNJ	1	\$	3.08	MEMBRANA T/ DIAFRAGMA MAXIFRENO T24	FRENOS
117498	CAMION	CNJ	1	\$	3.59	SOLUCION DE FRENO (LITRO)	FRENOS
VIN-2473	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	2	\$	2.62	WIPPE DE TELA (PEDAZO TELA PARA LIMPIEZA	CARROCERÍA Y PINTURA
VIN-2473	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$	96.05	BATERIA 120 Amp. SISTEMA ELECTRICO AUT.	SISTEMA ELÉCTRICO
117515	CAMION	CNJ	1	\$	13.08	RATCH FRENOS CHANGAN 5T	FRENOS
117515	CAMION	CNJ	1	\$	5.65	ESCOBILLA PARABRISAS #20	CARROCERÍA Y PINTURA
117515	CAMION	CNJ	1	\$	2.24	TUBO DE SILICON GRIS JUNTAS MOTOR	MOTOR
117521	CAMION	CNJ	2	\$	384.20	BATERIA 120 Amp. SISTEMA ELECTRICO AUT.	SISTEMA ELÉCTRICO
117521	CAMION	CNJ	4	\$	90.40	TERMINAL DE CABLE DE BATERIA	SISTEMA ELÉCTRICO
117497	CAMION	CNJ	1	\$	2.24	TUBO DE SILICON GRIS JUNTAS MOTOR	MOTOR
117498	CAMION	CNJ	1	\$	3.59	SOLUCION DE FRENO (LITRO)	FRENOS
117518	CAMION	CNJ	1	\$	0.93	RESORTE PEDAL FRENO CHANGAN	FRENOS
117497	CAMION	CNJ	4	\$	216.69	ACEITE HI-PERFORMANCE E7 15W40	LUBRICANTES
117497	CAMION	CNJ	1	\$	20.93	FILTRO ACEITE MOTOR CNJ 7-TON WIX51747	MOTOR - FILTRO ACEITE
117497	CAMION	CNJ	1	\$	15.30	FILTRO DIESEL PRIMARIO CNJ 7TON WIX33690	MOTOR - FILTRO COMBUSTIBLE
117497	CAMION	CNJ	2	\$	23.17	FILTRO DIESEL CHANGAN SC1040	MOTOR - FILTRO COMBUSTIBLE
117497	CAMION	CNJ	1	\$	38.76	FILTRO PARA AIRE MOTOR CNJ 7-TON	MOTOR - FILTRO AIRE
117497	CAMION	CNJ	2	\$	61.25	CAMARA MEMBRANA FRENO DELANT. CNJ 7-TON	FRENOS
117497	CAMION	CNJ	2	\$	728.57	LLANTA 25570/22.5 NVA. REMOL	LLANTAS
117500	CAMION	CNJ	1	\$	182.14	LLANTA 25570/22.5 NVA. REMOL	LLANTAS
101998	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	8	\$	866.76	ACEITE HI-PERFORMANCE E7 15W40	LUBRICANTES
101998	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$	8.45	FILTRO ACEITE FORD LF667	MOTOR - FILTRO ACEITE
101998	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$	9.09	FILTRO DIESEL INTER FS1212	MOTOR - FILTRO COMBUSTIBLE
101998	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$	25.71	FILTRO DE AIRE INTER LAF9545	MOTOR - FILTRO AIRE
101998	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$	20.34	CRUCETAS BARRA TOMAFUERZA DESPACHO GAS	TRANSMISIÓN
103830	CAMION	CNJ	1	\$	25.71	FILTRO DE AIRE INTER LAF9545	MOTOR - FILTRO AIRE
103830	CAMION	CNJ	1	\$	13.54	ACEITE HI-PERFORMANCE E7 15W40	LUBRICANTES
103827	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	3	\$	86.55	FAJA DE MOTOR 13A1320 A50 XL9520	MOTOR
103827	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	2	\$	26.56	FAJA VENTILADOR MOTOR CHANGAN 5T	MOTOR
VIN-8614	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	1	\$	19.61	ACEITE ROJO HIDRAULICO	LUBRICANTES
89385	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	7	\$	32.77	MANGUERA ALTA PRECION 3/8 (LINEA GAS)	LÍNEAS DE GAS
89385	CISTERNA/ GRANELERA	CNJ	2	\$	1.67	ABRAZADERA SIN FIN 3/4 HG	TUBERÍA-CONEXIONES
117504	CAMION	CNJ	4	\$	2,879.96	LLANTA 255/70R22.5 (CASCO + REENCAUCHE)	LLANTAS
117504	CAMION	CNJ	2	\$	61.25	CAMARA MEMBRANA FRENO DELANT. CNJ 7-TON	FRENOS
		Total			\$16,846.85		

Fuente: Zeta Gas de El Salvador.

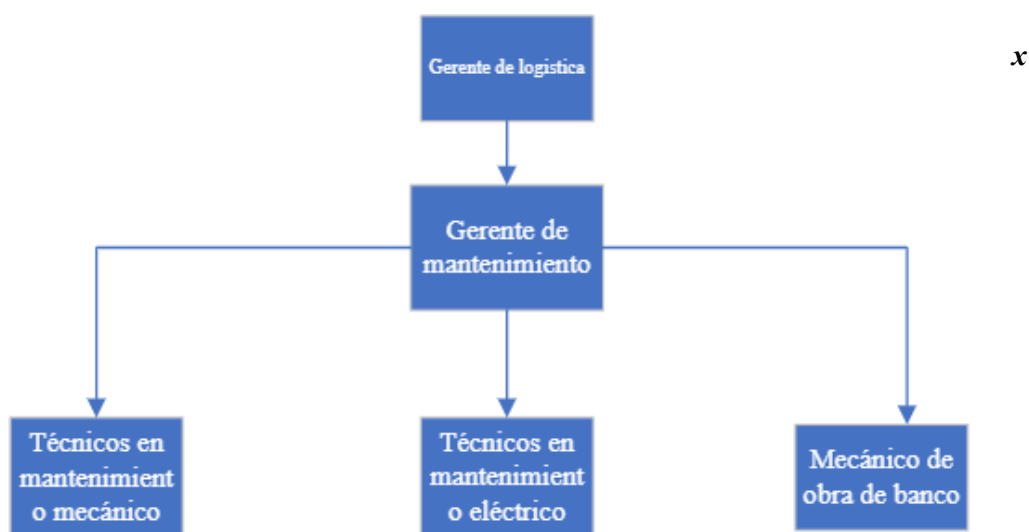
4.15 Descripción de Actividades de los trabajadores

Tabla 22 - Principales Actividades de Trabajadores del Área de Mantenimiento

Descripción de Actividades de los trabajadores en el área de mantenimiento	
Trabajador	Descripción
Gerente de Logística	Encargado de gestionar los canales de distribución, seguimientos de rutas.
Gerente de mantenimiento	Encargado de planificar, supervisar y ejecución de actividades de mantenimiento, asignar recursos y garantizar que las tareas de mantenimiento se realicen de manera oportuna. Supervisa y coordina al equipo de técnicos y personal de mantenimiento.
Técnicos en mantenimiento mecánico	El mecánico se encarga de revisar los niveles de aceite, tiempos de motor, revisión de válvulas, lubricación, aprete de pernos y limpieza, esto dependerá según el mantenimiento a realizar, preventivo o correctivo.
Técnicos en mantenimiento eléctrico	El técnico eléctrico, se encarga de revisar el sistema eléctrico general de las flotas, fusibles, indicadores de válvula de gas, mantenimiento de los GPS.
Mecánico de obra de banco	Persona encargada de realizar, reparación de estructuras de las flotas, realizar tareas de soldadura y fabricación para reparar o fabricar piezas

Fuente Elaboración Propia al Obtener Información por Medio de Entrevistas, 2023

Ilustración 42- Organigrama Área de Mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

4.16 Indicadores actuales

Actualmente existe un indicador de mantenimiento que se está realizando en base a una programación, el mantenimiento preventivo se realizan cada 5,000 kilómetros esto por la calidad del aceite que están utilizando, una vez la unidad se le vaya asistir se realiza una inspección de 21 puntos en los que se revisan frenos, niveles de cualquier tipo de fluido, si se requieren cambios de llantas y eléctricos a nivel general, además el jefe de flota lleva un plan de mantenimiento que consiste en que cada lunes realiza un consolidado de recorridos de kilometraje de cada unidad para tener una trazabilidad y a su vez ir programando mantenimiento por unidad. A continuación, se presenta un formato que se utiliza para controlar operaciones que se realizarán a las unidades.

Ilustración 43 - Indicadores actuales de Mantenimiento en Empresa Zeta Gas

% INDICADOR	
Arriba de Plan	
Cerca de Plan	
Debajo de Plan	

	Criterio	96%
% INDICADOR		95%
Arriba de Plan		
Cerca de Plan		
Debajo de Plan		90%

INDICADORES FLOTA ZETA GAS EL SALVADOR				
RESUMEN DE INFORMACIÓN		CAUSA**	Cantidad	TALLER
Fecha Actualización	18/09/2023	MOTOR	13	PESADO
No. Veh. Flota	253	REPARACIONES VARIAS	5	SEMI-PESADO
No. Veh. Permisos Transp. Mat.	121	ENDEREZADO Y PINTURA	0	LIVIANO
No. Pilotos	180	INYECCION	0	TOTAL
% Veh. En Reparación	20.95%	TRANSMISION	4	
% Veh. Tarjeta Circulacion Vencida	1.19%	EN PROCESO DE BAJA	15	
% Flota Disponible	79.1%	SINIESTRO/SEGURO/LEGAL	16	
% Permisos Transp. Mat. Peligrosos	61.2%	SUSPENSION	0	
% Pilotos Con Licencia	86.1%	FRENOS	0	
% Veh. Tarjeta Circulacion Vigente	73.1%	Total Veh. en reparacion	53	
Total Veh. Tarjeta Circ. Vigente	185	Total Veh. con Permiso, Transp. Mat	74	
Total Veh. Tarjeta Circ. Vencida	3	Total Pilotos Con Licencia	155	
Total Veh. Sin Tarjeta Circulacion	54	PAIS PRESENTADO	EL SALVADOR	

Fuente: Empresa Zeta Gas de El Salvador.

Ilustración 44 - Indicador Actual de Mantenimiento

96% 95% 90%		INDICADORES FLOTA ZETA GAS EL SALVADOR											
Criterio													
%													
Arriba de Plan													
Cerca de Plan													
Debajo de Plan													

Fuente: empresa Zeta Gas de El Salvador.

4.17 Definición de Refracciones y lubricantes

Refracciones

Las refracciones en mantenimiento se determinan como las piezas, componentes o materiales que se utilizan para reemplazar o reparar partes dañadas o desgastadas de equipos, maquinaria, vehículos u otras instalaciones. Estas son esenciales para mantener el funcionamiento óptimo y la vida útil de los equipos y herramientas.

En el área del mantenimiento industrial, las refracciones desempeñan un rol crucial para garantizar que las operaciones continúen de manera eficiente y segura. Como por ejemplo las refracciones incluyen rodamientos, tornillos, tuercas, sellos, mangueras, filtros, cables, piezas eléctricas y electrónicas etc. Un aspecto importante de la gestión adecuada de las refracciones implica llevar un inventario justo, planificar su compra de manera inteligente y realizar un seguimiento de su uso y reposición. Esto ayuda a reducir tiempos de inactividad no planificados y a optimizar los costos de mantenimiento.

Lubricantes

Los lubricantes son sustancias utilizadas en el mantenimiento de maquinaria y equipos para reducir la fricción y el desgaste entre las superficies móviles, prolongando así la vida útil y el rendimiento de los componentes mecánicos.

Función principal: Reducir la fricción y el desgaste entre las partes móviles de maquinaria y equipos. Esto evita el contacto directo metal con metal, lo que podría llevar al desgaste prematuro y a la falla de los componentes.

Tipos de lubricantes: Aceites lubricantes, grasas, aerosoles lubricantes y lubricantes sólidos. La elección del lubricante adecuado depende de factores como la aplicación, la temperatura de funcionamiento y el tipo de equipo.

Beneficios: Reducción en los costos de mantenimiento al prevenir el desgaste prematuro, la disipación de calor, la protección contra la corrosión y la mejora en la eficiencia energética.

Aplicación: Se realiza en puntos críticos de fricción, como cojinetes, engranajes, cadenas, rodamientos y otras superficies móviles. Es importante seguir las recomendaciones del fabricante y llevar a cabo un programa de lubricación regular.

En el mantenimiento preventivo: Para este tipo de mantenimiento incluye la inspección periódica de los niveles y la calidad del lubricante, la sustitución programada para garantizar un rendimiento óptimo. También es importante monitorear la contaminación del lubricante para evitar problemas.

Selección adecuada: La elección del lubricante adecuado se basa en factores como la viscosidad, la temperatura de funcionamiento, la carga, la velocidad y las condiciones ambientales se debe tomar en cuenta que el lubricante incorrecto puede causar daños graves a los equipos.

4.18 Diagrama de bloques de procesos general

Ilustración 45 - Diagrama de Bloques de Proceso General de Empresa Zeta Gas de El Salvador.



Fuente: Elaboración Propia.

4.19 Productos o servicios ofrecidos por la empresa Zeta Gas

Productos: Empresa Zeta Gas de El Salvador cuenta con cilindros que brindan diferentes servicios, residencial, industrial, a granel, gas auto.

Tabla 23 - Servicio Gas Residencial.

Gas Residencial	
25lbs	 A blue gas cylinder with a white 'Z' logo and 'GAS' text. A green label above it says '25 Lb'.
35lbs	 A blue gas cylinder with a white 'Z' logo and 'GAS' text. A green label above it says '35 Lb'.
100lbs	 A tall blue gas cylinder with a white 'Z' logo and 'GAS' text. A green label above it says '100 Lb'.

Fuente: Elaboración Propia

Servicio industrial o a granel brindado a clientes de alto consumo.

Tabla 24 - Servicio Industrial Empresa Zeta Gas.

Servicio industrial y servicio a granel
Servicio industrial: El tipo de servicio industrial es un abastecimiento con gas a edificios y a complejos habitacionales a través de redes de distribución. Existe personal capacitado de la empresa y se encargan de realizar los estudios y análisis requeridos para ubicar un depósito central de gas, siempre respetando las medidas de seguridad y que permita la repartición del suministro de gas entre vecinos del mismo edificio.

Servicio de gas a granel: EL gas a granel es un servicio de gas estacionario para clientes de alto consumo, para clientes comerciales e industriales. es un tanque fijo, diseñado según la demanda del cliente


Fuente: (grupozetagas.com.gt/productos-gas-a-granel-residencial-industrial/#content).

Servicio de Gas Para Carburación

Tabla 25 - Servicio de Gas Para Carburación

GAS AUTO (GLP): Gas para carburación de flotas, montacargas, vehículos particulares y de servicio público. Gas auto se trata de una alternativa amigable con el medio ambiente, ya que el GLP emite menos CO₂ en comparación a la gasolina. Los vehículos con sistema GLP, además de ahorrar en gasolina (puesto que usan gas), reducen las averías y se alarga la vida del motor.

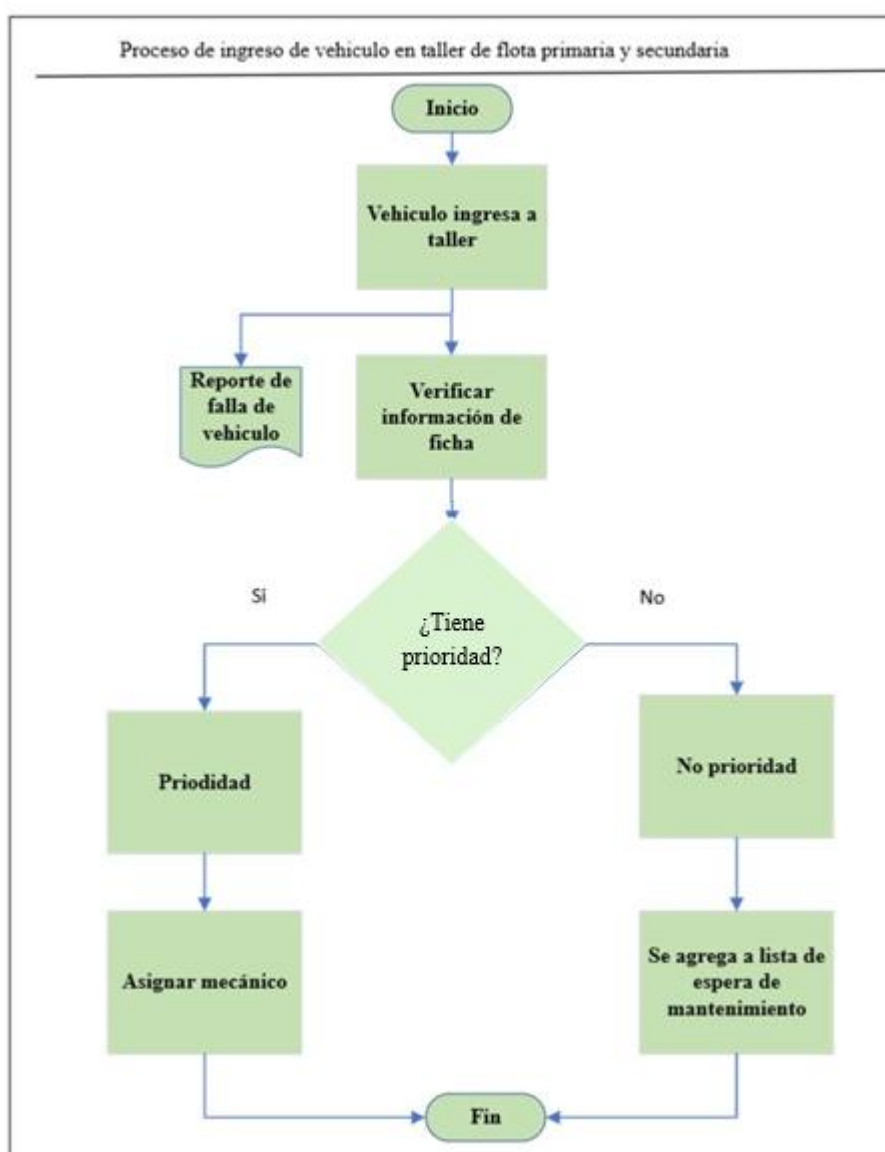


Fuente: (gasautoca.com).

4.21 Flujogramas actuales de los procedimientos de la investigación (Recepción, Revisión y Reparación y Solicitud de Repuestos y el Método de mantenimiento que se utilizan actualmente.

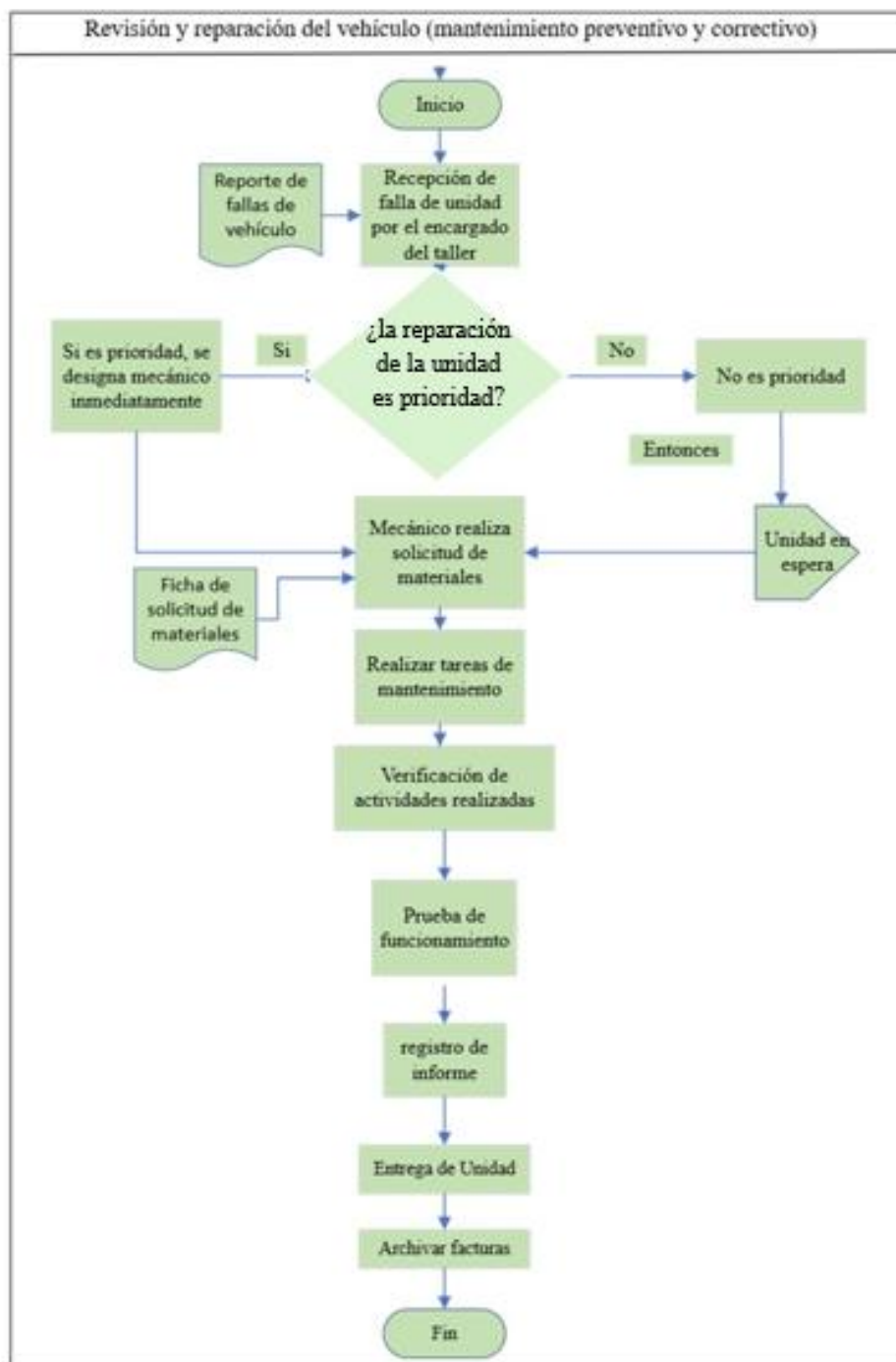
Actualmente se realiza mantenimiento preventivo y correctivo, en el caso del preventivo se realiza como la indica la ficha técnica del fabricante.

Ilustración 47 - Proceso de Recepción de Vehículo en Taller de Flota Primaria y Secundaria



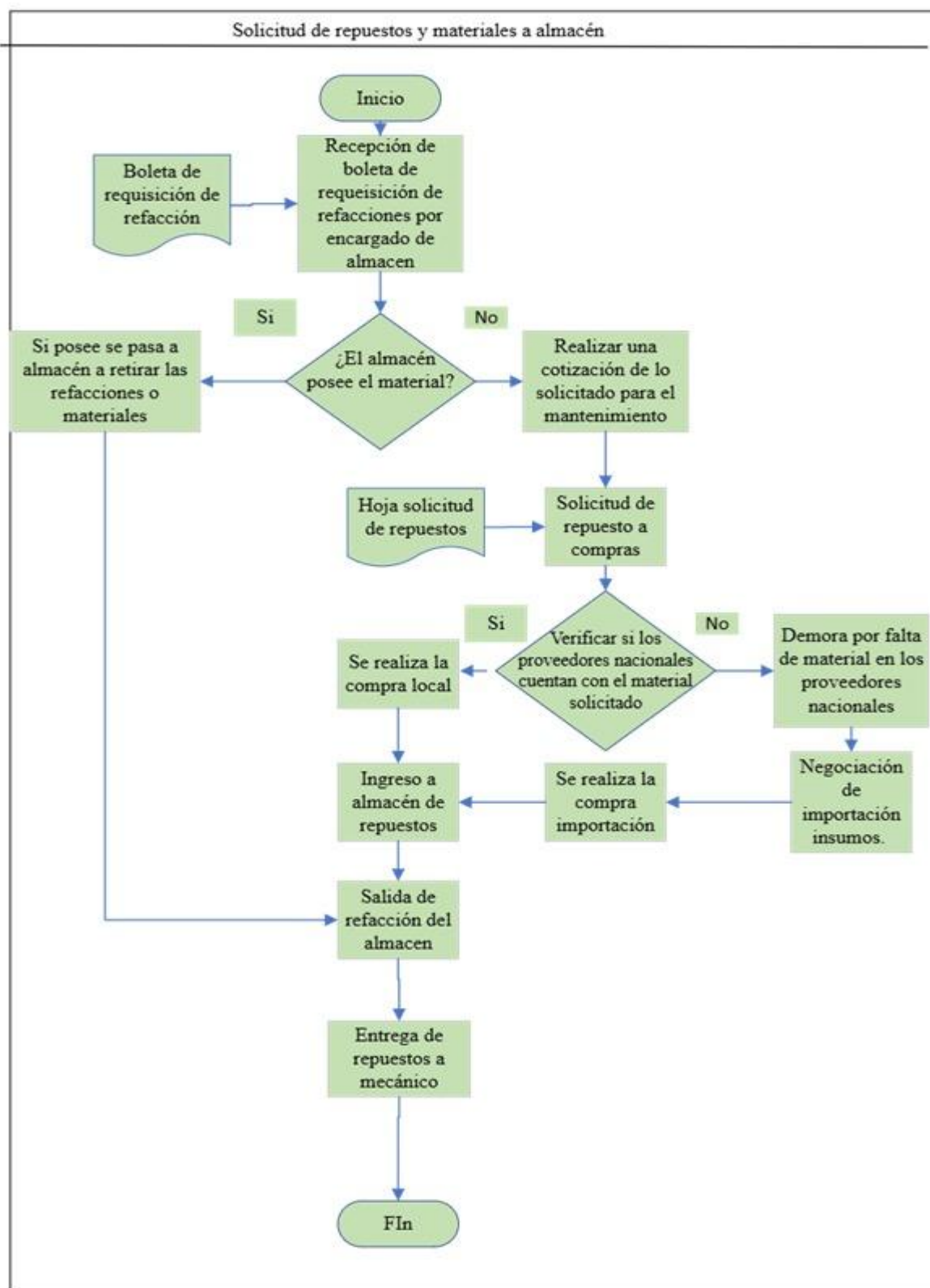
Fuente: Elaboración propia. Validada por el gerente de operaciones.

Ilustración 48 - Proceso de Revisión y Reparación de Vehículo.



Fuente: Elaboración propia. Validada por el gerente de operaciones.

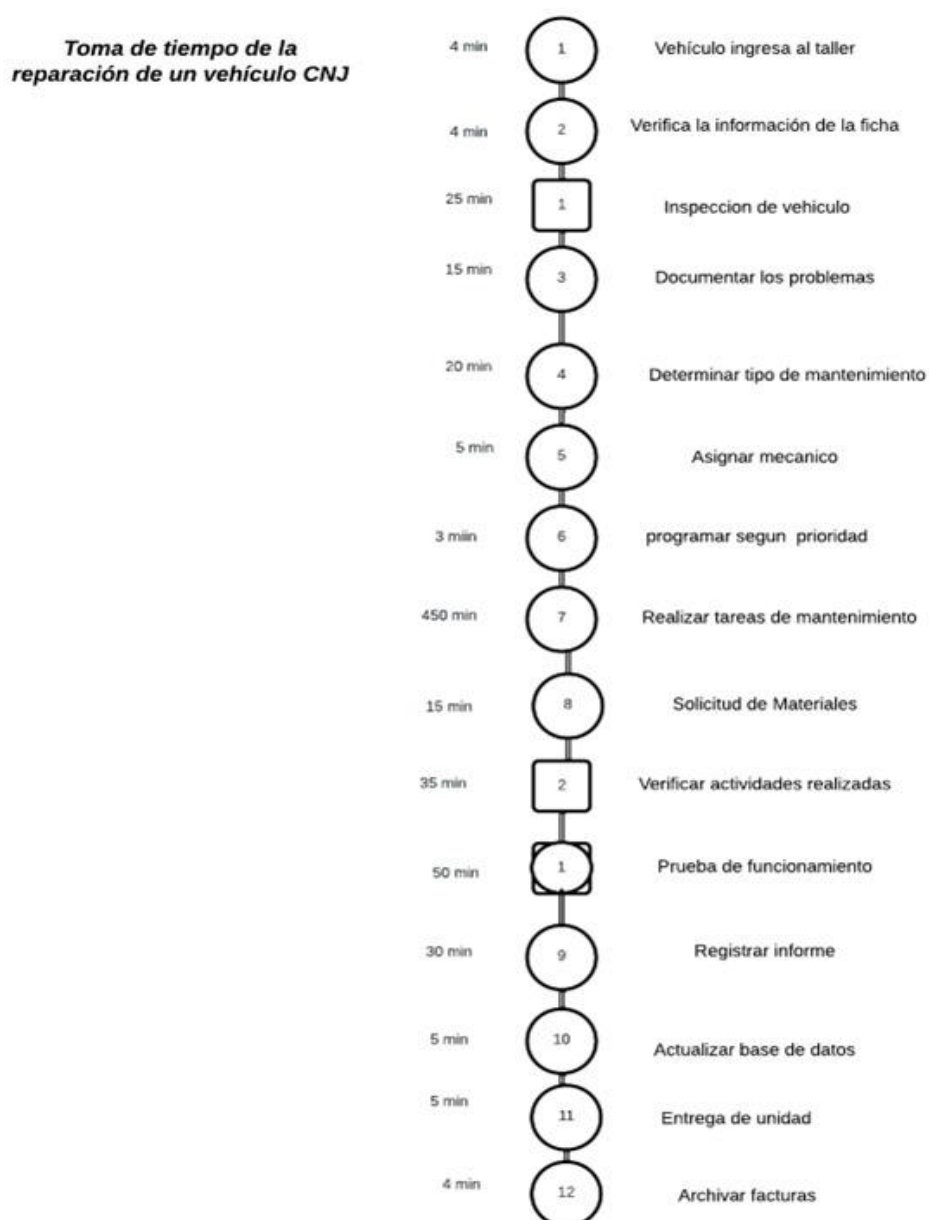
Ilustración 49 - Proceso Actual de Solicitud de Repuestos y Materiales en Bodega de Materiales.



Fuente: Elaboración propia. Validada por el gerente de operaciones.

4.22 Toma de tiempos proceso específicos

Ilustración 50 - Diagrama de toma de tiempos de procesos específicos (Recepción, Revisión y Reparación y Solicitud de Repuestos)



Fuente: Elaboración Propia Validado Por El Gerente De Operaciones

Tabla 26 – Resumen de Tiempos.

Tipo	Descripción	Cantidad	Tiempo en minutos
	Operación	12	545 min
	Inspección	2	60 min
	Combinación	1	50 min
Total		15	655

Fuente: Elaboración Propia, Resumen de Tiempos de Proceso Específicos de Mantenimiento en Empresa Zeta Gas de EL Salvador.

En base al flujograma anterior y los tiempos estimados se desarrolla el cálculo de eficiencia, según la siguiente formula:

▪ **Cálculo de la eficiencia:**

$$Eficiencia = \frac{\text{Total, tiempo de actividades operativas}}{\text{Tiempo total de actividades}} \times 100\%$$

$$Eficiencia = \frac{545 \text{ min}}{655 \text{ min}} \times 100\%$$

$$Eficiencia = 83 \%$$

4.23 Evaluación inicial por área

4.23.1 Situación actual de la SST (Seguridad y Salud en el Trabajo)

A continuación, se presentan la evaluación inicial en la empresa Zeta Gas por área donde se aplicará el TPM.

Tabla 27 – Evaluación de la Situación Actual de la SST (Seguridad y Salud en el Trabajo)

Evaluación inicial por área.	
Descripción	Imagen
Actualmente el área de taller específicamente en reparaciones de llantas se encuentra sin ningún tipo de orden esto afecta directamente en tener una disminución en el espacio de trabajo, pérdidas de tiempo en búsquedas de herramientas y un elevado riesgo en tener un Accidente	
En el taller de flota primaria se observó un descontrol en la organización de herramientas, obteniendo deficiencias en las actividades	
En el área de bodega de materiales se encontró pasillos obstruidos y poca señalización de ubicación	

Evaluación inicial por área.	
Descripción	Imagen
En el área de taller de flota secundaria además de las condiciones del suelo se observó unos sobrantes de materiales, como cubetas, guaipes, pernos y tuercas.	
Se observó el mal uso de la estantería como se aprecia en la imagen se está utilizando para almacenar piezas dañadas, herramientas de banco y un exceso de desperdicio en botellas.	
Se observaron rótulos de prevención de riesgos en mal estado al punto de estar en el suelo, esto aumenta que el riesgo de que pase un accidente.	
En el taller de pintura se observó la falta de espacio para trabajar las unidades llegando a tener vehículos en la intemperie	

Evaluación inicial por área.	
Descripción	Imagen
Suelo inadecuado para la realización de mantenimiento preventivo y correctivo.	
En el taller de pesados existe espacio limitado en la galera haciendo difícil el trabajo de mantenimiento bajo condiciones climáticas.	
Las realizaciones de los mantenimientos para flota primaria no cumplen con ninguna normativa de seguridad para la realización de las actividades.	
En las rampas de carga se visualizaron barriles y tarimas en lugares inapropiados.	

Evaluación inicial por área.	
Descripción	Imagen
No existe una estandarización de herramientas en estantería de herramientas para flotas secundarias.	
En el almacén de refracciones y lubricantes hay espacios que no están delimitados, donde se puede visualizar desorden.	

Fuente. Elaboración Propia.

Verificación inicial de las condiciones en áreas donde se enfocará la aplicación de la investigación.

Como se puede observar se realizó una verificación de la situación actual de las áreas donde se enfoca la investigación, se determinó que existen algunas limitantes en cuando al orden, estandarización y limpieza, como resultado esto puede generar accidentes de trabajo por las condiciones en las cuales están las herramientas, deficiencias en los procesos de mantenimiento y enfermedades, además las áreas con espacio reducidos para realizar las actividades de mantenimiento. En el área de bodega de materiales se puede observar que los pasillos no están señalizados es por ello por lo que existe una acumulación de carretas, barriles, botellas y cubetas en diferentes puntos de la bodega. Estos aspectos se van a tomar en consideración para la realización de mejoras en el capítulo 5.

4.24 Problemas concretos enfocados en el mantenimiento y uso de refacciones y lubricantes

Tabla 28 – Problemas Específicos Actuales en el Mantenimiento, en Refacciones y Lubricantes

Problemas concretos enfocados en el mantenimiento y uso de refacciones y lubricantes.	
Problemas	Descripción
Disponibilidad de flota	Actualmente, las unidades de transporte de la empresa Zeta Gas, tiene una disponibilidad mensual de unidades del 90%, determinando que 5 unidades o más están en mantenimiento preventivo o correctivo a diario.
Tiempo de inactividad	Durante un mes se programa las gestiones de mantenimiento preventivo periódico en el cual esta proporcionado a 5 unidades diarias ya sea por preventivo y correctivo.
Costos de mantenimiento	Los costos asociados con el mantenimiento de mano de obra, refacciones, herramientas y equipos utilizados en el proceso de mantenimiento.
Costo de mantenimiento preventivo	Se consideran que son los gastos planificados y puestos en disposición para prevenir averías y problemas en los activos. Incluyen tareas como inspecciones, lubricación, calibración y reemplazo de piezas desgastadas antes de que fallen.
Costo de mantenimiento correctivo	Son los gastos utilizados para las reparaciones de activos después de una falla o un problema no planeado. Según información recopilada de parte del gerente de mantenimiento los costos correctivos pueden ser altos y también pueden llevar a tiempos de inactividad no planificados lo cual afecta directamente a la generación de ganancias.
Costo de mano de obra	Se incluyen los salarios y beneficios del personal de mantenimiento, así también cualquier contratista o servicios externos que las operaciones de mantenimiento necesiten para realizar el mantenimiento.
Costo de refacciones y lubricantes	Se consideran gasto en la compra de piezas de repuesto, lubricantes, productos químicos y cualquier material necesario para el mantenimiento, por mala aplicación de los lubricantes (exceso) por falta de conocimiento en tribología.
Costo de tiempo de inactividad	Cuando las unidades de la flota están fuera de servicio debido a mantenimiento, se incurre en costos relacionados con la pérdida de distribución, lo que puede ser significativo cuando hay un incremento de unidades en reparación por mantenimiento preventivo o también en mantenimiento programado.

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla 29 - Problemas Concretos Enfocados en el Mantenimiento y Uso de Refacciones y Lubricantes

Problemas concretos enfocados en el mantenimiento y uso de refacciones y lubricantes.	
Problemas	Descripción
Principales fallos en las unidades	Las principalmente fallas en las unidades radican en los rodamientos de las bufas, fallos en la cajas, amortiguadores y hojas de resorte, muchas veces esta falla ocurre frecuentemente por mal manejo de parte de conductor y otras por no llevar un control de kilometraje en las unidades, no les funciona el odómetro esto dificulta una programación para el mantenimiento.
Registro de actividades de mantenimiento	El departamento de mantenimiento llena un formato de todo lo que se le realizo a la unidad, con el objetivo de registrar las actividades, se le entrega una copia al motorista donde al finalizar el día reportara si la unidad no presentó ninguna falla, previa al mantenimiento, para descartar un mal mantenimiento.
Cumplimiento de mantenimiento en unidades.	Cuando se realiza un mantenimiento, este se programa para que el departamento de mecánica lo trabaje únicamente en un día, en muchas ocasiones las reparaciones no se cumplen por el motivo que en bodega no siempre mantienen un buen stock de repuestos y esto implica aumentar el tiempo de las unidades varadas en el taller.
Capacitación y desarrollo del personal	Actualmente el personal de mantenimiento no está en constante capacitación, en cuanto a técnicas de uso de herramientas, maquinaria y equipo, esto genera que las operaciones de mantenimiento resulten ineficientes para el cumplimiento de la demanda en la venta del GLP.

Fuente de Zeta Gas de El Salvador.

4.25 Análisis FODA de la empresa Zeta Gas de El Salvador

Tabla 30 - Análisis FODA actual de Empresa Zeta Gas de El Salvador.

Análisis FODA	
Fortalezas. - Calidad de producto, precio y certificación ISO - Constante crecimiento de la empresa Zeta Gas. - Buen clima organizacional. - Excelentes estrategias de marketing “Zeta Premia”	Debilidades. - Consumo excesivo de refracciones y lubricantes. - Proceso tardío en aprobación de presupuesto para compras de refracciones. - Personal con desconocimiento técnico por faltas de capacitación. - Baja existencia de refracciones y lubricantes en bodega. - Falta de una filosofía de mantenimiento. - Riesgo de accidentes por condiciones en las áreas de trabajo - Riesgo de accidentes en utilización de equipo y herramientas por falta de capacitación.
Oportunidades. - Demanda en constante aumento de servicio de GLP por parte de los clientes. - Mayor compromiso con el cuidado al medio ambiente. - Incremento del consumo de GLP como sustituto de la leña, lo que reduce la tala de árboles y la contaminación por humo.	Amenazas. - Competencia del rubro de la empresa. - Tiempo de espera en refracciones que se importan de china y México. - Mala calidad de los lubricantes. - Riesgo de accidentes o incidentes por malas prácticas en el manejo del GLP. - Incremento en el costo de transporte y distribución por tráfico en diferentes zonas. - Llegada tardía a los clientes por tráfico complejo.

Fuente Elaboración Propia

4.26 Gasto de presupuesto general mensual

En el siguiente cuadro se describe el gasto de presupuesto mensual, que se destina para el área de mantenimiento, cabe mencionar que este presupuesto es general, abarcando todas las áreas y gastos de todos los vehículos de Zeta Gas, sin agregar gastos en combustibles, Salarios ni gastos de energía.

Tabla 31 - Presupuesto General Mensual

PRESUPUESTO MENSUAL		
N° CUENTA	DESCRIPCION DE CUENTA	PRESUPUESTO
6020101	Refacciones y Accs	\$ 28,500.00
6020103	Mant. De Vehiculos	\$ 2,781.85
6020106	Llantas	\$ 7,500.00
6020107	Desponche de Llantas	\$ 60.00
6020108	Renovación de Llantas	\$ 4,500.00
6020109	Lubricantes	\$ 4,500.00
6020112	Carrocería y Pintura	\$ 2,583.04
6020154	Equipo de Seguridad	\$ 1,564.30
6020155	Herramientas	\$ 500.00
6020165	Medidores y Reguladores	\$ 200.00
TOTAL		\$ 52,689.19

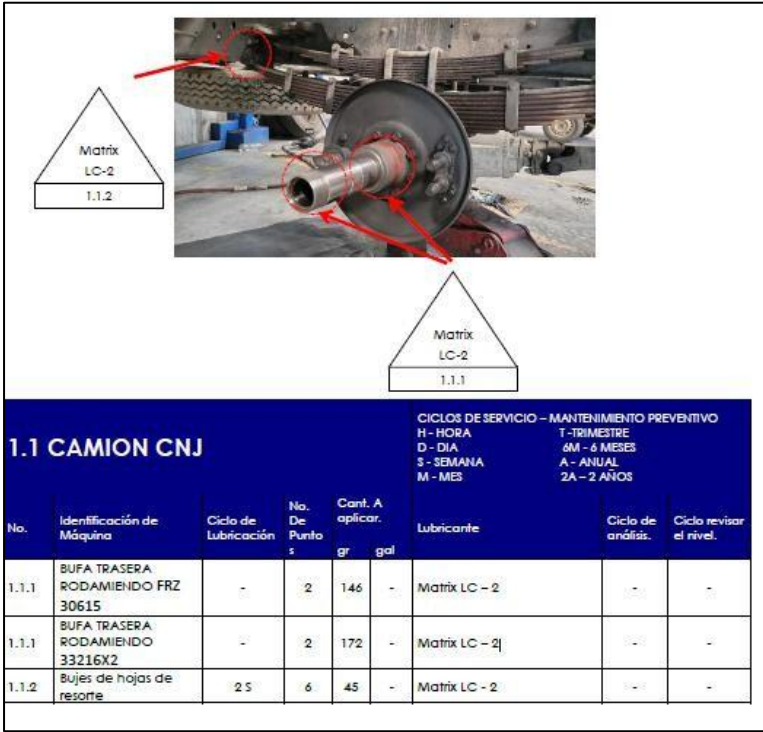
Fuente: Zeta Gas

4.27 Análisis actual de programa de lubricación y mantenimiento preventivo por empresa**TRICOMBUS en la flota secundaria de Zeta Gas**

La siguiente información presentada fue una evaluación de los lubricantes y refacciones en camión CNJ que actualmente tiene en uso empresa Zeta Gas de El Salvador, por empresa TRICOMBUS, quien se dedican a la comercialización de productos y servicios de alta calidad, antes de ofrecer sus productos se realizan análisis y evaluaciones actuales de las flotas, en las siguientes imágenes mostramos lo encontrado en Zeta Gas

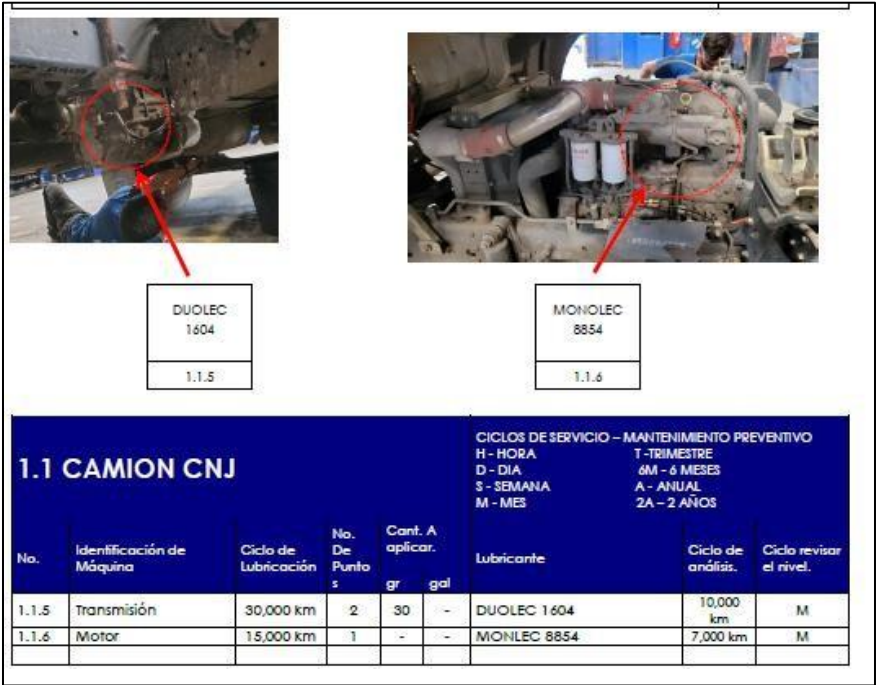
NORMAS DIN. La norma DIN 51517 define como LUBRICANTES tipo CLP. A los propósitos de esta norma, LUBRICANTES CLP son aquellos basados en aceite mineral incluyendo aditivos diseñados para aumentar las propiedades anticorrosivas (Símbolo C), aumentar la resistencia al envejecimiento (Símbolo L), y disminuir el desgaste (Símbolo P)"

Ilustración 51 - Análisis de Bufo



Fuente: Análisis TRICOMBUS

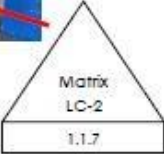
Ilustración 52 - Revisión Transmisión y Motor



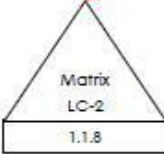
Fuente: Análisis TRICOMBUS

Ilustración 54 - Revisión Bufo de Rodamiento y Hojas de Resorte



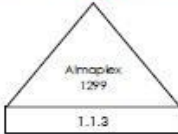
Matrix
LC-2
1.1.7



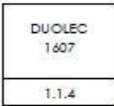
Matrix
LC-2
1.1.8

1.1 CAMION CNJ						CICLOS DE SERVICIO – MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
No.	Identificación de Máquina	Ciclo de Lubricación	No. De Puntos	Cant. A aplicar.		Lubricante	Ciclo de análisis.	Ciclo revisar el nivel.
				gr	gal			
1.1.7	Bufo rodamiento 32308	-	2	84	-	Matrix LC - 2	-	-
1.1.7	Bufo delantera rodamiento 32311	-	2	50	-	Matrix LC - 2	-	-
1.1.8	Bujes de hojas de resorte	2 S	6	45	-	Matrix LC - 2		



Almaplex
1299
1.1.3



DUOLEC
1607
1.1.4

1.1 CAMION CNJ						CICLOS DE SERVICIO – MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
No.	Identificación de Máquina	Ciclo de Lubricación	No. De Puntos	Cant. A aplicar.		Lubricante	Ciclo de análisis.	Ciclo revisar el nivel.
				gr	gal			
1.1.3	Cardan	3 M	2	30	-	Almaplex 1299	-	-
1.1.4	Corona	30,000 km	1	-	-	DUOLEC 1607	10,000 km	M

Fuente: Análisis TRICOMBUS

4.28 Análisis actual del porcentaje de TPM implementado en Zeta Gas

La aplicación de este análisis de la situación actual de TPM, se basó en las encuestas y entrevistas de los cuestionarios que se detallan en el capítulo 3, así mismo el análisis por medio de reuniones en plantas y con los colaboradores que aportaron opiniones para realizar las lluvias de ideas con el fin de producir opiniones acertadas en cuanto al enfoque técnico de cada pilar para comparar con las generalidades obtenidos en la encuesta y las variables en la empresa Zeta Gas.

Cuando ya se tienen las ideas a seguir se procede a desvincular el sistema en el nivel de análisis que se requiere con el apoyo de los pilares del TPM.

A continuación, se identifican los parámetros, funciones, procesos y técnicas con los que se relacionan cada uno de los pilares, pero antes se presentara el detalle de los pilares enfocados en esta investigación.

4.28.1 Parámetros, funciones, procesos y técnicas con los que se relacionan cada uno de los pilares

La investigación se desarrolló con el fin de establecer una metodología adecuada para aplicar TPM en la empresa Zeta Gas, se presenta a continuación el enfoque particular de cada uno de los pilares a ser aplicado.

Se ha considerado para la utilización de los pilares, aplicar diferentes herramientas de apoyo para determinar la forma de cómo se aplicará cada Pilar de TPM. Así se utilizará la Norma ISO 9001:2015, Kaizen, Kanban, SMED y el Modelo EFQM.

Mejora Focalizada:

Este pilar logra su eficiencia con la intervención de diferentes áreas comprometidas al proceso productivo, con el objetivo de maximizar la efectividad global de los equipos y procesos. Todo esto a través de un trabajo organizado en equipos funcionales.

Propósito: Eliminar sistemáticamente las pérdidas ocasionadas por el proceso productivo, eliminar radicalmente las causas de perdidas crónicas y mejorando el conocimiento de los procesos mediante el análisis y solución de problemas en forma continua e involucrando a todo el personal de la empresa en acciones de mejora individual y grupal.

Enfoque ISO 9001:2015⁶

Es un sistema de calidad con base en las normas ISO serie 9001, cuya última actualización se realizó en 2015. Esta norma verifica capacidad para proveer productos y servicios que atienden las necesidades de los clientes y así tener su satisfacción, así como requisitos legales y reglamentarios aplicables, para poder aumentar la satisfacción del cliente mediante mejoras de proceso y evaluación de la conformidad.

La organización debe determinar y seleccionar las oportunidades de mejora e implementar cualquier acción necesaria para cumplir los requisitos del cliente y aumentar la satisfacción del cliente. (ISO 9001-2015).

Mejora de la calidad de productos, procesos y servicios, aumento de la satisfacción, lealtad y retención de clientes, al mismo tiempo que aumenta la productividad y reduce los costos.

Definición: La mejora focalizada en una flota de vehículos de gas propano implica identificar y abordar de manera específica los problemas relacionados con la eficiencia y rendimiento de los vehículos.

Objetivos:

- Mejorar la eficiencia operativa de los vehículos.
- Reducir los tiempos de inactividad no planificados.

⁶ ISO 9001-2015. Sistema de gestión de calidad.

- Optimizar el rendimiento del combustible.

Actividades:

- Implementar prácticas de mantenimiento preventivo.
- Realizar análisis de fallas para identificar y eliminar problemas recurrentes.
- Establecer estándares de mantenimiento específicos para vehículos de gas propano

Tabla 32 - Análisis del PILAR # 1

	Pilar # 1: Mejora enfocada	Enfoque técnico – Basado en la norma ISO 9001:2015		
		Creación de grupos multidisciplinarios que realicen y verifiquen auditorías internas	Implementación de técnicas y herramientas de calidad que ayuden a minimizar los tiempos en los procesos de la ejecución de los mantenimientos.	Se tiene un historial de registros de todas las mejoras que se han realizado.
Parámetros	Énfasis en organización del trabajo a través de Equipos	X		
	Utilización de técnicas, metodologías, herramientas para propuesta de solución.		X	X
	Registro de las soluciones o mejoras con una visión y utilización clara.			X

Fuente: Elaboración Propia

Mantenimiento Autónomo:

Este es uno de los procesos de mayor impacto en la productividad que busca involucrar al operador y motorista en el cuidado del equipo a través de un alto grado de formación y compromiso, respecto a las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajos libres de cualquier tipo de contaminación.

Enfoque Kaizen⁷ y 5S: Kaizen es un sistema de calidad que se enfoca en la mejora continua a través de esfuerzos progresivos a fin de cambiar. Kaizen se puede aplicar a todos los ámbitos de las actividades empresariales, desde procesos, tangibles y los recursos humanos.

Las 5S es un método de gestión que puede ser implementado en cualquier organización y se basa en cinco principios denominados por la primera letra del nombre de cada etapa en japonés.

Definición: El mantenimiento autónomo implica capacitar a los conductores y equipos para realizar tareas de mantenimiento básico, fomentando la responsabilidad y participación en el cuidado de los vehículos de gas propano.

Objetivos

- Empoderar a los conductores para el mantenimiento básico.
- Mejorar la confiabilidad de los vehículos.
- Reducir tiempos de inactividad relacionados con problemas simples.

Actividades:

- Capacitar a conductores en inspecciones diarias y mantenimiento básico.
- Establecer un sistema de verificación y reporte de condiciones anormales.
- Fomentar la cultura de cuidado y responsabilidad por los vehículos.

Mantenimiento Planificado

Este pilar es muy importante en la búsqueda de beneficios de una organización industrial. Mantenimiento planificado es el nombre que le asignó el JIPM, pero es comúnmente conocido

⁷ KAIZEN, La Clave de la ventaja competitiva. 13ª Edición. Masaaki Imai. El Concepto kaizen. Pag.37

como mantenimiento preventivo o programado, pero el termino de progresivo puede ser el más idóneo encaminando los objetivos hacia las cero averías.

Propósito: Eliminar problemas de los equipos a través de acciones de mejora, prevención y predicción.

Enfoque KANBAN⁸: Es una palabra japonesa que significa algo así como “tarjetas visuales” (kan significa visual, y ban tarjeta). Un sistema de control y programación sincronizada en la producción basado en tarjetas (en japonés Kanban) aunque puede ser de otro tipo de señales. se utiliza para controlar el avance del trabajo, en el contexto de una línea de producción.

Tabla 33 - Análisis del PILAR # 2

	Pilar # 2: Mantenimiento Autónomo	Enfoque técnico – Metodología 5’S				
		Limpieza	Organizar	Clasificar	Estandarizar	Disciplina
Parámetros	Implementación de una cultura de compromiso en los usuarios de los equipos y vehículos.	X			X	X
	Establecimiento adecuado y formal del procedimiento de atención de los vehículos de las flotas por parte del usuario	X	X	X	X	X
	Supervisión, evaluación y retroalimentación de las instalación o tratamiento de donde se encuentran los vehículos		X	X		X

Fuente: Elaboración Propia

⁸ KANBAN. Y Just in time en Toyota. Funciones Kanban. Pag 96

Definición: El mantenimiento planificado implica programar actividades de mantenimiento para minimizar paros no planificados, garantizando la confiabilidad y disponibilidad de la flota de vehículos de gas propano.

Objetivos:

- Reducir paros no planificados.
- Optimizar la programación de mantenimiento.
- Mejorar la eficiencia de los procesos de mantenimiento.

Actividades:

- Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo basado en el desempeño pasado.
- Utilizar sistemas de seguimiento y monitoreo para prever necesidades de mantenimiento.
- Implementar un software de gestión de mantenimiento.

Tabla 34 - Análisis del PILAR # 3

	Pilar # 3: Mantenimiento Planificado	Enfoque técnico – Kanban		
		Cumplir con los mantenimientos planificados en los tiempos que se han establecido	Conocer el historial y proyección de mantenimientos	Llevar un programa de mantenimiento
Parámetros	Visión sistemática de la planeación de las actividades de mantenimiento	X	X	
	Definición de objetivos y metas claras para el mantenimiento	X		
	Planificación clara del aprendizaje realizado		X	X

Fuente: Elaboración Propia

Formación y Capacitación:

Se trata de una forma correcta de interpretar y actuar sobre todo de acuerdo a las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos en acuerdo con el conocimiento adquirido a través de la reflexión y experiencia acumulada en el trabajo diario

durante algún tiempo, aquí se define lo que hace cada empleado y como se realiza mejor cuando los que generan las indicaciones son de la misma empresa, solamente hay que buscar asesoría de forma externa según los requerimientos de las circunstancias.

Enfoque ISO 9001:2015: El proceso de formación y capacitación es desde la alta gerencia hasta personal operativo, la compañía debe estar comprometida y demostrar liderazgo de compromiso para que todo su personal esté dispuesto a cualquier cambio de mejora que beneficie a la empresa, orientado en analizar los conocimientos adquiridos por el personal, luego de haber recibido capacitaciones acerca del funcionamiento de la maquinaria y acciones de prevención de riesgos.

El equipo operario debe ser capacitado de entender cómo funcionan los equipos, identificar y encontrar los problemas que puedan surgir durante el proceso, además de verificar la calidad de los procesos.

Definición: La formación y capacitación se centra en desarrollar las habilidades y conocimientos del personal encargado de la operación y mantenimiento de la flota de vehículos de gas propano.

Objetivos:

- Mejorar las habilidades técnicas del personal.
- Aumentar la eficacia en la operación y mantenimiento.
- Fomentar una cultura de aprendizaje continuo.

Actividades:

- Proporcionar entrenamiento regular sobre nuevas tecnologías y procedimientos.
- Establecer un programa de certificación para conductores y personal de mantenimiento.
- Promover una cultura de aprendizaje continuo.

Tabla 35 - Análisis del PILAR # 4

	Pilar # 4 Formación y Capacitación	Enfoque técnico – ISO 9001:2015		
		Programa de capacitación sobre competencias	Documentar la información para cuando sea requerida	Mejorar la comunicación entre el personal de la empresa
Parámetros	Desarrollar capacidades y aumentar habilidades en el personal de mantenimiento, motorista y personal de bodega	X		X
	Conocimiento para resolución de problemas		X	
	Velar por crear habilidades para trabajar y cooperar en equipo con áreas relacionadas			X

Fuente: Elaboración Propia

Gestión Temprana de los Equipos o Mantenimiento Preventivo

Este pilar presenta las actividades de mejora ejecutadas durante la etapa de preparación y diseño y puesta en marcha por parte de los equipos, con el objetivo de reducir costos de mantenimiento durante su explotación. Se puede hacer uso de comportamiento de cada equipo con el objetivo de identificar posibles mejoras en el diseño y reducir drásticamente las causas de averías desde el mismo momento en que se compra un equipo.

Propósito: Reducir el deterioro de los equipos actuales y mejorar los costos de su mantenimiento.

Definición: La gestión temprana de los equipos busca optimizar los procesos de arranque y detención de los vehículos de gas propano, reduciendo el desgaste y mejorando la eficiencia del combustible.

Objetivos:

- Optimizar los procedimientos de arranque y parada.
- Reducir gastos de refacciones con una asistencia adecuada.

- Reducir gastos de lubricantes.
- Reducir el desgaste de los equipos.
- Mejorar la eficiencia del combustible.

Actividades:

- Realizar pruebas de análisis de aceite.
- Optimizar procedimientos de arranque y parada para reducir el desgaste.
- Implementar sistemas de monitoreo de eficiencia de combustible.
- Realizar análisis de datos para identificar áreas de mejora en los procesos de arranque y parada.

Enfoque SMED⁹: Para lograr adecuar una gestión específica para la empresa Zeta Gas, se utilizará la metodología de SMED la cual según su acrónimo de significa “Single Minute Exchange of Die” y siendo en español: “Intercambio de troqueles en un minuto”. Es una metodología o conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de preparación de máquina. La aplicación del SMED requiere de cuatro fases las cuales son las siguientes:

- **Diferenciación de la preparación externa e interna:** las operaciones que se realizan con la máquina parada se denominan internas y aquellas que se realizan mientras la máquina produce piezas buenas se denominan externas.
- **Reducir el tiempo de preparación interna mediante la mejora de las operaciones:** las preparaciones que no pueden convertirse en externas deben ser objeto de mejora y control continuo.

⁹ ESAN, (2023), <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/tecnica-smed-como-ayuda-a-incrementar-la-productividad>

- **Reducir el tiempo de preparación interna mediante la mejora del equipo:** todas las medidas tomadas a los efectos de reducir los tiempos de preparación se han referido hasta ahora a las operaciones o actividades.
- **Preparación cero:** el tiempo ideal de preparación es cero por lo que el objetivo final debe ser plantearse la utilización de tecnologías adecuadas y el diseño de dispositivos flexibles.

Tabla 36 - Análisis del PILAR # 5

	Pilar # 5 - Gestión Temprana de los Equipos o Mantenimiento preventivo	Enfoque técnico – SMED		
		Diseño de un plan de trabajo de ejecución de las actividades que se debe realizar para los vehículos	Mantener siempre en óptimas condiciones y la fiabilidad de los vehículos al ejecutar las actividades	Tener un historial de toda la información de poseer cada vehículo de la empresa
Parámetros	Búsqueda de vehículos y repuestos de alta calidad para evitar retraso durante las actividades claves del área.	X		
	Maximización continua de la disponibilidad de vehículos, reduciendo los tiempos de parada por fallas		X	
	Poseer una buena base de información sobre el uso, funcionamiento, vida útil y fallas comunes de los vehículos			X

Fuente: Elaboración Propia

Mantenimiento de Calidad

La etapa 6 establecen las condiciones del equipo utilizado o para esta investigación los vehículos de las flotas, siendo un punto donde los defectos en cero son factibles, las acciones de la mejora continua están basadas en las rutinas de inspección de equipos de mejora, verifican y

miden las condiciones y defectos, con el objeto de facilitar la operación en la situación donde no se generen defectos.

Propósito: Tomar acciones preventivas para obtener un proceso y equipo cero defectos, incorporando la calidad al equipo mediante el mantenimiento y creando una cultura de producir sin defectos de calidad.

Definición: El mantenimiento de calidad implica mejorar la calidad del trabajo en las actividades de mantenimiento y operación de la flota de vehículos de gas propano.

Objetivos:

- Mejorar la calidad y confiabilidad de los vehículos.
- Reducir la frecuencia de fallas y problemas de operación.
- Establecer estándares de calidad para el mantenimiento.

Actividades:

- Implementar auditorías de calidad en las actividades de mantenimiento.
- Establecer estándares de calidad para la operación de vehículos.
- Fomentar la retroalimentación y participación de los trabajadores en la mejora continua.

Enfoque ISO 9001:2015¹⁰: La herramienta a ser utilizada será la ISO 9001:2015 con el fin de asegurar que los equipos de la empresa tengan un desempeño adecuado, debido a que se encuentra directamente relacionados con el funcionamiento de los procesos y actividades de la empresa investigadas.

Es muy indispensable determinar los recursos necesarios para estos procesos de mantenimiento y así lograr asegurar la disponibilidad de los vehículos de cada flota.

¹⁰ ISO 9001-2015. Sistema de gestión de calidad.

La clasificación de los defectos en los vehículos es identificada al ser presentado, es decir según la frecuencia, por lo tanto, el departamento de mantenimiento debe tener un historial de los defectos y así lograr erradicar los problemas de una forma más rápida y efectiva.

Tabla 37 - Análisis del PILAR # 6

	Pilar # 6 Mantenimiento de Calidad	Enfoque técnico – ISO 9001:2015		
		Plan anual para las operaciones de mantenimiento para lograr un mayor control de las condiciones de los vehículos.	Ficha de caracterización, mantenimiento y frecuencia	Inclusión de mecánicos y operadores de conocimiento para la ejecución de mantenimiento.
Parámetros	Desarrollar capacidades y aumentar habilidades en el personal de mantenimiento	X	X	
	Conocimiento para resolución de problemas			X
	Velar por crear habilidades para trabajar y cooperar en equipo con áreas relacionadas	X	X	X
	Medición de la percepción del cliente interno y externo del servicio prestado	X		

Fuente: Elaboración Propia

Actividades de Administración y Apoyo

Para esta etapa se busca eliminar las pérdidas que se presentan en las áreas que dan soporte a las operaciones de la empresa y lo que pretende es aprovechar la experiencia adquirida en el área de las operaciones y almacén sin olvidar la información de la empresa en base al mantenimiento.

Propósito: Mejorar las funciones de la administración a través de la implementación del mantenimiento autónomo para la eliminación mediante la identificación de problemas y causas relacionadas a ello.

Definición: Las actividades de administración y apoyo se centran en coordinar y apoyar las iniciativas de TPM, promoviendo la comunicación y colaboración entre equipos.

Objetivos:

- Mejorar la coordinación entre motoristas y personal de mantenimiento.
- Fomentar la presentación de sugerencias de mejora.
- Optimizar la eficiencia de las actividades de TPM.

Actividades:

- Establecer reuniones periódicas para coordinar entre motoristas y personal de mantenimiento.
- Incentivar la presentación de sugerencias de mejora.
- Promover la comunicación efectiva y el trabajo colaborativo entre los equipos.

Enfoque Modelo EFQM¹¹: La herramienta para aplicar será el modelo de EFQM el cual es un instrumento útil que ayuda a las empresas a constituir y establecer un sistema de gestión adecuado, este requiere de calcular en qué punto se encuentran la empresa para identificar posibles carencias y definir acciones de mejora. Este es un modelo de autoevaluación que sirve para realizar un diagnóstico de la empresa evaluando todos los procesos que intervienen en esta, permitiendo identificar puntos débiles y fuertes de la organización.

¹¹ Carro Paz y González Gómez, (2018), Libro Administración de la calidad total

Tabla 38 - Análisis del PILAR # 7

	Pilar # 7 - Actividades de Administración y Apoyo	Enfoque técnico – Modelo EFQM		
		Interacción entre departamentos para cumplimiento de objetivos de la empresa propuesta	Eficacia y eficiencia de la empresa y desarrollar una dinámica de mejora continua en todos los procesos.	Evaluar cada determinado tiempo el desempeño que realiza el personal que labora dentro de la empresa
Parámetros	Reducción constante de los retrasos que se presentan en las áreas que soportan de mantenimiento de la empresa		X	X
	Enfoque en garantizar el flujo continuo de comunicación entre áreas que se interrelacionen	X	X	
	Enfoque en garantizar el flujo continuo de los procesos entre áreas que se interrelacionan	X	X	

Fuente: Elaboración Propia

Gestión de Seguridad Ocupacional y Medio Ambiente

Los principios de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente consideran a un equipo con defectos en una fuente de riesgos, es así como el desarrollo del mantenimiento autónomo y la aplicación de las 5'S son considerados para formar una base de la seguridad.

La formación y adiestramiento como parte de las habilidades del personal es importante para evaluar los riesgos según el área, permitiendo con esto que los colaboradores se responsabilicen para sus beneficios.

Sera de mucha importancia lograr que los procesos se evalúen y apliquen, por lo que será necesario realizar práctica de los procesos con TPM con el fin de crear la responsabilidad por el cumplimiento de los reglamentos y estándares de las operaciones.

Propósito: Implantar en todos los niveles organizacionales la cultura de prevención y razonamiento de cada una de las actividades que se realizan en función de la concientización del cumplimiento de las normas establecidas en el plan de gestión.

Definición: La gestión de seguridad ocupacional y medio ambiente busca integrar prácticas seguras y sostenibles en las operaciones de la flota de vehículos de gas propano.

Objetivos:

- Mejorar la seguridad del personal y la comunidad.
- Cumplir con normativas ambientales.
- Reducir incidentes de seguridad y riesgos medioambientales.

Actividades:

- Implementar prácticas de seguridad ocupacional y ambiental en las operaciones.
- Realizar capacitación regular en seguridad para conductores y personal de mantenimiento.
- Cumplir con normativas ambientales y realizar evaluaciones de riesgos asociados a la operación de la flota.

Enfoque ISO 45001-2018 y Ley general de prevención de riesgos en los lugares de trabajo

La empresa deberá ser responsable de la seguridad y salud en el trabajo de sus colaboradores y de otras personas que puedan verse afectadas por las actividades que realizan en sus actividades. Es así como se debe de adoptar un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo que posea el objetivo de permitir a la empresa en proporcionar lugares de trabajo seguros y saludables, previniendo lesiones y deterioro de la salud tomando de base la ISO 45001:2018, por

lo tanto, se relacionan con el trabajo y mejora de forma continua el desempeño de la seguridad y salud en el trabajo dentro de la organización.

No se debe de olvidar que se debe de tener la información documentada y los recursos necesarios para asegurar el éxito del sistema de gestión dentro de la empresa para la realización de sus labores por parte de todo el personal.

Tabla 39 - Análisis del PILAR # 8

	Pilar # 8 - Gestión de Seguridad Ocupacional y Medio Ambiente	Enfoque técnico – ISO 45001-2018 y Ley general de prevención de riesgos en los lugares de trabajo		
		Capacitación y promoción de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo para reducir y prevenir accidentes laborales	Brindar condiciones seguras al trabajador para la realización y ejecución de sus tareas laborales	Brindar el equipo de protección personal a todo el personal dentro de la organización
Parámetros	Gestión de un programa que garantice un ambiente de trabajo confortable y ergonómico	X		
	Establecer las medidas que apoyen a la reducción de accidentes	X	X	X
	Garantizar un ambiente en el cual no se producirá la fatiga, sino que genera una contribución para mejorar la productividad de utilización de vehículos		X	

Fuente: Elaboración Propia

4.28.2 Parámetros del análisis de requerimientos TPM según la lista de chequeo B¹².

El JIPM por medio del diseño de listas de chequeo (checklist) reconoce los esfuerzos de las organizaciones que buscan de alguna manera alinearse a la filosofía japonesa, esto por medio de la categorización de dichos esfuerzos, de la manera siguiente:

¹² Lista B (el Premio Especial para el Logro de mantenimiento realizado por empresa de terceros)

1. ***Premio a la Excelencia en el TPM, Categoría A:*** El solicitante deberá obtener un mínimo de 70 puntos sobre 100 puntos del checklist C.
2. ***Premio a la Excelencia en el TPM, Categoría B:*** El solicitante deberá obtener un mínimo de 70 puntos sobre 100 puntos del checklist C.
3. ***Premio a la Excelencia en el compromiso consistente con el TPM:*** El solicitante deberá obtener un mínimo de 80 puntos sobre 100 puntos del checklist C.
4. ***Premio Especial por el logro en TPM:*** El solicitante deberá obtener un mínimo de 70 puntos sobre 100 Lista de comprobación checklist B.
5. ***Premio Especial el logro avanzado en TPM:*** El solicitante deberá obtener un mínimo de 80 puntos sobre 100 puntos del checklist A.
6. ***Premio al logro TPM de Clase Mundial:*** El solicitante deberá obtener un mínimo de 80 puntos sobre 100 puntos del checklist S.

Para el presente estudio, se ha seleccionado como parámetro principal acercarse o igualarse al ítem 4, referido al Nivel de Evaluación por el logro en TPM, el cual es más flexible y menos riguroso en relación con los otros premios. El premio especial por el logro en TPM, exige 70 puntos como mínimo de calificación, resultado de la ejecución del checklist B recomendado por el JIPM.

Esta lista de chequeo B se constituyó en base a los tópicos actuales que posee la empresa Zeta Gas, y se construyó por medio de los criterios específicos que abarcan aspectos clave relacionados con la gestión de requerimientos en el contexto de TPM.

Tabla 40 - Parámetros del análisis de requerimientos TPM según la lista de chequeo B

PILAR 1: Mejora enfocada	
Requerimientos TPM	PESO %
Énfasis en organización del trabajo a través de equipos.	40%
Utilización de técnicas, metodologías, herramientas para propuesta de solución.	30%
Registro de las soluciones o mejoras con una visión y utilización clara.	30%
TOTAL	100%
PILAR 2: Mantenimiento autónomo	
Requerimientos TPM	PESO %
Implementación de cultura de compromiso en los usuarios de los equipos y vehículos.	40%
Establecimiento formal de procedimientos de atención a equipos o maquinas por parte del usuario.	30%
Supervisión, evaluación y retroalimentación de las instalaciones o tratamientos a aplicar en los equipos o maquinarias.	30%
TOTAL	100%
PILAR 3: Mantenimiento planificado	
Requerimientos TPM	PESO %
Visión sistemática de la planeación de las actividades de mantenimiento.	40%
Definición de objetivos y metas claras para el mantenimiento.	40%
Planificación clara de lo que se pretende realizar.	20%
TOTAL	100%
PILAR 4: Formación y capacitación	
Requerimientos TPM	PESO %
Desarrollar capacidades y acrecentar habilidades en el personal de mantenimiento.	40%
Conservación del conocimiento para resolución de problemas.	40%
Velar por crear habilidad para trabajar y cooperar en equipo con áreas relacionadas.	20%
TOTAL	100%
PILAR 5: Gestión temprana de los equipos	
Requerimientos TPM	PESO %
Búsqueda recurrente de equipos, maquinaria y herramientas de alta fiabilidad para evitar retrasos durante las actividades claves del área.	30%
Maximización continua de la disponibilidad del equipo, maquinaria y herramientas reduciendo los tiempos de parada por falta de estas.	40%
Poseer una buena base de información sobre el uso, funcionamiento, vida útil y fallas comunes del equipo, maquinaria y herramientas.	30%
TOTAL	100%

PILAR 6: Mantenimiento de calidad	
Requerimientos TPM	PESO %
Planeación de los procesos claves basado en la visión de la calidad.	30%
Mejora continua de la calidad involucrando a todo el personal de la institución.	40%
Mantenimiento de los más altos estándares de calidad.	10%
Medición de la percepción del cliente interno y externo del servicio prestado.	20%
TOTAL	100%
PILAR 7: Mantenimiento de áreas de apoyo y administración	
Requerimientos TPM	PESO %
Requerimientos TPM Awards	40%
Reducción constante de los retrasos que se presentan en las áreas que soportan las operaciones de mantenimiento de la empresa.	30%
Enfoque en garantizar el flujo continuo de comunicación entre áreas que se interrelacionan.	30%
TOTAL	100%
PILAR 8: Seguridad, salud ocupacional y medio ambiente	
Requerimientos TPM	PESO %
Establecimiento de medidas que contribuyan a la reducción de accidentes, donde la seguridad sea el eje central de satisfacción.	20%
Garantizar un ambiente en el cual no se produzca la fatiga, sino que genere una contribución en la mejora de la productividad.	40%
Gestión de un programa que garantice un ambiente de trabajo confortable y ergonómico.	40%
TOTAL	100%

Fuente: TPM en industrias de proceso Tokutaró Suzuki

4.28.3 Evaluación de criterios por pilares de TPM para determinar porcentaje actual.

Para realizar la asignación de los pesos de los criterios presentados anteriormente para los pilares se debe utilizar una matriz de relaciones, los criterios serán determinados según la relevancia de esta investigación.

La escala que se utilizara es de 1 a 5, distribuyendo del menos importante al más importante, además se incorporan 3 niveles los cuales son: Muy favorable (MF), Favorable(F), desfavorable (D)

Tabla 41 - Matriz de relación. Puntajes

ASIGNACION DE PUNTAJES				
No	CRITERIO	NIVELES		
		MF	F	D
1	Costo	5	3	1
2	Viabilidad	5	3	1
3	Implantación	5	3	1
4	Eficiencia	5	3	1
5	Adaptabilidad	5	3	1
6	Tiempo	5	3	1
7	Medición de resultados	5	3	1

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente matriz se procede a reasignar la ponderación adecuada, que se obtuvo de la matriz de relación, colocando según análisis del grupo en estudio de la empresa Zeta Gas.

Tabla 42 - Evaluación de criterios por pilares de TPM

Evaluación de criterios por pilares																						
Criterio	Costo			Viabilidad			Implantación			Eficiencia			Adaptabilidad			Tiempo			Medición de resultados			TOTAL
PILLAR	MF	F	D	MF	F	D	MF	F	D	MF	F	D	MF	F	D	MF	F	D	MF	F	D	
Pilar # 1: Mejora enfocada		3			3				1		3				1			1		3		15
Pilar # 2: Mantenimiento autónomo	5			5				5		5				3		5				3		31
Pilar # 3: Mantenimiento planificado	5			5				3			3			3			3		5			27
Pilar # 4: Formación y capacitación			1			1			1		3				1		3		5			15
Pilar # 5: Gestión temprana de los equipos			1			1		3			3			3				1		3		16
Pilar # 6: Mantenimiento de calidad		3			3			3			3			3				1		3		19
Pilar # 7: Actividades de administración y Apoyo			1			1			1		3			3			3			3		15
Pilar # 8: Gestión de seguridad ocupacional y medio ambiente			1		3				1	5					1			1		3		15

Fuente: Elaboración Propia

Según la matriz de relaciones presentada se observa que los pilares con un mayor porcentaje son los siguientes:

- Mantenimiento autónomo (31 puntos)
- Mantenimiento planificado (27 puntos)

Según las ponderaciones de cada pilar se promediarán de la siguiente manera, haciendo un total del 100%, lo cual representa un nivel de TPM implementado exitosamente.

Pilar # 1: Mejora enfocada (10%)

Pilar # 2: Mantenimiento autónomo (20%)

Pilar # 3: Mantenimiento planificado (20%)

Pilar # 4: Formación y capacitación (10%)

Pilar # 5: Gestión temprana de los equipos (10%)

Pilar # 6: Mantenimiento de calidad (10%)

Pilar # 7: Actividades de administración y Apoyo (10%)

Pilar # 8: Gestión de seguridad ocupacional y medio ambiente (10%)

Análisis de los resultados

- Para la obtención de los resultados se agruparon por medio de los valores según los pilares y parámetros del TPM.
- Luego se deben de multiplicar los valores agrupados por requerimientos de cada una de las cantidades que se le asigna a cada pilar.
- Al obtener el resultado se calcula el nivel de TPM, con el que cuenta la empresa en el área de las flotas y mantenimiento.
- Se compara con las categorías de premios TPM.

4.28.4 Grado de implementación del TPM en transporte y maquinaria y mantenimiento de empresa Zeta Gas de El Salvador

A continuación, se presenta la matriz de evaluación por medio de los aspectos que evalúa la metodología de TPM.

Tabla 43 - Grado de Implementación de TPM en Zeta Gas

PILAR 1: Mejora enfocada		
Requerimientos TPM	Peso % aplicación	Nivel alcanzado %
Énfasis en organización del trabajo a través de equipos.	40%	10%
Resultado	Un 40% menciona. que la relación entre los colaboradores no es muy buena, otro 35% señalo que para mejorar las condiciones de trabajo se debe dar indicaciones más certeras	
Utilización de técnicas, metodologías, herramientas para propuesta de solución.	30%	10%
Resultado	El 55% de los colaboradores no conoce las diversas técnicas de mejora continua, el 45% también menciono que es necesario ser capacitados para aplicarlas en el área.	
Registro de las soluciones o mejoras con una visión y utilización clara.	30%	10%
Resultado	En conjunto los colaboradores consideran que se deben de implementar controles con el fin de poseer objetivos claros.	
TOTAL	100%	30%

PILAR 2: Mantenimiento autónomo		
Requerimientos TPM	Peso % aplicación	Nivel alcanzado %
Implementación de cultura de compromiso en los usuarios de los equipos y vehículos.	40%	10%
Resultado	La necesidad de capacitar a los colaboradores es importante e incluir actividades de motivación y disciplina.	
Establecimiento formal de procedimientos de atención a equipos o maquinas por parte del usuario.	30%	10%
Resultado	Se requiere mejorar las actividades de mantenimiento, así como también planes de cuidado de los equipos.	
Supervisión, evaluación y retroalimentación de las instalaciones o tratamientos a aplicar en los equipos o maquinarias.	30%	20%
Resultado	Los colaboradores en general opinan que están carentes de formación y adiestramiento que es necesario hacer prácticas de limpieza todos los días.	
TOTAL	100%	40%

PILAR 3: Mantenimiento planificado		
Requerimientos TPM	Peso % aplicación	Nivel alcanzado %
Implementación de cultura de compromiso en los usuarios de los equipos y vehículos.	40%	15%
Resultado	Los colaboradores consideran que hay una falta de una estrategia de mantenimiento ya que se poseen continuas fallas de los vehículos, independientemente la flota.	
Establecimiento formal de procedimientos de atención a equipos o maquinas por parte del usuario.	30%	15%
Resultado	Es necesario implementar un mecanismo de control de avances de las actividades de mantenimiento que sean del conocimiento de todos.	
Supervisión, evaluación y retroalimentación de las instalaciones o tratamientos a aplicar en los equipos o maquinarias.	30%	15%
Resultado	Los colaboradores mencionan que se deben aplicar mejoras en los indicadores actuales para realizar las actividades de forma eficiente.	
TOTAL	100%	45%

PILAR 4: Formación y capacitación		
Requerimientos TPM	Peso % aplicación	Nivel alcanzado %
Desarrollar capacidades y acrecentar habilidades en el personal de mantenimiento.	40%	10%
Resultado	Es indispensable formar y capacitar a los colaboradores asociados al área de mantenimientos los cuales son deficientes y las capacitaciones son necesarias en la organización.	
Conservación del conocimiento para resolución de problemas.	40%	10%
Resultado	Los colaboradores consideran que es necesario realizar capacitaciones y que son esenciales para solucionar problemas.	
Velar por crear habilidad para trabajar y cooperar en equipo con áreas relacionadas.	20%	10%
Resultado	Los colaboradores consideran que se hace necesario el apoyo del departamento de RRHH de la empresa para desarrollar el talento humano que esta posea.	
TOTAL	100%	30%

PILAR 5: Gestión temprana de los equipos		
Requerimientos TPM	Peso % aplicación	Nivel alcanzado %
Búsqueda recurrente de equipos, maquinaria y herramientas de alta fiabilidad para evitar retrasos durante las actividades claves del área.	30%	11%
Resultado	Los colaboradores consideran que se deben de mejorar los métodos que se utilizan para realizan los mantenimientos en las flotas con éxito.	
Maximización continua de la disponibilidad del equipo, maquinaria y herramientas reduciendo los tiempos de parada por falta de estas.	40%	15%
Resultado	Los colaboradores opinan que se deben de mejorar las condiciones y motivar para incrementar los rendimientos en los proyectos que se ejecutan	
Poseer una buena base de información sobre el uso, funcionamiento, vida útil y fallas comunes del equipo, maquinaria y herramientas.	30%	20%
Resultado	Es indispensable mejorar el manejo de documentación los cuales sirve como insumo para eficientizar las actividades generales relacionados a los equipos.	
TOTAL	100%	46%

PILAR 6: Mantenimiento de calidad		
Requerimientos TPM	Peso % aplicación	Nivel alcanzado %
Planeación de los procesos claves basado en la visión de la calidad.	30%	15%
Resultado	Se ha considerado que no tiene una visión clara de la calidad con respecto al mantenimiento en cuanto a lubricantes y refacciones también la repuestas por parte de la empresa.	
Mejora continua de la calidad involucrando a todo el personal de la institución.	40%	13%
Resultado	Según comentarios de los colaboradores no hay una claridad en el concepto de calidad en las actividades de mantenimiento.	
Mantenimiento de los más altos estándares de calidad.	10%	5%
Resultado	No existen indicadores de calidad de las actividades de operación y mantenimiento para los vehículos, por lo tanto, se poseen mantenimientos deficientes y sin un control de avances en las tareas de mantenimiento.	
Medición de la percepción del cliente interno y externo del servicio prestado.	20%	15%
Resultado	Todo el personal tiene claridad que se debe dar una excelente calidad en el mantenimiento con el fin de ser eficaz para el usuario de los vehículos según la flota.	
TOTAL	100%	48%

PILAR 7: Mantenimiento de áreas de apoyo y administración		
Requerimientos TPM	Peso % aplicación	Nivel alcanzado %
Implementación de cultura de compromiso en los usuarios de los equipos y vehículos.	40%	10%
Resultado	Los colaboradores comentan que los mantenimientos son deficientes, por lo tanto, es necesario solicitar a las áreas administrativas de apoyo que mejoren la gestión de solicitud de requerimientos de materiales.	
Establecimiento formal de procedimientos de atención a equipos o maquinas por parte del usuario.	30%	15%
Resultado	Es muy básico incentivar con capacitaciones interinstitucionales a fin de estrechar lazos laborales.	
Supervisión, evaluación y retroalimentación de las instalaciones o tratamientos a aplicar en los equipos o maquinarias.	30%	20%
Resultado	El área de RRHH debe de involucrarse en la creación de un clima organizacional óptimo para mejorar continuamente las relaciones y así agilizar los procesos	
TOTAL	100%	45%

PILAR 8: Seguridad, salud ocupacional y medio ambiente		
Requerimientos TPM	Peso % aplicación	Nivel alcanzado %
Gestión de un programa que garantice un ambiente de trabajo confortable y ergonómico.	20%	10%
Resultado	El área de recursos humanos ha solicitado apoyo con técnicos para este punto, pero no se ha logrado mejorar el ambiente laboral.	
Establecimiento de medidas que contribuyan a la reducción de accidentes, donde la seguridad sea el eje central de satisfacción.	40%	35%
Resultado	El personal a solicitado capacitaciones, de los cuales la empresa va a apoyar en su realización en temas generales, esperando se cambien la cultura de prevención actual.	
Garantizar un ambiente en el cual no se produzca la fatiga, sino que genere una contribución en la mejora de la productividad.	40%	19%
Resultado	El trabajo en equipo es importante y se debe mejorar las relaciones entre los colaboradores y los supervisores.	
TOTAL	100%	69%

Fuente: Elaboración Propia

4.28.5 Nivel de cumplimiento TPM actual en Zeta Gas.

Los resultados de la metodología aplicada sobre los pilares de TPM se detallan a continuación según la vocalización e información obtenida por parte de la empresa Zeta Gas.

Como se puede evidenciar según los valores anteriores, la organización no tiene un enfoque de mejora continua ni cultural, pero debido a las necesidades de la alta gerencia en el proceso busca encaminar a la empresa hacia los parámetros que desarrolla la metodología de TPM, como se refleja el siguiente diagrama:

Según lo que tiene definida la metodología su valorización es lo siguiente:

- Entre 40%-60%: El sistema actual de mantenimiento con relación al TPM, se cumple, pero con defectos en cuanto a aspectos que se necesita que le den continuidad, y tiene una fiabilidad deficiente.
- Entre 60%-85%: El sistema actual de mantenimiento con relación al TPM se cumple con leves defectos en cuanto a la continuidad, su fiabilidad es regular.
- Mas de 85%: El sistema está bien implementado respecto al TPM.
- 100%: Tener una metodología en todos los niveles de la empresa y cultura por parte de los involucrados, cumplimiento las métricas que se tengan establecidas.

Tabla 44 - Nivel de cumplimiento de TPM en Zeta Gas

Metodología para evaluar la implementación de la empresa Zeta Gas - Resultados de investigación según requerimiento de TPM						
Pilar	Parámetros	Peso a nivel general según la lista de Chequeo B	% de evaluación de criterio por pilares	Asignación de % para cada parámetro según TPM	% Absoluto alcanzado según criterio de grupo	% Relativo de implementación
Pilar # 1 Mejora enfocada	Énfasis en la organización del trabajo a través de equipos	70%	10%	40%	10.00%	1.00%
Pilar # 1 Mejora enfocada	Utilización de técnicas, metodológicas, herramientas para propuestas de solución			30%	10.00%	1.00%
Pilar # 1 Mejora enfocada	Registro de las soluciones o mejoras con una visión y utilización clara			30%	10.00%	1.00%
Pilar # 2 Mantenimiento autónomo	Implementación de cultura de compromiso en los usuarios de los equipos y vehículos	70%	20%	40%	10.00%	2.00%
Pilar # 2 Mantenimiento autónomo	Establecimiento formal de procedimientos de atención a equipos o maquinas por parte del usuario			30%	10.00%	2.00%
Pilar # 2 Mantenimiento autónomo	Supervisión, evaluación y retroalimentación de las instalaciones o tratamientos a aplicar en los vehículos			30%	20.00%	4.00%
Pilar # 3 Mantenimiento planificado	Visión sistemática de la planeación de las actividades de mantenimiento	70%	20%	40%	15.00%	3.00%
Pilar # 3 Mantenimiento planificado	Definición de objetivos y metas claras para el mantenimiento			40%	15.00%	3.00%
Pilar # 3 Mantenimiento planificado	Planificación clara de lo que se pretende realizar			20%	15.00%	1.50%

Metodología para evaluar la implementación de la empresa Zeta Gas - Resultados de investigación según requerimiento de TPM						
Pilar	Parámetros	Peso a nivel general según la lista de Chequeo B	% de evaluación de criterio por pilares	Asignación de % para cada parámetro según TPM	% Absoluto alcanzado según criterio de grupo	% Relativo de implementación
Pilar # 4 Formación y capacitación	Desarrollar capacidades y acrecentar habilidades en los colaboradores de mantenimiento	70%	10%	40%	10.00%	1.00%
Pilar # 4 Formación y capacitación	Conservación del conocimiento para resolución de problemas			40%	10.00%	1.00%
Pilar # 4 Formación y capacitación	Velar por crear habilidades para trabajar y cooperar en equipo con áreas relacionadas			20%	10.00%	1.00%
Pilar # 5 Gestión temprana del equipo	Búsqueda recurrente de equipos, maquinaria y herramientas de alta fiabilidad para evitar retrasos durante las actividades claves del área	70%	10%	30%	11.00%	1.10%
Pilar # 5 Gestión temprana del equipo	Maximización continua de la disponibilidad del equipo, maquinaria y herramientas			40%	15.00%	1.50%
Pilar # 5 Gestión temprana del equipo	Poseer una buena base de información sobre el uso, funcionamiento, vida útil y falla comunes de los vehículos de las flotas			30%	20.00%	2.00%
Pilar # 6 Mantenimiento de calidad	Planeación de los procesos claves basado en la visión de la calidad	70%	10%	30%	15.00%	1.50%
Pilar # 6 Mantenimiento de calidad	Mejora continua de la calidad involucrando a todo el personal de la institución			40%	13.00%	1.30%
Pilar # 6 Mantenimiento de calidad	Mantenimiento de los más altos estándares de calidad			10%	5.00%	0.50%
Pilar # 6 Mantenimiento de calidad	Medición de la percepción del cliente interno y externo del servicio prestado			20%	15.00%	1.50%

Metodología para evaluar la implementación de la empresa Zeta Gas - Resultados de investigación según requerimiento de TPM						
Pilar	Parámetros	Peso a nivel general según la lista de Chequeo B	% de evaluación de criterio por pilares	Asignación de % para cada parámetro según TPM	% Absoluto alcanzado según criterio de grupo	% Relativo de implementación
Pilar # 7 Actividades de administración y apoyo	Reducción constante de los retrasos que se presentan en las áreas que soportan las operaciones de mantenimiento de la empresa	70%	10%	40%	10.00%	1.00%
Pilar # 7 Actividades de administración y apoyo	Enfoque en garantizar el flujo continuo de comunicación entre áreas que se interrelacionan			30%	15.00%	1.50%
Pilar # 7 Actividades de administración y apoyo	Enfoque en garantizar el flujo continuo de los procesos entre áreas que se interrelacionan			30%	20.00%	2.00%
Pilar # 8 Gestión de seguridad ocupacional y medio ambiente	Gestión de un programa que garantice un ambiente de trabajo confortable y ergonómico	70%	10%	20%	10.00%	1.00%
Pilar # 8 Gestión de seguridad ocupacional y medio ambiente	Establecimiento de medidas que contribuyan a la reducción de accidentes, donde la seguridad sea el eje central de satisfacción			40%	35.00%	3.50%
Pilar # 8 Gestión de seguridad ocupacional y medio ambiente	Garantizar un ambiente en el cual no se produzca la fatiga, sino que genere una contribución en la mejora de la productividad			40%	19.00%	1.90%
		Total				41.80%

Fuente: Elaboración Propia

Según el valor global se tiene un nivel del 41.80%, como se puede ver en el cuadro anterior, para la empresa Zeta Gas al evaluarlo según los pilares de TPM. Esta valoración genera la alternativa para hacer planes de acción los cuales apoyaran en el diseño que buscará la mejora continua con el enfoque al TPM, el cual exige al menos 70% de los ítems presentados de la lista de chequeo B¹³.

Como el sistema actual de operaciones y mantenimiento relacionado al TPM es levemente superior al 40%, es posible que cumplan y logre una eficientizar el área de mantenimiento de la empresa investigada.

4.28.6 Cuadro de Evaluación de Pilares de TPM para Flota de Vehículos Según Estudio Anterior

A continuación, se presenta la evaluación de los pilares del TPM.

Tabla 45 - Cuadro de Evaluación de Pilares de TPM para la Flota de Vehículos de empresa Zeta Gas

Pilar TPM	Objetivo	Indicadores de Desempeño	Acciones Correctivas y de Mejora
1. Mejora Focalizada	Mejorar eficiencia y rendimiento de la flota de vehículos.	• Tiempo promedio / fallos. • Eficiencia de combustible. Índice de paros no planificados.	• Implementar prácticas de mantenimiento preventivo. • Analizar y eliminar problemas recurrentes identificados en los análisis de fallas.
2. Mantenimiento Autónomo	Empoderar a motoristas y equipos para mantenimiento básico.	• Número de inspecciones diarias realizadas. • Cumplimiento de reporte de condiciones anormales.	• Capacitar a conductores en inspecciones y mantenimiento básico. • Establecer sistema de verificación y reporte de condiciones anormales.
3. Mantenimiento Planificado	Planificar y programar mantenimiento para minimizar paros no planificados.	• Porcentaje de mantenimiento preventivo planificado. • Cumplimiento del programa de mantenimiento.	• Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo basado en desempeño pasado. • Utilizar sistemas de monitoreo para prevenir las necesidades de mantenimiento.

¹³ Checklist B, Premio al logro en TPM según JIPM

Pilar TPM	Objetivo	Indicadores de Desempeño	Acciones Correctivas y de Mejora
4. Formación y Desarrollo	Desarrollar habilidades y conocimientos del personal.	- Número de horas de entrenamiento por empleado. - Tasa de certificación del personal.	- Proporcionar entrenamiento regular sobre nuevas tecnologías y procedimientos. - Establecer un programa de certificación para conductores y personal de mantenimiento.
5. Gestión de Calidad del Trabajo	Mejorar calidad del trabajo en mantenimiento y operación.	- Resultados de auditorías de calidad. - Cumplimiento de estándares de calidad.	- Implementar auditorías de calidad en actividades de mantenimiento. Establecer estándares de calidad para la operación de vehículos.
6. Gestión Inicial	Mejorar eficiencia de procesos de arranque y detención.	Eficiencia de combustible en arranque y parada. Tiempo promedio de arranque y parada.	- Optimizar procedimientos de arranque y parada para reducir desgaste. - Implementar sistemas de monitoreo de eficiencia de combustible.

Fuente: Elaboración Propia

4.28.7 Búsqueda de posibles soluciones según metodología TPM

El siguiente cuadro permite establecer en base a información de la situación actual de la empresa, y será utilizada como parte del diagnóstico de los pilares de TPM y así encontrar posibles soluciones.

Esta requiere de algunas acciones que deben ser mejoradas y se implementa en la siguiente matriz según cada pilar evaluado.

Tabla 46 Propuesta de solución. Requerimiento-Estatus-Consecuencia-Propuesta

PILAR 1: Mejora enfocada			
Requerimientos incumplidos del Pilar	Estado	Consecuencia de la no conformidad	Propuesta de solución
Énfasis en organización del trabajo a través de equipos.	Existe a nivel básico	Existe una gran Indiferencia para los procesos de ejecución	Se debe de crear equipos que puedan auditar de manera interna los procesos actuales y futuros en el área de mantenimiento. Diseñar y establecer un programa de reuniones para el área de mantenimiento que permita orientar a solventar los problemas por medio de resultados óptimos para la empresa.
Utilización de técnicas, metodologías, herramientas para propuesta de solución.	Intermedio	Pérdida de tiempo para malas operaciones. Retrabajo	Estandarizar el uso de herramientas de calidad para mejorar la calidad y de los procesos de mantenimiento.
Registro de las soluciones o mejoras con una visión y utilización clara.	Sin existencia	Utilización de vehículos de forma innecesaria	Diseñar un formato donde se permita el registro de las mejoras que se realizaran.
PILAR 2: Mantenimiento autónomo			
Requerimientos incumplidos del Pilar	Estado	Consecuencia de la no conformidad	Propuesta de solución
Implementación de cultura de compromiso en los usuarios de los equipos y vehículos.	Básico	Indiferencia por la calidad en el mantenimiento de los vehículos.	Hacer un manual de funciones de motoristas, y mecánicos con el objetivo de definir las responsabilidades relacionadas al cuidado de los equipos. Capacitar constantemente de manera práctica y teórica la realización de limpieza a los equipos y tener un registro de las capacitaciones. Implementar 5's.
Establecimiento formal de procedimientos de atención a equipos o maquinas por parte del usuario.	No existe	Completo desconocimiento en la importancia de realizar actividades de calidad.	Implementar un check list con base a la metodología de las 5'S. Definir los procedimientos anteriormente planteados, con su metodología.

Supervisión, evaluación y retroalimentación de las instalaciones o tratamientos a aplicar en los equipos o maquinarias.	Básico	No existen garantías que los procesos establecidos se cumplan	Realización de auditorías internas de forma periódica para los vehículos de las flotas según las condiciones y el mantenimiento que se requiera sin olvidar que debe ser en tiempos establecidos.
PILAR 3: Mantenimiento planificado			
Requerimientos incumplidos del Pilar	Estado	Consecuencia de la no conformidad	Propuesta de solución
Visión sistemática de la planeación de las actividades de mantenimiento.	Básico	Variabilidad en los procesos de mantenimiento para la misma falla	Establecer de manera ordenada los procesos claves del área de mantenimiento. Establecer la frecuencia, lugar y responsable de dar seguimiento y revisión según actividades futuras.
Definición de objetivos y metas claras para el mantenimiento.	Básico	Debe de documentar la información, dar uso y seguimiento	Implementar una base de datos de los mantenimientos y que todos tengan el conocimiento de lo que se le realice y se le realizara a la maquinaria.
Planificación clara de lo que se pretende realizar.	Intermedio	Tener la habilidad para resolver con acierto, facilidad y rapidez el mantenimiento a realizar	Identificar y diseñar procedimientos de mantenimientos correctivos, preventivos y en uso, así como su implementación con el apoyo del personal de las áreas. Crear un plan de trabajo periódicamente que cada integrante sepa lo que deberá realizar.

PILAR 4: Formación y capacitación			
Requerimientos incumplidos del Pilar	Estado	Consecuencia del no conformidad	Propuesta de solución
Desarrollar capacidades y acrecentar habilidades en el personal de mantenimiento.	Básico	El personal posee un conocimiento general de sus habilidades	Se debe de analizar la situación actual con respecto a la educación y sus capacidades técnicas Establecer políticas que se apliquen al servicio ofrecido por el área de mantenimiento. Capacitar para mejorar las habilidades de operación y mantenimiento de las unidades. Capacitar al personal de mantenimiento para el uso y los tipos de lubricantes.

Conservación del conocimiento para resolución de problemas.	No existe	Recurso humano con conocimientos empíricos y técnicos desfasados	Diseñar un programa de capacitaciones para el personal que apoye a la realizar sus procesos. Planificar y desarrollar nuevas capacidades requeridas en un tiempo largo con el fin de tener un progreso técnico.
Velar por crear habilidad para trabajar y cooperar en equipo con áreas relacionadas.	No existe	Desconocimiento del estado actual del clima laboral	Fomentar programas de convivencia que permita el trabajo en equipo en las diferentes áreas para crear un ambiente más amigable dentro de la empresa.

PILAR 5: Gestión temprana de los equipos- Mantenimiento Preventivo

Requerimientos incumplidos del Pilar	Estado	Consecuencia de la no conformidad	Propuesta de solución
Búsqueda recurrente de equipos, maquinaria y herramientas de alta fiabilidad para evitar retrasos durante las actividades claves del área.	Intermedio	Incremento de costos por obsolescencia de repuestos y retraso de actividades en que se requiere su uso	Diseñar una política de retiro y reemplazo de refacciones no utilizadas, maquinarias, lubricantes y herramientas. Buscar en el mercado de refacciones, equipos, lubricantes, maquinarias y herramientas de alto desempeño que permitan evitar retrasos en las actividades de mantenimiento.
Maximización continua de la disponibilidad del equipo, maquinaria y herramientas reduciendo los tiempos de parada por falta de estas.	Intermedio	Pérdidas de tiempo por búsqueda de soluciones	Hacer una evaluación para la implementación del método SMED que apoye a la preparación previa y a la gestión de las tareas para lograr maximizar los tiempos perdidos.
Poseer una buena base de información sobre el uso, funcionamiento, vida útil y fallas comunes del equipo, maquinaria y herramientas.	Intermedio	No hay retroalimentación de capacidad técnica	Hacer un plan de trabajo en cuanto a la actualización de fichas técnicas de equipos. Crear solicitudes a proveedores de refacciones, lubricantes, equipos o herramientas que ayude a reforzar la ficha técnica de especificaciones de estas. Diseñar lineamientos de información necesarios para la adquisición de equipos, lubricantes, maquinarias y herramientas.

PILAR 6: Mantenimiento de calidad

Requerimientos incumplidos del Pilar	Estado	Consecuencia de la no conformidad	Propuesta de solución
---	---------------	--	------------------------------

Planeación de los procesos claves basado en la visión de la calidad.	No existe	No se presenta los resultados de la mejora continua en toda la organización	Implementación de un sistema que permita enfocar los resultados, en un periodo de tiempo para ser evaluado, medido y lograr una retroalimentación por parte de los responsables del área. Sensibilización basada en la cultura organizacional en cuanto a enfoques de resultados.
Mejora continua de la calidad involucrando a todo el personal de la institución.	No existe	No hay iniciativas de mejoras en las actividades del área de mantenimiento	La Alta Gerencia debe convencerse de que, al implementar mejora continua, se lograra dirigir a todos los involucrados con las actividades de operación y mantenimiento.
Mantenimiento de los más altos estándares de calidad.	No existe	No se sabe el desempeño o logros ejecutados en base a la gestión actual	Definición estándares a seguir en la implementación de indicadores de desempeño mediante la gestión que luego pueda medir la eficiencia de las operaciones de mantenimiento.
Medición de la percepción del cliente interno y externo del servicio prestado.	No existe	No hay una garantía del tipo de nivel de servicio proporcionado.	Realizar periódicamente encuestas de satisfacción a nivel interno por parte de los motoristas de las unidades.

PILAR 7: Mantenimiento de áreas de apoyo y administración

Requerimientos incumplidos del Pilar	Estado	Consecuencia de la no conformidad	Propuesta de solución
Reducción constante de los retrasos que se presentan en las áreas que soportan las operaciones de mantenimiento de la empresa.	No existe	Generar un servicio de mantenimiento deficiente y nada programado	Conformación de grupos con personal de diferentes áreas involucradas con el mantenimiento, con el fin de solucionar largos tiempos de realización. Establecer reuniones de área orientadas a los problemas y su importancia para ofrecer un servicio de calidad.
Enfoque en garantizar el flujo continuo de comunicación entre áreas que se interrelacionan.	No existe	Cuellos de botella por información tardía o divulgación con baja cobertura	Desarrollar una comunicación que posea alertas por medio del apoyo de correos, grupos de WhatsApp, etc. Con el fin de hacer efectiva la comunicación.
Enfoque en garantizar el flujo continuo de los procesos entre áreas que se interrelacionan.	No existe	No existe claridad en relación con ciertas funciones y responsabilidad establecida	Elaboración de un manual de función, descriptor de puestos. Evaluar y revisar los procesos utilizados actualmente, divulgarlos y formalizarlos.

PILAR 8: Seguridad, salud ocupacional y medio ambiente

Requerimientos incumplidos del Pilar	Estado	Consecuencia de la no conformidad	Propuesta de solución
Gestión de un programa que garantice un ambiente de trabajo confortable y ergonómico.	Eficiente	Multas por parte de los inspectores del ministerio de trabajo	Establecer un análisis de riesgos de las áreas en estudio, definir un plan de trabajo orientado a la disminución de riesgos encontrados. Definir y establecer un procedimiento que garantice condiciones seguras para el personal.

Establecimiento de medidas que contribuyan a la reducción de accidentes, donde la seguridad sea el eje central de satisfacción.	No existe	Multas por parte de los inspectores del ministerio de trabajo	Desarrollo de capacitaciones de buenas prácticas de salud ocupacional enfocada a motoristas, operadores y mecánicos. Desarrollo de capacitaciones de respeto a las normas viales y al manejo a la defensiva. Proveer de equipo de protección personal adecuado a cada tarea que se realiza.
Garantizar un ambiente en el cual no se produzca la fatiga, sino que genere una contribución en la mejora de la productividad.	No existe	Multas por parte de los inspectores del ministerio de trabajo	Realizar periódicamente la evaluación de riesgos ocupacionales relacionados a polvo, ruido, iluminación y que se cumpla con los niveles específicos del área de mantenimiento.

**Capítulo V – Propuesta de
mejora de la gestión de
mantenimiento, según el
enfoque de Mantenimiento
Productivo Total (TPM),
para reducir costos de
refacciones y lubricantes de
la flota primaria y
secundaria, en la Zeta Gas
de El Salvador**

5.1 Planteamiento de la solución

La propuesta de solución establecida para la empresa Zeta Gas de El Salvador se plantea a continuación en etapas constituida para el área de la organización y las operaciones de las flotas primaria y secundarias para cumplir su realización, se detalla más específicamente con la propuesta de solución.

- 1. Establecimiento del departamento de mantenimiento y las áreas de posicionamiento de las flotas primaria y secundaria.*
- 2. Enfoque del modelo TPM del departamento de mantenimiento y las unidades correspondientes a las flotas.*
- 3. Propuesta de digitalización del diseño de mantenimiento (programa Sap)*

5.1.2 Establecimiento del departamento de mantenimiento y las áreas de posicionamiento de las flotas primaria y secundaria.

La propuesta permitirá lograr ordenar el funcionamiento y priorización de los procesos con el objetivo de eficientizar los procesos por lo que se deberá de realizar una recopilación de información por medio de tres aspectos, los cuales son: la explicación del propósito del trabajo, la recopilación de la información y la última es la aclaración de la información de forma puntual de los procedimientos.

La utilización de diagrama de bloques y operaciones del proceso, serán de utilidad para observar la secuencia lógica de la información y el planeamiento del proceso, también permitirá mostrar la trayectoria de un procedimiento y registros para mejorar los procesos.

Descripción del área de mantenimiento

Como primer punto es necesario definir los puestos que debe ser aplicados al área.

- **Jefe:** Este organiza y dirige el departamento para lograr el funcionamiento de forma óptima con el fin de supervisar el funcionamiento de los equipos, y se encarga de autorizar todo trámite relacionado a los equipos, máquinas, operadores, motoristas y auxiliares.
- **Equipo administrativo:** Se encarga de apoyar al jefe en todas las actividades administrativas de la unidad desde la sede asignada, adicional a esto es el responsable de controlar el rendimiento de los repuestos y tiempos de mantenimiento
- **Apoyo operativo:** Se refiere al encargado de apoyar a la unidad en materia de las operaciones en el área de mantenimiento. Las actividades se desarrollan por medio de proyectos de evaluación de refacciones, lubricantes, equipos y vehículos. Este debe velar por el funcionamiento óptimo de la realización de los mantenimientos para la flota, aplicando las condiciones de manera seguras.
- Procesos claves del área de mantenimiento
 - Contratación del personal
 - Asignación de personal
 - Seguimiento al desempeño
 - Control de rendimientos

5.2 Descripción de propuesta para la ejecución de mantenimiento en la empresa Zeta Gas

Los siguientes pasos son una propuesta para la ejecución de mantenimiento para flota primaria y secundaria, los pasos abarcan desde la recepción de la unidad a área de mantenimiento de flota primaria o secundaria, revisión, ejecución de mantenimiento y solicitud de requisición en bodega de materiales.

Tabla 47 – Propuesta de procesos específicos de la investigación.

Descripción de la propuesta de los procesos específicos de la investigación		
Proceso de recepción o ingreso a taller de flota primaria o secundaria		
Nº	Proceso	Descripción
1	Elaboración de reporte de falla de vehículo para dar ingreso a taller	Documento donde se detalla las fallas y se utiliza para registrar la entrada de un vehículo a un taller para su mantenimiento programado o correctivo, esta necesita 3 firmas.
2	Detallar en reporte de falla de vehículo que tipo de mantenimiento se debe aplicar	Detallar en documento reporte de falla que tipo de mantenimiento si va a realizar
3	Determinar si es mantenimiento preventivo según kilometraje	Realizar las inspecciones, de kilometraje actualmente a 5 mil km, frenos, dirección, amortiguadores etc.
4	Detección de falla (Mantenimiento correctivo)	Determinar si el vehículo requiere mantenimiento correctivo.
5	Revisión de falla mecánica por el motorista	El motorista hace evaluación visual del vehículo en busca de signos de daños o desgaste.
6	Jefe de taller evalúa falla	El jefe de taller debe evaluar la situación para determinar la causa de la falla, (la flota debe ingresar a taller sin producto GLP)
7	Vehículo ingresa a taller	El vehículo ingresa a taller sin producto GLP
8	Entregar reporte de fallas de vehículo a mecánico	Se entrega el reporte de falla vehículos al mecánico, para que comience la revisión vehicular.

Tabla 48 - Descripción de la propuesta de los procesos, Revisión y Reparación del Vehículo

Descripción de la propuesta de los procesos específicos de la investigación		
Revisión y reparación del vehículo (mantenimiento preventivo y correctivo)		
Nº	Proceso	Descripción
1	Mecánico recibe el reporte de fallas de vehículo	El jefe del taller entrega reporte de fallas de vehículo al mecánico, ya que se ha autorizado por el jefe de taller a recibir el vehículo, cambio de aceite, filtros, revisión de pastillas de freno, neumáticos, batería, sistema de enfriamiento, sistema de combustibles, escape, etc.
2	Verificar el mantenimiento a realizar si es correctivo o preventivo	Determinar el mantenimiento que se debe de realizar al vehículo si es mantenimiento correctivo o preventivo
3	Si es mantenimiento preventivo según kilometraje	Realizar las inspecciones, de kilometraje actualmente a 5 mil km, frenos, dirección, amortiguadores etc.
4	Mecánico realiza inspección kilometraje	El mecánico, realiza inspección de kilometraje
5	Realizar inspecciones de mantenimiento preventivo, para determinar materiales a utilizar.	Las principales tareas de mantenimiento son; inspección visual, limpieza, lubricación, ajustes, reemplazo de piezas.
6	Informar a jefe de taller refacciones o materiales a utilizar	Comunicar al jefe de taller cual es el problema y se solicitar los repuestos y materiales específicos para realizar el mantenimiento preventivo
7	Llenar boleta de requisición de refacciones y materiales en almacén general a utilizar	Después de determinar cuál es el problema y se debe llenar la boleta de reducciones de refacciones y materiales específicos para realizar el mantenimiento preventivo.
8	Salida de refacciones, repuestos, materiales y lubricantes de almacén general	Entrega de boleta de requisición de refacciones, repuestos, materiales o lubricantes a almacén general. La solicitud debe incluir la información del vehículo, el tipo de repuesto o lubricante requerido, la cantidad requerida y la fecha de entrega de requisición.
9	Aplicar mantenimiento a vehículo	Cuando ya se tiene las refacciones y materiales correspondientes para cada tipo de mantenimiento se realiza la reparación del vehículo

Descripción de la propuesta de los procesos específicos de la investigación		
Revisión y reparación del vehículo (mantenimiento preventivo y correctivo)		
Nº	Proceso	Descripción
10	Prueba en carretera	Se determinan si la unidad quedo en óptimas condiciones para desempeñar la labor dentro de la empresa.
11	Entrega a distribución	Se entrega informe de todo lo que se le realice a la unidad y se firma de recibido el jefe de flotas
12	Si es mantenimiento correctivo	Chequeo que se realiza por un mecánico para determinar la falla o causa de paro total de la unidad. El mecánico diagnostica la falla del vehículo.
13	Informar a jefe de taller refacciones o materiales a utilizar	Comunicar al jefe de taller cual es el problema y se solicitar los repuestos y materiales específicos para realizar el mantenimiento correctivo
14	Llenar boleta de requisición de refacciones y materiales en almacén general a utilizar	Después de determinar cuál es el problema y se debe llenar la boleta de requisiciones de refacciones y materiales específicos para realizar el mantenimiento correctivo.
15	Salida de refacciones, repuestos, materiales y lubricantes de almacén general	Entrega de boleta de requisición de refacciones, repuestos, materiales o lubricantes a almacén general. La solicitud debe incluir la información del vehículo, el tipo de repuesto o lubricante requerido, la cantidad requerida y la fecha de entrega de requisición.
16	Aplicar mantenimiento a Vehículo	Cuando ya se tiene las refacciones y materiales correspondientes para cada tipo de mantenimiento se realiza la reparación del vehículo
17	Prueba en carretera	Se determinan si la unidad quedo en óptimas condiciones para desempeñar la labor dentro de la empresa
18	Entrega a distribución	Se entrega informe de todo lo que se le realice a la unidad y se firma de recibido el jefe de flotas
19	Archivar en historial	Archivar documentación de mantenimiento realizado

Nota: elaboración Propia

Tabla 49 - Propuesta de Proceso de Solicitud de Repuestos y Materiales a Almacén

Descripción de la propuesta de los procesos específicos de la investigación		
Solicitud de repuestos y materiales a almacén		
Nº	Proceso	Descripción
1	Llenar boleta de requisición de refacciones y materiales en almacén general a utilizar	Después de determinar cuál es el problema y se debe llenar la boleta de requisiciones de refacciones y materiales específicos para realizar el mantenimiento preventivo.
2	¿El almacén posee el material?	Se verifica en inventario si se cuenta con los solicitado
3	Si posee se pasa a almacén a retirar las refacciones o materiales	El jefe de taller retira de almacén las refacciones, repuestos, lubricante a utilizar
4	Si almacén no posee refacciones, repuestos, realizar una cotización de lo solicitado para el mantenimiento.	El jefe de taller solicita la requisición de compra del material a utilizar en el mantenimiento.
5	Solicitud de repuesto a compras	Se realiza una requisición de compras y se pasa a firmas con el departamento de operaciones para que autoricen la compra
6	Verificar si los proveedores cuentan con el material solicitado	Se consulta, cotiza el material a comprar
7	Se realiza la compra local	Se efectúa la compra al proveedor locales
8	Posible demora por falta de material en los proveedores nacionales	(importación internacional / falta de presupuesto)
10	Negociación de importación insumos.	Se realiza tramita de orden de compra para importación de materiales solicitados para el mantenimiento.
11	Se realiza la compra importación	Se efectúa la compra al proveedor.
12	Ingreso a almacén de repuestos	se realiza una entrada de mercancía a bodega para constar con una existencia

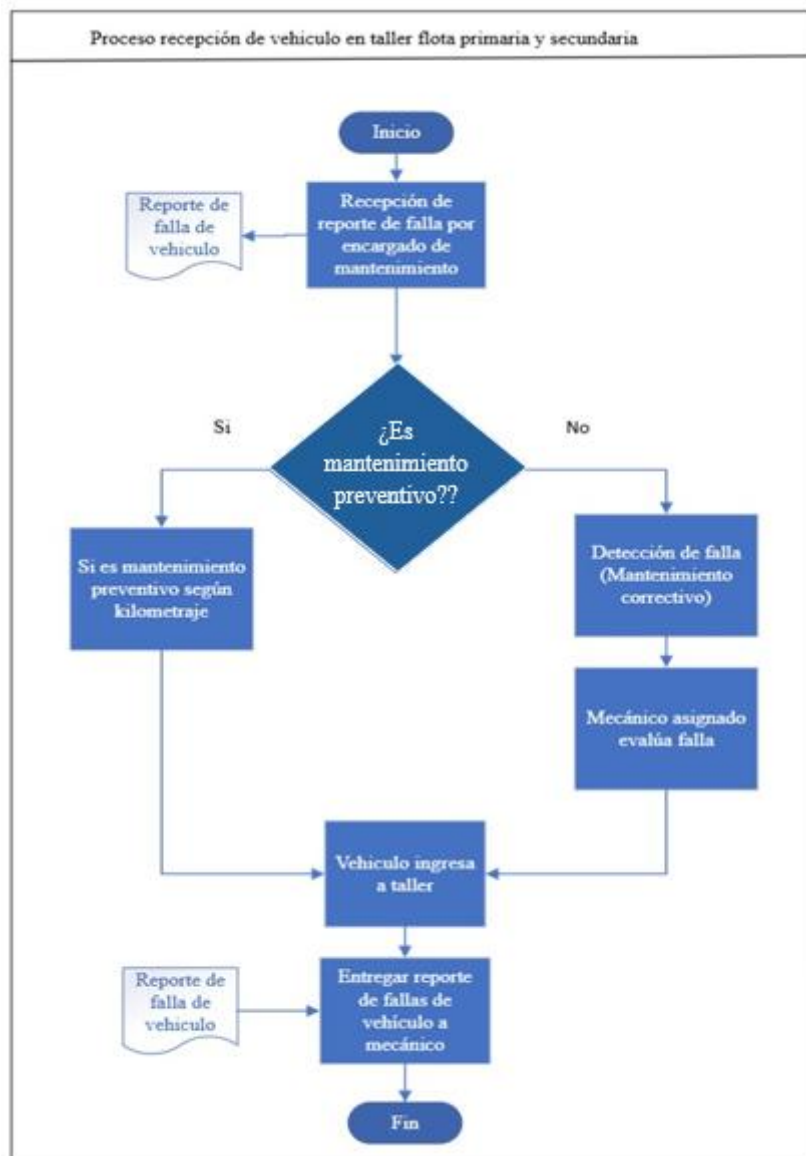
Descripción de la propuesta de los procesos específicos de la investigación		
Solicitud de repuestos y materiales a almacén		
Nº	Proceso	Descripción
13	Salida de refacción de repuesto	El jefe de taller realiza una salida de mercancías con los repuestos que va a necesitar para la realización del mantenimiento correctivo o preventivo.
14	Hacer entrega de repuestos a mecánico	Se entregan los materiales solicitados al mecánico.
15	El mecánico procede a la ejecución de trabajo correctivo o preventivo	El mecánico realiza las inspecciones, reparaciones y ajustes necesarios.

Fuente: Elaboración Propia

5.2.1 Flujogramas propuestos para los procedimientos

El siguiente diagrama de flujo se propone el proceso de recepción de unidad en área de mantenimiento.

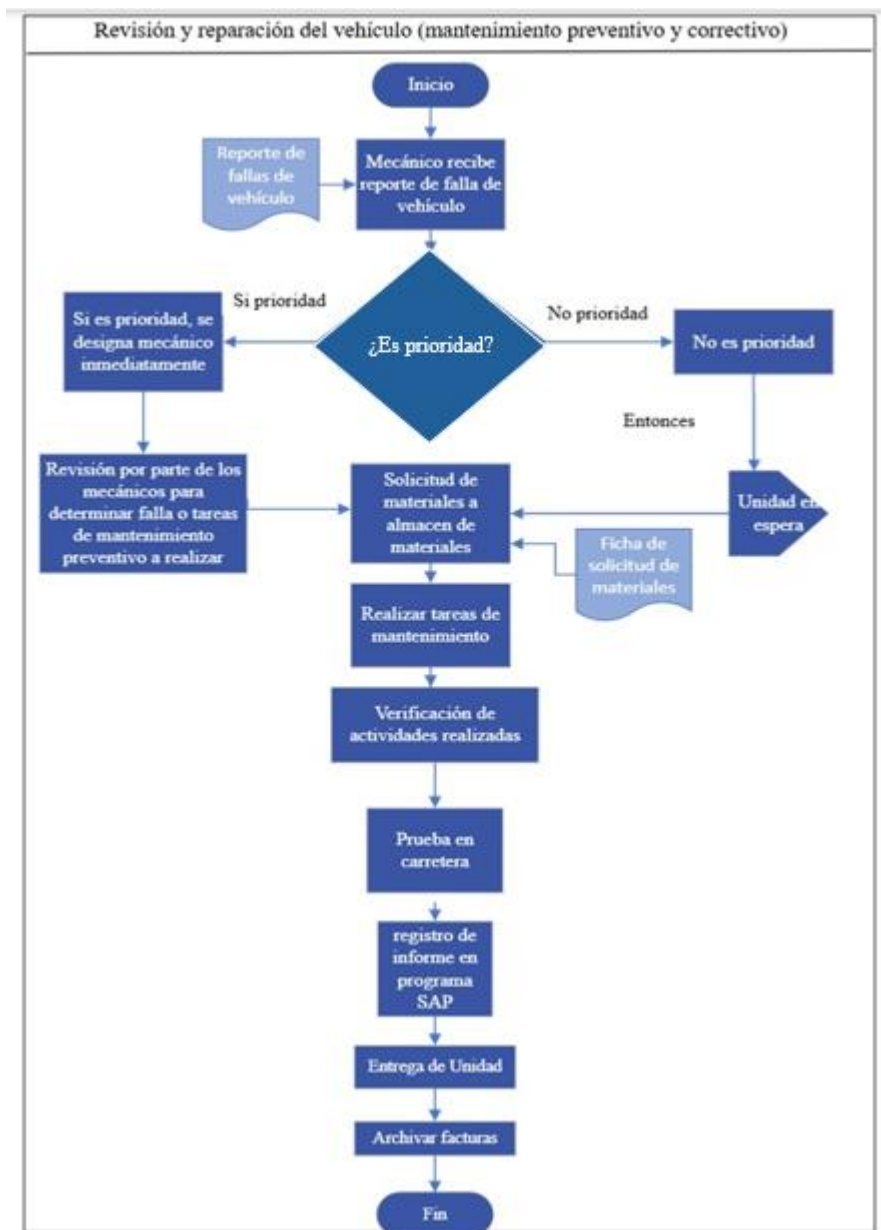
Ilustración 55 – Propuesta de Proceso de Recepción de Vehículo en Taller de Flota Primaria y Secundaria



Fuente: Elaboración propia

El siguiente diagrama de flujo se propone el proceso de revisión y reparación de unidad en área de mantenimiento.

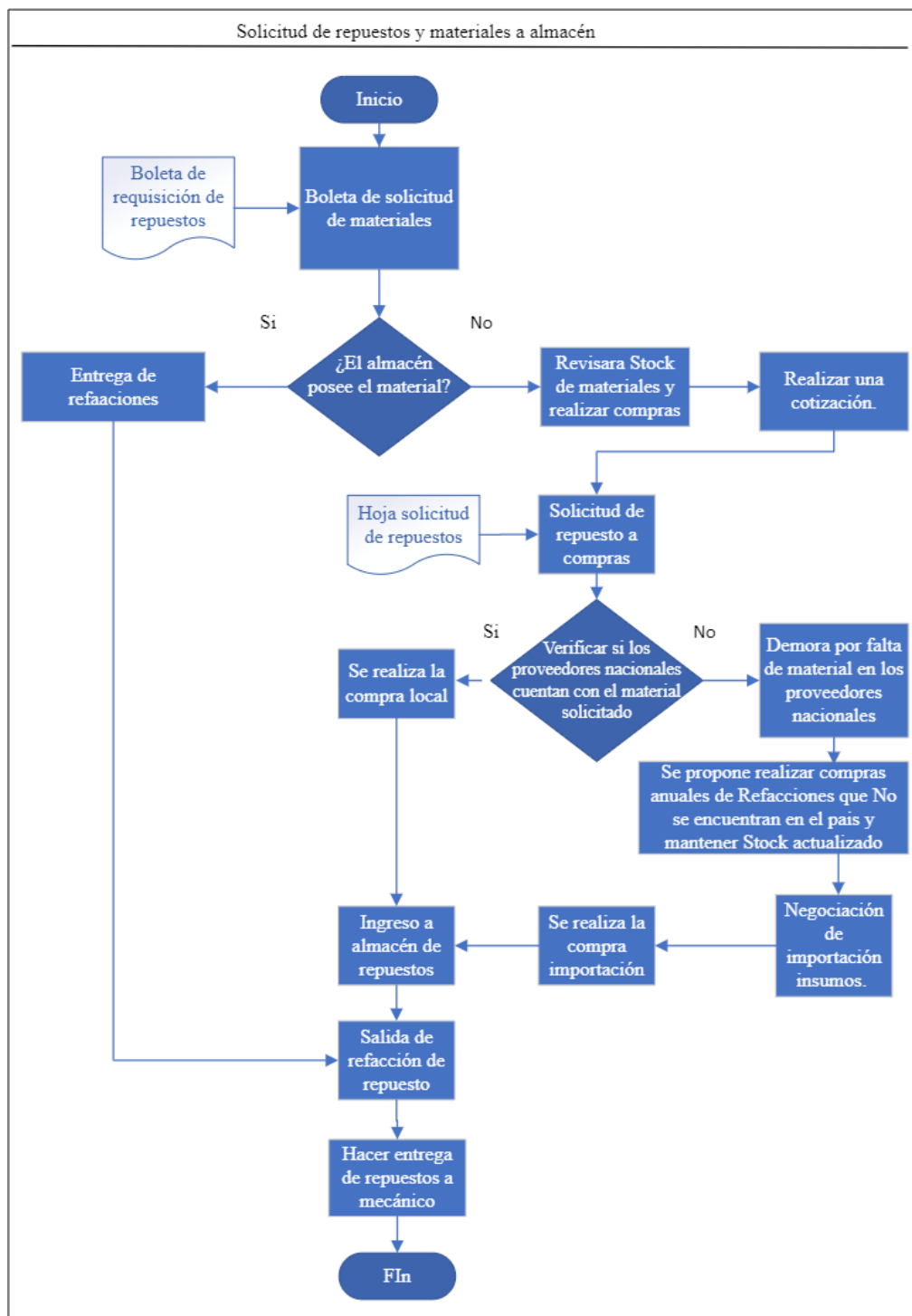
Ilustración 56 - Proceso de revisión y reparación de vehículo.



Fuente: Elaboración propia

El siguiente diagrama de flujo se propone el proceso de solicitud de materiales en almacén o bodega de materiales

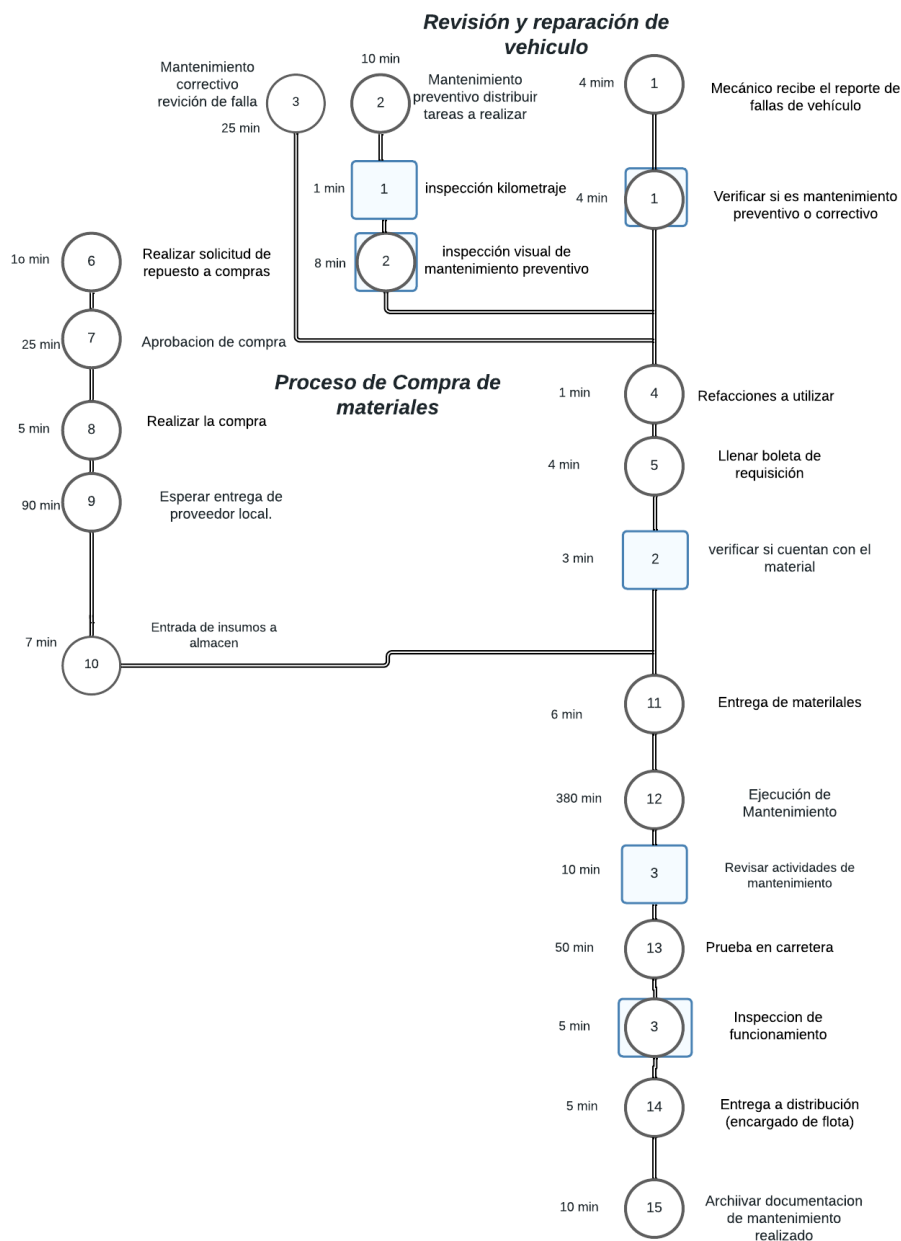
Ilustración 57 - Proceso de Solicitud de Repuestos y Materiales en Bodega.



Fuente: Elaboración propia

5.2.1 Proyección de tiempos

Ilustración 58 - Diagrama de tiempos Propuesto de Procesos Específicos (proyección)



Fuente Elaboración propia en apoyo con gerente de operaciones para la validación de los procesos propuestos

Tabla 50 - Resumen de Tiempos.

Tipo	Descripción	Cantidad	Tiempo en minutos
	Operación	10	495 min
	Inspección	3	14 min
	Combinación	3	17 min
Total		16	525

Fuente: Elaboración Propia, Resumen de Tiempos de Proceso Específicos de
Mantenimiento en Empresa Zeta Gas de EL Salvador.

En base al flujograma anterior y los tiempos estimados se desarrolla el cálculo de eficiencia, según la siguiente formula:

▪ **Cálculo de la eficiencia:**

$$Eficiencia = \frac{\text{Total tiempo de actividades operativas}}{\text{Tiempo total de actividades}} \times 100\%$$

$$Eficiencia = \frac{495 \text{ min}}{525 \text{ min}} \times 100\%$$

$$Eficiencia = 94 \%$$

Análisis: tiempo promedio que se tarda en realizar una jornada de mantenimiento actuales es de 655 min ósea 10 horas y 55 minutos con una eficiencia de 83%, respecto al promedio actual los procesos propuestos son 525 min, 8 horas con 55 min, una reducción de tiempo significativamente de 2 horas con 10 min y puede ser más con la implementación de programa SAP, es decir que los 10 mecánicos y 2 bodegueros más personal encargado de vehículo habrá una reducción de 2 horas con 10 min diariamente por cada colaborar, aproximadamente 28 horas con 10 min que se pagan actualmente en horas extras, suponiendo que los colaboradores ganan un promedio de \$18.00 dólares el día, en horas

extras son \$4.50 por hora, en cuestión de dinero hay un ahorro de \$126.00 dólares diarios, en total del año un ahorro de \$30,240 dólares, y esto aumentara con la disminución de uso de energía y equipo, más la reducción de fallas y uso eficiente del lubricante, con la aplicación del auto mantenimiento.

5.2.2 Priorización de los procesos

Luego de haber seleccionado los procesos claves dentro del departamento de transporte y maquinaria, se precedió a realizar la priorización con el objetivo de definir los procesos que tienen más incidencia en el desempeño del área, y por lo consiguiente a realizar el análisis respectivo para la búsqueda de posibles puntos de mejora que permitan hacer un diseño con una solución que ayude a mejorar la operatividad de la empresa.

Para establecer una priorización de los procesos se debe de utilizar el desempeño en base a la siguiente escala:

- Alcance = 1: Se refiere al grado de implicación que puede llegar a tener un proceso en el desarrollo de las actividades de la compañía.
- Impacto económico = 2: Contribución económica del proceso a los costos del departamento si no fuera viable.
- Participación = 3: Evaluación de la participación de personal en la realización de un proceso en específico.
- Impacto institucional = 4: Se refiere a los procesos en los cuales existe una relación directa con el cliente interno, siendo un aporte al desarrollo y consolidación de la imagen institucional.

A partir de este punto la reasignación de los pesos de cada pilar se aplicarían a una matriz de relación, en la cual se establece la importancia relativa de cada criterio que será determinada según la relevancia para la problemática que se está analizando.

La escala de asignación de los criterios sería de 1-4, en donde se le dará el menor puntaje al criterio de menor importancia y el mayor puntaje al de mayor importancia. También se colocan tres niveles en los que se clarificara cada criterio de acuerdo con el puntaje obtenido. Estos niveles son: Muy favorable (MF) / Favorable (F) / Desfavorable (D)

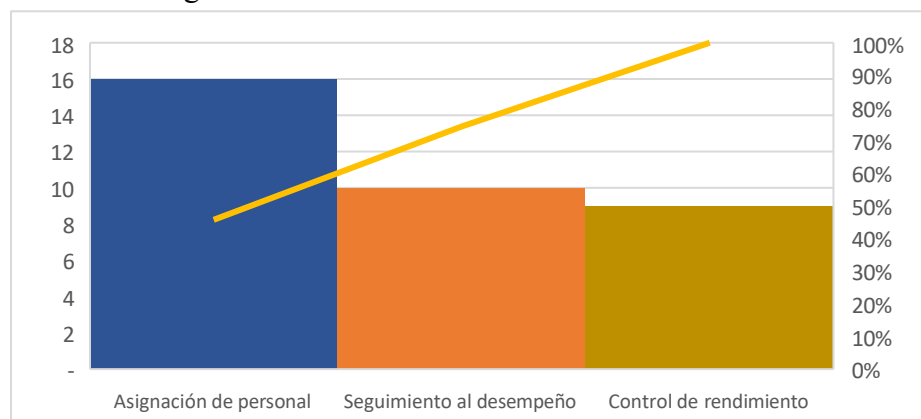
Tabla 51 - Evaluación de Criterio

Evaluación de criterios por cada proceso												Total	%	
Criterio	1			2			3			4				
Proceso	MF	F	D	MF	F	D	MF	F	D	MF	F	D		
Asignación de personal	2				4		5			5			16	46%
Seguimiento al desempeño			2		2		5					1	10	29%
Control de rendimiento		2			5				1			1	9	26%
												Total	35	100%

Fuente: Elaboración Propia

5.2.3 Diagrama de Pareto de procesos

Ilustración 59 - Diagrama de Pareto de Procesos



Con los resultados obtenidos en el diagrama de Pareto se reconoce que los procesos pueden ser considerados de forma importantes con el desarrollo de las actividades de mantenimiento tanto del personal y su desempeño.

Por lo que se lograr visualizar que el proceso de menor eficiencia es el de control de rendimiento con (26%) y el de mayor la asignación del personal que realiza el mantenimiento con un (46%), por lo tanto, la interpretación es que los procedimientos deben ser dirigidos de forma adecuada y estandarizada.

5.3 Implementación del TPM

El objetivo del programa TPM es incrementar significativamente la producción, para el caso de estudio la eficiencia en el mantenimiento, al mismo tiempo que se eleva la motivación de los empleados y su satisfacción laboral. El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es un sistema de mejora continua enfocado en el mantenimiento y funcionamiento óptimo de los equipos. Este enfoque se basa en la premisa de que todos los empleados deben involucrarse en el cuidado de su entorno laboral.

Teniendo esto en cuenta, el Mantenimiento Productivo Total (TPM) para la empresa Zeta Gas se fundamentará en un sistema de mejora continua, centrado en el mantenimiento y operación de los equipos, se espera que todos los miembros de los equipos, sin importar su nivel de gestión, participen en las inspecciones periódicas, el mantenimiento preventivo y en la revisión de cualquier máquina o equipo que se utilice en sus tareas diarias.

De acuerdo con la experiencia en otros países, se necesita entre cinco y diez años para implementar y desarrollar completamente el TPM en empresas con una actividad y organización complejas, como Zeta Gas en El Salvador. El éxito de este proceso depende en gran medida de la rigurosidad en su aplicación.

Como punto de partida, la implementación del programa TPM puede fundamentarse en los siguientes pasos que son prácticamente aceptadas en todo el mundo.

Tabla 52 - Pasos Para La Implementación del TPM

Etapas	Pasos
Etapa inicial	1. Decisión y compromiso de la alta gerencia
	2. Información y Formación (campaña de difusión del método)
	3. Implantación de la Estructura de Pilotaje (definición del comité de coordinación y nombramiento para los responsables para la gestión del programa y formación de los grupos de trabajo.
	4. Diagnóstico Inicial (zona TPM, actores, deficiencias, retos)
	5. Elaboración de un Programa TPM
	6. Lanzamiento Implantación preliminar
Etapa de implantación	7. Mejoras Enfocadas (análisis y eliminación Causas de Perdidas)
	8. Desarrollo del Mantenimiento Autónomo
	9. Desarrollo del Mantenimiento Planeado Implementación TPM
Etapa de consolidación	10. Formación y Capacitación
	11. Mantenimiento de Calidad
	12. Higiene Seguridad y Medio Ambiente

Fuente: TPM en la industria de procesos. Tokutaro Suzuki.

En el cuadro anterior muestra solo 6 pilares a aplicar, tomando estos pilares se garantiza el desarrollo del TPM a nivel práctico. Estas seis etapas, bien adaptadas, serán la base para que los colaboradores desarrollen su propio enfoque del TPM. Reunidos el equipo de tesis junto al gerente de logística, se realizó un proceso de diálogo, evaluando los resultados obtenidos de cada pilar en el capítulo anterior, de los resultados obtenidos en el diagnóstico según la Lista de Evaluación B del JIPM, se identificaron acciones que se deben de mejorar: y determinar que pilares podemos aplicar de manera progresiva, tomando en cuenta el nivel de, menos importancia, más importancia, menos urgente, más urgente, definiendo proyectos a corto, mediano y largo plazo.

Proyectos a corto plazo:

- Utilización de técnicas, metodologías, herramientas para propuestas de solución
- Registro de las soluciones o mejoras con una visión y utilización clara

- Establecimiento formal de procedimientos de atención a equipos o maquinas por parte del usuario
- Definición de objetivos y metas claras para el mantenimiento
- Planificación clara de lo que se pretende realizar
- Conservación del conocimiento para resolución de problemas
- Maximización continua de la disponibilidad del equipo, maquinaria y herramientas reduciendo los tiempos de parada por falta de las mismas
- Poseer una buena base de información sobre el uso, funcionamiento, vida útil y fallas más comunes del equipo, maquinaria y herramientas
- Planeación de los procesos claves basado en la visión de la calidad
- Mantenimiento de los más altos estándares de calidad
- Gestión de un programa que garantice un ambiente de trabajo confortable y ergonómico

Proyectos a mediano plazo

- Supervisión, evaluación y retroalimentación de las inspecciones o tratamientos para aplicar en los equipos o maquinarias
- Desarrollar capacidades y acrecentar habilidades en el personal de mantenimiento
- Mejora continua de la calidad involucrando a todo el personal de la institución.
- Enfoque en garantizar el flujo continuo de comunicación entre áreas que se interrelacionan

Proyectos a largo plazo

- Énfasis en organización del trabajo a través de equipos
- Implementación de cultura de compromiso en los usuarios de los equipos y vehículos
- Velar por crear habilidad para trabajar y cooperar en equipo con áreas relacionadas
- Búsqueda recurrente de equipos, maquinaria y herramientas de alta fiabilidad para evitar retrasos durante las actividades claves del área
- Medición de la percepción del cliente interno y externo del servicio prestado
- Reducción constante de los retrasos que se presentan en las áreas que soportan las operaciones de mantenimiento de la empresa
- Establecimiento de medidas que contribuyan a la reducción de accidentes, donde la

seguridad sea el eje central de satisfacción

- Garantizar un ambiente en el cual no se produzca la fatiga, sino que genere una contribución en la mejora de la productividad.

5.3.1 Fases de la implementación de TPM a nivel de propuesta para la empresa Zeta Gas.

Antes de iniciar el desarrollo del programa TPM, es fundamental tener en cuenta aspectos como la comunicación, la participación y la consulta. Para la comunicación, es importante determinar qué métodos se utilizarán para garantizar que la filosofía del TPM se difunda en todos los niveles de la empresa. Entre las estrategias de comunicación se incluyen:

- Capacitación inicial
- Entrenamientos específicos
- Carteles informativos
- Murales
- Reuniones periódicas con el personal
- Asambleas generales

Para fomentar la participación de los empleados, también se deben implementar herramientas que permitan recoger retroalimentación sobre el Sistema de Mantenimiento Productivo Total. Estas herramientas pueden incluir: reuniones periódicas, buzón de sugerencias.

5.4 Etapa Inicial

5.4.1 Paso 1 Decisión de la Dirección.

La alta dirección de la empresa Zeta Gas opta por implementar el TPM dentro de la organización. Este proceso se llevará a cabo de manera gradual y efectiva que se traducirá poco a poco en beneficios no solo económicos, sino también organizativos, productivos y de seguridad. Comenzando en áreas específicas e incorporando poco a poco a todo el personal, así como a distintas secciones de cada planta, ya que no es práctico realizar una implementación a gran escala de inmediato. Aunque el objetivo es implementar el TPM en toda la organización, es prioritario abordar primero las áreas más problemáticas. Cada

responsable de los pilares del TPM debe fomentar su implementación en al menos un área cada año en su unidad. Para llevar a cabo este proceso, se sugieren cuatro acciones a considerar:

1. Anuncio del director de la decisión de aplicación del TPM en el taller.
2. Designación del coordinador TPM.
3. Constitución del comité TPM.
4. Anuncio del director del centro de la implantación.

En el siguiente cronograma hay etapas que se entrelazan y se desarrollan simultáneamente. La etapa de Iniciación es un momento en el que los avances en el taller no son visibles; todas las acciones y decisiones son de carácter organizativo y directivo. En este periodo, los operarios, como los motoristas, no participan en el TPM hasta que se inicie la Zona TPM en la etapa 6. Desde ese punto, muchas fases y herramientas comienzan a funcionar, y esto continuará así, ya que el TPM no concluye con la certificación. Después de obtener la certificación, el TPM sigue avanzando como parte de un proceso de mejora continua.

Tabla 53 - Cronograma de Implementación de TPM en 3 años

Etapas	Pasos	Año 1 Preparación												Años 2 Desarrollo												Año 3 Estabilización														
Etapas inicial	Decisión y compromiso de la alta gerencia																																							
	Información y Formación (campaña de difusión del método)																																							
	Implantación de la Estructura de Pilotaje (definición del comité de coordinación y nombramiento para los responsables para la gestión del programa y formación de los grupos de trabajo.																																							
	Diagnóstico Inicial (zona TPM, actores, deficiencias, retos)																																							
	Elaboración de un Programa TPM																																							
Etapas de implantación	Lanzamiento Implantación preliminar																																							
	Mejoras Enfocadas (análisis y eliminación Causas de Perdidas)																																							
	Desarrollo del Mantenimiento Autónomo																																							
	Desarrollo del Mantenimiento Planeado Implementación TPM																																							
Etapas de consolidación	Formación y Capacitación																																							
	Mantenimiento de Calidad																																							
	Higiene Seguridad y Medio Ambiente																																							
	control inicial																																							
	TPM en áreas de apoyo																																							
	fijación de nuevos objetivos																																							

Fuente: Elaboración Propia

5.4.2 Paso 2 Información y Formación

La información y formación de las diferentes personas involucradas en el TPM debe ajustarse a un estándar establecido por la dirección del área de mantenimiento. Esto implica que todo el personal recibirá formación utilizando las mismas herramientas y criterios.

La formación del coordinador del TPM, así como de otros participantes, debe llevarse a cabo mediante una consultoría externa especializada en formación. Los miembros del Comité TPM, junto con los líderes de los grupos de trabajo y los responsables de áreas de apoyo (jefe de mantenimiento, gerente de logística), asistirán a estas sesiones. Además, se ofrecerán sesiones informativas al resto de los involucrados, como motoristas, mecánicos, electricistas y personal de apoyo, las cuales serán dirigidas por el coordinador del TPM y el consultor externo.

La formación en el TPM podría dividirse en dos etapas, una primera de implicación, y otra segunda más pedagógica:

Etapas de implicación de los actores TPM: Tiene como objetivo aclarar las misiones de cada uno de los actores (jefe del Taller, Mecánicos, Electricistas, Motoristas y personal de apoyo), para anticipar las futuras etapas, por ejemplo: Las 5 S, el plan de mantenimiento programado, el Auto mantenimiento.

La transmisión o replica de experiencia Etapa pedagógica: en esta etapa, el objetivo es dar explicaciones de tipo: ¿Qué es el TPM?, lo que se espera de los actores, resultados que se esperan, cómo se va a trabajar, los recursos que se poseen.

Para asegurar una formación efectiva, es fundamental que todos los trabajadores se sientan parte del despliegue del TPM. Por lo tanto, en esta etapa es necesario enfocar el conocimiento del personal, cambiar la forma de pensar así: *“Yo tengo mi equipo en estado de producir con calidad y en cantidad”*

El TPM requiere la participación de todos los departamentos para llevar a cabo sus funciones. Esto significa que no es solo el área de Mantenimiento la responsable del cuidado y reparación de los equipos (en este caso, los vehículos), sino que los operarios o usuarios también asumen una parte importante de esa responsabilidad.

Es necesario un cambio de mentalidad dentro de las instituciones, promoviendo la coordinación y cooperación activa entre Mantenimiento, Producción y otras áreas. Esto implica una colaboración estrecha entre el personal de todos los departamentos: el personal de Producción (motoristas) asume una parte del cuidado de los equipos de trabajo, lo que a su vez genera un mayor compromiso por su parte.

Dentro del proceso de información y capacitación, es fundamental presentar el método de trabajo de "Las Cinco S". Por ello, se introduce el siguiente contenido en esta etapa.

5.4.3 Campaña sobre el método de trabajo de las Cinco 5 S

Su principal enfoque se basa en el orden y la limpieza de las cosas y en el respeto a las políticas y disciplinas de cada organización. Y es necesario implementarlas antes de iniciar los tres primeros pasos del Mantenimiento Autónomo. No obstante, implica a toda la planta en la mejora continua y establece las condiciones adecuadas para facilitar el cambio.

Realizar una implementación adecuada de las Cinco S, no solo de tratarlo como una campaña temporal o un simple método de limpieza. Si no se aplica de forma completa y continua, o si se reduce a una acción aislada, el TPM fracasará sin duda.

El Dr. Nakajima¹⁴ afirma que “... no es conveniente implementar el Mantenimiento Autónomo, sin haber obtenido los logros tempranos que proporcionan las Cinco S. De aquí que ambas metodologías están íntimamente relacionadas”.

Aplicación de la técnica 5 S

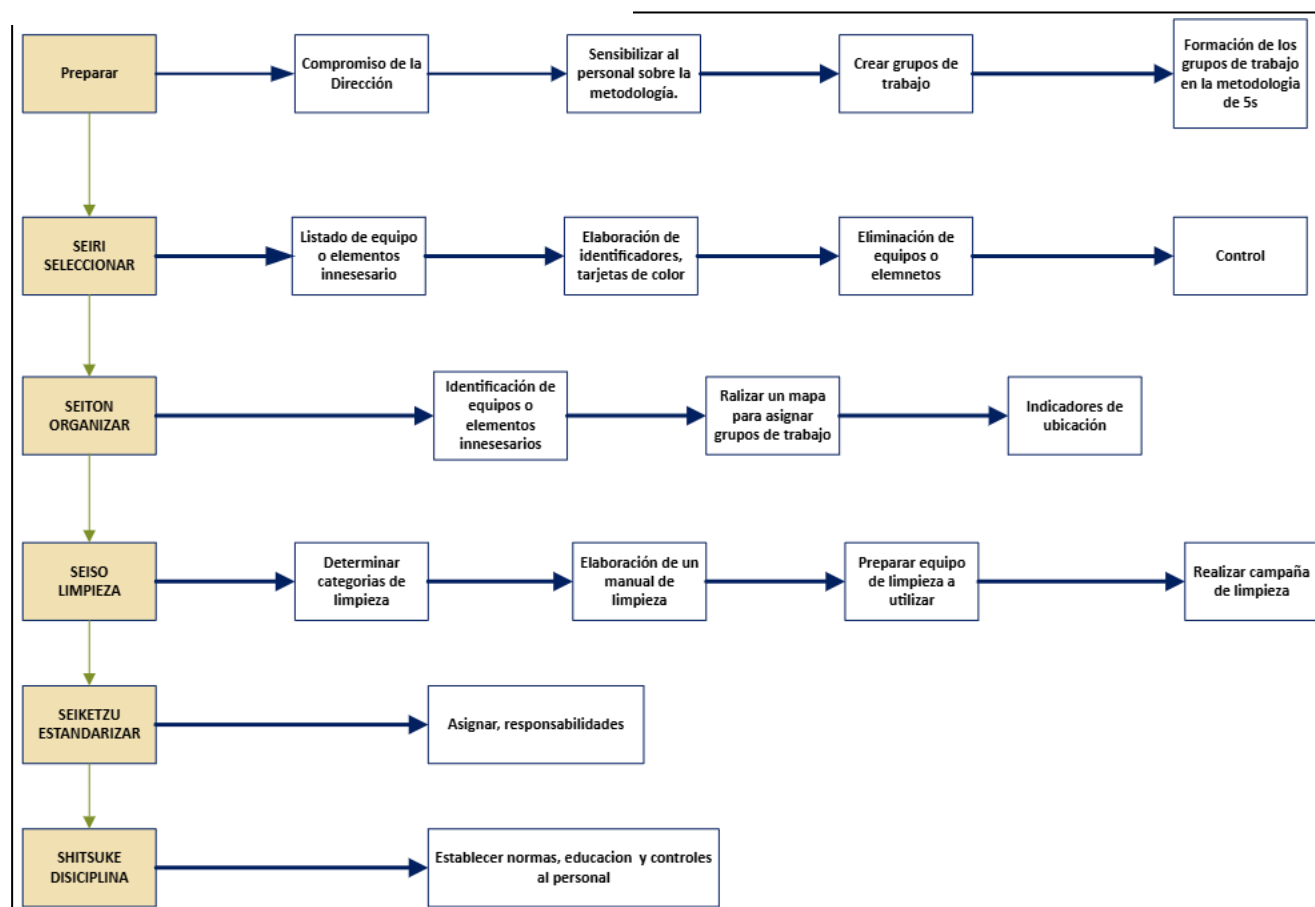
La implementación de las 5 S es esencial para asegurar que se mantengan estándares adecuados de trabajo y limpieza en las instalaciones. Esta técnica tiene como objetivo:

- Utilizar elementos de control, como tarjetas, para organizar y mantener en orden todos los elementos y herramientas involucradas en el proceso, Para desarrollar controles visuales y aplicar el mapa 5S, es fundamental hacer referencia a la técnica de ayudas visuales.
- Mejorar la duración de los equipos a través de inspecciones constantes realizadas por los operadores.
- Atender la necesidad de mantener un ambiente ordenado y limpio.

¹⁴ El Dr. Nakajima es el creador de los 7 pasos del mantenimiento autónomo.

La adopción de las 5 S en la institución debe arrancar con un cambio de mentalidad en la alta dirección. Es esencial que se fomente una actitud positiva entre todos los empleados a través del ejemplo y la aplicación de los principios que proponen las 5 S. Es fundamental dejar atrás los prejuicios sobre metodologías que no se entienden o que no gustan, solo porque provienen de una cultura distinta.

Ilustración 60 - Mapa Mental de Tema 5 S



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 61 - Las 5s



Fuente: Smart Lean 5S

SEIRI – Seleccionar: La primera S es Seiri, que se traduce como Seleccionar. Esta fase se centra en identificar y eliminar los elementos que no son necesarios en las instalaciones de la empresa. Crear un listado de los elementos innecesarios detectados. La lista anterior servirá para registrar cada elemento innecesario, incluyendo detalles como su ubicación, cantidad encontrada, posible causa y la acción recomendada para su eliminación.

Control visual uso de tarjetas de Color: Para tener un mejor control nos auxiliaremos de la técnica de control visual o ayudas visuales, con el uso de tarjetas de color, nos permite marcar o denunciar que en un lugar específico existe un elemento innecesario y que debe realizarse una acción correctiva, Mediante esta tarjeta de identificación roja, se identifican los elementos considerados como innecesarios y que por alguna razón no pueden ser retirados inmediatamente del lugar donde se encuentran.



A red tag with a light blue label. The label contains four fields with horizontal lines for text entry:

- Nombre: _____
- Fecha: _____
- Localización: _____
- Descripción: _____

Posterior como plan de acción después de la verificación de los elementos necesario y los innecesarios, se procese a la evaluación de Mover el elemento a una nueva ubicación dentro de la empresa, almacenar al elemento en otro lugar que no sea la empresa, eliminar el elemento.

SEITON – Organizar: Colocar los elementos necesarios en lugares donde sean fácilmente accesibles para su uso y para devolverlos a su sitio correspondiente. Esta práctica busca optimizar la identificación y señalización de los controles de los equipos, así como de los elementos críticos para el mantenimiento y su conservación en buen estado. Facilita la organización de materiales y herramientas, lo que permite un acceso rápido y mejora la reparación en el taller.

SEISO – Limpieza: Busca fomentar una cultura de limpieza dentro de la empresa, así como mantener la clasificación y el orden establecidos en las dos S anteriores. La implementación de este proceso debe respaldarse con un sólido programa de capacitación y la provisión de los recursos necesarios, además del tiempo requerido para llevarlo a cabo. Por ejemplo, en el caso de los equipos de oficina, si el personal no está familiarizado con su mantenimiento, podría dañarlos al intentar limpiarlos. Por lo tanto, los suministros que se proporcionen al personal deben incluir no solo materiales, sino también orientación técnica.

En la institución que comienza a implementar la metodología, la primera S es Seiri, que significa Seleccionar. Esta etapa se centra en identificar los elementos innecesarios en las instalaciones de la empresa. La aplicación de las 5 S es cíclica, y los resultados son casi inmediatos para la primera y segunda S. Sin embargo, el éxito de esta metodología depende de su repetición y de establecer actividades consistentes, lo que resalta la importancia de la estandarización y la disciplina.

Para implementar la limpieza, se pueden seguir dos etapas. La primera es llevar a cabo una campaña de limpieza del taller o vehículos de flota primaria o secundaria para mejorar la apariencia de las instalaciones. Luego, es necesario crear un manual de limpieza que asegure que la fachada se mantenga limpia en cualquier momento.

SEIKETZU – Estandarizar: En esta fase, el objetivo es preservar los avances logrados al aplicar estándares a las prácticas de las tres primeras “S”. Esta cuarta S está profundamente relacionada con el establecimiento de hábitos que aseguren que el entorno de trabajo se mantenga en condiciones ideales, proceso que se denomina estandarización.

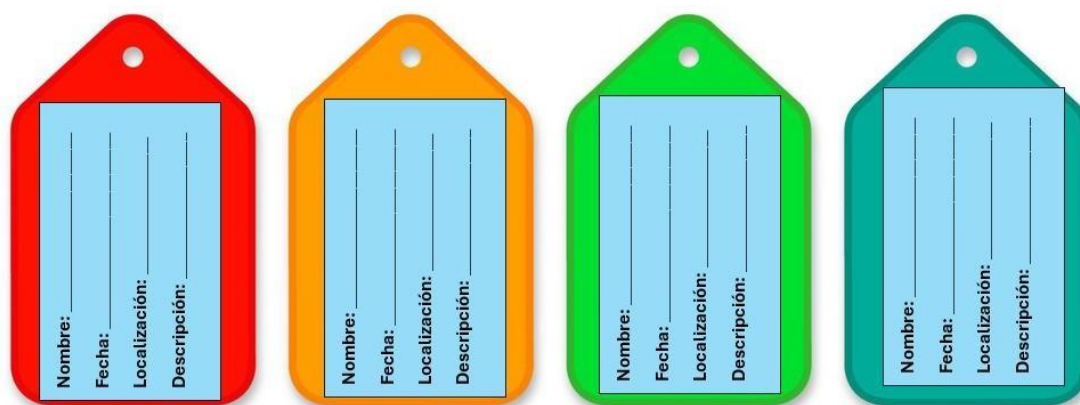
SHITSUKE – Disciplina: La práctica de la disciplina busca fomentar el hábito de seguir y utilizar de manera adecuada los procedimientos, estándares y controles establecidos anteriormente. En el contexto de la implementación de las 5 S, la disciplina es fundamental, ya que, sin ella, los avances logrados en las cuatro primeras S pueden deteriorarse rápidamente.

Es fundamental educar e implementar un entrenamiento basado en la práctica para cada una de las S. Para ello, se debe llevar a cabo una capacitación centrada en los aspectos clave de la metodología de las 5 S. Además, es importante recordar que la disciplina es un componente que debe introducirse gradualmente, con el fin de alcanzar un nivel de aceptación óptimo.

Entre las ayudas visuales se pueden incluir mapas, rótulos, fichas y formatos que son útiles en diversas áreas. En este contexto, estas ayudas visuales están estrechamente vinculadas a las 5 S, ya que son necesarias para el desarrollo del Mapa 5 S y de los indicadores correspondientes.

Tarjetas de Color: Las tarjetas de color ofrecen múltiples aplicaciones en las empresas, ya que se pueden crear diversos códigos para diferentes situaciones. Por ejemplo, en una empresa de producción, se puede utilizar una codificación para indicar el estado de fabricación de un producto: el rojo podría señalar una parada crítica en las flotas, mientras que el amarillo podría indicar que se requiere una inspección, entre otros usos.

Ilustración 62 - Diseño Propuesto de Tarjetas de color



Fuente: Elaboración Propia

Marcadores o controles visuales: La utilización de marcadores o controles visuales es de vital importancia, a continuación, se muestran algunas de las señalizaciones que se deben tener en cuenta en Zeta Gas, para garantizar la seguridad del colaborador, debe ser adecuadamente identificable a través de una señalización adecuada, tanto para la maquinaria, salida de emergencia, servicios anexos, etc.

Tabla 55 - Colores de Seguridad y su Significado

COLOR DE SEGURIDAD	SIGNIFICADO
ROJO	Alto Prohibición Identifica equipo contra incendio
AMARILLO	Precaución Riesgo
VERDE	Condición Segura Primeros Auxilios
AZUL	Obligación Información

Fuente: Nom-003-SEGOB-2002

Señalización, marcación de ubicación: Los controles visuales también incluyen las señales que se pueden emplear en las empresas, como las relacionadas con higiene y seguridad industrial. Todas las señales y carteles de advertencia son consideradas ayudas visuales, diseñadas para prevenir accidentes. Además, las señales pueden utilizarse para indicar la ubicación de diversos elementos, como herramientas, equipos y materiales.

Ubicación de Áreas: Para una mejor visibilidad debe ser de 20 metros con medidas de 54.8 cm. de largo x 36.5 cm. de alto, según la norma NOM-003-SEGOB/2002¹⁵.

¹⁵ Normas oficiales Mexicanas: Señales y avisos para protección civil

Ilustración 63- Indicadores de ubicación



Fuente: Nom-003-SEGOB-2002

Señales de prohibición: Son circulares o cuadradas de color rojo, prohíben un comportamiento o acción que puede derivar en peligro, como puede ser prohibido fumar en una gasolinera, o prohibido hacer fuego.

A Continuación, se muestran señales, actualmente Zeta Gas cuenta con muchas, sin embargo, agregamos algunas más que se pueden agregar para una mejor visualización y seguridad del empleado.

Ilustración 64- Señales de Prohibición





Fuente: Incotex, equipos y sistemas de protección contra incendios.

Señales de peligro: Son de color amarillo, y tienen forma triangular. Estas nos advierten de una amenaza o peligro determinado, como por ejemplo riesgo de incendio en determinadas máquinas culinarias o zonas de trabajo industrial.

A Continuación, se muestran señales, actualmente Zeta Gas cuenta con muchas, sin embargo, agregamos algunas más que se pueden agregar para una mejor visualización y seguridad del empleado.

Ilustración 65 - Señales de Peligro



Fuente: Incotex, equipos y sistemas de protección contra incendios.

Señales de obligación: Son circulares o cuadradas de color azul, señal que obliga a un comportamiento determinado, como, por ejemplo, la obligación de llevar un equipo concreto, como puede ser calzado de seguridad, u obligatorio de uso de casco y pantalla.

A Continuación, se muestran señales, actualmente Zeta Gas cuenta con muchas, sin embargo, agregamos algunas más que se pueden agregar para una mejor visualización y seguridad del empleado.

Ilustración 67 - Señales de Emergencia



Fuente: Incotex, equipos y sistemas de protección contra incendios.

La importancia de estas señalizaciones es promover un trabajo sano y se puede eliminar los factores que puedan producir cualquier accidente dentro de las instalaciones del trabajo.

Se propone reforzar en capacitación teórica y práctica a el comité de salud y seguridad ocupacional, así como también las brigadas de evacuación, incendios y primeros auxilios, estos son escogidos democráticamente por todos colaboradores de la empresa Zeta Gas, y todo se hace acorde a la Ley general de prevención de riesgos en los lugares de trabajo.

Datos De Seguridad Propano – C₃H₈ (GAS): Es necesario conocer los datos de seguridad de la clasificación de riesgos, ya que es una empresa que se manipula GLP.

Tabla 56- Ficha de Clasificación de Riesgos

UN 1075 – GREE 115 HDS-C3H8-GAS Revisión No. 08 Fecha de Emisión: 01/01/2016 Fecha de Revisión: 07/2021

DATOS GENERALES DEL PRODUCTO		
Nombre Químico ⁽¹⁾ : Propano	Nombre Común ⁽²⁾ : Propano	Sinónimo ⁽³⁾ : Propano
Fórmula: C ₃ H ₈	Familia Química: Hidrocarburos alifáticos	Inf. Relevante: Gas inflamable Gas Asfixiante
IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO		
No. CAS ⁽⁴⁾ : 74-98-6	No. ONU ⁽⁵⁾ : 1075	IPVS (IDLH) ⁽⁶⁾ : 2100 ppm (M)
LMPE-PPM ⁽⁷⁾ : 1000 ppm (1800 mg/m ³) ⁽⁸⁾	LMPE-CT ⁽⁹⁾ : NA	LMPE-CP ⁽¹⁰⁾ : NA
CLASIFICACIÓN DE RIESGOS		
NFPA ⁽¹¹⁾ : Rombo de Riesgos	Salud (S): 1 Inflamabilidad (I): 4 Reactividad (R): 0	Riesgos Especiales (RE):
HMS ⁽¹²⁾ : Rectángulo de Riesgos	Salud (S): 1 Inflamabilidad (I): 4 Reactividad (R): 0	Equipo de Protección Personal (EPP): A Lentes de seguridad



Fuente: Zeta Gas

5.4.4 Paso 4 Diagnóstico inicial

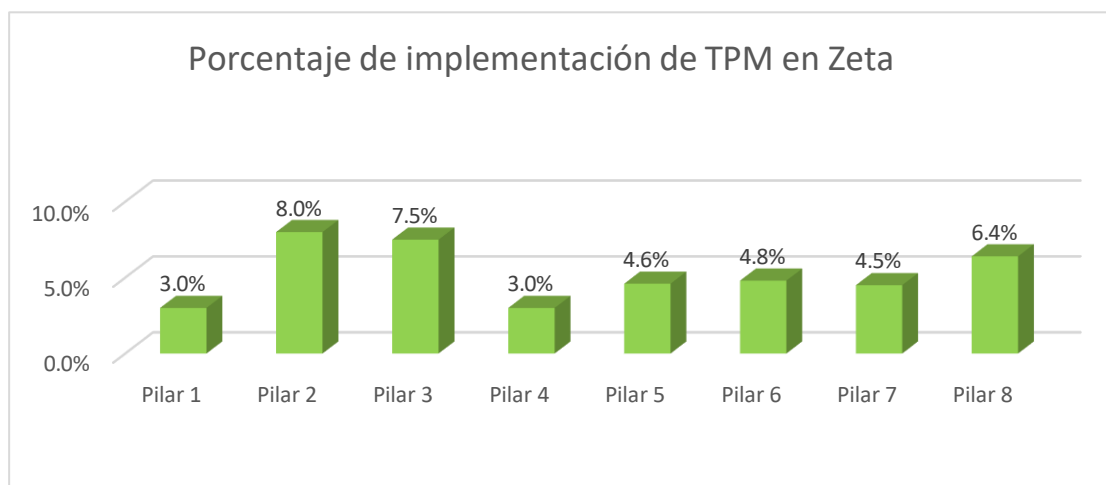
En el Capítulo anterior se realizó un estudio del sobre el nivel del TPM, en Zeta Gas, que se realiza de manera consciente o inconscientemente.

Tabla 57 - Cuadro de Metodología Para Evaluar TPM en Zeta Gas

Metodología para evaluar la implementación de la empresa Zeta Gas - Resultados de investigación según requerimiento de TPM				
Pilar	Peso a nivel general según la lista de Chequeo B	% de evaluación de criterio por pilares	% Absoluto alcanzado según criterio de grupo	% Relativo de implementación
Pilar # 1 Mejora enfocada	70%	10%	30.00%	3.0%
Pilar # 2 Mantenimiento autónomo	70%	20%	40.00%	8.0%
Pilar # 3 Mantenimiento planificado	70%	20%	45.00%	7.5%
Pilar # 4 Formación y capacitación	70%	10%	30.00%	3.0%
Pilar # 5 Gestión temprana del equipo	70%	10%	46.00%	4.6%
Pilar # 6 Mantenimiento de calidad	70%	10%	48.00%	4.8%
Pilar # 7 Actividades de administración y apoyo	70%	10%	45.00%	4.5%
Pilar # 8 Gestión de seguridad ocupacional y medio ambiente	70%	10%	64.00%	6.4%
Total				41.80%

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 69 - Grafico Porcentaje por Pilar



Fuente: Elaboración Propia

5.4.5 Paso 5 Elaboración del Programa General TPM

En esta etapa, próxima al lanzamiento de la zona TPM, se desarrolla un programa de acciones a implementar en diferentes áreas, abarcando las actividades de todos los actores directos e indirectos. Este programa es elaborado por el Comité de Desarrollo TPM del taller, considerando los recursos disponibles y los plazos establecidos. Los problemas identificados tienen diversas fuentes, las cuales fueron reconocidas durante el capítulo y fase de diagnóstico, a través de entrevistas con el personal del área y el estándar de las 5S implementado por el grupo.

Nota: El establecimiento de las fechas de inicio y finalización depende en gran medida de las condiciones específicas De Zeta Gas respecto al TPM, así como de sus recursos disponibles, el número de personal, factores externos y la planificación del mantenimiento, entre otros.

Se recomienda que el tiempo mínimo para la realización de cada etapa sea el siguiente:

- **Iniciación:** 6 meses para lograr efectividad.
- **Implantación Preliminar:** 12 meses para asegurar efectividad.
- **Implantación o Estabilización:** 6 meses para ser efectiva.

Etapas	Pasos	Preparación				Desarrollo				Estabilización				Comienzo de Inicio	Fin de Finalización	Responsable
Etapas inicial	Decisión y compromiso de la alta gerencia															Director, Intendente, coordinador TPM
	Información y Formación (campana de difusión del metodo)															Intendente, coordinador TPM, Asistente
	Implantación de la Estructura de Pilotaje (definición del comité de coordinación y nombramiento para los repomsables para la gestión del progama y formación de los grupos de trabajo.															Intendente, coordinador TPM, personal
	Diagnóstico Inicial (zona TPM, actores, deficiencias, retos)															Intendente, coordinador TPM, personal
	Elaboración de un Programa TPM															Director, Intendente, coordinador TPM
Etapas de implantación	Lanzamiento Implantación preliminar															Director, Intendente, coordinador TPM, asistente, colaboradore, areas de apoyo
	Mejoras Enfocadas (análisis y eliminación Causas de Pérdidas)															Coordinador TPM, Asistente, colaboradores
	Desarrollo del Mantenimiento Autónomo															Coordinador TPM, Asistente, colaboradores
	Desarrollo del Mantenimiento Planeado Implementación TPM															Coordinador TPM, Asistente, colaboradores
Etapas de consolidación	Formación y Capacitación															Coordinador TPM, Asistente, colaboradores
	Mantenimiento de Calidad															Coordinador TPM, Asistente, colaboradores
	Higiene Seguridad y Medio Ambiente															Coordinador TPM, Asistente, colaboradores
	control inicial															Coordinador TPM, Asistente, colaboradores
	TPM en areas de apoyo															Coordinador TPM, asistente, colaboradore, areas de apoyo
	fijación de nuevos objetivos															Director, Intendente, coordinador TPM, asistente,

Fuente: Elaboración Propia

5.4.6 Paso 6 Lanzamiento

En este paso es un acto donde deben asistir todos los involucrados, mecánicos, motoristas, bodeguero, y todos los miembros de apoyo, encargados de las áreas, en este lanzamiento se presentan y exponen los principios del TPM, se presenta la situación actual del TPM que se ejecuta, ya sea consciente o inconscientemente, resultados de las entrevistas, reuniones, encuestas. Y se presentan los objetivos esperados.

5.5 Etapa 2 Implementación Preliminar TPM

5.5.1 Pilar I. Mejoras Enfocadas

En el primer pilar mejoras enfocadas se debe desarrollar documentación, el análisis de falla o averías, que retrasan los procesos de mantenimiento a las flotas primarias y secundarias, el objetivo es presentar un adecuado documentación y análisis de las fallas en equipos, herramientas y maquinarias, y establecer parámetros de medición que sean de apoyo. Para este pilar necesitamos conocer.

Tabla 59 – Documentación Necesaria

Información para documentar	Formularios para documentar información
1. Fallas más comunes de equipo y las herramientas 2. Fallas más comunes de flota primaria y secundaria 3. Acciones de mejora	1. Formulario de reporte de falla. 2. Tarjeta de identificación de falla 3. Reporte de análisis de falla.

En la siguiente el siguiente cuadro es una propuesta de formato de reporte de falla, este formato esta completo, adicional al reporte de falla también está un aportado de tarjeta de identificación de falla de este modo determinar si es Grave, Importante, Menos Importante, todo esto en el mismo formato.

Tabla 60 - Propuesta de Reporte de Fallas

Propuesta de formato de Reporte de Falla. Marcar con una X según corresponda		
Código del vehículo o Placa:		N° Falla
Fecha de Reporte:		Grave
Hora:		Importante
Nombre Motorista:		Menos importante
Tipo de Falla		Sistema que Afecta
☐	Mecánica	Combustión
☐	Eléctrica	Frenado
☐	Hidráulica	Enfriamiento
☐	Lubricación	Calefacción
☐	Neumática	Filtración
☐		Escape
☐		Bombeo
Marcar con una X fallas específicas de la unidad		Marque con X
☐	1 Fuga de aceite de Motor parte trasera	
☐	2 Fuga de aire en tablero	
☐	3 Fuga de aire en Maxi	
☐	4 Fuga de aire en Pulpo	
☐	5 Revisión de fricciones	
☐	6 Revisión o cambio de baleros de bufa	
☐	7 Regulación de Clutch	
☐	8 Revisión de fuga de aire	
☐	9 Revisión de fuga de aceite	
☐	10 Revisión de fuga de agua	
☐	11 Revisión de Crucetas	
☐	12 Revisión de Luces	
☐	13 Regulación de Frenos	
☐	14 Instalación de lámparas	
☐	15 Diagnostico con Maquina (Scanner)	
☐	16 Reparación de caja	
☐	17 Revisión de Llantas	
☐	18 Reparación de cricos	
☐	19 Revisión de Fan Clutch	
☐	20 Cambio de muñones	
☐	21 Cambio de Crucetas	
☐	22 Cambio de tapadera de Bufo	
☐	23 Cambio de ventilador	
☐	24 Cambio de mangueras del radiador	
☐	25 Cambio de soporte de motor	
☐	26 Cambio de fricciones	
☐	27 Cambio de clutch	
☐	28 Cambio de diferenciales	
☐	29 Cambio de compresor	
☐	30 Cambio de válvula de elevación	
☐	31 Cambio de tambores	
☐	32 Cambio de Bolsas de aire	
☐	33 Cambio de silenciador de escape	
☐	34 Cambio de rach	
Observaciones:		Nivel de Urgencia de reparación
		Inmediato
		1 semana
		2 semanas
Fecha de Entrega:		3 semanas
Mecánico Asignado:		4 semanas
Firma de Jefe de Taller:		Mas de un mes

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 61 - Propuesta de Formato de Análisis de falla

Análisis de falla				F0002
1. Detalle el problema, que sucedió, que estaba o no haciendo (técnica de 5 ¿por qué?				Nº:
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Apartado para personal de taller. 2. ¿Cuál fue la acción correctiva llevada a cabo? Es decir, ¿qué ajustes, reparaciones o trabajos se realizaron para solucionar el problema?				
3. ¿Cuáles fueron las causas iniciales del problema y qué factores lo estaban generando?				
3. ¿Si el problema no se solucionó desde su origen, ¿tienes alguna recomendación para abordarlo? ¿Hay alguna forma de prevenir que el error se repita por completo?				
¿Sugerencia de actividad de Mantenimiento que ayude a prevenir este problema?:				
¿Quién recibió el trabajo?: _____				F.
Nombre Firma jefe de Mantenimiento. _____				F.

Fuente: Elaboración Propia

5.5.2 Pilar II. Mantenimiento Autónomo

En este pilar se debe implementar el auto mantenimiento, es decir cada motorista o mecánico debe apropiarse y poder detentar con anticipación una avería o falla.

Se propone una lista de chequeo o Checklist, donde el motorista debe tomarse la responsabilidad y el habito antes de iniciar su jornada laboral, y comprobar aspectos como, funcionamiento, averías, el objetivo es prevenir averías graves y afectar las ventas de GLP. No obstante, se debe enseñar al motorista todas las operaciones a realizar al comienzo de su jornada, debe disponer de 20 min para realizar la inspección.

Si el motorista encuentra anomalías y lo describe en la lista de chequeo, debe avisar al personal de mantenimiento, quienes evalúan la incidencia, en caso el motorista resuelve la anomalía, debe colocarle en observaciones, y marcar X en anomalía resuelta.

En zeta Gas no existe una lista de chequeo en sus flotas, nuestra propuesta es la siguiente, sujeta a modificaciones, debe de realizarse una presentación formativa del procedimiento y explicar los objetivos del checklist, y seguimiento de estas hojas debe darlo el equipo del TPM.

Tabla 62 - Documentos, Formatos Necesarios

Información para documentar	Formularios para documentar información
• Programa de mantenimiento. • Rutinas de mantenimiento, inspección y supervisión.	• Programa de mantenimiento autónomo. • Formulario o Checklist • Formulario de inspección

Fuentes: Elaboración Propia

Tabla 63- Check List Propuesto Para Mantenimiento Preventivo

CHECKLIST DE REVISION DIARIA DE LAS FLOTA DE ZETA GAS			N°	
Si presenta alguna falla o anomalia favor indicar al departamento de mantenimiento				
Fecha:	N°Lic:	N° Placa:		
Origen y Destino de ruta a ealizar en la jornada	Nombre:	Simbologia de Evaluacion		
		Anomalia : X		
	Firma:	Sin Anomalia: A		
		Anomalia resuelta: R		
Revisio n Interna		Evaluacion	Parte Exterior de la unidad	Evaluacion
Sensor de Aceite			Luces	Altura
Velocimetro				Direccio nales
Luces de Tablero		Luces externas		
Direccio nales			Estacio namiento	
Estacio namiento			Freno	
A dvertencia			M archa atrás	
			Guardafango s	
Sensor de Bateria			Defensa	
Sensor Check in			Escape	
Claxon			Revisio n parte inferior	Evaluacion
Cinturo n			Freno s(sin fuga)	
Parabrisas			Chasis (sin fisura)	
Limpiadores			Linea de aire	
Retro viso res (2)			Linea electrica	
Vo lante(sin juego excesivo)			Transmisio n	
Freno			Area de Combustio n Interna	
Freno de emergencia			M otor	
Revisio n parte de enfrente de la unidad		Evaluacion	Radiador	
Defensa			Bateria	
	Altas		Equipo de emergencia	
Luces de Tablero	Direccio nales		Caja de Herramienta	
	A dvertencia		Extinguido r	
Llantas sin fisuras			Co no	
Guardafango s(Lo deras)			Comentarios:	
Lado Izquierdo y derecho de la Unidad		Evaluacion		
Tanque de combustible				
Luces de advertencia laterales				
Llantas(desgaste y aire)				
Rines sin fisura				

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente cuadro se detalla inspecciones específicas que servirán de apoyo a los mecánicos para realizar revisiones en las flotas de empresa Zeta Gas, frenos, fajas o bandas, llantas, baterías, cambio de aceite y radiador, según la investigación son las principales fallas.

Tabla 64 - Inspecciones propuestas de Apoyo Para Mecánicos y Realizar Mantenimiento Preventivo

Inspección Específica En Flotas
1) Frenos
Es importante revisar el nivel de líquido de freno, ya que, si ha bajado, puede ser un síntoma de fugas en el sistema de la bomba principal, las auxiliares o la tubería, lo cual debe ser descartado. Si se observa una variación en el nivel de líquido de frenos que no se debe a fugas, puede deberse al desgaste de las zapatas y pastillas de frenos, por lo que se debe verificar su estado con el departamento de mantenimiento
2) Fajas o bandas
Las fajas, ya sean del ventilador, alternador, aire acondicionado o dirección hidráulica, tienden a dañarse. Verifique quebraduras o espesores y reemplácelas en caso de ser necesario.
3) Llantas
Si el desgaste se ubica en el centro de la banda de rodadura, esto puede ser un indicio de que la presión de los neumáticos se mantiene por encima de lo recomendado por el fabricante. Si el desgaste se presenta en los lados, esto puede indicar que la presión de los neumáticos se mantiene por debajo de lo recomendado. Si el desgaste se produce en el lado interno o externo de la banda de rodadura, probablemente se deba a problemas en las rótulas o en el sistema de tramado del vehículo. Es importante prestar atención al desgaste de los neumáticos, ya que esto puede indicar problemas en el mantenimiento del vehículo.
4) Batería
Si la batería tiene tapones removibles, revise el nivel de agua, el cual debe estar por encima de las celdas, pues estas deben permanecer sumergidas en el líquido. Revise las terminales de la batería, si muestran corrosión límpielas con un cepillo de alambre si es necesario. Reemplace cualquier cable dañado de manera inmediata.
5) Cambio de Aceite
Revisar los niveles de aceite del motor, en las fechas de cambio que se indican, generalmente lo recomendado es cada 3,000 km o 5,000 km, aunque hay aceites que pueden durar hasta los 10,000 km.
6) Radiador
Inspeccione visualmente para detectar fugas o superficies dañadas. Revise el nivel de líquido refrigerante en el radiador, rellene si es necesario con refrigerante, el depósito. No debe usar agua porque contiene impurezas que se adhieren a las paredes del motor y puede causar corrosión

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presenta una propuesta de formato de apoyo a las tareas de lubricación, el motorista deberá de marcar con una X SI cumplen o No cumple las tareas a evaluar, así de ser necesario dejar un comentario de la situación encontrada. Esta inspección se deberá realizar mensualmente.

Tabla 65 - Propuesta de Inspección de Sistema de Lubricación

Propuesta de formato de Inspección de sistema de lubricación				
Código del vehículo o placa:				
Fecha de inspección:				
Hora:				
Nombre del Motorista:				
Marca con una X según la evaluación realizada, dejar comentario si es necesario				
N	Descripción de tarea a evaluar	Cumple	NO Cumple	Comentarios
1	Comprobar que la aguja de presión de aceite indica correctamente.			
2	Revise si al conectar el encendido, la aguja del indicador de combustible indica lleno, aunque el depósito esté vacío			
3	Sustituya cualquier manguera de goma que esté desgastada o quebradiza. Además, si una manguera parece dañada o se nota excesivamente blanda o rígida al tocarla, debes cambiarla.			
4	Inspecciona el líquido de transmisión mensualmente, con el motor en marcha y en caliente. Esto es aplicable a los vehículos automáticos.			
5	Inspeccionar el nivel de aceite del motor. Extraer la varilla y límpiala. Introdúcela a fondo y vuelve a sacarla. Si el nivel de aceite es bajo, añade más aceite.			
6	Inspeccionar mensualmente el nivel del líquido de frenos. Si el líquido está bajo, añadir el líquido aprobado e inspeccionar el sistema en busca de posibles fugas o filtraciones.			
Observaciones o Recomendaciones:				

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presenta una propuesta de formato de apoyo a las tareas de inspección de sistema eléctrico, el motorista deberá de marcar con una X SI cumple o No cumple las tareas a evaluar, así de ser necesario dejar un comentario de la situación encontrada. Esta inspección se deberá realizar constantemente.

Tabla 66 - Propuesta de formato de Inspección de Sistema Eléctrico

Propuesta de formato de Inspección de Sistema Eléctrico				
Código del vehículo o placa:				
Fecha de inspección:				
Hora:				
Nombre del Motorista:				
Marca con una X según la evaluación realizada, dejar comentario si es necesario				
N	Descripción de tarea a evaluar	Cumple	NO Cumple	Comentarios
1	Comprobar que no exista la luz débil del piloto de situación delanteros o traseros.			
2	Poco alcance de las luces en general. Sobre todo, durante conducción nocturna			
3	Verificar que todas las luces de la unidad funcionen y están limpias, incluyendo las luces de los frenos, las intermitentes y las luces de emergencia. Manténgase fusibles extra en su vehículo.			
4	Revise los cables de la batería deben de estar conectados de forma segura y libre de corrosión.			
6	Verificar el buen estado de los fusibles de los repuestos.			
Dejar nota del kilometraje de recorrido que tiene el vehículo				Km. _____
Observaciones o Recomendaciones:				

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta una propuesta de formato de apoyo a las tareas de inspección de sistema de dirección, el motorista deberá de marcar con una X SI cumple o No cumple las tareas a evaluar.

Tabla 67 - Propuesta de Formato de Inspección de Sistema de Dirección

Propuesta de formato de Inspección de Sistema de Dirección				
Código del vehículo o placa:				
Fecha de inspección:				
Hora:				
Nombre del Motorista:				
Marca con una X según la evaluación realizada, dejar comentario si es necesario				
N	Descripción de tarea a evaluar	Cumple	NO Cumple	Comentarios
1	Verificar presión de aire excesiva o insuficiente (según el PSI recomendado por el fabricante del neumático)			
2	Verificar desgaste notable en las llantas (partes lisas en las llantas)			
3	Verificar parte del material interno de las llantas a través del diseño, cortes, de desprendimiento o algún otro tipo de daño en la llanta			
4	Verificar ruedas dobles que se toquen una con otra o con piezas del vehículo, tamaños desiguales, válvulas cortadas o agrietadas			
6	Verificar el buen estado de los fusibles de los repuestos.			
8	Los rines presentan algún golpe, oxidación alrededor de las tuercas de la rueda, o algún otro tipo de daño			
10	Existen tuercas, pernos y otras piezas faltantes, piezas dobladas, flojas o rotas			
12	verificar si hay alguna dificultad en el volante a la hora de arrancar el vehículo y manejarlo			
14	verificar si el vehículo cuando está en marcha, el volante vibra a una determinada velocidad			
Observaciones o Recomendaciones:				

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta una propuesta de formato de apoyo a las tareas de inspección de sistema de seguridad, el motorista deberá de marcar con una X SI cumple o No cumple las tareas a evaluar, así de ser necesario dejar un comentario de la situación encontrada. Esta inspección se deberá realizar constantemente.

Tabla 68 - Propuesta de Formato de Tareas de Inspección

Propuesta de formato de Inspección de Sistema de Seguridad.				
Código del vehículo o placa:				
Fecha de inspección:				
Hora:				
Nombre del Motorista:				
Marca con una X según la evaluación realizada, dejar comentario si es necesario				
N	Descripción de tarea a evaluar	Cumple	NO Cumple	Comentarios
1	Extintor			
2	Triángulos reflectores			
3	Asegurarse de no llevar carga excesiva			
4	Revisar abajo del vehículo, señales de aceite, refrigerante, combustible o grasa.			
6	verificar si cuenta con todas las señalizaciones de transporte de gas.			
8	Verificar el ultimo informa del vehículo.			
10	Revisar espejos y parabrisas			
12	Siempre que maneja usar el cinturón de seguridad.			
Si en el recorrido siente olor a quemado o ruidos extraños, pare la marcha y revise inmediatamente.				
Observaciones o Recomendaciones:				

Fuente: Elaboración Propia

5.5.3 Pilar III. Mantenimiento Planeado

Este pilar se relaciona directamente a las áreas de, bodega, talleres de mantenimiento y un trabajo conjunto de todos los motoristas. Actualmente Zeta Gas no posee un software de mantenimiento, que nos permita tener un historial de las fallas en las unidades, es

necesario tener un registro de cada una de las unidades. En el capítulo del diagnóstico se presentan las características de las flotas en estudio.

Este pilar se relaciona directamente a las áreas de, bodega, talleres de mantenimiento y un trabajo conjunto de todos los motoristas. Actualmente Zeta Gas no posee un software de mantenimiento, que nos permita tener un historial de las fallas en las unidades, es necesario tener un registro de cada una de las unidades. En el capítulo del diagnóstico se presentan las características de las flotas en estudio. Se propone tener en cuenta.

Tabla 69 - Documentos, Informes Necesarios

Información para documentar	Formularios para documentar información
• Historial de mantenimientos • Tiempos de mantenimientos • Costos de los mantenimientos	• Codificación de las flotas • Control de mantenimientos • Programación de mantenimientos • Formato de rutinas de mantenimiento • Registro de mantenimientos

Fuente: Elaboración Propia.

En el siguiente formato se presenta la propuesta de formato de documentación de control de mantenimiento preventivo, tomando en cuenta la cantidad de kilometraje.

Tabla 70 - Propuesta Para La Gestión Y Documentación**5.14.1 Matriz propuesta para la gestión de datos y documentación**

Número de Registro	Fecha	Tipo de Vehículo	Número de Vehículo	Repuesto /Lubricante	Cantidad Utilizada	Proveedor	Número de Factura	Kilometraje Actual	Comentarios
1	023-01-01	Primario	P001	Filtro de Aceite	5	Proveedor A	123456	50,000	Cambio programado
2	2023-01-05	Secundario	S002	Bujías	8	Proveedor B	123457	30,000	Mantenimiento rutinario
3	2023-01-10	Primario	P003	Aceite de Motor	10 litros	Proveedor A	123458	55,000	Cambio de aceite
4	2023-01-15	Secundario	S001	Filtro de Aire	3	Proveedor C	123459	25,000	Sustitución preventiva
5	023-01-20	Primario	P002	Frenos	2 juegos	Proveedor D	123460	60,000	Reemplazo de frenos

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente formato se presenta la propuesta de Lista de Chequeo de mantenimiento preventivo, tomando en cuenta la cantidad de kilometraje.

Tabla 71 - Propuesta de formato Check List Para Mantenimiento Preventivo.

Propuesta mantenimiento preventivo según el kilometraje recorrido por las unidades.		Clasificación A
Kilometraje de mantenimiento correctivo.		5.000, 15.000, 25.000, 35.000 o 45.000 Km
kilometraje programado		
Kilometraje el día de realización de mantenimiento preventivo		
Código del vehículo o placa:		
Fecha de inspección:		
Nombre del Motorista:		
N	Descripción de tarea a evaluar	Comentarios
1	Refrigerante	
2	Pastillas y discos de freno	
3	Aceite de transmisión	
4	Fluido de dirección	
5	Correas transmisoras	
6	Volante, articulaciones y caja de dirección	
7	Neumáticos y presión de inflado	
8	Batería	
9	Tuberías del escape	
10	Fluido de freno	
11	Pedal de freno y freno de estacionamiento	
12	Guardapolvos de las juntas homocinéticas	
13	Fluido de embrague	
14	Todas las luces, bocina, limpiaparabrisas y lavador	
17	Cambiar aceite y filtro de motor	
Observaciones o Recomendaciones:		

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente formato se presenta la propuesta de Lista de Chequeo de mantenimiento preventivo, tomando en cuenta la cantidad de kilometraje.

Tabla 72 - Propuesta de formato Check List Para Mantenimiento Preventivo

Propuesta mantenimiento preventivo según el kilometraje recorrido por las unidades.		Clasificación B
Kilometraje de mantenimiento correctivo.		10.000, 30.000 o 50.000 Km de recorrido
kilometraje programado		
Kilometraje el día de realización de mantenimiento preventivo		
Código del vehículo o placa:		
Fecha de inspección:		
Nombre del Motorista:		
N	Descripción de tarea a evaluar	Comentarios
1	Pedal y freno de estacionamiento	
2	Tuberías del sistema de refrigeración (tanto rígidas como flexibles)	
3	Batería, sistema de combustible y control de emisiones	
4	Pastillas y discos de freno	
5	Refrigerante	
6	Volante, articulaciones y caja de dirección	
7	Tubería de escape y montantes, sistemas de encendido	
8	Neumáticos y su presión	
9	Prueba en carretera	
10	Fluido de embrague	
11	Líquido de freno	
12	Bujías de encendido	
13	Suspensión delantera y trasera	
14	Bandas y tambores de freno	
15	Todas las luces, bocina, limpiaparabrisas y lavador	
16	Líquido de dirección asistida	
17	Cambiar aceite y filtro de motor	
Observaciones o Recomendaciones:		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 73 - Propuesta de formato Check List Para Mantenimiento Preventivo

Propuesta mantenimiento preventivo según el kilometraje recorrido por las unidades.		Clasificación C
Kilometraje de mantenimiento correctivo.		20.000 o 60.000 km de recorrido
kilometraje programado		
Kilometraje el día de realización de mantenimiento preventivo		
Código del vehículo o placa:		
Fecha de inspección:		
Nombre del Motorista:		
N	Descripción de tarea a evaluar	Comentarios
1	Válvula de PVC, tubería de ventilación, conexiones	
2	Grasa del cojinete rueda delantera (Crown)	
3	Batería, sistema de combustible y control de emisión	
4	Bandas y tambores del freno	
5	Pastillas y discos de freno	
6	Fluido de freno	
7	Refrigerante	
8	Alineación de las ruedas delanteras	
9	Aceite transeje manual	
10	Pedal de embrague	
11	Fluido de dirección servoasistida	
12	Correas transmisoras	
13	Aceite diferencial (transeje A131L y Crown)	
14	Todas las luces, bocina, limpiaparabrisas y lavador	
15	Prueba de carretera	
16	Neumáticos y presión de inflado	
17	Regulación de encendido	
18	Aire acondicionado / Refrigerante del sistema A/C	
19	Tubería del escape y montantes, sistemas de encendido	
20	Guardapolvos de las juntas homocinéticas	
21	Aceite transeje automático	
22	Pedal de freno y freno de estacionamiento	
23	Suspensiones delantera y trasera	
24	Filtro de Aire (reemplazo)	
24	Fluido de las líneas de freno (tuberías rígidas y flexibles)	
24	Recambiar Aceite y filtro de motor	
24	Recambiar Filtro de combustible (Filtro EFI)	
24	Recambiar Aceite transmisión automática	
Observaciones o Recomendaciones:		

Tabla 74 - Propuesta de formato Check List Para Mantenimiento Preventivo

Propuesta mantenimiento preventivo según el kilometraje recorrido por las unidades.		Clasificación D
Kilometraje de mantenimiento correctivo.		40.000 o 80.000 kms de recorrido
kilometraje programado		
Kilometraje el día de realización de mantenimiento preventivo		
Código del vehículo o placa:		
Fecha de inspección:		
Nombre del Motorista:		
N	Descripción de tarea a evaluar	Comentarios
1	Ajustar holgura de las Válvulas	
2	Ajustar velocidades de marcha de vacío, mezcla marcha	
3	Batería, sistema de combustible y control de emisión	
4	Pedal de freno y freno de estacionamiento	
5	Lata de carbón vegetal chasis y carrocería	
6	Tuberías flexibles y conexiones del sistema de refrigeración	
7	Articulaciones de rótula y guardapolvo	
8	Aceite transeje automático	
9	Neumáticos y presión de inflado	
10	Bandas y tambores del freno	
11	Prueba de carretera	
12	Fluido de las líneas de freno (tuberías rígidas y flexibles)	
13	Volante, articulaciones y caja de la dirección	
14	Aire acondicionado / Refrigerante del sistema A/C	
15	Correas transmisoras	
16	Tapa del depósito, líneas de combustible, conexiones	
17	Suspensiones delantera y trasera	
18	Regulación de encendido	
19	Batería, sistema de combustible y control de emisión	
20	Fluido de la dirección servoasistida	
21	Alineación de las ruedas delanteras	
22	Tubería del escape y montantes, sistemas de encendido	
23	Guardapolvos de las juntas homocinéticas	
24	Pastillas y discos de freno	
24	Pedal de embrague	
24	Aceite transeje manual	
	Recambiar	
25	Filtro de aire (reemplazo)	
26	Fluido de freno	

27	Aceite diferencial (transeje A131L y Crown)	
28	Aceite y filtro de motor	
29	Grasa del cojinete rueda delantera (Crown)	
30	Bujías de encendido	
31	Filtro de combustible (motor carburado)	
32	Aceite transmisión automática (Crown)	
33	Filtro de combustible (Filtro EFI)	
34	Contactos del ruptor del distribuidor (motor de gasolina)	
35	Refrigerante motor	
Observaciones o Recomendaciones:		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 75 - Propuesta de formato Check List Para Mantenimiento Preventivo

Propuesta mantenimiento preventivo según el kilometraje recorrido por las unidades.		Clasificación E
Kilometraje de mantenimiento correctivo.		100.000 kms de recorrido
kilometraje programado		
Kilometraje el día de realización de mantenimiento preventivo		
Código del vehículo o placa:		
Fecha de inspección:		
Nombre del Motorista:		
N	Descripción de tarea a evaluar	Comentarios
1	Ajustar holgura de las Válvulas	
2	Ajustar Velocidades de marcha de vacío, mezcla marcha	
3	Válvula de PVC, tubería de ventilación, conexiones	
4	Pastillas y discos de freno	
5	Volante, articulaciones y caja de la dirección	
6	Fluido de freno	
7	Tubería del escape y montantes, sistemas de encendido	
8	Guardapolvos de las juntas homocinéticas	
9	Neumáticos y presión de inflado	
10	Alineación de las ruedas delanteras	
11	Pedal de freno y freno de estacionamiento	
12	Suspensiones delantera y trasera	
13	Batería, sistema de combustible y control de emisión	
14	Fluido de la dirección servoasistida	

15	Regulación de encendido	
16	Articulaciones de rótula y guardapolvo	
17	Bandas y tambores del freno	
18	Prueba de carretera	
19	Aceite diferencial (transeje A131L y Crown)	
20	Pedal de embrague	
21	Todas las luces, bocina, limpiaparabrisas y lavador	
22	Filtro de combustible (Filtro EFI)	
23	Aceite y filtro de motor	
24	Correa de distribución motor de gasolina (si aplica)	
24	Filtro de aire (reemplazo)	
24	Ajustar pernos y tuercas del chasis y de la carrocería	
Observaciones o Recomendaciones:		

Fuente: Elaboración Propia

5.6 Etapa de consolidación

5.6.1 Pilar IV. Formación Y Capacitación

Este plan tiene el objetivo de la capacitación en el área de mantenimiento de vehículos y el desarrollar habilidades, conductas y técnicas del o los encargados de ejecutar las actividades de mantenimiento, así como facilitar su trabajo y aumentar la eficiencia, la seguridad y la productividad.

Capacitar a todo el personal relacionado con el mantenimiento y operación de la flota en los principios y prácticas de TPM. Está enfocado en herramientas de TPM (Mantenimiento Productivo Total) y mejora continua busca implementar una cultura de prevención, detección y corrección de fallas, así como de optimización de los procesos y recursos. El TPM es una metodología que involucra a todos los niveles de la organización y que se basa en ocho pilares: 5S, mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, mejoras enfocadas, capacitación y educación, control inicial, calidad en el mantenimiento y seguridad, salud y medio ambiente.

Es por lo antes descrito que se presentará un plan de capacitaciones adaptado a la empresa Zeta Gas, para sus colaboradores del área de mantenimiento y los usuarios de vehículos de la flota primaria y secundaria, donde se enseñará herramientas de TPM y mejora continua

Compromiso y Formación del Personal.

El proceso de capacitación permite que los colaboradores adquieran nuevos o actualicen sus conocimientos, fortalecer su capacidad de responder ante los diversos cambios del entorno, procedimientos y forma de trabajo al poner en marcha la metodología del TPM, estas capacitaciones ayudarán a incrementar su desempeño dando una mayor confianza en las aptitudes y actitudes, trabajo en equipo, el uso adecuado de las EPP, uso de las 5s en cada lugar de trabajo, mayor compromiso con su área, equipo y vehículos a cargo de cada colaborador.

Educación introductoria para el TPM¹⁶: El TPM suele aplicarse en cuatro fases: preparación, introducción, implantación y consolidación.

La fase de preparación comienza con el anuncio por parte de la alta dirección de su decisión de implantar el TPM. Es ahí donde la Educación sobre el TPM es importante y asegurarse de que todo el personal involucrado comprenda las características y las razones estratégicas que llevaron a la dirección a aceptarlo. Para lograrlo, se debe organizar planes de formación interna en cada área.

La siguiente matriz presenta los temas e información específica de un plan de capacitaciones que sirva de propuesta para lograr su ejecución en la empresa investigada.

¹⁶ TPM en la industria de procesos. Tokutaro Suzuki. *Visión general del TPM en la Industria de procesos*. Pag 10

Tabla 76 – Plan de Capacitaciones**5.6.2 Plan de capacitaciones**

Tema	Objetivo	Contenido	Duración	Método	Recursos	Evaluación
Introducción al TPM	Explicar los conceptos básicos del TPM y sus beneficios	Introducción al TPM, historia, principios, objetivos, beneficios, indicadores y pilares	5 horas	Exposición teórica con apoyo de diapositivas y videos	Proyector, computadora, pantalla, parlantes, micrófono, diapositivas, videos, cuadernos, lápices	Cuestionario de conocimientos previos y posteriores
Metodología 5S	Aplicar la metodología 5S para mejorar el orden y la limpieza en el área de trabajo	Definición de las 5S, beneficios, pasos, criterios, herramientas, ejemplos y casos de éxito	5 horas	Exposición teórica con apoyo de diapositivas y videos, práctica en el área de trabajo con aplicación de las 5S, retroalimentación y sugerencias de mejora	Proyector, computadora, pantalla, parlantes, micrófono, diapositivas, videos, cuadernos, lápices, etiquetas, bolsas, escobas, trapeadores, etc.	Lista de verificación de las 5S, observación directa, registro fotográfico
Mantenimiento autónomo	Realizar el mantenimiento autónomo de los vehículos para prevenir y detectar fallas	Definición de mantenimiento autónomo, beneficios, pasos, criterios, herramientas, ejemplos y casos de éxito	5 horas	Exposición teórica con apoyo de diapositivas y videos, práctica en los vehículos con aplicación de mantenimiento autónomo, retroalimentación y sugerencias de mejora	Proyector, computadora, pantalla, parlantes, micrófono, diapositivas, videos, cuadernos, lápices, vehículos, herramientas de mantenimiento, manuales, hojas de registro, etc.	Lista de verificación de mantenimiento autónomo, observación directa, registro fotográfico
Calidad en el mantenimiento	Hay que asegurar que el mantenimiento de los vehículos cumpla con los requisitos de calidad y satisfacción del cliente	Control estadístico de procesos, control de calidad total, sistema de gestión de calidad, normas ISO	5 horas	Exposición teórica con apoyo de diapositivas y videos, taller en grupo con aplicación de herramientas de calidad, presentación y discusión de resultados	Proyector, computadora, pantalla, parlantes, micrófono, diapositivas, videos, cuadernos, lápices, papelógrafo, marcadores, etc.	Informe de calidad en el mantenimiento, evaluación por pares, autoevaluación

Tema	Objetivo	Contenido	Duración	Método	Recursos	Evaluación
Mantenimiento planificado	Planificar y programar el mantenimiento de los vehículos para optimizar los recursos, reducir los tiempos de parada y mejorar la disponibilidad	Análisis de criticidad, diagrama de Gantt, diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa	5 horas	Exposición teórica con apoyo de diapositivas y videos, taller en grupo con aplicación de herramientas de planificación, presentación y discusión de resultados	Proyector, computadora, pantalla, parlantes, micrófono, diapositivas, videos, cuadernos, lápices, papelógrafo, marcadores, etc.	Informe de planificación de mantenimiento, evaluación por pares, autoevaluación
Mejoras enfocadas	Identificar y resolver los problemas crónicos que afectan al rendimiento de los vehículos	Ciclo PDCA, análisis de causa raíz, análisis de modos y efectos de falla, análisis de valor	5 horas	Exposición teórica con apoyo de diapositivas y videos, taller en grupo con aplicación de herramientas de mejora, presentación y discusión de resultados	Proyector, computadora, pantalla, parlantes, micrófono, diapositivas, videos, cuadernos, lápices, papelógrafo, marcadores, etc.	Informe de mejora enfocada, evaluación por pares, autoevaluación
Seguridad, salud y medio ambiente	Prevenir y minimizar los riesgos laborales y ambientales asociados al mantenimiento y uso de los vehículos	Análisis de riesgos, plan de emergencia, plan de contingencia, plan de gestión ambiental	5 horas	Exposición teórica con apoyo de diapositivas y videos, taller en grupo, presentación y discusión de resultados	Proyector, computadora, pantalla, parlantes, micrófono, diapositivas, videos, cuadernos, lápices, papelógrafo, marcadores, etc.	Informe de prevención de riesgos, evaluación por pares, autoevaluación

Tema	Objetivo	Contenido	Duración	Método	Recursos	Evaluación
Gestión de mantenimiento asistida por computadora (CMMS)	Utilizar un software especializado para gestionar las actividades de mantenimiento de los vehículos	Programación, asignación, ejecución, seguimiento, registro y reporte de mantenimiento	5 horas	Exposición teórica con apoyo de diapositivas y videos, práctica en computadora con uso de software de mantenimiento, retroalimentación y sugerencias de mejora	Proyector, computadora, pantalla, parlantes, micrófono, diapositivas, videos, cuadernos, lápices, software de mantenimiento, etc.	Prueba práctica de uso de software, evaluación de resultados, evaluación de satisfacción
Evaluación técnica industrial	Realizar una evaluación técnica de los activos industriales, incluyendo los vehículos	Análisis preliminar, determinación del tipo de evaluación, identificación de los equipos, elaboración de los documentos, rendimiento práctico de la evaluación, elaboración del informe final	5 horas	Exposición teórica con apoyo de diapositivas y videos, taller en grupo con aplicación de herramientas de evaluación, presentación y discusión de resultados	Proyector, computadora, pantalla, parlantes, micrófono, diapositivas, videos, cuadernos, lápices, papelógrafo, marcadores, equipos, herramientas de evaluación, etc.	Informe de evaluación técnica industrial, evaluación por pares, autoevaluación

Fuente: Elaboración Propia

5.6.3 El plan de capacitaciones se detalla en 5 pasos

1. compromiso con la gerencia general.

Esta parte es muy importante, el compromiso e interés de la gerencia general, en la educación, capacitación de los colaboradores de las áreas a implementación de la metodología de Mantenimiento Productivo Total, así mismo el financiamiento de los recursos, también en promover y motivar la participación de todo el personal para el desarrollo de esta metodología.

2. Políticas del programa de capacitación.

1. La gerencia contratara un consultor externo especializado en el tema del TPM serán los encargados de implementar y controlar las diferentes capacitaciones programadas para los colaboradores.
2. Para supervisar el cumplimiento del desarrollo en el programa, la gerencia nombrara a un coordinador que supervise las capacitaciones impartidas.
3. El total de temas de capacitación tendrá una duración de 3 meses y deberán ser impartidos jornadas de 5 horas los viernes de 1 pm a 6 pm y los sábados por la mañana de 7 Am a 12 Md y deberá ser obligatorio la asistencia de cada colaborador ya que esta jornada será pagada como horas extras, los grupos por jornada de capacitaciones no debe exceder de 32 personas.
4. En cada jornada se deberá tomar 20 min de receso y refrigerio, y un lapso para comentarios, preguntas y respuestas al final de cada jornada de capacitación.
5. Disponer de instalaciones apropiadas para el desarrollo de las capacitaciones, deberá reunir las condiciones necesarias para la realización del programa de

- capacitación como: Iluminación, ventilación y espacio acorde al número de participantes.
6. Luego de la finalización de cada tema de capacitación, este deberá ser evaluado a fin de medir en los participantes el grado de conocimiento, y dominio del tema.
 7. La gerencia deberá realizar reuniones periódicas, orientadas a necesidades de capacitación a las diferentes áreas donde se aplicará la metodología TPM.
 8. Mantener un programa constante de capacitaciones para el mejoramiento y efectividad del Mantenimiento Productivo Total y sus pilares, lograr un compromiso en el cuidado de las unidades y herramientas asignadas, siendo de base las 5S, adicional el busca hacer un uso de los equipos de protección personal y equipo contra incendios.
 9. La gerencia deberá dar seguimiento a los grupos o áreas capacitadas para conocer el compromiso de cada colaborador en la obtención de los conocimientos en que consiste la implementación del TPM.

3. Difusión del programa de capacitación

La gerencia general se encargará de divulgar la decisión de la implementación de La metodología TPM, temas de capacitación para los colaboradores, aclarar las funciones y responsabilidades de cada actor implicado como el jefe del taller que se encarga de supervisar toda la operación, los mecánicos, que se encargan de diagnosticar y reparar cualquier problema mecánico de los vehículos con sus conocimientos y las herramientas necesarias para resolver cualquier problema mecánico, los electricistas, que se encargan de diagnosticar y reparar los fallos eléctricos de los vehículos, y los motoristas la parte

esencial del equipo y al personal de bodega de materiales, que desempeña un papel vital para garantizar el stock de refacciones y lubricantes.

El éxito del TPM va más allá de la aplicación de las políticas y procedimientos adecuados. También depende de que el personal tenga oportunidades adecuadas de formación y desarrollo. Los colaboradores bien formados son fundamentales para el éxito de cualquier organización. Cuando los miembros del equipo están equipados con las habilidades y conocimientos necesarios, pueden ayudar a funcionar de forma más eficiente y eficaz. Esto es especialmente cierto en el caso del TPM, en el que cada empleado tiene un papel que desempeñar en el mantenimiento de los equipos y en garantizar que el mantenimiento se desarrolle sin problemas.

Solamente adoptando una actitud proactiva e invirtiendo el tiempo y dinero necesarios para hacer rentable un programa TPM, puede una empresa percibir beneficios tales como aumentar su productividad en 1,5 veces o en 10 veces la rotación sobre las inversiones (Suzuki, 2017).

4. Planificación de actividades

Se plantea el siguiente cronograma de actividades considerado para su ejecución en tres meses.

Tabla 77 - Cronograma de Capacitaciones

Nº	Actividades	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	Introducción al TPM ¿Qué es el TPM y sus pilares?																
2	Metodología 5S																
3	Mantenimiento autónomo																
4	Calidad en el mantenimiento																
5	Mantenimiento planificado																
6	Mejoras enfocadas																
7	Seguridad, salud y medio ambiente																
8	Gestión de mantenimiento asistida por computadora (CMMS)																
9	Evaluación técnica industrial																

Fuente: Elaboración Propia

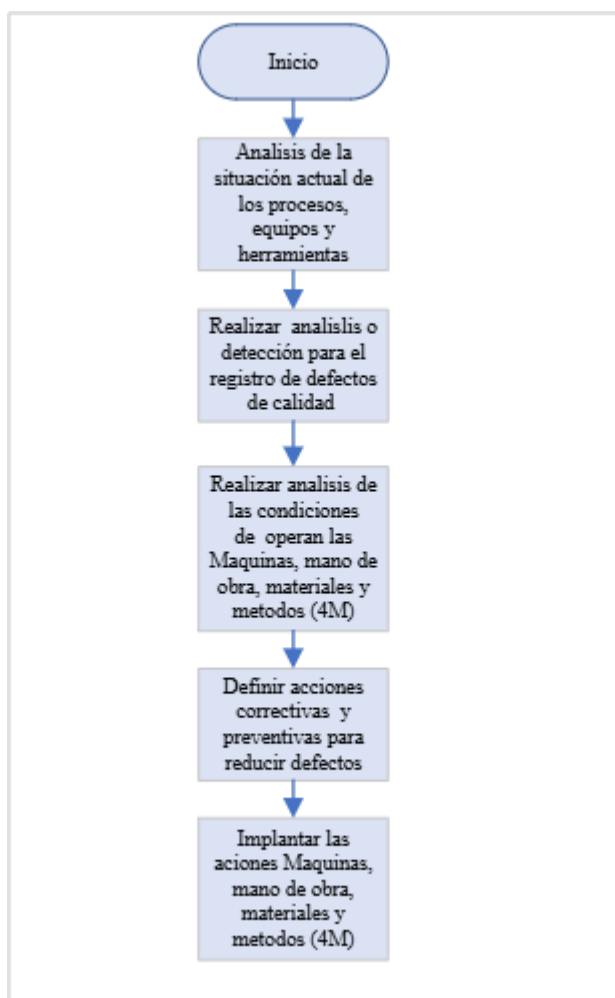
5.6.4 Pilar VI. Mantenimiento De Calidad

Documentación y planeación de proceso claves para el mantenimiento de calidad

La documentación, conservación, reparación, calidad, es de suma importancia para el buen funcionamiento del área, para mejorar el servicio de mantenimiento en los talleres y evitar retrasos en la reparación de las unidades.

Para el desarrollo del mantenimiento de calidad, y poder iniciar con la implantación se presenta el siguiente proceso.

Ilustración 70 - Proceso de Implantación de Pilar de



Fuente: Elaboración Propia

Requisitos de la documentación (Norma ISO 9001:2000): La documentación del sistema de gestión de la calidad debe incluir:

- a. Los procedimientos documentados
- b. Los documentos necesitados por la organización para asegurarse de la eficaz planificación, operación y control de sus procesos.

Control de documentos (Norma ISO 9001:2000): Debe establecerse un procedimiento documentado que defina los controles necesarios.

- a. Aprobar los documentos en cuanto a su adecuación antes de su emisión
- b. Revisar y actualizar los documentos cuando sea necesario y aprobarlos nuevamente.
- c. Asegurarse de que se identifican los cambios y el estado de revisión actual de los documentos,
- d. La documentación puede estar en cualquier formato o tipo de medio,
- e. Asegurarse de que las versiones pertinentes de los documentos aplicables se encuentran disponibles en los puntos de uso.
- f. Asegurarse de que los documentos permanecen legibles y fácilmente identificables.
- g. Asegurarse de que se identifican los documentos de origen externo y se controla su distribución.
- h. Prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos, y aplicarles una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por cualquier razón.

Análisis Modal de Fallos y Efecto (AMFE): A continuación, se presenta la propuesta de un Análisis Modal de Fallos y Efectos, es un análisis exhaustivo de los posibles puntos de fallo en múltiples componentes del sistema, que determina el grado de resistencia a la avería del sistema observado.

Tabla 78 - Propuesta de Formato de Análisis Modal De Fallo y efecto

Análisis Modal de Fallos y Efecto (AMFE) N°	
Zeta Gas de El Salvador	
Análisis de:	
Proceso:	
Equipo:	
Fecha de realización:	
Fecha de revisión:	
Nombre de equipo / maquinaria / herramienta:	
Descripción de fallos:	
Efecto de la falla:	
Severidad de la falla:	
Posibles causas de la falla:	
Frecuencia de la falla:	
Control de mantenimiento:	
Detección de falla:	
Acciones para prevenir / corregir falla:	
Responsable:	
Fecha a realizar acción:	
Estado de la acción:	
Resultado de la acción:	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 79 - Propuesta de Formato de Control de Mejora

Hoja de control de mejora		N°
Zeta Gas de El Salvador		
Área o Taller:		
N° de unidad, Maquina o equipo:		
Descripción del problema:		
Descripción del problema:		
Resultados:		
Detalle de mejora		Descripción de mejora:
Mejora enfocada:		
Mantenimiento de Calidad:		
Mantenimiento autónomo:		
Seguridad e higiene:		
Mantenimiento planeado:		
Formación y capacitación:		
Situación anterior		Situación actual
Fecha:		
Responsable:		

Fuente: Elaboración Propia

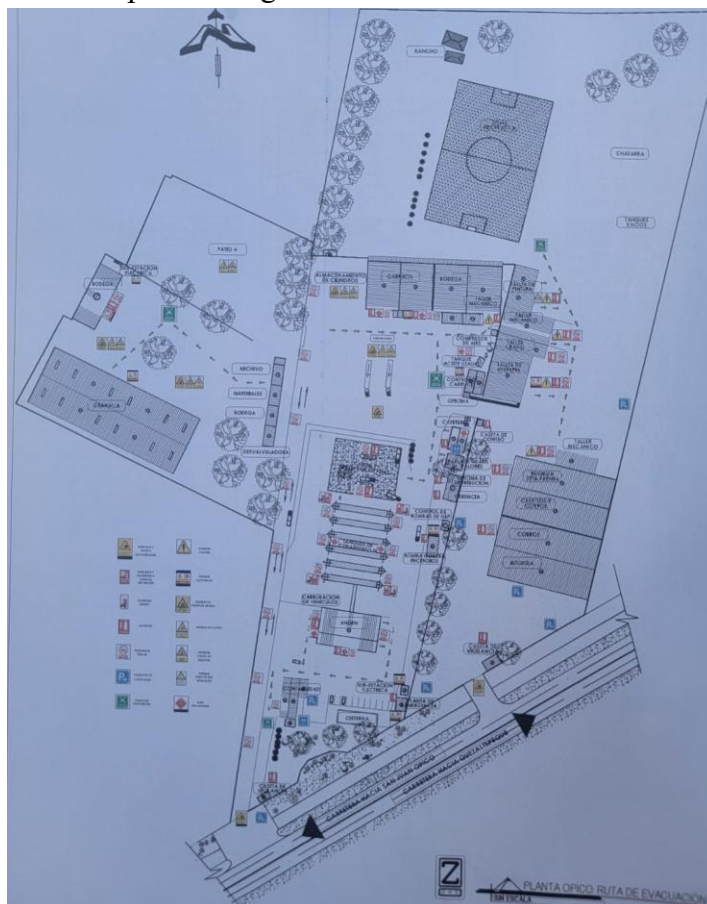
5.6.5 Pilar VIII. Higiene Seguridad Y Medio Ambiente

La seguridad y salud ocupacional en el área de mantenimiento, la Ley General de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo establece los requisitos de seguridad y salud ocupacional a aplicar en los lugares de trabajo y garantizar la protección de los colaboradores, frente a diferentes riesgos en el trabajo.

Los riesgos que se pueden presentar en el taller son, tomando en cuenta que la empresa se maneja un gas altamente inflamable se deben tomar medidas estrictas de seguridad. Según la Ley, toda empresa que tenga más de 15 empleados debe crear un Comité de Seguridad y Salud Ocupacional y nombrar delegados de prevención.

En el artículo 30 de Ley General de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo, establece que los empleados deberán tener condiciones ergonómicas a cada puesto. En el artículo 34 debe contar con equipo o accesorios para la mitigación y prevención de casos de emergencia. Así mismo con un sistema de señalización, también el capítulo VII nos indica como manipular las sustancias químicas.

Ilustración 71 - Mapa de Riesgos Zeta Gas



Fuente: Zeta Gas

Primeros auxilios, Información obtenida por Zeta Gas

Contacto con los Ojos: actuar con rapidez. Obtener tratamiento médico inmediatamente. Si usa lentes de contacto, si es posible, quíteselos. Continúe enjuagando. Limpie los ojos con agua abundante.

Ingestión: En el muy improbable caso de ingestión, obtener atención médica inmediatamente.

Síntomas y efectos más importantes, inmediatos y tardíos: Las altas concentraciones pueden provocar una depresión en el sistema nervioso central, ocasionando dolores de cabeza, mareos y náuseas; la exposición continua puede provocar inconsciencia y/o la muerte.

Indicación de atención médica inmediata y tratamiento especial necesario: Dar tratamiento sintomático. Si es necesario, administrar oxígeno.

Primeros auxilios Inhalación: Llevar al aire fresco. Si la persona respira, pero está inconsciente, colóquela en posición de recuperación. Si se detiene la respiración, aplique respiración artificial RCP. Si el corazón no late, aplique compresión cardíaca externa. Vigile la respiración y el pulso. Acuda urgentemente a un médico.

Contacto con la Piel: No se quite la ropa que se adhiere a la piel debido a la congelación. En caso de daños por heladas, caliente despacio el área expuesta enjuagando con agua a temperatura ambiente.

En otro caso: Obtener tratamiento médico inmediatamente. La ropa contaminada puede favorecer el fuego, y por tanto debería impregnarse con agua antes de retirarse. Aflojar la ropa ajustada. Mantener abrigado y en reposo.

Medidas a tomar en caso de vertido accidental

- Evacuar de la zona a todo el personal no necesario
- Precauciones personales
- Precauciones medioambientales
- Métodos y material para contención y permitir su evaporación

Responsable: el comité de seguridad e higiene ocupacional es el responsable de verificar y coordinar la correcta ejecución, dar soporte en las evaluaciones de riesgo. Se propone el siguiente procedimiento para la evaluación de riesgos.

1. Identificación de riesgos
2. Evaluación de Seguridad y Salud Ocupacional
3. Determinar los riesgos en los puestos de trabajo
4. Dar seguimiento

Tabla 80 - Clasificación de Uso de Extintores

CLASES DE FUEGO		AGENTES EXTINTORES							
Identificación	Materiales combustibles	Agua	Espuma	Polvo químico		CO ₂	Polvos especiales	Forma de acción	Observaciones
			AFFF	Potásico	ABC				
	Papeles, maderas, cartones, textiles, desperdicios, etc.	SI	SI	NO	SI	NO	NO	Enfriamiento. Interrupción de reacción en cadena. Sofocación	
	Nafta, gasolina, pintura, aceites y otros líquidos inflamables	NO	SI	SI	SI	SI	NO	Interrupción de reacción en cadena. Sofocación	No usar agua en chorros sólo en niebla
	Butano, propano y otros gases	NO	NO	SI	SI	SI	NO		
	Equipos e instalaciones eléctricas	NO	NO	SI	SI	SI	NO	Interrupción de reacción en cadena. Sofocación	No usar agua espuma (buenos conductores)
	Metales, combustibles, magnesio, sodio, etc.	NO	NO	NO	NO	NO	SI	Absorción de calor. Sofocación	No usar extintores comunes. Seleccionar el producto adecuado para cada metal

Fuente: GMCSISTEMAS

Tabla 81 - Propuesta de Check List Para Evaluación Especifica de SYSO

Evaluación de Seguridad e Higiene Ocupacional		
Zeta Gas de El Salvador		
Criterios de Evaluación	Nº:	
Cumple	A	Fecha: / /
Cumple parcialmente	B	Área o n° de unidad:
No cumple	C	Encargado de Área:
No se aplica	x	Responsable de evaluación:
Protección contra incendios		Orden y limpieza
Extintores portátiles debidamente identificado		Pasillos, escaleras y suelos
Hidrantes, mangueras		Almacenamiento y apilado de materiales
Ubicación, acceso, altura de extintores		Almacenamiento químicos y colorantes
Señalización salidas de emergencia		Almacenamiento desinfectantes y disolventes
Almacenamiento y señalización de material inflamable		Polvo, vapores
Maquinaria		Servicios sanitarios y vestuarios
Puntos de operación resguardos		Luz, ventilación
Ejes, rodillos fajas, engranajes, cadenas		Eliminación de desechos
Piezas aceitadas, limpias y ajustadas		Pacios y aparcamientos
Fugas y/o perdida de aceite		Paredes, techos y fachadas
Cables y conexiones eléctricas		Presentación e higiene personal
Equipo de protección personal		Pasillos despejados
Gafas o pantallas protecciones		Herramientas
Zapatos de seguridad		Herramientas eléctricas, cables
Guantes de cuero, de lona, metálicos		Herramientas manuales
Respiradores, máscaras antigás		Empleo y almacenamiento
Faja lumbar, arnés		Equipo para manejar carga
Tapones, orejeras		Carretillas manuales
Prendas protectoras		Pallets monta carga eléctricos
Mascarillas		Grúas de brazo
Primeros auxilios		Equipo a presión
Botiquines y sala de primeros auxilios		Compresores, secadores de aire
Camillas y mantas contra fuego		Tanques de soldadora a gas
Duchas de emergencias		Pistolas de aire comprimido
Lavado de ojos		Prácticas inseguras
Anuncios y tableros		Velocidad excesiva de vehículos
Limpieza y aspectos		Fumar en zonas de peligro
Renovación frecuente del material		Utilizar pallets de patineta
Buena iluminación actualización tablero de accidentes		Bromas y riñas
Limpieza y aspectos		Correr
Observaciones generales		Mantenimiento de máquinas en operación
		Trabajar con máquinas sin resguardo
		Uso de celular en zonas prohibidas
		comer en lugares no autorizados

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 82 - Propuesta de Check List Evaluación General de SYSO

Zeta Gas de El Salvador	Nº	
Evaluación de Seguridad e Higiene Ocupacional y Medio Ambiente	Marca con x	
Criterios para evaluar según Ley	Si	No
Los trabajadores reciben formación y adiestramiento sobre riesgos laborales y para realizar su trabajo de forma correcta y segura.		
Existen comités de seguridad en la institución		
Se facilitan equipos de protección individual certificados a los colaboradores que los requieren, exigiéndoles su uso.		
Existe personal adiestrado en primeros auxilios e intervenciones ante posibles emergencias		
¿Se tienen identificados los riesgos de trabajo en un mapa de riesgos actualizados?		
¿La Iluminación es la correcta?		
¿Se han desarrollado estudios sobre peligros de incendio en la zona de trabajo?		
¿Se han desarrollado análisis ergonómicos?		
Son correctas las características del suelo y se mantiene libre de suciedad y obstáculos.		
Se garantiza totalmente la visibilidad de los vehículos en las zonas de paso.		
Los pasillos por los que circulan vehículos permiten el paso de personas sin interferencia.		
Existe una correcta señalización y protección de las zonas de riesgo y de trabajo		
Las dimensiones de trabajo adoptadas permiten realizar movimientos seguros.		
Las escalas fijas y medios de acceso metálicos se encuentran en buenas condiciones de uso.		
Se ha formado al personal sobre la correcta manipulación de cargas.		
Se controla que se manejen las cargas de forma correcta.		
El personal usa calzado de seguridad normalizado cuando la caída de objetos puede causar daños.		
El personal expuesto a cortes usa guantes normalizados.		
Se efectúa de manera segura la eliminación de residuos o elementos cortantes o punzantes procedentes del trabajo con objetos.		
El almacenamiento de materiales se realiza en lugares específicos para tal fin.		
Los espacios previstos para almacenamiento tienen amplitud suficiente y están delimitados y señalizados y en condiciones de seguridad.		
El almacenamiento de materiales se realiza en estanterías estables y protegidas mediante arriostramiento.		
Las herramientas que se usan están concebidas y son específicas para el trabajo que hay que realizar.		
Las herramientas se encuentran en buen estado de limpieza y conservación.		
Es suficiente la cantidad de herramientas disponibles, en función del proceso productivo y del número de operarios.		
Se han desarrollado estudios sobre la adecuada ventilación de la zona de trabajo		
Se han instalado extracciones localizadas en las zonas o puntos donde se puede producir la generación y dispersión de contaminantes ambientales.		
Se comprueba periódicamente el funcionamiento de los sistemas de extracción localizada.		
Se realiza una adecuada gestión de los residuos recogidos y/o generados en la limpieza y mantenimiento.		
Se dispone de un sistema de ventilación general adecuado (natural o forzada) de los locales de trabajo.		
El programa de mantenimiento de la instalación incluye las operaciones de limpieza del equipo y sustitución de filtros.		
Se ha comprobado mediante un estudio de los niveles de iluminación existentes		
El programa de mantenimiento prevé la renovación de la pintura de paredes, techos, etc. Y la utilización de colores claros y materiales mates.		
Los puestos de trabajo están orientados de modo que se eviten los reflejos en las superficies de trabajo.		
Si existen situaciones de calor muy intenso, se ha evaluado el riesgo de estrés térmico.		
Se posee un suministro de agua potable a los trabajadores para evitar estrés térmico		
Si tienen identificadas los objetos o sustancias que pueden ser causa de riesgo de incendio o riesgo químico.		
En caso de exposición a temperaturas extremas, existe señalización de aviso y precaución.		
Los trabajadores, disponen de los equipos de protección individual adecuados.		
Se lleva a cabo la vigilancia de la salud adecuada cuando el trabajo transcurre en ambientes muy calurosos o fríos.		

Fuente: Elaboración Propia

5.7 Diseño de manuales de procesos, procedimientos y funciones

Para desarrollar la propuesta se ha considerado la construcción de manuales de procesos como parte del enfoque en el área de mantenimiento a continuación se presentan lo manuales realizados.

Manuales de procesos y procedimientos de mantenimiento en vehículos

Tabla 83 - Manuales de Procesos

Zeta Gas	Manual De Procesos
	1. Identificación Del Procedimiento 1.1 Nombre Del Procedimiento: Desarrollo de mantenimiento. 1.2 Departamento Emisor: Flota primaria y secundaria. 1.3 Objetivo: Establecer un procedimiento adecuado a las necesidades de los usuarios de vehículos para las flotas primaria y secundaria. 1.4 Generalidades: Las actividades de forma adecuadas en lo que respecta el mantenimiento permitirán desarrollar un proceso de mejora para la empresa. 1.5 Resultados esperados: Realizar las actividades de forma adecuada para ejecutar el mantenimiento acorde a las necesidades. 1.6 Alcance: Los colaboradores del área de mantenimiento de la empresa, los cuales deben conocer el proceso de ejecución para el cuido y solución de problemas en vehículos de las flotas.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 84 -Manual de Funciones Mecánicos

Manual De Funciones	
I. Identificación Del Cargo	
Área:	Departamento mantenimiento.
II. OBJETIVO	
Organizar y dirigir el área de mantenimiento con el fin de realizar actividades de manera óptima, supervisando el buen funcionamiento de los vehículos para cuando sea solicitado para el uso de las actividades de la empresa.	
III. Descripción De Funciones Principales	
1. Inspecciones y Mantenimiento Preventivo: - Realizar inspecciones regulares de los vehículos para identificar y abordar problemas antes de que se conviertan en fallas críticas. - Implementar programas de mantenimiento preventivo para cambiar fluidos, filtros y realizar ajustes según las recomendaciones del fabricante. 2. Mantenimiento Correctivo: - Diagnosticar y reparar fallas y problemas detectados durante las inspecciones. - Realizar reparaciones y reemplazos de componentes según las necesidades y en función del kilometraje y la vida útil de los vehículos. 3. Gestión de Combustible: - Monitorear y optimizar el rendimiento del combustible para garantizar una eficiencia óptima. - Implementar prácticas de conducción eficiente y mantener los sistemas de inyección y combustión en condiciones óptimas. 4. Sistemas de Seguridad: - Realizar inspecciones y pruebas periódicas de los sistemas de seguridad, como frenos, luces y sistemas de control de estabilidad.	

• Asegurar el correcto funcionamiento de los sistemas de seguridad relacionados con el gas propano. 5. Gestión de Neumáticos: • Monitorear la presión de los neumáticos y realizar rotaciones según las especificaciones del fabricante. • Inspeccionar y reemplazar neumáticos desgastados para garantizar un rendimiento seguro. • Registro y Documentación: • Mantener registros detallados de mantenimiento para cada vehículo, incluyendo fechas de servicios, reparaciones y cambios de piezas. • Cumplir con los requisitos reglamentarios y normativas de seguridad al documentar todas las actividades de mantenimiento.	
IV. Competencias Laborales	
Personales • Autocontrol y estabilidad emocional • Honestidad e integridad • Motivación • Responsabilidad • Reacción ante problemas • Toma de decisiones	Interpersonales • Colaboración • Comunicación oral • Comunicación escrita • Trato y respeto hacia los demás • Trabajo en equipo • Liderazgo
V. Requisitos de Estudio y Experiencia	
Estudios	Experiencia
Ingeniería industrial, Eléctrica o Mecánica	Experiencia mínima en cargos similares de 3 años.

Fuente: Elaboración Propia

5.8 Diagnóstico de Indicadores de Gestión

Los indicadores son aspectos muy importantes para identificar las desventajas o posibles mejoras en cualquier proceso, es así como para el área de mantenimiento se requerirá de

aplicar una gestión adecuada por medio de indicadores, los cuales se compone de la siguiente manera.

Gestión de Lubricantes:

- Evaluar la eficiencia en la gestión de los lubricantes utilizados en la flota de vehículos.
- Medir la frecuencia de cambio de aceite y otros lubricantes.
- Analizar la calidad de los lubricantes empleados y su impacto en el desgaste de las piezas.
- Identificar oportunidades para reducir costos mediante la optimización de la compra y almacenamiento de lubricantes.

Gestión de Lubricación:

- Evaluar la efectividad de los programas de lubricación preventiva.
- Medir el cumplimiento de los intervalos de lubricación.
- Analizar la cantidad de lubricante aplicado en cada mantenimiento.
- Identificar posibles fugas o pérdidas de lubricante y su impacto en el desempeño de los vehículos.

Gestión de Recursos Humanos:

- Evaluar la capacitación y competencia del personal encargado del mantenimiento.
- Medir la disponibilidad de técnicos especializados en lubricación y mantenimiento.
- Analizar la rotación del personal y su influencia en la continuidad de los programas de mantenimiento.

Integración de Técnicas de Inspección de Diagnóstico:

- Evaluar la implementación de técnicas de inspección predictiva (como análisis de aceite, termografía, ultrasonido, etc.).
- Medir la efectividad de estas técnicas en la detección temprana de problemas.

- Analizar la correlación entre los resultados de las inspecciones y las acciones de mantenimiento realizadas.

Control de Fugas y Vertidos:

- Evaluar la gestión de fugas de lubricantes en los vehículos.
- Medir la cantidad de fugas detectadas y reparadas.
- Analizar el impacto ambiental y los costos asociados a las fugas y vertidos.
- Nota: No olvidar que los indicadores pueden adaptarse según las necesidades específicas de la flota y la empresa en lo general.

5.8.1 Cuadro de métricas clave para evaluar el mantenimiento para vehículos

Tabla 85 - Cuadro de métricas para evaluación de TPM

Métrica	Descripción	Objetivo
Tiempo de Inactividad (Downtime)	Mide el tiempo en que un activo está inactivo debido a paradas no programadas.	Mantener el equipo en funcionamiento al menos el 90% del tiempo .
Backlog	Representa el trabajo acumulado o pendiente de realizar.	Mantener un backlog bajo para garantizar la disponibilidad de los vehículos.
MTBF (Mean Time Between Failures)	Calcula el tiempo promedio entre fallas.	Buscar un MTBF más largo para mayor confiabilidad.
MTTR (Mean Time to Repair)	Mide el tiempo promedio necesario para reparar un activo después de una falla.	Reducir el MTTR para minimizar el tiempo de inactividad.
OEE (Overall Equipment Effectiveness)	Evalúa la eficiencia global de los equipos. Combina disponibilidad, rendimiento y calidad.	Buscar un OEE alto para un uso eficiente de los recursos.
Tasa de Mantenimiento Planificado (PMP)	Calcula el porcentaje de tiempo dedicado al mantenimiento planificado.	Mantener un PMP alto para la confiabilidad y disponibilidad.
Tasa de Cumplimiento de Mantenimiento Preventivo	Mide la ejecución efectiva de las tareas de mantenimiento preventivo.	Buscar un alto cumplimiento para la salud a largo plazo de los vehículos.

Fuente: Elaboración Propia

La intención del anterior plan es el de garantizar un mantenimiento regular y proactivo de la flotas primaria y secundaria de la empresa Zeta gas, que ayude en la reducción de los costos de refacciones y lubricantes a corto, mediano y largo plazo. Esta se adaptará a las actividades especificaciones de la organización y el uso de las refacciones y lubricantes según especificaciones de los proveedores.

5.9 Aplicación de la clasificación por medio de ABC¹⁷

El análisis o clasificación ABC es un sistema de administración de inventarios que se basa en el principio de Pareto para categorizar el inventario físico en tres zonas diferentes estas son:

1. Nivel A (Crítico):

- Comprende los componentes más importantes.
- Estos artículos se caracterizan por su costo elevado, su nivel de utilización o su gran aporte a las utilidades.
- Representan aproximadamente el 15% de todas las unidades, pero su valor generalmente oscila entre el 70% y 80% del valor total del inventario.
- Reciben mayor atención y requieren negociaciones para asegurar un suministro constante, pronósticos de demanda precisos, revisiones frecuentes y condiciones de almacenamiento óptimas.

2. Nivel B (Importante):

- Incluye componentes de importancia secundaria.
- Representan entre el 20% y 30% de las unidades y su valor se ubica entre el 15% y 25% del valor total.
- Aunque no tienen la misma prioridad que los de la Zona A, se controlan sus existencias y se gestionan los costos en caso de faltantes.

¹⁷ Ingenio empresa, (2023), <https://www.ingenioempresa.com/analisis-abc/>

- Son objeto de revisión para determinar si deben ascender a la Zona A o descender a la Zona C.

3. Nivel C (Menos crítico):

- Contiene los artículos poco importantes.
- Aunque representan la mayoría en volumen, son los de menor valor.
- Requieren poca supervisión y no se les dedica tanta atención como a los de las otras zonas.

5.8.2 Criterios de clasificación ABC

Para la segmentación por cada producto utilizando se puede definir criterios:

- Precio unitario: Clasificación basada en el costo individual de cada artículo.
- Valor total: Considera el valor monetario anual de cada componente.
- Utilización y valor: Evalúa tanto la frecuencia de uso como el valor económico.
- Aporte a utilidades: Prioriza los elementos que más influyen en las ganancias.

Esta clasificación ABC permite enfocar los recursos y la atención en los componentes críticos, optimizando así la gestión de refacciones y lubricantes en la flota de vehículos primaria y secundaria para la empresa Zeta fas, la cual se presenta a continuación.

Tabla 86 - Clasificación ABC

Categoría	Descripción	Ejemplos
A (Crítico)	Componentes esenciales para la operación.	Motor, frenos, transmisión, neumáticos principales.
B (Importante)	Componentes necesarios, pero no críticos.	Filtros, correas, bombas de agua.
C (Menos crítico)	Componentes secundarios o de menor impacto.	Luces, limpiaparabrisas, accesorios.

Fuente: Elaboración Propia

Consideraciones técnicas:

A continuación, se enumeran algunas consideraciones que se deben de aplicar al utilizar la clasificación ABC.

Análisis de criticidad: Evalúa la importancia de cada componente en función de su impacto en la operación y seguridad, Utiliza datos históricos de fallas y costos asociados.

Inventario y stock: Mantener un inventario más amplio para las refacciones críticas (categoría A), Ajusta los niveles de stock según la frecuencia de uso y la disponibilidad en el mercado.

Planificación de compras: Priorizar la adquisición de refacciones críticas, Programar compras anticipadas para evitar tiempos de inactividad.

Control de calidad: Verificar la calidad de las refacciones críticas antes de su instalación, Realizar pruebas y seguimiento posterior a la instalación.

Seguridad y medio ambiente: Asegurar las refacciones cumplan con estándares de seguridad y normativas ambientales. Evitar el uso de piezas no originales o de baja calidad.

5.8.3 Reutilización y Reciclaje de Componentes después del mantenimiento

Se debe de examinar las diferentes posibilidades en la reutilizar componentes después de un mantenimiento menor en lugar de ser reemplazarlos por nuevos, logrando con esta actividad reducir significativamente los costos de repuestos y lubricantes.

La reutilización y el reciclaje de componentes desechados en el mantenimiento pueden ser estrategias efectivas para reducir los costos de repuestos y lubricantes.

A continuación, se presenta la metodología a seguir para lograr esta propuesta.

Identificación y Evaluación: Identificar los componentes que se descartan después del mantenimiento. Esto puede incluir piezas de repuesto, lubricantes usados y otros materiales, Evaluar si estos componentes aún tienen valor o si pueden ser reutilizados de alguna manera.

Clasificación: Clasifica los componentes en función de su estado y utilidad potencial:

- Reutilización directa: Algunos componentes pueden ser reutilizados sin modificaciones.
- Reutilización con transformación: Otros pueden requerir modificaciones o reparaciones menores antes de volver a utilizarse.
- Reciclaje: Componentes que no pueden reutilizarse directamente, pero pueden reciclarse para obtener materiales valiosos.

Almacenamiento Adecuado: Almacenar los componentes de manera adecuada para evitar daños o deterioro, identificar los componentes para facilitar su identificación posterior.

Planificación de Uso: Incorporar la reutilización y el reciclaje en tu plan de mantenimiento, priorizar la reutilización de componentes antes de considerar la compra de nuevos repuestos.

Proceso de Reutilización: Inspeccionar los componentes antes de reutilizarlos. Asegúrate de que estén en buenas condiciones y cumplan con los estándares de seguridad, realizar las modificaciones necesarias para adaptar los componentes a su nuevo propósito.

5.9 Presupuesto del programa de capacitaciones

La elaboración del presupuesto de los costos que se realizarán en el plan de capacitaciones, ya que de esta manera la alta gerencia debe asignar los recursos financieros necesarios para la realización de estas.

El presupuesto del programa de capacitaciones ha sido elaborado tomando en cuenta los costos de los diferentes temas, los gastos de refrigerio, papelería, para ello se ha tomado en cuenta todo el personal involucrado en la implementación de la metodología del TPM y la duración en horas de la capacitación. También los costos de pago para las personas encargadas en brindar las capacitaciones especializadas en el tema y áreas a desarrollar. En los primeros 4 meses de implementación se capacitarán a los 194 colaboradores de las áreas implicadas en la implementación de la metodología. Los colaboradores capacitados 108 motoristas flota secundaria, 72 motoristas flota primaria, 10 mecánicos y 2 bodegueros de almacén de materiales a sí mismo a 2 de gerencia. Los costos de refrigerio se estiman de \$4.55 por persona, que incluye, café y refresco, 2 sándwich, 1 botella de agua.

Tabla 87 - Presupuesto Total de Capacitaciones

Nº	Actividades	Nº participantes	Gasto en refrigerio	Gastos en sueldos de los capacitadores y colaboradores	Total
1	Introducción al TPM ¿Qué es el TPM y sus pilares?	194	\$ 882.7	\$3492.00	\$4374.7
2	Metodología 5S				
3	Mantenimiento autónomo				
4	Calidad en el mantenimiento	194	\$ 882.7	\$3492.00	\$4374.7
5	Mantenimiento planificado				
6	Mejoras enfocadas				
7	Seguridad, salud y medio ambiente	194	\$ 882.7	\$3492.00	\$4374.7
8	Gestión de mantenimiento asistida por computadora (CMMS)				
9	Evaluación técnica industrial	194	\$ 882.7	\$3492.00	\$4374.7
Total, del gasto.					\$17,498.80

Fuente: Causa y Soluciones

La empresa tiene un presupuesto para la adquisición de equipos, refacciones y lubricantes, el cual consta \$ 52,689.18 mensual, de esta cantidad se gastan \$ 16,846.85 en la flota primaria y \$13,608.65 en la flota secundaria, con un total de \$30,455.60 en gastos de mantenimiento.

5.10 Propuesta de Digitalización, Modulo de mantenimiento de Sistema SAP (PM) de procesos administrativos, flujo de materiales, Estatus de unidades para el departamento de Mantenimiento, bodega o almacén.

Se propone la implementación de un Software, Sistema SAP (PM mantenimiento de planta), un módulo de mantenimiento, este sistema ayudara a gestionar las inspecciones, las reparaciones y los mantenimientos preventivos.

Mantenimiento de Planta (PM), también puede planificar las actividades, el uso de material y mano de obra y registrar el coste. Puede controlar las reparaciones automáticas y las solicitudes de mantenimiento.

- Gestión de materiales (MM), para la compra de los materiales necesarios.
- Planificación de la producción (PP), para minimizar los tiempos de inactividad por mantenimiento.

Documentar planes o rutinas, planos, diagramas, datos del proveedor, especificaciones y datos históricos de mantenimientos realizados de cada una de las unidades de flota primaria y secundaria y usar toda esta información para hacer un mantenimiento predictivo (o sea, basándose en datos históricos tratar de estimar qué componentes podrían tener problemas en el futuro). Toda la información está en línea, accesible en cualquier momento y desde cualquier lugar. Este módulo tiene un costo de entre \$1650.00 y los \$5000.00 según el tipo de licencia. El modulo que se propone comprar con un pago anual es de \$3,500.00

Mantener control del inventario de refacciones y herramientas en bodega y los niveles de inventario mediante la compra de refacciones en el momento correcto.

Mantener información histórica de manera ordenada para trabajo de mantenimiento en las unidades y que esta sirva de apoyo a los mecánicos.

5.11 Análisis de Costo-Beneficio para la Propuesta de Mejora de la Gestión de Mantenimiento bajo el Enfoque de Mantenimiento Productivo Total (TPM)

La implementación del TPM en la gestión de mantenimiento de la flota primaria y secundaria tiene como objetivo principal mejorar la eficiencia operativa, reducir costos asociados a refacciones y lubricantes, y prolongar la vida útil de los vehículos. Este análisis de costo-beneficio evalúa los aspectos financieros y operativos de la propuesta.

Costos Asociados

Inversión Inicial

- **Capacitación del Personal:** Costo asociado a la formación del equipo en los principios y prácticas del TPM.
- **Adquisición de Software de Gestión:** Implementación de un sistema que facilite la monitorización y seguimiento de la gestión de mantenimiento.

Costos Continuos

- **Mantenimiento del Software:** Actualizaciones y mantenimiento del software de gestión.
- **Costos de Implementación de Mejoras:** Inversiones adicionales para la ejecución de mejoras sugeridas por el TPM.

Beneficios Esperados

Reducción de Costos

- **Optimización de Inventarios:** Menores niveles de inventario de refacciones gracias a la implementación de prácticas de mantenimiento predictivo.

- **Eficiencia en Lubricantes:** Uso más eficiente de lubricantes, reduciendo desperdicio y gastos innecesarios.

Aumento de la Disponibilidad de los Vehículos

- **Reducción de Tiempos de Inactividad:** Mantenimiento predictivo reduce los tiempos no planificados de inactividad.
- **Aumento de la Vida Útil de los Equipos:** Mejor gestión del mantenimiento puede prolongar la vida útil de los vehículos.

5.11.1 Beneficios de la Implementación del TPM en la Gestión de Mantenimiento

Reducción de Costos: El TPM promueve el mantenimiento predictivo, reduciendo los costos asociados a reparaciones imprevistas y minimizando el tiempo de inactividad no planificado.

Optimización de Inventario: La identificación precisa de necesidades de repuestos permite mantener niveles óptimos de inventario, evitando excesos y escaseces.

Eficiencia en Lubricantes: El TPM mejora las prácticas de lubricación, reduciendo el consumo innecesario y maximizando la vida útil de los lubricantes.

Aumento de la Disponibilidad de Vehículos: La gestión proactiva del mantenimiento reduce los tiempos de inactividad, asegurando una mayor disponibilidad de los vehículos.

Prolongación de la Vida Útil: La implementación del TPM contribuye a una mayor vida útil de los vehículos, optimizando la inversión en flota.

Cuadro Resumen de Costos y Beneficios:

En el siguiente cuadro se muestra el total de la inversión para la implementación del TPM, en los primeros 4 meses de implementación se capacitarán a los 194 colaboradores de las áreas implicadas en la implementación de la metodología. Los colaboradores capacitados 108 motoristas flota secundaria, 72 motoristas flota primaria, 10 mecánicos y 2 bodegueros de almacén de materiales a sí mismo a 2 de gerencia. Ver página 233 y 253, el costo de la inversión de la capacitación es de \$4,374.70 durante cada uno de los meses de capacitación considerados. Así mismo se muestra la inversión inicial de pago de 12 meses del módulo de SAP y el costo anual de la licencia del módulo de SAP es de \$3,500

Tabla 88 – Cuadro Resumen de Costo Beneficio

Retorno de la inversión			
Costos del proyecto			
Mes	Capacitación (Alimentación y sueldos) para 194 personas	Licencia SAP (módulo de mantenimiento para un año)	
Mes 1	\$ 4,374.70	\$291.67	
Mes 2	\$ 4,374.70	\$291.67	
Mes 3	\$ 4,374.70	\$291.67	
Mes 4	\$ 4,374.70	\$291.67	
Mes 5		\$291.67	
Mes 6		\$291.67	
Mes 7		\$291.67	
Mes 8		\$291.67	
Mes 9		\$291.67	
Mes 10		\$291.67	
Mes 11		\$291.67	
Mes 12		\$291.67	Total Inversión
	\$ 17,498.80	\$ 3,500.00	\$ 20,998.80

Fuente: Elaboración Propia

Basado en las entrevistas y el historial de las reparaciones, la cantidad promedio de fallas en las unidades mensualmente en taller es de 20 de unidades en días laborales. según las encuestas realizadas de la pregunta 11 ver página 60.

Tabla 89 – Cuadro Perdida Por Unidad Y Pérdidas Mensuales

Perdida de ingreso de venta por unidad en reparación			
Capacidad de cilindros por unidad	Precio	Total, de perdida diaria por unidad	
160	11.13	\$	1,780.80
Según el tráfico estándar que hay en taller son 20 unidades en el mes, en días labores en el taller			
Unidades en taller	Cilindros por unidad	Precio	Total, general de perdida mensual
20	160	\$ 11.13	\$ 35,616.00

Fuente: Datos Recopilados Por La Empresa Zeta Gas

A continuación, se presenta una proyección de ahorro, esto después del proceso de capacitación, tomando en cuenta la nueva estructura y diagramas de procesos, el personal sensibilizado, la aplicación del mantenimiento planificado y autónomo, la implementación de las 5s, y la implementación del programa SAP. A esto se suma un ahorro adicional de la disminución de refacciones de las unidades disminuidas, así mismo después del análisis de lubricantes por TRICOMBUS, donde se determinó que el aceite aún contaba con las propiedades de llevarlo a 2,000 km más. Realizando el mantenimiento y cambio de aceite a los 7,000 km. En siguiente cuadro de detalla que en el mes 12 se recupera la inversión.

Tabla 90 - Proyección De Retorno De La Inversión

Mes	Unidades en taller	Ventas mensuales que no se realizan, por unidades en mantenimiento.	Costo de licencia de SAP después del proceso de capacitación	Ahorro mensual por implementación del TPM	Ahorro acumulado
Mes 5	20	\$35,616.00	\$291.67	-\$ 291.67	-\$ 291.67
Mes 6	19	\$33,835.20	\$291.67	\$ 1,489.13	\$ 1,197.47
Mes 7	19	\$33,835.20	\$291.67	\$ 1,489.13	\$ 2,686.60
Mes 8	18	\$32,054.40	\$291.67	\$ 3,269.93	\$ 5,956.53
Mes 9	18	\$32,054.40	\$291.67	\$ 3,269.93	\$ 9,226.47
Mes 10	18	\$32,054.40	\$291.67	\$ 3,269.93	\$ 12,496.40
Mes 11	17	\$30,273.60	\$291.67	\$ 5,050.73	\$ 17,547.13
Mes 12	17	\$30,273.60	\$291.67	\$ 5,050.73	\$ 22,597.87
		Total		\$ 22,597.87	

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo del retorno de inversión (ROI)

$$ROI = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Costo de Inversión}} * 100$$

Costo del proyecto	Beneficio por la implementación de TPM
\$ 20,998.80	\$ 24,931.20

$$ROI = \frac{\$20,998.80}{\$24,931.20} * 100\%$$

ROI
118.72%

EL ROI es positivo al ser mayor al 100% por que la inversión es viable. Por lo tanto, en el costo beneficio para implementar la metodología, el resultado indica que la capacidad instalada para la distribución de su venta continuará siendo rentable en cuanto al valor de sus operaciones generales, lo cual hace viable la inversión, dado que los beneficios percibidos mejoran la condición de eficiencia y productividad de la empresa

La recuperación de la inversión inicial la veremos reflejada en el mes 12

Costo del proyecto	Recuperación en el mes 12
\$ 20,998.80	\$ 22,597.87

Como se muestra en el cuadro anterior la recuperación de la inversión de 20,998.80 se recuperará en el mes 12 teniendo en este mismo mes una utilidad de \$1,599.07

Conclusión y Recomendaciones

Conclusión

La implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la gestión de mantenimiento de la flota primaria y secundaria de Zeta Gas de El Salvador representa una estrategia integral para optimizar la eficiencia operativa, reducir costos asociados con repuestos y lubricantes, y prolongar la vida útil de los vehículos. El análisis detallado de costos y beneficios respalda de manera concluyente la viabilidad y los beneficios positivos de adoptar este enfoque innovador en la estrategia empresarial de Zeta Gas.

Se gestionó una visita técnica por parte de empresa TRICOMBUS para conocer la situación actual de manera técnica, se realizó un análisis concluyendo que actualmente no se realizaba la aplicación de lubricantes de manera técnica y en cantidades correctas, adicional se propone una serie de lubricantes que aumentara el rendimiento y una mejor disponibilidad de las unidades, además se propone capacitar a los colaboradores del área de mantenimiento en técnicas y aplicación de tribología acompañado de análisis de rendimiento de las flotas por parte de TRICOMBUS.

La propuesta se centra en una transformación significativa de la gestión de mantenimiento, adoptando una filosofía proactiva y participativa a través del TPM. Uno de los beneficios más notables es la reducción sustancial de tiempos y por ello de los costos asociados con repuestos y lubricantes. La implementación de prácticas de mantenimiento predictivo y preventivo permite evitar reparaciones no planificadas, minimizando así los gastos operativos. Esto, a su vez, se traduce en un ahorro financiero considerable, liberando recursos que pueden ser redirigidos hacia otras áreas estratégicas del negocio.

La optimización de inventarios es otro componente crítico de la propuesta. Gestionar de manera eficiente los niveles de repuestos garantiza que se tengan disponibles las piezas

necesarias cuando se necesiten, evitando tanto la acumulación excesiva de inventarios como la escasez de repuestos críticos. Este enfoque no solo reduce los costos de almacenamiento, sino que también mejora la agilidad y la capacidad de respuesta ante las necesidades de mantenimiento.

Además, la propuesta destaca la eficiencia en el uso de lubricantes como un aspecto clave. El TPM introduce prácticas avanzadas de lubricación, maximizando la vida útil de estos productos y reduciendo su consumo innecesario. Esta eficiencia no solo impacta positivamente en los costos operativos, sino que también contribuye a prácticas empresariales sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

El ahorro anual estimado es de alrededor de \$24,531.20 solo en ahorro de un poco más de 2 horas en mejorar el proceso de mantenimiento, puede ser más al sumar los costes en energía y uso de herramientas, es una cifra significativa que refleja la efectividad de la propuesta. Este ahorro proviene de la combinación de la reducción de costos de repuestos, la eficiencia en el uso de lubricantes y la mejora en la disponibilidad de la flota.

La implementación del TPM en Zeta Gas se llevará a cabo de manera escalonada y estratégica. La capacitación del personal será la base fundamental, asegurando que todos los niveles de la organización comprendan y adopten los principios del TPM. La revisión y mejora de procesos será un proceso continuo, con la monitorización constante de indicadores clave de rendimiento para evaluar la efectividad de las implementaciones.

La sostenibilidad de esta propuesta radica en su adaptabilidad y enfoque continuo en la mejora. Al empoderar al personal a través de la formación, se crea una cultura organizacional que valora la eficiencia y la mejora continua. La monitorización constante garantiza que las estrategias sean ajustadas según sea necesario, manteniendo una alineación constante con los objetivos comerciales y las mejores prácticas de la industria.

Para finalizar la propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento mediante el enfoque del Mantenimiento Productivo Total (TPM) para reducir costos de refacciones y lubricantes en la flota primaria y secundaria de Zeta Gas de El Salvador no solo es viable, sino que ofrece beneficios estratégicos y operativos significativos. El análisis de costo-beneficio respalda la decisión de implementar el TPM, destacando su capacidad para generar ahorros sostenibles, mejorar la disponibilidad de la flota y prolongar la vida útil de los vehículos. Esta propuesta no solo posiciona a Zeta Gas como una empresa más eficiente y sostenible, sino que también sienta las bases para un futuro de operaciones optimizadas y rentables.

Recomendaciones

La propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento mediante el enfoque del Mantenimiento Productivo Total (TPM) para reducir costos de refacciones y lubricantes en la flota primaria y secundaria de Zeta Gas de El Salvador es un paso significativo hacia la optimización operativa y la eficiencia financiera. Para garantizar el éxito de esta iniciativa, se formulan las siguientes recomendaciones:

El compromiso por parte de la alta dirección para lograr implementar con exitosa el modelo de gestión enfocado con TPM requiere un compromiso por la alta dirección de Zeta Gas. Por lo que es esencial que esta no solo respalde la propuesta, sino que también participe activamente en la promoción de una cultura organizacional orientada a la mejora continua.

El desarrollo del programa de Capacitación para el personal es un componente principal para cualquier metodología de mejora en procesos o enfoque del TPM, por lo que se recomienda busca la continuidad o desarrollo de la propuesta del plan de capacitación que abarquen a todos los niveles de la organización.

Se propone la implementación de un Software, Sistema SAP (PM mantenimiento de planta), un módulo de mantenimiento, este sistema ayudara a gestionar las inspecciones, las reparaciones y los mantenimientos preventivos.

Aplicar los Indicadores propuestos Clave de Rendimiento (KPI) con el fin de monitorizar de forma efectiva el rendimiento y evaluar la efectividad de la implementación de las gestiones de mejora en mantenimiento TPM. Por lo que es buscar aplicar métricas como las propuestas en este documento para medir y con estos reflejar los objetivos de reducción de costos, optimización de inventarios y eficiencia en el uso de lubricantes. Estos

KPI proporcionarán datos tangibles para evaluar el progreso y realizar ajustes según sea necesario.

Evaluación y Ajuste de forma continua para la implementación del TPM no es un proceso estático; sino de mejora por lo que se recomienda la realización de evaluaciones periódicas para medir el impacto de las estrategias implementadas y ajustar en consecuencia con el fin de retroalimentar a los encargados del proceso y lograr en el tiempo evolucionar las necesidades y desafíos operativos de Zeta Gas.

La colaboración por parte de los proveedores o Socios Estratégicos de los repuestos en refacciones y lubricantes es una gestión eficiente que implica una colaboración efectiva con proveedores y socios estratégicos. Por lo que también se recomienda establecer relaciones sólidas con proveedores de confianza que compartan los objetivos del TPM, que faciliten la adquisición oportuna de repuestos y lubricantes de calidad, contribuyendo a la optimización de inventarios y al logro de los objetivos de reducción de costos.

Bibliografía

Fuentes de información en libros.

- TPM en la industria de procesos. Tokutaro Suzuki. Visión general del TPM en la Industria de procesos.
- Association, J. M. (1989). *Kanban y Just in time en TOYOTA*. Japon: Hosshin, SL.
- Carvajal Zambrano, V. F. (2017). *Gestion por procesos*. Ecuador: Editorial Mar Abierto.
- Corral, R. (2017). *KPI'S Utiles*. Barcelona: Leexonline.
- Daimenchrysler, F. m. (s.f.). *Analisis de modos y efectos de fallas potenciales*. 2001.
- Delgado, F. M. (2016). *Los procesos industriales y el medio ambiente*. Colombia: Ediciones Unibague.
- Garrido, S. G. (2003). *Organizacion y gestion integral del mantenimiento*. Madrid: Diaz de Santos.
- Global Lean. (29/07/2020 de Julio de 2020). *GLOBAL LEAN. Personas, procesos y tecnologia para competir*. Obtenido de <http://www.globallean.net>
- Guerrero, G. d. (2003). *Tecnicas participativas de planeación*. Mexico DF: Fundacion ICA.
- Guia de Ingeniería Industrial. (s.f.).
- Gutiérrez, A. M. (2009). *MANTENIMIENTO, Planeación, ejecución y control*. Mexico.
- Gutiérrez, A. M. (2009). *MANTENIMIENTO. Planeacion, Ejecucion y Control*. Mexico DF: Alfa Omega Grupo Editor.

- Imai, M. (1989). *Kaizen. La clave de la ventaja competitiva*. Japon: Cecs.
- Imprenta Nacional de El Salvador. (8 de Julio de 1905). Diario Oficial. *No. 159 Tomo 59*.
- Imprenta nacional de El Salvador. (31 de Agosto de 1916). Diario Oficial. *No. 198 Tomo 81*.
- ISO. (15 de Septiembre de 2015). Norma internacional ISO 14001. *Sistemas de gestión ambiental*. Ginebra, Suiza.
- ISO. (15 de Septiembre de 2015). Norma internacional ISO 9001. *Sistema de gestión de la calidad*. Ginebra, Suiza.
- ISO. (Marzo de 2018). Norma internacional ISO 45001. *Sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo*. Ginebra, Suiza.
- ISO. (s.f.). ISO /TS 16949. *Gestion de la calidad automotriz*.
- Jaen, U. d. (s.f.). *Administración de empresas y organización de la producción*.
- Krick, E. (1994). *Ingenieria de Métodos*. Mexico DF: Limusa Noriega Editores.
- Ley general de prevención de riesgos en los lugares de trabajo (Laboral 21 de Enero de 2010).
- Matías, J. C. (2013). *Lean Manufacturing*. Madrid.
- metropolitano, I. t. (s.f.). Manual del sistema de gestión ambiental. *Manual del sistema de gestión ambiental*.
- Villanueva, E. D., Pérez-Tagle, J. F. D., & de León, C. L. (1989). *La productividad en el mantenimiento industrial*. Compañía Editorial Continental.
- González, A. P., Cervantes, P. J. R., & Brú, J. L. S. (2007). *Mantenimiento mecánico de máquinas* (Vol. 25). Publicaciones de la Universidad Jaume I.

- Ortega Yañez, Y. I., & Martínez Bayuelo, J. J. (2011). Diseño de un modelo de plan de mantenimiento centrado en lubricación para la empresa Wordltex-Caribe Ltda.
- Normativa de El Salvador, “Ley General de Prevención de Riesgos Laborales”. Publicación 05, mayo 2010.
- Hernández, S. R. Fernández, C. Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. México D.F. McGraw Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Oficina Internacional del Trabajo (1996). Introducción al estudio del Trabajo. Ginebra. Suiza.
- González, A. P., Cervantes, P. J. R., & Brú, J. L. S. (2007). *Mantenimiento mecánico de máquinas* (Vol. 25). Publicaciones de la Universidad Jaume I.
- Ortega Yañez, Y. I., & Martínez Bayuelo, J. J. (2011). Diseño de un modelo de plan de mantenimiento centrado en lubricación para la empresa Wordltex-Caribe Ltda.

Fuentes de información en internet

- Rd Station. (16 de febrero de 2022). ROI – Retorno de la Inversión, fórmula, herramientas y paso a paso. Recuperado de <https://www.rdstation.com/blog/es/roi/>
- Hubspot. (2022). Ciclo de Deming o PDCA: qué es y cómo llevarlo a la práctica. Recuperado de. <https://blog.hubspot.es/sales/ciclo-de-deming>
- MRP easy. (6 de febrero de, 2023). ¿Cómo implementar un sistema de código de barras? Recuperado de <https://manufacturing-software-blog.mrpeasy.com/es/sistema-de-codigo-de-barras/>
- Peña, O. y Silva, R. (2016). Factores incidentes sobre la gestión de sistemas de inventario en organizaciones venezolanas. Telos: Revista de Estudios

- Interdisciplinarios en Ciencias Sociales, 18(2), 187-207. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/993/99345727003.pdf>
- Garrido, I. y Cejas, M. (2017). La gestión de inventario como factor estratégico en la administración de empresas. *Negotium: Revista Científica Electrónica de Ciencias Gerenciales*, 13(37), 109-129. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/782/78252811007.pdf>
 - Lucía, Z., y Miguel, L., (2020)., Beneficios de utilizar el Análisis ABC en la administración de inventarios en una Pequeña y Mediana Empresa. Recuperado de <https://www.uv.mx/iiesca/files/2020/09/02CA2020-01.pdf>
 - Ar-racking. (2023). Método ABC de inventarios en almacén: Origen, características y ventajas. Recuperado de <https://www.ar-racking.com/es/blog/metodo-abc-de-inventarios-en-almacen-origen-caracteristicas-y-ventajas/>
 - Ministerio de Trabajo y Previsión Social. Descargas Dirección General de Previsión Social. <http://www.mtps.gob.sv/descargas-direccion-general-prevision-social>
 - Software de gestión para la excelencia empresarial. ISO tolos <https://www.isotools.org/pdfs-pro/ebook-ohsas-18001-gestion-seguridad-salud-ocupacional.pdf>
 - JIPM. (s.f.). *Insitituto Japones De Mantenimiento De Plantas*. Recuperado de <https://jipmglobal.com>

- Nancy, R. (2023). Cómo realizar un análisis de costo-beneficio (con ejemplos). (entrada de blog). Recuperado de <https://blog.hubspot.es/sales/analisis-costo-beneficio>.
- eMaint Blog Posts (12 de noviembre de 2021). MTBF, MTTF, MTTR: potentes KPI de mantenimiento. Recuperado de <https://www.emaint.com/es/mtbf-mttf-mttr-maintenance-kpis/>
- Toyos Silvia (29 de marzo de año 2023) Estrategias efectivas de formación y capacitación en el TPM. (Fractal) <https://www.fractal.com/es/blog/estrategias-efectivas-de-formacion-y-capacitacion-en-tpm>
- Valderrama Zapata Rubén (Año 2023) Implementación del TPM: fases y pasos a seguir (valborsoluciones). <https://www.valborsoluciones.com/mantenimiento/fases-implementacion-tpm/>
- XVEXSOLUCIONES. (2024). Licencia SAP costes y presupuestos [https://www.vexsoluciones.com/licencias-sap-costos-y-presupuesto/#:~:text=M%C3%B3dulo%20SAP%20PM&text=El%20m%C3%B3dulo%20incluye%20medidas%20de,de%20entre%20\\$3%2C000%20y%20\\$3%2C500](https://www.vexsoluciones.com/licencias-sap-costos-y-presupuesto/#:~:text=M%C3%B3dulo%20SAP%20PM&text=El%20m%C3%B3dulo%20incluye%20medidas%20de,de%20entre%20$3%2C000%20y%20$3%2C500).

Anexos

Encuesta Mecánicos

Objetivo: Recopilar información por parte de los **mecánicos** sobre la situación actual de las flotas en el área de mantenimiento la cual está dirigida a estimar la magnitud de las desventajas al no tener la filosofía del TPM (Mantenimiento Productivo Total). Como fin se espera proporcionar información necesaria para presentar una propuesta de metodología TPM para la reducción en los costos de refacciones y lubricantes, aumentar la eficiencia en las actividades de mantenimiento y garantizar la seguridad y la protección de la salud de los trabajadores.

Indicaciones: Solicitamos su valiosa colaboración para la presente encuesta, por favor responder a cada pregunta según usted considere, seleccionar ya sea Si o No, también podrá detallar o explicar la respuesta según requiera la pregunta.

1. ¿Conoce sobre metodología TPM?
Si _____ No _____
2. ¿Conoce sobre la metodología de las 5S?
Si _____ No _____
3. ¿Manejan un plan de capacitaciones sobre mantenimiento?
Si _____ No _____
4. ¿Conoce que es el mantenimiento autónomo? (Si su respuesta es Si explique)
Si _____ No _____

5. ¿Actualmente se está trabajando bajo un mantenimiento planificado?
Si _____ No _____
6. ¿cuáles son las fallas más frecuentes en la flota primaria?
a) _____
b) _____
c) _____
d) _____
e) _____

7. ¿cuáles son las fallas más frecuentes en la flota secundaria?

- a) _____
- b) _____
- c) _____
- d) _____
- e) _____

8. ¿Cuáles son las refacciones más utilizadas?

- a) _____
- b) _____
- c) _____
- d) _____
- e) _____

9. ¿Considera que el tiempo de reparación de unidades esta adecuando a la demanda de GLP?

Si _____ No _____

10. ¿Cuánto es el tiempo promedio que ha esperado en recibir una refacción o repuesto cuando esta no se encuentra en almacén?

Detalle: _____

11. ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrenta empresa Zeta Gas en el mantenimiento de flotas?

Explique: _____

12. ¿Reciben capacitaciones sobre manejo de herramientas?

Si _____ No _____

13. ¿Reciben capacitaciones sobre seguridad e higiene ocupacional?

Si _____ No _____

14. ¿Reciben capacitaciones sobre uso de extintores y equipo de emergencia?

Si _____ No _____

15. ¿Qué técnicas usa para analizar fallas presentadas en las flotas?

Explique: _____

16. ¿Posee registros que identifiquen la frecuencia de las fallas?

Si _____ No _____

17. ¿Usan indicadores de resultados de manteniendo? ¿Cuáles? (si lo hay explique)

18. ¿Considera que se debe implementar la metodología de TPM con el fin de aumentar la eficiencia en las operaciones de mantenimiento?

Si _____ No _____

19. ¿Considera que el mal manejo de las unidades influye en las fallas de las flotas?

Si _____ No _____

20. ¿Realizan un informe de cómo se entrega la unidad después de un mantenimiento tanto preventivo como correctivo?

Si _____ No _____

21. ¿Cuántos es el kilometraje que debe alcanzar un vehículo de las flotas para ser programada para un mantenimiento preventivo?

Detalle: _____

22. ¿Las refracciones y lubricantes adquiridas para diferentes actividades de mantenimiento son de alta calidad para las flotas?

Si _____ No _____

Encuesta bodega de materiales.

Objetivo: Recopilar información sobre la situación actual en **bodega de repuestos** en relación con el mantenimiento en las flotas primaria y secundaria la cual está dirigida a estimar la magnitud de las desventajas al no tener la filosofía del TPM (Mantenimiento Productivo Total). Como fin se espera proporcionar información necesaria para presentar una propuesta de metodología TPM en la reducción de los costos de refacciones y lubricantes, aumentar la eficiencia en las actividades de mantenimiento y garantizar la seguridad y la protección de la salud de los trabajadores.

Indicaciones: Solicitamos su valiosa colaboración para la presente encuesta, por favor responder a cada pregunta según usted considere, seleccionar ya sea Si o No, también podrá detallar o explicar la respuesta según requiera la pregunta.

1. ¿Cada cuánto tiempo realizan inventarios de materiales?

Detalle: _____

2. ¿Qué herramientas digitales utilizan para tener un control de los materiales en el almacén?

a) _____

b) _____

c) _____

3. ¿Existe un aumento en las compras de refacciones para el mantenimiento en comparación al año anterior?

Si _____ No _____

4. En caso no exista en almacén la refacción o lubricantes solicitados, ¿cuánto tiempo se toman los encargados en aprobar el desembolso para realizar la compra cuando esta es local o cuando es una importación de otro país?

Detalle: _____

5. ¿De qué países han importado refacciones?

- a) _____
b) _____
c) _____

6. ¿Cuántos es el tiempo en días ha esperado en recibir una refacción o repuesto cuando esta no se encuentra en almacén?

- a) Compras local: _____
b) Importaciones: _____

7. ¿Cuáles son las refacciones más utilizadas frecuentes en la flota primaria?

- a) _____
b) _____
c) _____

8. ¿Cuáles son las refacciones más utilizadas frecuentes en la flota secundaria?

- a) _____
b) _____
c) _____

9. ¿Reciben capacitaciones sobre seguridad e higiene ocupacional?

Si _____ No _____

Encuesta a motoristas.

Objetivo: Recopilar información sobre la situación actual de los **motoristas** en relación con el mantenimiento en las flotas primaria y secundaria la cual está dirigida a estimar la magnitud de las desventajas al no tener la filosofía del TPM (Mantenimiento Productivo Total). Como fin se espera proporcionar información necesaria para presentar una propuesta de metodología TPM en la reducción de los costos de refacciones y lubricantes, aumentar la eficiencia en las actividades de mantenimiento y garantizar la seguridad y la protección de la salud de los trabajadores.

Indicaciones: Solicitamos su valiosa colaboración para la presente encuesta, por favor responder a cada pregunta según usted considere, seleccionar ya sea Si o No, también podrá detallar o explicar la respuesta requiera la pregunta.

1. ¿Tipo de unidades tiene a su cargo?
Primaria_____ Secundaria_____
2. ¿Conoce sobre metodología TPM?
Si_____ No_____
3. ¿Conoce sobre la metodología de las 5S?
Si_____ No_____
4. ¿Actualmente se está trabajando bajo un mantenimiento planificado?
Si_____ No_____
5. ¿Conoce sobre el mantenimiento autónomo?
Si_____ No_____
6. ¿Lleva registro diario de revisión de funcionamiento de flota?
Si_____ No_____
7. Además de los cambios de aceite y filtro ¿sabe cuándo hay que darle mantenimiento al vehículo?
Si_____ No_____
8. Al momento que ocurre una falla ¿podría determinar la falla del vehículo?
Si_____ No_____

9. ¿Qué hace al momento de detectar una falla?

Detalle: _____

10. ¿Qué tan frecuente recibe capacitaciones o técnicas sobre actividades básicas de mantenimiento en las flotas?

- a) Ninguna _____
- b) Una vez al año _____
- c) Dos veces al año _____

11. ¿cuáles son las fallas más frecuentes en la unidad asignada?

- a) _____
- b) _____
- c) _____
- d) _____
- e) _____

12. ¿Reciben capacitaciones sobre seguridad e higiene ocupacional?

Si _____ No _____

10. ¿Reciben capacitaciones sobre uso de extintores y equipo de emergencia?

Si _____ No _____

11. Cuando se realiza mantenimiento a su unidad asignada ¿Cuánto es el tiempo promedio que tarda en realizar el mantenimiento?

- a) De 1 hora a 8 horas _____
- b) De 9 horas a 12 horas _____
- c) 1 día a 5 días _____
- d) De 6 días a 10 días _____
- e) De 11 días a 15 días _____
- f) De 16 días a 30 días _____

Reporte de Entrevista 1

Lugar y fecha: sábado 12 de agosto 2023

Introducción: Se realizó entrevista al personal de empresa Zeta Gas de El Salvador para conocer la situación actual.

Nombre del entrevistado: Jorge Omar García Sánchez

Motivo de la entrevista. Entrevista realizada al gerente general de la logística de despacho para la recopilación de datos de la investigación.

Nombre del entrevistador.

- Cesar Gonzalo Juarez Argumedo
- Ronald Ivan Gonzalez Masin

Desarrollo: La entrevista se desarrolló bajo criterios de recopilación de información los cuales se utilizarán como sustentación al proyecto de investigación, en su inicio se detalla al entrevistado de que trataba la entrevista, además se le solicita información la más apegada a la realidad.

Entrevistador: Se realiza la pregunta de forma clara y concisa para que el receptor ordene sus respuestas y obtener información de valor para el proyecto.

Entrevistado: Según conocimiento del entorno del entrevistado, responde las preguntas que se han realizado secuencialmente una de otra.

- **¿Cuáles son los principales beneficios del mantenimiento preventivo?**
- **¿Qué es el mantenimiento predictivo?**

- **¿Cuál es la diferencia entre mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo?**
- **¿Cómo gestionarías el inventario de repuestos en un departamento de mantenimiento?**
- **¿Qué herramientas o equipos se utilizan comúnmente en el mantenimiento industrial?**
- **¿Realizan capacitaciones al personal?**
- **¿Considera la implementación de la metodología del TPM?**

Entrevista 2 para conocer el nivel de implementación de las 5s

Con el fin de hacer una Evaluación de la cultura organizativa en relación con el mantenimiento y la gestión de la flota.

Se realizo diferentes preguntas de tipo cerradas realizadas a los colaboradores de la empresa Zeta Gas, con el fin de obtener información de primera mano sobre la percepción de la situación actual de la empresa en base al tema de este proyecto.

Entrevistador: Se realiza la pregunta de forma clara y concisa para que el receptor ordene sus respuestas y obtener información de valor para el proyecto.

Entrevistado: Según conocimiento del entorno del entrevistado, responde las preguntas que se han realizado secuencialmente una de otra.

Preguntas

1. ¿Ordena su área de trabajo antes y después de realizar un trabajo de mantenimiento?
2. ¿Existe un rubrica de capacitaciones que se vayan a realizar en la empresa Zeta Gas?
3. ¿Conoce sobre la filosofía del TPM?
4. ¿Estaría dispuesto a estar en constate aprendizaje por medio de capacitaciones TPM, 5S” y otras herramientas de apoyo para aumentar su eficiencia en sus actividades?
5. ¿La empresa tiene un enfoque en el cuido a los equipos, unidades y herramientas?
6. ¿Se siguen lineamientos lógicos de mantenimiento en base a las actividades a realizar?
7. ¿Considera que la empresa vela por la seguridad e higiene ocupacional?
8. ¿Actualmente usan indicadores de resultados en las actividades de mantenimiento?