

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica

DISEÑO Y GESTIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA
FLOTA DE EQUIPO LIVIANO PARA LA EMPRESA ABIT
SAC EN LA UNIDAD MINERA ARASI SAC

TESIS

Presentada por:

Bach. Grover Contreras Mamani

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECÁNICO

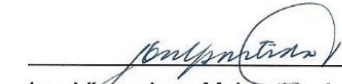
TACNA - PERÚ

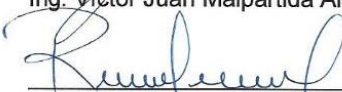
2017


UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN TACNA
Facultad de Ingeniería
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica

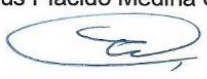
**DISEÑO Y GESTION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PARA FLOTA DE EQUIPO LIVIANO PARA LA
EMPRESA ABIT SAC EN LA UNIDAD
MINERA ARASI SAC**

Tesis sustentada el 28 de diciembre del 2015, estando integrado el Jurado Calificador por:

PRESIDENTE : 
Ing. Victor Juan Malpartida Arrieta

SECRETARIO : 
Ing. Reynaldo Clemente Telles Ríos

VOCAL : 
Dr. Jesús Plácido Medina Salas

ASESOR : 
MSc. Avelino Godofredo Pari Pinto

DEDICATORIA

A Dios por haber iluminado mi camino, por brindarme sabiduría y por las fuerzas para seguir adelante.

A los que confiaron en mí y que me brindaron su ayuda incondicional, a mis padres Martín Nicolás y Yolanda.

A mi prometida Tania y a mi hija Adriadne, porque han estado conmigo en todo momento.

A mis hermanos Luz Mery, Betseida, Zumilda, Adelma y Flor, por estar ahí cuando más necesité de su apoyo moral.

A todas las personas que han depositado su confianza, por darme ánimos, por sus consejos y apoyo, al Ing. Carlos, al equipo de docentes del diplomado Gerencia de Mantenimiento de la empresa BS Grupo y la Universidad de Antofagasta de Chile y a todos mis amigos en general.

AGRADECIMIENTO

Al culminar esta etapa de estudios superiores, deseo expresar mi más sincero agradecimiento a cada una de las personas que hicieron posible el desarrollo de este trabajo de investigación.

Al Ing. Avelino Pari Pinto, por su calidad humana y profesional, por los valiosos aportes y consejos entregados durante esta investigación, que contribuyeron en forma importante a mi crecimiento personal y profesional.

A los docentes jurados, por sus valiosos aportes en el desarrollo de esta investigación.

Al Ing. Carlos Martínez Torres, Gerente General de Abit SAC; por su apoyo incondicional en la ejecución de este trabajo, y a todos los docentes que laboran en la Escuela de Medicina Veterinaria.

Al equipo humano que conforma la Empresa Abit SAC, por su disposición y apoyo constante durante la ejecución de la investigación, sin cuyo sustento no habría sido posible la realización de todo este trabajo.

Y a todas aquellas personas que han colaborado en la realización de la presente tesis.

CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
CONTENIDO	v
RESUMEN	xx
ABSTRACT	xxi
INTRODUCCIÓN	1

CÁPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes y motivación	4
1.2. El problema de la investigación	5
1.3. Formulación del problema	7
1.3.1. Interrogante general	7
1.3.2. Interrogantes específicas	8
1.4. Objetivos	10
1.4.1. Objetivo general	10
1.4.2. Objetivos específicos	10
1.5. Hipótesis	11
1.5.1. Hipótesis general	11
1.5.2. Hipótesis específicas	11

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ¿Qué es el mantenimiento?	12
2.2. Objetivos del mantenimiento	14
2.3. Finalidad del mantenimiento	15
2.4. Tipos de mantenimiento	16
2.4.1. Mantenimiento correctivo	17
2.4.2. Mantenimiento preventivo	19
2.4.3. Mantenimiento predictivo	19
2.5. Ventajas, inconvenientes y aplicación de cada tipo de Mantenimiento	20
2.5.1. Mantenimiento preventivo	20
2.5.2. Mantenimiento correctivo	21
2.5.3. Mantenimiento predictivo	22
2.6. Administración del mantenimiento	23
2.7. Gestión del mantenimiento	26
2.7.1. Sistemas de programación y planeamiento del mantenimiento	26
2.7.2. Funciones de la gerencia de mantenimiento	26
2.8. Indicadores de mantenimiento; indicadores de gestión (key performance indicators)	27
2.8.1. Disponibilidad (availability)	29

2.8.2. Porcentaje de horas paradas por emergencia (pmc)	31
2.8.3. Intensidad del mantenimiento proactivo (imp)	31
2.8.4. Mtrr, tiempo medio para reparar, (mean time to repair)	32
2.8.5. Mtbf (mtbs), tiempo medio entre fallas (mean time between failure)	33
2.8.6. Confiabilidad	34
2.8.7. Carga pendiente (backlog)	34
2.8.8. Parámetros para el control del área de mantenimiento	35
2.8.9. Utilización	35
2.8.10. Rendimiento	36
2.8.11. La productividad o efectividad	36
2.8.12. Historial de reparaciones	37
2.9. Estructura de costos de operación en la flota de equipo liviano	38
2.9.1. Costo de posesión	39
2.9.2. Precio de entrega (pe)	40
2.9.3. Valor residual (vr)	40
2.9.4. Costo de reposición (cr)	41
2.9.5. Depreciación	41
2.9.6. Interés, impuesto, seguro (k)	41
2.9.7. Factor de inversión	42
2.9.8. Costo del capital	42

2.9.9. Costos de operación	43
2.9.10. Costo de combustible	44
2.9.11. Costo de mantenimiento	45
2.9.12. Salario del operador	45
2.9.13. Renovación de flota	45
2.9.14. Métodos de optimización	50
2.10. Vida útil de componentes	57
2.10.1. Características de la fiabilidad e infiabilidad	59
2.10.2. Tasa de fallo	60
2.10.3. Distribuciones teóricas en el terreno de la fiabilidad	60
2.11. Planeación y programación del mantenimiento	63
2.11.1. Planeación	64
2.11.2. Registro de historial de mantenimiento	67
2.11.3. Descripción de los equipos livianos de abit sac	69

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Variables del estudio	77
3.1.1. Identificación y caracterización de variables	77
3.1.2. Definición operacional de las variables	78
3.2. Técnicas de investigación y análisis de datos	80

3.2.1. Observación directa	80
3.2.2. Encuestas	81
3.2.3. La descripción	81
3.2.4. Gráficas	82
3.2.5. Diagramas de flujo	82
3.2.6. Diagrama de Pareto	82
3.2.7. Diagrama de ishikawa o espina de pescado	82
3.2.8. Documentación	83
3.2.9. Manejo de programas de computación	83
3.3. Limitaciones de la investigación	84
3.4. Descripción de las características de la investigación	84
3.4.1. Tipo de estudio	84
3.5. Población y muestra	86
3.6. Equipos, materiales, sustancias y herramientas	86
3.6.1. Equipos	86
3.6.2. Materiales	87
3.6.3. Sustancias (no se requieren)	87
3.6.4. Herramientas	87
3.7. Fases de la investigación	88
3.7.1. Revisión bibliográfica	88
3.7.2. Diagnóstico de la situación actual de la flota de abit sac	88

3.7.3. Identificación de principales sistemas y componentes críticos de los vehículos	89
3.7.4. Cálculo de vida útil de los principales componentes	89
3.7.5. Diseño del plan de mantenimiento	90

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DEL TRABAJO

4.1. Resumen de datos obtenidos en el diagnóstico de la situación actual de la empresa abit sac	91
4.1.1. Descripción general de la empresa abit sac	91
4.1.2. Estructura organizativa de la empresa abit sac	93
4.1.3. Diagnóstico general de mantenimiento en la empresa abit sac, formato de encuestas para el diagnóstico de la empresa abit sac	94
4.1.4. Proceso de mantenimiento actual	106
4.1.5. Responsables del departamento de mantención	108
4.1.6. Información y registro de mantenimiento	108
4.1.7. Programa de mantenimiento actual	109
4.1.8. Catastro de equipos	114
4.1.9. Diagnóstico general del departamento de mantenimiento	115
4.2. Identificación de principales sistemas y componentes críticos de los vehículos	116

4.2.1. Sistemas y subsistemas de estudio	116
4.2.2. Identificación de los principales componentes para el estudio, según el diagrama de Pareto	117
4.3. Cálculo de vida útil de los principales componentes	122
4.3.1. Cálculo de la vida útil, conjunto diferencial delantero	122
4.3.2. Cálculo de la vida útil, pastillas de freno	129
4.3.3. Cálculo de la vida útil, zapatas de freno	136
4.3.4. Cálculo de la vida útil, conjunto disco de embrague, plato y Collarín	142
4.3.5. Cálculo de la vida útil, rodaje centro de cardan	149
4.3.6. Cálculo de la vida útil, llantas	156
4.3.7. Cálculo de la vida útil, batería	163
4.4. Contraste cálculo de vida útil obtenidos vs los propuestos por Toyota	170
4.5. Determinación del programa de mantenimiento preventivo	171
4.6. Diseño del plan de mantenimiento	172
4.6.1. Estructura organizacional propuesta	172
4.6.2. Control de la administración de mantenimientos correctivos (mc)	172
4.6.3. Formatos, documentos y cartillas de mantenimiento	173
4.6.4. Control de la administración de mantenimientos preventivo	207

4.6.5. Programación de PMS	207
4.6.6. Programación de engrase	209
4.6.7. Programación de inspecciones semanales	209
4.6.8. Pedido de filtros y aceites	210
4.6.9. Análisis de aceites	210
4.6.10. Administración del historial de equipos y control de intercambio de componentes	211
4.6.11. Equipamiento del taller	220

CAPÍTULO V

5.1 Análisis y discusión de resultados	230
CONCLUSIONES	239
RECOMENDACIONES	241
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	243
ANEXOS	246

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Concepto de mantenimiento	12
Figura 2. Objetivos del mantenimiento	15
Figura 3. Tipos de mantenimiento	16
Figura 4. Tipos de mantenimiento, según la falla	17
Figura 5. Mantenimiento correctivo	18
Figura 6. Costos de renovación de flota	46
Figura 7. Esquema de control de costos	57
Figura 8. Vida útil de componentes	58
Figura 9. Características de Fiabilidad e Infiabilidad	60
Figura 10. Ejemplo de formato de programación	66
Figura 11. Ómnibus Volvo B270F, carrocería Vegusti	71
Figura 12. Chasis Ómnibus Volvo B270F	71
Figura 13. Camioneta Toyota Hilux	72
Figura 14. Chasis camioneta Toyota hilux	74
Figura 15. Grafico Costo Vs Tiempo de vida	90
Figura 16. Ubicación geográfica de la Unidad Minera Arasi SAC	92
Figura 17. Estructura Organizativa de la empresa Abit SAC	93
Figura 18. Estructura organizativa del área de mantenimiento de Abit	94
Figura 19. Diagrama de flujo actual, reporte de falla	107

Figura 20. Diagrama de Ishikawa, Mostrando los Factores que causan las fallas recurrentes en los equipos	115
Figura 21. Sistemas y subsistemas de una camioneta	116
Figura 22. Diagrama de Pareto, fallas en los vehículos	120
Figura 23. Diferencial delantero Toyota Hilux TDI 2013	123
Figura 24. Representación gráfica de Gamma 0	125
Figura 25 Curva característica de la bañera “Bathtubcurve”	126
Figura 26 Graficas de funciones de probabilidad del diferencial	127
Figura 27 Grafica de funciones de probabilidad de confiabilidad y riesgo del diferencial	128
Figura 28 Grafica de costo-beneficio de intercambio de diferencial	129
Figura 29. Juego de Pastillas de freno	130
Figura 30 Representación grafica de Gamma 0	133
Figura 31 Grafica de funciones de probabilidad y confiabilidad	134
Figura 32 Grafica de funciones de riesgo	135
Figura 33 Grafica del optimo costo beneficio del MP de las pastillas de freno	136
Figura 34. Zapatas de freno	137
Figura 35 Representación gráfica de Gamma 0	140
Figura 36 Grafica de funciones de probabilidad y confiabilidad	141

Figura 37 Grafica de funciones de riesgo	142
Figura 38 Grafica del optimo costo beneficio del MP de las zapatas	143
Figura 39 Conjunto disco de embrague, plato y collarín	144
Figura 40 Representación gráfica de Gamma 0	147
Figura 41 Grafica de funciones de probabilidad y confiabilidad	148
Figura 42 Grafica de funciones de riesgo	149
Figura 43 Grafica del optimo costo beneficio del MP del embrague	150
Figura 44 Rodaje centro de cardan	151
Figura 45 Representación gráfica de Gamma 0	154
Figura 46 Grafica de funciones de probabilidad y confiabilidad	155
Figura 47 Grafica de funciones de riesgo	156
Figura 48 Grafica del optimo costo beneficio del MP del rodaje	157
Figura 49. Rueda Neumática (Llanta)	158
Figura 50 Representación gráfica de Gamma 0	161
Figura 51 Grafica de funciones de probabilidad y confiabilidad	162
Figura 52 Grafica de funciones de riesgo	163
Figura 53 Grafica del optimo costo beneficio del MP de las llantas	164
Figura 54. Batería	165
Figura 55 Representación gráfica de Gamma 0	168

Figura 56 Grafica de funciones de probabilidad y confiabilidad	169
Figura 57 Grafica de funciones de riesgo	170
Figura 58 Grafica del optimo costo beneficio del MP de la batería	171
Figura 59 Estructura organizacional propuesta para el área de Mantenimiento en mina	174
Figura 60 Organización del mantenimiento	209
Figura 61 Base de datos, registro de Reportes de trabajo, parte 1	214
Figura 62 Base de datos, registro de Reportes de trabajo, parte 2	213
Figura 63 Base de datos, registro de Reportes de trabajo, parte 3	213
Figura 64 Formato en Excel, reporte de indicadores de gestión del mantenimiento-camionetas	220
Figura 65 Formato en Excel, Reporte de Indicadores de gestión del Mantenimiento-Omnibuses	221

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Indicadores de gestión, según su utilidad	29
Tabla 2 Cuadro de costos, posesión de vehículos	39
Tabla 3 Beneficios de reposición de flota	48
Tabla 4 Comparación de costos entre vehículos nuevos y usados	49
Tabla 5 Operacionalización de variables e indicadores	78
Tabla 6 Detalle de la encuesta dirigida a los mecánicos de la empresa Abit SAC	96
Tabla 7 Preguntas de la encuesta dirigida a los mecánicos de Abit SAC	97
Tabla 8 Detalle de la Encuesta dirigida a los Operadores de la empresa Abit SAC	98
Tabla 9 Preguntas de la encuesta dirigida a los operadores de Abit SAC	99
Tabla 10 Resultados de la encuesta al personal mecánico de Abit SAC	100
Tabla 11 Resultados de la encuesta al personal Operador de Abit SAC	103
Tabla 12 Programa de mantenimiento recomendado por Toyota para uso comercial (parte 1)	110

Tabla 13 Programa de mantenimiento recomendado por Toyota para uso comercial (parte 2)	111
Tabla 14 Repuestos de alta rotación, para mantenimiento Preventivo y correctivo, recomendados por Volvo (parte 1)	112
Tabla 15 Cronograma de mantenimiento Preventivo, recomendado por Volvo	113
Tabla 16 La flota vehicular Abit SAC Arasi	114
Tabla 17 Fallas - Periodo del 01-01-2013 al 31-03-2013 (3 meses)	118
Tabla 18 Determinación de los contribuyentes	119
Tabla 19 Determinación del nivel de contribución al problema	119
Tabla 20 Componentes Mayores, por sistemas	121
Tabla 21 Tabla de Costos componentes menores, por sistema	121
Tabla 22 Costo de restauración del conjunto diferencial antes que Se produzca la falla	122
Tabla 23 Recopilando el Historial de fallas del diferencial delantero de seis equipos	123
Tabla 24 Historial de fallas de diferenciales de 6 equipos ordenado por kilometraje	124
Tabla 25 Cálculo de rango mediana, Gamma 0	124
Tabla 26 Valores de los parámetros F y R para grafica de funciones	127
Tabla 27 Calculo del kilometraje óptimo para el cambio de diferencial	129

Tabla 28 Costo de restauración de las pastillas de frenos antes que se produzca la falla	130
Tabla 29 Historial de fallas de componentes de seis equipos	131
Tabla 30 Kilometraje acumulado por eventos	132
Tabla 31 Cálculo de rango mediana, Gamma 0 para pastillas	132
Tabla 32 Calculo de los parámetros F y R para pastillas	133
Tabla 33 Calculo del kilometraje óptimo para el cambio de pastillas	136
Tabla 34 Costo de restauración de zapatas de frenos antes que se produzca la falla	137
Tabla 35 Historial de fallas de componentes de seis equipos	
Tabla 36 Kilometraje acumulado por eventos	139
Tabla 37 Cálculo de rango mediana, Gamma 0 para zapatas	139
Tabla 38 Calculo de los parámetros F y R para las zapatas	140
Tabla 39 Calculo de la integral de eventos para las zapatas	143
Tabla 40 Costo de restauración de los componentes del embrague antes que se produzca la falla	144
Tabla 41 Historial de fallas del conjunto embrague, disco y collarín de seis equipos	145
Tabla 42 Kilometraje acumulado por eventos para el embrague	146
Tabla 43 Cálculo de rango mediana, Gamma 0 para el embrague	146
Tabla 44 Calculo de los parámetros F y R para el embrague	147

Tabla 45	Calculo del kilometraje óptimo para el cambio de embrague	150
Tabla 46	Costo de restauración del rodaje centro de cardan antes que se produzca la falla	151
Tabla 47	Historial de fallas del rodaje centro cardan de seis equipos	152
Tabla 48	Kilometraje acumulado por eventos para el rodaje	153
Tabla 49	Cálculo de rango mediana, Gamma 0 para el rodaje	153
Tabla 50	Calculo de los parámetros F y R para el rodaje	154
Tabla 51	Calculo del kilometraje óptimo para el cambio del rodaje centro cardan	157
Tabla 52	Costo de restauración de llantas antes que se produzca la falla	158
Tabla 53	Historial de fallas de las ruedas neumáticas (llanta) de seis equipos, ordenado	159
Tabla 54	Kilometraje acumulado por eventos para las llantas	160
Tabla 55	Cálculo de rango mediana, Gamma 0 para las llantas	160
Tabla 56	Calculo de los parámetros F y R para las llantas	161
Tabla 57	Calculo del kilometraje óptimo para el cambio de llantas	164
Tabla 58	Costo de restauración de la batería antes que se produzca la falla	165
Tabla 59	Historial de fallas de la batería de seis equipos, ordenado	166
Tabla 60	Kilometraje acumulado por eventos para la batería	167

Tabla 61 Cálculo de rango mediana, Gamma 0 para la batería	167
Tabla 62 Calculo de los parámetros F y R para la batería	168
Tabla 63 Calculo del kilometraje óptimo para el cambio de la batería	171
Tabla 64 Vida útil de componentes y partes	172
Tabla 65 Programa de mantenimiento preventivo propuesto	173
Tabla 66 Formato de Backlog	176
Tabla 67 Formato de seguimiento de Backlogs	181
Tabla 68 Formato de check List de inspección diario de equipos	183
Tabla 69 Formato de base de datos, para ingreso de Check List de inspección diario parte 1	184
Tabla 70 Formato de base de datos, para ingreso de Check List de inspección diario parte 2	185
Tabla 71 Formato de Check List de inspección semanal parte 1	187
Tabla 72 Formato de Check List de inspección semanal parte 2	188
Tabla 73 Formato de base de datos, registro de Check List de inspección semanal parte 1	189
Tabla 74 Formato de base de datos, registro de Check List de inspección semanal parte 2	189
Tabla 75 Mantenimiento preventivo 01 2 500 km	191
Tabla 76 Mantenimiento preventivo 02 5 000 km	192

Tabla 77 Mantenimiento preventivo 01 7 500 km	193
Tabla 78 Mantenimiento preventivo 02 10 000 km	194
Tabla 79 Mantenimiento preventivo 01 12 500 km	195
Tabla 80 Mantenimiento preventivo 03 15 000 km	196
Tabla 81 Mantenimiento preventivo 01 17 500 km	197
Tabla 82 Mantenimiento preventivo 02 20 000 km	198
Tabla 83 Mantenimiento preventivo 01 22 500km	199
Tabla 84 Mantenimiento preventivo 02 25 000 km	200
Tabla 85 Mantenimiento preventivo 01 27 500 km	201
Tabla 86 Mantenimiento preventivo 04 30 000 km	202
Tabla 87 Mantenimiento Preventivo 01 (250 h)	203
Tabla 88 Mantenimiento Preventivo 02 (500 h)	204
Tabla 89 Mantenimiento Preventivo 03 (1 000 h)	205
Tabla 90 Mantenimiento Preventivo 04 (2 000 h)	206
Tabla 91 Procedimiento de Engrase	211
Tabla 92 Programación de mantenimientos preventivos para toda la flota	218

RESUMEN

Debido a la importancia que debe tener el mantenimiento dentro de la estructura de una empresa, el presente trabajo contiene un programa de mantenimiento correctivo y preventivo para una flota de equipos livianos, como son las camionetas y omnibuses, tomando como muestra la flota perteneciente a la empresa Abit SAC, la cual opera en la Unidad Minera de Arasi SAC.

El trabajo define cada una de las actividades a realizar en cada área, así también la frecuencia del mantenimiento y el personal que lo realiza; También, se determina la función del departamento de mantenimiento y del encargado del mismo, así como el personal necesario para llevar a cabo todas las actividades de mantenimiento que la empresa necesite.

Para el análisis de vida útil de componentes, se realizó un diagnóstico previo a la determinación de los principales componentes críticos, los cuales fueron objeto de estudio; se aplicó la ecuación de Weibull para estimar la vida útil de los componentes, en base al historial de intercambio

de componentes que se registró en las Unidades Mineras de Arasi SAC y Anabi SAC durante los tres primeros meses de funcionamiento de los equipos; y para determinar el mejor periodo de intercambio de componentes, se aplicaron modelos matemáticos para la optimización de reemplazo preventivo e inspecciones preventivas, es así que tomamos el costo del reemplazo preventivo como modelo a seguir.

Además, se diseñaron las hojas o fichas de control para llevar un detallado estudio sobre las actividades que se realiza en un determinado equipo, como, por ejemplo: los reportes de trabajo, reportes de backlogs, cartillas de mantenimientos preventivos, check list de inspecciones diarias y semanales; tomando como parte de referencia, los documentos con los cuales laboran otras empresas del grupo Aruntani.

ABSTRACT

Because of the importance that should be maintenance within the structure of a company, this paper contains a program of corrective and preventive maintenance for a fleet of light equipment, such as trucks and buses, taking as example the fleet belonging to the Abit SAC company, which operates in the Mining Unit SAC Arasi.

The work defines each of the activities to be performed in each area, so the frequency of maintenance and personnel conducting; the function of the maintenance department and manager thereof is also determined, as well as the necessary staff to carry out all maintenance activities that the company needs.

For the analysis of component life, prior to the determination of the main diagnosis was critical components, which were studied; weybull equation was applied to estimate the useful life of components, based on the history component exchange recorded in the mining units and Anabi SAC SAC Arasi during the first three months of operation of the equipment; and to determine the best period exchange components, mathematical models for

optimizing preventive replacement and preventive inspections were implemented, so we take the cost of preventive replacement as a model.

In addition, leaves or control cards were designed to carry a detailed study of the activities performed on a particular computer, such as: work reports, reports of backlogs, booklets preventive maintenance, check list of daily inspections and weekly; taking as part of reference documents which are working with other companies in the group Aruntani.

INTRODUCCIÓN

La empresa Abit SAC, es una empresa dedicada al transporte de personal y alquiler de equipos livianos para minería, garantizando la rentabilidad de la empresa y contribuyendo al desarrollo económico del país. La empresa utiliza en sus instalaciones máquinas, equipos, herramientas y dispositivos, los cuales requieren, para lograr su objetivo, que estos se mantengan en un estado de funcionamiento confiable procurando que su vida útil sea la máxima posible al mínimo costo, lo cual se logra a través del mantenimiento que actúa como una entidad de servicio a la producción, la manera más fácil de hacer cumplir a los activos es mediante el conocimiento y aplicaciones de herramientas que se relacionan con el mantenimiento.

El área de mantenimiento, decidió llevar a cabo el siguiente trabajo de grado "Mejoramiento de la Gestión de Mantenimiento de la flota de equipo Liviano para la empresa Abit SAC, en la unidad minera de Arasi SAC, mediante el diseño de un plan de mantenimiento adecuado", ajustado a las necesidades de los equipos que operan en mina, estableciendo importancia en los efectos que producen las fallas y sus consecuencias, creando una integridad en el núcleo entre trabajador y sistema con respecto al

mantenimiento de los equipos y que éste, a su vez, actúe sobre los costos de mantenimiento, incremente la confiabilidad operacional y disminuyan las ocurrencia de fallas.

El trabajo está conformado por cinco (5) capítulos y tiene como finalidad diseñar un plan de mantenimiento, acorde a las condiciones en donde operan los equipos livianos.

Capítulo I. El Problema: Está dedicado a describir brevemente la reseña histórica de la empresa.

Se menciona, de igual manera, el problema que se presenta en el actual sistema de mantenimiento, el objetivo general que se persigue y los objetivos específicos necesarios para lograr el objetivo general.

Capítulo II. Marco Teórico: Se muestran algunos antecedentes de este trabajo, así como bases teóricas consultadas, necesarias para reforzar los conocimientos sobre el área de mantenimiento y la descripción técnica de los equipos.

Capítulo III. Marco Metodológico: Expone la metodología utilizada para la realización del proyecto, abarcando las etapas necesarias para el

desarrollo del mismo, así como el tipo de investigación empleada, la cual comprende investigación aplicada, descriptiva, de campo y documental. Además, se indica la población y muestra objeto del estudio, integrada por los equipos que operan y el personal que labora.

Capítulo IV. Desarrollo del Trabajo: Se presentan paso a paso cada una de las etapas cumplidas para la obtención de los resultados.

Capítulo V. Finalmente, se emitieron las conclusiones y recomendaciones más relevantes, producto del análisis de los resultados obtenidos, también se da a conocer cuál fue el material bibliográfico que facilitó la investigación.

CÁPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes y motivación

Por medio de las investigaciones realizadas en trabajos de grado y publicaciones existentes sobre el estudio del mantenimiento, se respaldaron los conocimientos previos y se tomaron algunas referencias como inicio del estudio realizado, las cuales se muestran a continuación.

Carlos, S. (2007), realizó un trabajo de investigación titulado “Diseño de un Sistema de Mantenimiento para Equipos Móviles de transporte de carga terrestre”, el cual consistió en evaluar una serie de criterios y parámetros para el diseño de programas de mantenimiento preventivo y correctivo, acordes a las condiciones operativas y al entorno al cual están expuestos los equipos.

Mairym, P. (2009), realizó un trabajo de investigación titulado “Optimización de la Flota de Camionetas tipo Pick – UP asignadas a las

áreas administrativas de CVG ferrominera Orinoco, C.A.”, en el cual se presenta un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, para minimizar las fallas y conservar los componentes de los equipos, con el fin de implantar un plan de mejora en la producción y en la rentabilidad de la empresa. Adicionalmente, se tomó en cuenta la falta de un programa de intercambio de componentes críticos claramente establecidos, y sobre todo que se adecue a las necesidades del lugar de trabajo de cada equipo liviano.

1.2. El problema de la investigación

Abit SAC es una empresa de capital 100 % peruano, dedicada al servicio de transporte de personal, así como al alquiler de equipos livianos para minería. Su creación data en el año del 2006, con fines principalmente para la adquisición de tierras para minería y otras canteras, pero es en el año del 2012 cuando se consolida como empresa dedicada al transporte, a raíz de una decisión del directorio del grupo ARUNTANI, presidido por el Ing. Guido del Castillo, quien conjuntamente con los superintendentes de mantenimiento de la corporación y el Gerente General de la empresa MURWAY SAC (dedicada al alquiler de equipos livianos y pesados para minería), dividen la misma y le transfieren a Abit SAC, en calidad de alquiler

y/o venta, todos los equipos livianos exclusivos para el transporte de personal, entre ellos camionetas y omnibuses.

Abit SAC, teniendo al mando como gerente general Ing. Carlos Martínez Torres, es la empresa responsable del transporte del personal dentro y fuera de la unidad minera Arasi SAC; a su vez les brinda el mismo servicio a las unidades mineras de UM ARUNTANI SAC, U.M. APUMAYO SAC, U.M. ANABI SAC, U.M. MINERA DEL NORTE SAC; entre otros proyectos de exploración y/o a otras empresas como a Ajani SAC, Andy Ex SAC, la Ong. CEDEC Alto andino, etc. Actualmente, en la unidad minera de Arasi SAC, se cuenta con 5 omnibuses y 29 camionetas, de un total de 9 omnibuses Volvo, y 190 camionetas Toyota Hilux.

Esta empresa se encarga de administrar y/o gerenciar el mantenimiento de toda su flota, en las diferentes unidades mineras. El área de mantenimiento en Abit SAC, se creó en abril del año 2012, con el fin de brindar un mejor servicio, en cada unidad minera. El mantenimiento de la flota de equipos livianos en Abit SAC, debería de ser de vital importancia, ya que de ahí dependen las ventas de la empresa, así como el futuro de sus equipos; la estructura debe ser la más adecuada y, por ende, la más óptima, permitiendo disminuir las paradas de equipos y mejorar la disponibilidad de los mismos, desencadenando todo esto en el fin principal

de toda empresa: generar mejores ganancias, ser la más rentable y sin perjudicar el servicio que se brinda al cliente.

1.3. Formulación del problema

Si el área de mantenimiento no está correctamente organizada y no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo claramente establecidos para la flota de sus equipos livianos en la UM Arasi SAC., la mantenibilidad de los equipos y el área de mantenimiento, termina siendo NO RENTABLE, generando gastos por paradas inesperadas de equipos, tiempo de reparación prolongada, etc. perjudicando al usuario final y sobre todo la imagen de la empresa.

De acuerdo con todo lo expresado, nos formulamos las siguientes interrogantes:

1.3.1. Interrogante general

¿Cuál es el resultado de implementar un nuevo plan de mantenimiento en la empresa Abit SAC dentro de las operaciones de la UM Arasi?

1.3.2. Interrogantes específicas

- a) ¿Cuáles el estado actual de la flota de equipos livianos de Abit SAC en la UM Arasi?
- b) ¿Cuál es la situación actual del plan de mantenimiento de Abit SAC en la UM Arasi?
- c) ¿Cómo diseñar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo?
- d) ¿Cómo generar indicadores de gestión para el plan de mantenimiento?

1.3.3. Justificación e importancia del problema

1.3.3.1. Desde un punto de vista técnico-científico

El estado de algunos equipos de la empresa en mención, actualmente no es el más adecuado, ya que la planificación del Mantenimiento debe de estar enfocado en una mejora continua y previniendo fallas, mediante una organización que esté documentada, la misma que ayude al trabajo en equipo, y con una preparación constante para actuar sin dejar caer la producción; es así que el plan de mantenimiento, por lo tanto, debe de estar organizado y bien distribuido, para poder asegurar que todas las tareas de mantenimiento se hagan correcta y eficientemente. En forma general, se

debe garantizar la producción, y mantener a los equipos operables, incrementando ponderablemente su vida útil y la disminución del intercambio de componentes.

1.3.3.2. Desde un punto de vista económico

La planificación correcta del mantenimiento dentro de la empresa, incrementa notablemente la productividad, reduciendo paradas por fallos inesperados, por lo tanto, todo equipo debería de estar sujeto a una constante inspección, dando así alta confiabilidad a la empresa, desencadenando en un proceso en el que interactúan máquina y hombre para generar ganancias; las inspecciones periódicas, ayudarían a tomar decisiones basadas en parámetros técnicos.

El desempeño de una empresa, está ligada a la calidad de mantenimiento que se provea a cada uno de los equipos, es de suma importancia tener una visión a futuro, planificar y programar para cubrir toda el área en el tiempo establecido, sea a mediano o largo plazo para reducir costos de repuestos, materiales y tener un mejor desempeño.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Elaborar un plan de mantenimiento para la empresa Abit SAC en la UM Arasi.

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Diagnosticar la situación actual de la flota de equipos livianos de la empresa Abit SAC en la UM Arasi, para identificar los problemas en las unidades vehiculares.
- b) Evaluar la gestión de mantenimiento actual del área de mantenimiento de la empresa Abit SAC para la detección sus necesidades.
- c) Diseñar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo de acuerdo al tipo de trabajo y zona de operación para implementarlo en la flota de equipos livianos de Abit SAC en la UM Arasi.
- d) Generar Indicadores de gestión para el monitoreo del plan de mantenimiento diseñado.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La implementación de un nuevo plan de mantenimiento para la flota de equipos livianos de la empresa Abit SAC, dentro de las operaciones de la UM Arasi SAC, permitirá mejorar la Gestión del Mantenimiento.

1.5.2. Hipótesis específicas

- a) El diagnóstico de la situación actual de la flota de equipos livianos de la empresa Abit SAC en la UM Arasi, permitirá identificar sus problemas.
- b) Una evaluación al área de mantenimiento de la empresa Abit SAC, permitirá conocer su situación actual.
- c) El diseño de un plan de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo depende del tipo de trabajo y a la zona de operación de los equipos livianos.
- d) La gestión del mantenimiento; en la empresa Abit SAC, se puede medir mediante indicadores de gestión.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ¿Qué es el mantenimiento?

“El mantenimiento es un conjunto de acciones que llevan a conseguir prolongar el funcionamiento continuo de los equipos, reducir los costes en la producción, alargar la vida útil de los equipos, evitar pérdidas por los paros inesperados de los equipos, producción con mayor calidad”

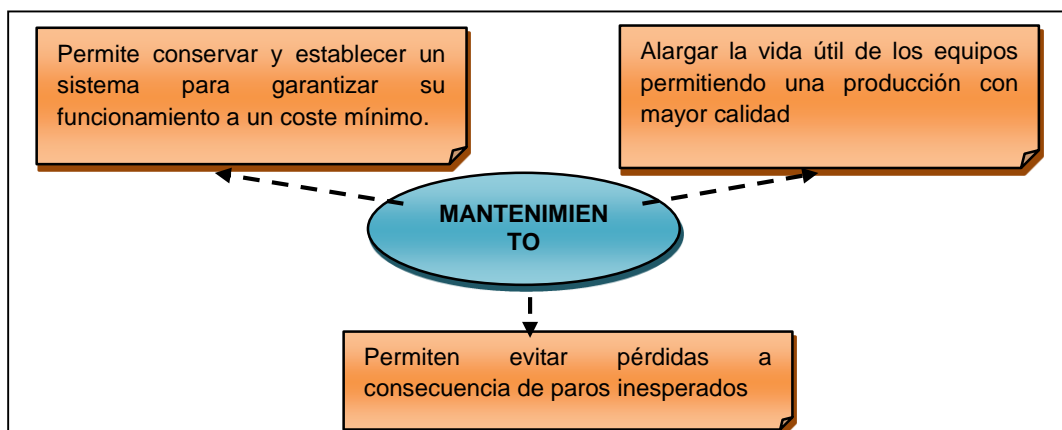


Figura 1. Concepto de mantenimiento.

Fuente: Pastor Tejedo, A.C. Gestión integral de mantenimiento

Según el BS 3811, “Combinación de todas las acciones técnicas y administrativas asociadas, tendientes a conservar un ítem o restablecerlo a un estado tal que pueda realizarla función requerida”; Nota: la función requerida puede ser definida como una condición dada.

Según el MIL - STD - 721 C, “Todas las acciones necesarias para conservar un ítem en un estado especificado o restablecerlo a él”

Según la organización europea de mantenimiento, “Función empresarial a la que se encomienda el control constante de las instalaciones, así como el conjunto de los trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de las instalaciones productivas, servicios e instrumentación de los establecimientos”

Según el diccionario (2001) de la real academia española de la lengua, se define semánticamente mantenimiento como:

- a) Efecto de mantener o mantenerse.
- b) Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.

Según la norma francesa AFNOR 60.010, mantenimiento se define como: “El conjunto de acciones que permiten mantener o restablecer un bien a un estado especificado o en capacidad de asegurar un servicio determinado”.

Wireman lo define como toda acción o actividad necesaria para mantener un sistema o componentes del equipo en el estado operacional deseado o restaurarlo a dicho estado.

2.2. Objetivos del mantenimiento

“El mantenimiento tiene como objetivo principal garantizar la producción necesaria, en el momento oportuno y con el mínimo coste integral.”

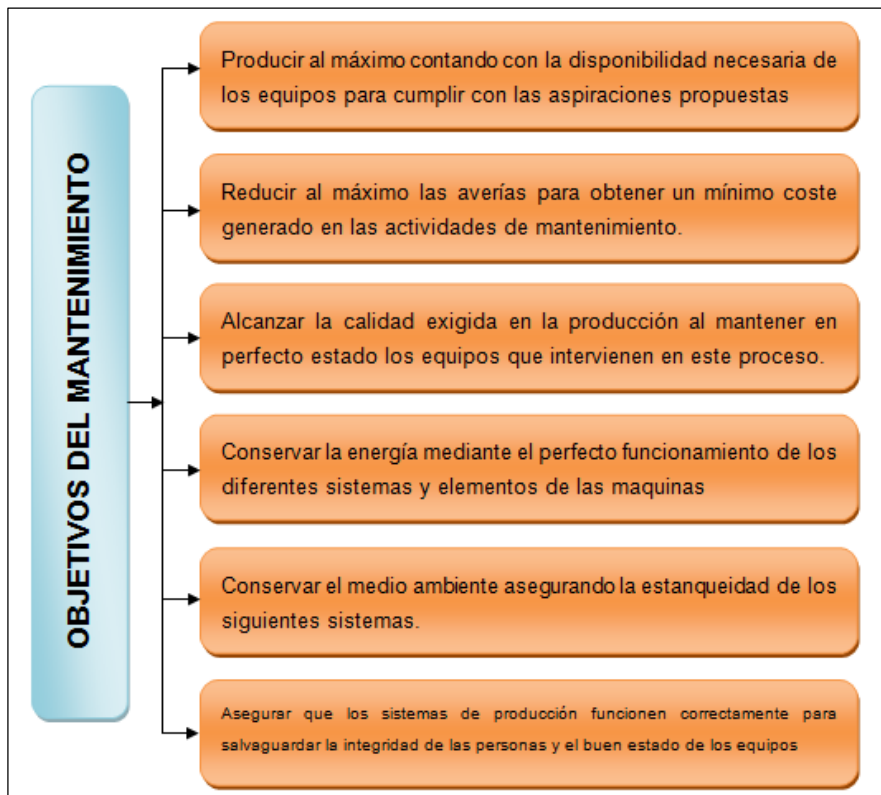


Figura 2. Objetivos del mantenimiento

Fuente: Gestión integral de mantenimiento, Pastor Tejedo, A.C.

2.3. Finalidad del mantenimiento

La finalidad del mantenimiento es mantener operable el equipo e instalación y restablecer el equipo a las condiciones de funcionamiento predeterminado, con eficiencia y eficacia para obtener la máxima productividad, “El mantenimiento incide, por lo tanto, en la calidad y cantidad de la producción.” En consecuencia, la finalidad del mantenimiento

es brindar la máxima capacidad de producción a la planta, aplicando técnicas que brinden un control eficiente del equipo e instalaciones.

2.4. Tipos de mantenimiento

Según la Norma ISO 14224; y la Guía de Evaluación para Certificación de CMRP del IPEMAN, año 2010, se consideran los siguientes tipos:

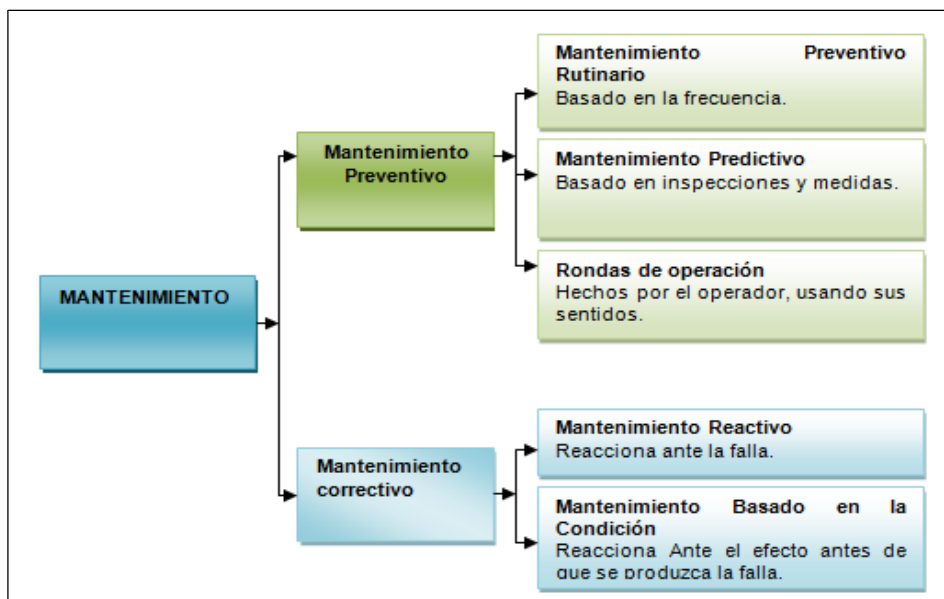


Figura 3. Tipos de mantenimiento.

Fuente: Gestión integral de mantenimiento, Pastor Tejedo, A.C.

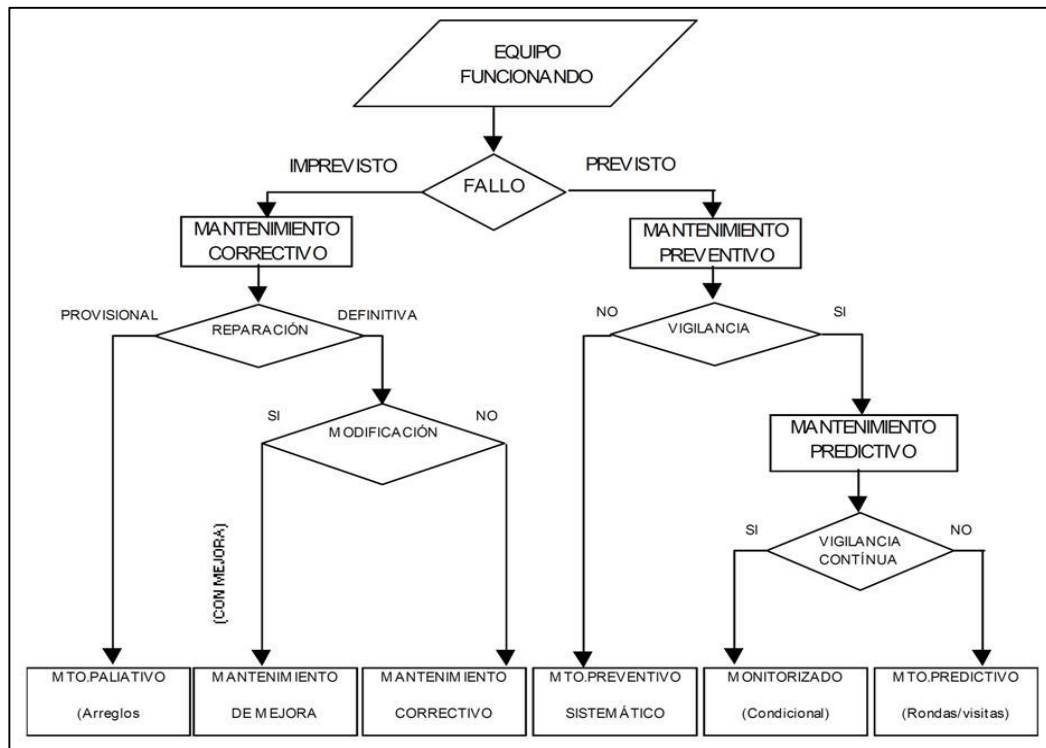


Figura 4. Tipos de mantenimiento, según la falla.

Fuente: Gestión integral de mantenimiento, Pastor Tejedo, A.C.

2.4.1. Mantenimiento correctivo

“Es el conjunto de actividades realizadas tras el fallo de un bien o el deterioro de su función, para permitirle con una función requerida, al menos de manera provisional.” Comprende el mantenimiento que se lleva con el fin de corregir los defectos que se han presentado en el equipo. Se clasifica en:

- a) **No planificado:** Es el mantenimiento de emergencia. Debe efectuarse con urgencia, ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).
- b) **Planificado:** Se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo, para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuestos y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.



Figura 5. Mantenimiento correctivo.

Fuente: Pastor Tejedo, A.C. Gestión integral de mantenimiento

2.4.2. Mantenimiento preventivo

Es el mantenimiento que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas y mantener, en un nivel determinado a los equipos. Se conoce como mantenimiento preventivo directo o periódico, por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo; se basa en la confiabilidad de los equipos. Los tipos de mantenimiento analizados son los principales; en la aplicación de estos mantenimientos a los equipos apreciamos que se requiere de una mezcla de ellos, es por esto que hablaremos en los párrafos siguientes de los modelos de mantenimiento que son aplicables a cada uno de los equipos, En este tipo de mantenimiento se incluyen dos actividades: inspecciones visuales y lubricación.

2.4.3. Mantenimiento predictivo

Está basado en la inspección para determinar el estado y operatividad de los equipos, mediante el conocimiento de valores de variables que ayudan a descubrir el estado de operatividad; esto se realiza en intervalos regulares, para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas. Para este mantenimiento, es necesario identificar las variables físicas (temperatura, presión, vibración, etc.) cuyas variaciones están apareciendo y pueden causar daño al equipo. Es el mantenimiento más técnico y

avanzado que requiere de conocimientos analíticos y técnicos, y necesita de equipos sofisticados.

2.5. Ventajas, inconvenientes y aplicación de cada tipo de mantenimiento.

2.5.1. Mantenimiento preventivo

a) Ventajas

- Importante reducción de paradas imprevistas en equipos.
- Solo es adecuado cuando, por la naturaleza del equipo, existe una cierta relación entre probabilidad de fallos y duración de vida.

b) Inconvenientes

- No se aprovecha la vida útil completa del equipo.
- Aumenta el gasto y disminuye la disponibilidad, si no se elige convenientemente la frecuencia de las acciones preventivas.

c) Aplicaciones

- Equipos de naturaleza mecánica o electromecánica sometidos a desgaste seguro

- Equipos cuya relación fallo-duración de vida es bien conocida.

2.5.2. Mantenimiento correctivo

a) Ventajas

- No se requiere una gran infraestructura técnica, ni elevada capacidad de análisis.
- Máximo aprovechamiento de la vida útil de los equipos.

b) Inconvenientes

- Las averías se presentan de forma imprevista, lo que origina trastornos a la producción.
- Riesgo de fallos de elementos difíciles de adquirir, lo que implica la necesidad de un “stock” de repuestos importante.
- Baja calidad del mantenimiento como consecuencia del poco tiempo disponible para reparar.

c) Aplicaciones

- Cuando el coste total de las paradas ocasionadas sea menor que el coste total de las acciones preventivas.

- Esto sólo se da en sistemas secundarios cuya avería no afectan de forma importante a la producción.
- Estadísticamente resulta ser el aplicado en mayor proporción en la mayoría de las industrias.

2.5.3. Mantenimiento predictivo

a) Ventajas

- Determinación óptima del tiempo para realizar el mantenimiento preventivo.
- Ejecución sin interrumpir el funcionamiento normal de equipos e instalaciones.
- Mejora el conocimiento y el control del estado de los equipos.

b) Inconvenientes

- Requiere personal mejor formado e instrumentación de análisis costosa.
- No es viable una monitorización de todos los parámetros funcionales significativos, por lo que pueden presentarse averías no detectadas por el programa de vigilancia.

- Se pueden presentar averías en el intervalo de tiempo comprendido entre dos medidas consecutivas.

c) Aplicaciones

- Maquinaria rotativa
- Motores eléctricos
- Equipos estáticos
- Aparatación eléctrica
- Instrumentación

2.6. Administración del mantenimiento

Un argumento primordial, hoy en día, es saber por qué es necesario administrar el mantenimiento. El área de mantenimiento se considera para la industria un área no productiva, ya que de esta área no se obtiene ningún bien tangible, o algo que reditúe a la empresa en capital directo. Actualmente, una preocupación existente va dirigida hacia la optimización de sus activos, el aseguramiento de la calidad, productividad del equipo y maquinaria. De esta manera, es cómo las compañías están centrando su atención en encontrar una técnica adecuada para administrar el mantenimiento. Los dos factores más importantes que contribuyen a la

mala administración del mantenimiento, según Terry Wireman (1998), son la falta de medición adecuada y la falta de sistemas de control para el mantenimiento.

Según Wireman (1998), la administración de mantenimiento es “la administración de todos los activos que posee una compañía, basada en la maximización del rendimiento sobre inversión en activos”. Existen una serie de problemas que se deben enfrentar, todo en base a ciertos factores y tendencias que presenta actualmente la industria de proceso y manufactura. Según Shirose (1992), Wireman (1991), Pritchard (1990) y Tuttle (1983), todos estos factores afectan directamente la manera de administrar los recursos físicos, así como la administración general de la empresa, todo enfocado a permanecer en el lugar donde se ha querido estar o para mejorar esta posición. Estos factores son:

- Competencia a nivel mundial
- Altos estándares de calidad
- Requisitos de certificación de sistema de calidad por parte de terceros
- Conceptos de “Justo a Tiempo”
- Incremento en la capacidad y productividad de equipos y maquinaria

- Reducción de tiempos de ciclo de fabricación
- Reducción de costos de fabricación (producción y mantenimiento)
- Seguridad personal e industrial
- Integración total de los trabajadores
- Cultura de limpieza y disciplina
- Relación entre Administración y Sindicato
- Programas de asimilación de tecnología

Sin importar el tipo de industria manufacturera y la estructura de flujo de proceso que siga, el mantenimiento juega un papel sumamente importante dentro del buen funcionamiento de las empresas, porque si se administra correctamente, se pueden obtener mejoras en eficiencias de máquinas y equipo, mayor productividad en la línea de producción y disminución de gastos por mantenimiento correctivo.

2.7. Gestión del mantenimiento

El objetivo principal de la gestión del mantenimiento es administrar efectivamente los costos de operación de cada equipo, optimizando los

procesos, sin afectar la disponibilidad mecánica, utilizando parámetros para el correcto funcionamiento de las operaciones y/o procesos.

2.7.1. Sistemas de programación y planeamiento del mantenimiento

El objetivo principal del planeamiento y la programación del mantenimiento, es desarrollar las labores de mantenimiento con una atención oportuna, optimizar los costos de mano de obra, materiales y repuestos. Así como elevar y mantener la disponibilidad de los equipos, disminuyendo o evitando las paradas imprevistas.

2.7.2. Funciones de la gerencia de mantenimiento

a) Prevención de consecuencias de las fallas

”Mantener al equipo en excelentes condiciones operativas por periodos de tiempo extensos e ininterrumpidos” maximizar UTILIZACIÓN y MTBS.

b) Acción correctiva inmediata

Mantener un grupo de personas, facilidades, herramientas, técnicas, comunicaciones y sistemas con el objetivo de retornar rápidamente al

equipo a producción después de una paralización programada o no programada”: MINIMIZAR Paralizaciones /Optimizar MTTR.

c) Uso eficiente de recursos

Administrar activos y gastos para lograr objetivo de producción con un EQUILIBRIO entre confiabilidad y costo

d) Optimizar la vida económica de los activos

Planificar y optimizar la vida del equipo en un proceso de mejora continua”: APLICAR el RCM

2.8. Indicadores de mantenimiento; indicadores de gestión KPI'S (key performance indicators)

La definición más usual de un indicador es: un hecho cuantificado que mide la eficacia y/o la eficiencia de todo o parte de un proceso o de un sistema (real o simulado), con referencia a una norma, un plan o a un objetivo, determinado o aceptado en un cuadro estratégico de la empresa.

Los KPI son importantes para la organización porque son altamente efectivos para exponer, cuantificar y visualizar deficiencias. Además, son efectivos motivadores.

La esencia de la manufactura “lean” es eliminar todo el desperdicio, eliminar todas las actividades que no agregan valor para su cliente.

Los KPI efectivos cuantifican ineficiencias, proveen un sistema de alerta temprana para procesos operando fuera de la norma y ofrecen importantes indicaciones dónde los esfuerzos de mejoramiento deben enfocarse.

Tabla 1
Indicadores de gestión, según su utilidad.

Desearía	Indicadores Clave de Desempeño
Reducir las detenciones	Total de detenciones
	Eventos de las detenciones
	Tiempo de recambio
	Disponibilidad OEE
Optimizar los ciclos de tiempo	Tiempo promedio del ciclo
	Ciclos lentos
	Pequeñas detenciones
	Rendimiento OEE
Mejorar la calidad	Rendimiento del primer paso
	Inicio de los rechazos
	Rechazos en la producción
	Cantidad OEE
Cumplir la demanda del cliente	Tiempo de proceso
	Eficiencia del proceso
	Variación de las piezas
	Estimación del tiempo para completar
Mejorar la productividad	Tasa de producción
	Piezas por hora de trabajo
	Efectividad productiva del equipo
	Efectividad total del equipo OEE

Fuente: Tecsup.

2.8.1. Disponibilidad (Availability)

La disponibilidad es una función que permite estimar, en forma global, el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado. A través del estudio de los factores que influyen sobre la disponibilidad, es posible para

la gerencia, evaluar distintas alternativas de acción para lograr los aumentos necesarios de disponibilidad.

También se le conoce como disponibilidad operativa (Ao)

$$A = \frac{HL - PP - PR}{HL} \quad [1]$$

HL = Horas laborables de la empresa, donde se excluye domingos y feriados.

PP = Paradas programadas para mantenimiento proactivo, también se incluyen las reparaciones programadas u overhauls

PR = Paradas por mantenimiento reactivo (no programadas)

La disponibilidad es un indicador muy popular, siendo sus principales interpretaciones:

- Es el porcentaje de tiempo de buen funcionamiento del sistema, calculado sobre la base de un periodo largo.
- Es la probabilidad para que en un instante cualquiera, el sistema (reparable) esté en funcionamiento.

Se considera que la disponibilidad debe ser mayor que 90 %.

Para evaluar una sección con "n" equipos, podemos emplear la siguiente fórmula:

$$A_{Sección} = \frac{n \times HL - \sum_{i=1}^n PP - \sum_{i=1}^n PR}{n \times HL} \quad [2]$$

También se puede definir una disponibilidad que depende solo del diseño del equipo, a la que llamaremos

Disponibilidad Inherente, de la siguiente manera:

$$A_I = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad [3]$$

2.8.2. Porcentaje de horas paradas por emergencia (PMC)

$$PCM = \frac{\text{Horas de parada por MR}}{\text{Horas de Funcionamiento}} \quad [4]$$

2.8.3. Intensidad del mantenimiento proactivo (IMP)

$$IMP = \frac{N^{\circ} \text{ Ordenes de MP}}{N^{\circ} \text{ Ordenes totales}} \quad [5]$$

$$IMP = \frac{H - H \text{ de Intercención de MP}}{H - H \text{ disponibles}} \quad [6]$$

$$IMP = \frac{\text{Costos de MP}}{\text{Costo Total de Mantenimiento}} \quad [7]$$

$$IMP = \frac{N^{\circ} \text{ de equipos parados por MP}}{N^{\circ} \text{ Total de equipos parados por Mantenimiento}} \quad [8]$$

2.8.4. MTTR, Tiempo medio para reparar, (Mean Time To Repair):

Es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Este indicador, mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un período de tiempo determinado. El Tiempo Promedio para Reparar, es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad, es decir, a la ejecución del mantenimiento. La mantenibilidad, definida como la probabilidad de volver el equipo a condiciones operativas en un cierto tiempo utilizando procedimientos prescritos, es una función del diseño del equipo (factores tales como accesibilidad, modularidad, estandarización y facilidades de diagnóstico, facilitan enormemente el mantenimiento). Para un diseño dado, si las reparaciones se realizan con personal calificado y con herramientas, documentación y procedimientos prescritos, el tiempo de reparación depende de la naturaleza del fallo y de las mencionadas características de diseño.

$$MTTR = \frac{\textit{Tiempo total de reparaciones correctivas}}{\textit{N}^\circ \textit{ de reparaciones correctivas}} \quad [9]$$

2.8.5. MTBF (MTBS), Tiempo medio entre fallas (Mean Time Between Failure)

Corresponde al tiempo promedio entre dos fallas imprevistas consecutivas, considerando el total del tiempo operado y el número de fallas imprevistas ocurridas. El MTBF permite hacerse una idea de la frecuencia de las caídas, lo que está íntimamente relacionado con la confiabilidad del equipo.

$$MTBF = \frac{\textit{N}^\circ \textit{ de horas de operación}}{\textit{N}^\circ \textit{ de paradas correctivas}} \quad [10]$$

Empleado en sistemas en los que el tiempo de reparación es significativo, con respecto al tiempo de operación (sistemas reparables). Para evaluar una sección de "N" equipos, se puede expandir la fórmula anterior a:

$$MTBF \textit{ de Sección A} = \frac{\sum_{i=1}^n (\textit{horas de operación})}{\sum_{i=1}^n (\textit{N}^\circ \textit{ de paradas correctivas})} \quad [11]$$

2.8.6. Confiabilidad

Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado. El estudio de confiabilidad, es el estudio de fallos de un equipo o componente. Si se tiene un equipo sin fallo, se dice que el equipo es ciento por ciento confiable o que tiene una probabilidad de supervivencia igual a uno. Al realizar un análisis de confiabilidad, a un equipo o sistema, obtenemos información valiosa acerca de la condición del mismo: probabilidad de fallo, tiempo promedio para fallo, etapa de la vida en que se encuentra el equipo.

2.8.7. Carga pendiente (BACKLOG)

La carga pendiente o BACKLOG, se define como el tiempo que el equipo de mantenimiento debe trabajar para acabar todas las órdenes de trabajo pendientes, asumiendo que no lleguen nuevas órdenes.

Notas: Backlog = 0 significa que tenemos mucha gente en mantenimiento. El valor absoluto del Backlog no es muy preciso por la estimación de los trabajos. Es importante analizar las tendencias. Si la tendencia es creciente, se puede pensar que falta gente en mantenimiento. Si la tendencia es estable, estamos con la cantidad de gente adecuada, y

si la tendencia es decreciente podemos evaluar que existe un exceso de personal, o que algunas máquinas han sido retiradas o cambiadas por alguna más moderna o que se está llegando a la zona de desgaste de las máquinas.

2.8.8. Parámetros para el control del área de mantenimiento

Aquellos indicadores que nos permiten medir diversos aspectos del desarrollo del área de mantenimiento, se denominan parámetros o índices de control. Estos parámetros son:

2.8.9. Utilización

La utilización también llamada factor de servicio, mide el tiempo efectivo de operación de un activo durante un período determinado. Es el porcentaje de horas disponibles en que los equipos se encontraban operando. La utilización mide el grado de uso del equipo, lo que define en gran medida las estimaciones de HH, repuestos, componentes, etc. La utilización mide el porcentaje de tiempo trabajado por el departamento, grupo o persona.

$$UTILIZACIÓN = \frac{TIEMPO NETO TRABAJADO}{TOTAL DE HORAS UTILIZADAS} \quad [12]$$

2.8.10. Rendimiento

El rendimiento es la medida de cuán bien el departamento, grupo o persona se está desempeñando (al trabajar), en comparación con el estándar de trabajo.

$$RENDIMINETO = \frac{TIEMPO ESTIMADO DE TRABAJO}{TIEMPO NETO TRABAJADO *} \quad [13]$$

Con exclusión de los retrasos.

2.8.11. La productividad o efectividad

La productividad es la medida de cuán bien el departamento, grupo o persona se está desempeñando en total (al trabajar o no), en comparación con el estándar de trabajo.

$$PRODUCTIVIDAD = \frac{TIEMPO ESTIMADO DE TRABAJO}{TOTAL DE HORAS UTILIZADAS} \quad [14]$$

También se puede calcular la productividad o efectividad como:

Productividad = Rendimiento x Utilización

Para la toma de datos es necesario contar con un formato que permita obtener rápidamente la información mencionada en los ejemplos anteriores. Otros indicadores importantes por área y en total son:

- Trabajos pendientes.
- Distribución de horas:
- Por clase de trabajo.
- Por prioridad.
- Improductivas (por motivo de retraso).
- Cobertura planificada.
- Horas extraordinarias.

2.8.12. Historial de reparaciones

El historial de las reparaciones de la flota, se convierte en una herramienta imprescindible al proporcionar datos de suma importancia, como las variaciones de precio del mismo tipo de reparación. También resulta muy útil para controlar los propios talleres y las facturas de los proveedores o para detectar las debilidades técnicas de un vehículo.

2.9. Estructura de costos de operación en la flota de equipo liviano

Es común que se considere que el mantenimiento es el costo principal de la flota, lo cual, en la mayoría de los casos, es falso. Es claro que es conveniente y fundamental para nuestras empresas que se tenga como uno de los objetivos principales la reducción de costos, entre ellos el de mantenimiento, sin embargo, es importante conocer primero cuál es el costo principal de nuestra flota y tomar las principales acciones sobre este.

Los propietarios de flota están continuamente buscando filtros “más baratos”, ampliar los intervalos entre cambios de lubricantes y tomando medidas similares para reducirlos costos de mantenimiento, olvidando que, en la mayoría de los casos, el mayor de los costos es el del combustible y un mantenimiento deficiente hará que el consumo se incremente.

Tabla 2

Cuadro de costos, posesión de vehículos.

COSTOS EN LOS VEHÍCULOS DE FLOTA	
Costos de posesión	Costos de operación
Depreciación	Combustible
Intereses	Mantenimiento
Seguros	Reserva para reparaciones
Impuestos	Elementos de desgaste
	Salario del operador

Fuente: Tecsup.

2.9.1. Costo de posesión

Es el costo incurrido por la propiedad del equipo y está presente en todo momento, trabaje o no el vehículo.

Total uso estimado en horas (puede ser también en km.)

$$\mathbf{TUEH = N \times UEAH} \quad [15]$$

TUEH: Total uso estimado en horas. (Hrs).

N: Periodo estimado de propiedad en años o periodo de posesión en años (años).

UEAH: Uso estimado anual en horas (Hrs. /año).

2.9.2. Precio de entrega (PE)

El precio de entrega es el valor de la máquina nueva puesta en Perú.

El precio de entrega incluye:

- a) El precio cotizado de la máquina.
- b) IGV.
- c) Transporte.
- d) Cargos que permita colocar la máquina en el lugar de trabajo.

2.9.3. Valor residual (VR)

El valor residual es el valor de reventa o traspaso al final del periodo de posesión, lo determina la experiencia del propietario y el mercado.

Factores que le afectan:

- a) Horas o kilómetros acumulados.
- b) Tipo de trabajo.
- c) Operación.
- d) Mantenimiento.
- e) Condiciones físicas de la máquina

2.9.4. Costo de reposición (CR):

$$CR = PE - PN - VR \quad [16]$$

CR: Costo de reposición (\$).

PE: Precio de entrega de los vehículos (\$).

PN: Precio de los neumáticos (\$).

VR: Valor residual (\$).

2.9.5. Depreciación:

Se puede calcular por el método de la línea recta con valor de rescate o residual (VR).

De esta manera tenemos que:

PE: Precio de entrega

PN: Precio de los neumáticos

VR: Valor residual

TUEH: Total uso estimado en horas

$$Depreciación = \frac{PE - PN - VR}{TUEH} \quad [17]$$

2.9.6. Interés, impuesto, seguro (K):

- a) Intereses: Es buena práctica considerar la tasa activa, promedio ponderado de las operaciones de 5 bancos comerciales con mayor volumen de depósitos según reportes del BCR.

- b) Seguros: Es la tasa anual a pagar para proteger al propietario de la pérdida física de la flota.
- c) Impuestos: tasa anual de impuestos exigidos por el gobierno; usualmente es el impuesto a los activos empresariales.

PE: Precio de entrega

FI: Factor de inversión

IIS: Tasa de interés, seguro e impuesto

UEAH: Uso estimado anual en horas.

$$K = \frac{PE \times FI \times IIS}{UEA} \quad [18]$$

2.9.7. Factor de inversión

FI: Factor de inversión

N: Periodo estimado de propiedad en años o periodo de depreciación

VR: Valor residual

PE: Precio de entrega

$$FI = 1 - \frac{(N - 1)(1 - r)}{2N} \quad r = \frac{VR}{PE} \quad [19]$$

2.9.8. Costo del capital

Es el valor que sirve de comparación para saber cuánto ganaríamos si, en vez de invertir en una flota vehicular, ponemos el dinero en un banco.

Impuestos: (Impuesto a los activos IIS= 1 %)

De la formula general de interés simple, el valor final es:

$$S = PE \times (1 + IIS)^N \quad [20]$$

2.9.9. Costos de operación

Se generan directamente por el trabajo del equipo y se incurre sólo al trabajar la máquina.

2.9.10. Costo de combustible

Constituye una de las variables de mayor peso en la estructura de costos de operación y es muy sensible en la medida en que se convierte en un gasto inmediato para el propietario en cada operación que realiza. Es el costo horario o por kilómetro del combustible empleado para que el vehículo se mantenga en operación. La mejor manera de obtener el valor de este costo es de manera experimental, es decir midiendo frecuentemente la inversión en combustible por cada vehículo. Cuando se empieza una actividad y no se cuentan con datos reales pasados, es

posible encontrar tablas de consumo dadas por el fabricante o por alguna institución estatal para los vehículos de nuestra flota, pero es importante comprender que la aplicación, el mantenimiento y la operación afectarán directamente el costo de combustible.

2.9.11. Costo de mantenimiento

Es el costo horario o por kilómetro de las actividades de mantenimiento. Su valor dependerá del nivel de mantenimiento que se haya definido previamente, pero el mantenimiento afecta a los demás costos. Un alto nivel de mantenimiento dará como resultado una mejor producción de la flota (más ingresos), dará también como resultado un mejor valor de rescate (menores costos de posesión).

Se plantean varias estrategias de mantenimiento, usualmente cinco (5): Mantenimiento predictivo, preventivo, detectivo, correctivo y mejorativo. Pero las estrategias más usuales en la gestión de flotas son:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

Cada uno de estos se descompone en mano de obra, repuestos, lubricantes y materiales. Cuando hablamos de vehículos, frecuentemente

encontramos la excusa que “no funcionan los horómetros o velocímetros.” Es fácil notar que el costo de la reparación o reemplazo de estos instrumentos, es mucho menor que el costo de mantenimiento, y son estos instrumentos los que nos permiten llevar un registro real de los costos.

2.9.12. Salario del operador

Se debe llegar a un cálculo del salario del operador, pero por hora o por kilómetro, y este debe incluir todos los pagos que el empleador realiza (seguro, pensiones, etc.). Es importante mencionar que el operador del equipo, es un factor vital para una mayor productividad y para que los costos sean mínimos. El operador debe estar calificado, no solo en las técnicas de operación, también debe realizar las inspecciones diarias del equipo y estar atento a problemas para informar al supervisor.

2.9.13. Renovación de flota

En los capítulos anteriores hemos observado que, a medida que se usan los vehículos o que transcurre el tiempo, la depreciación constituye uno de los costos de posesión importantes, y por otro lado, el costo de mantenimiento aumenta con el tiempo los costos de operación, es decir los vehículos pierden valor y sus costos se incrementan.

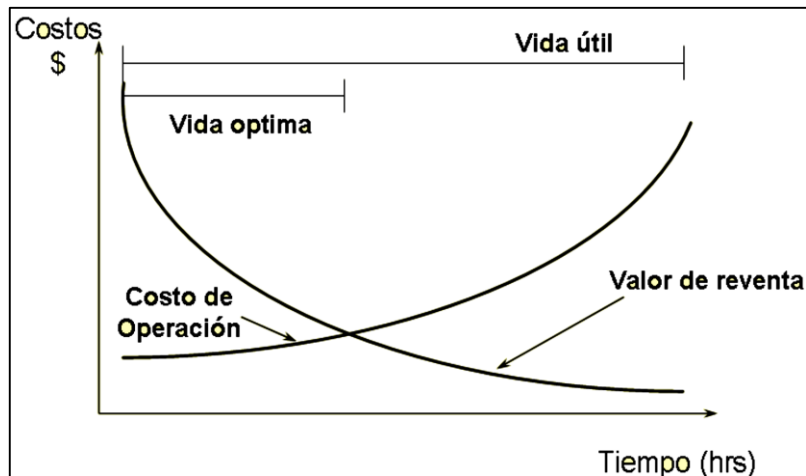


Figura 6. Costos de renovación de flota.

Fuente: Tecsup

El costo total de operación de un vehículo nuevo, siempre es más elevado que el de una unidad antigua, ya que soporta importantes costos fijos por amortización y depreciación. Sin embargo, su consumo de energía es más bajo y la disponibilidad vehicular mucho mayor. Es decir, comprar unidades nuevas, permite programar un mantenimiento adecuado, desde el inicio de su incorporación al parque vehicular; esto asegura una conservación mucho más apropiada a la unidad, a la vez que un control más eficaz de los costos de mantenimiento.

La renovación oportuna de los vehículos brinda un conjunto de beneficios significativos, ya que, además del ahorro en el consumo de combustible, se tienen importantes ventajas tales como los ahorros en el

mantenimiento en los primeros años de operación de la unidad y una mayor disponibilidad del vehículo al reducirse los tiempos de inmovilización en el taller. Al efectuar un análisis en una empresa de transporte, sobre cuál es el factor que considera como más importante, se puede encontrar que, usualmente, el más importante es mantener en operación al vehículo el máximo tiempo posible, a pesar de que los costos de mantenimiento aumenten cada vez más, o que se tenga un sistema bien controlado en la operación de las unidades desde el punto de vista económico.

La falta de conocimientos sobre los costos de operación lleva a las empresas a prolongar indefinidamente la vida de sus flotas, por lo que es necesario dar seguimiento a los costos de operación, ya que estos son básicos para determinar el periodo exacto para dar de baja el vehículo, y seleccionar el más adecuado para las operaciones de la compañía.

Estos factores se vinculan directamente con la **rentabilidad** de una empresa de transporte.

Tabla 3

Beneficios de reposición de flota.

Beneficios por la reposición de un vehículo clase T3-S2				
DATOS BÁSICOS	VEHÍCULO NUEVO	VEHÍCULO DE 5 AÑOS	VEHÍCULO DE 10 AÑOS	VEHÍCULO DE 15 AÑOS
km anual (miles)	120	110	100	85
Consumo (l/100 km)	60	65	66	67
Días inmovilización en taller	39	47	52	55
COSTOS FIJOS (PESOS POR DÍA)				
Depreciación	240	240	0	0
Amortización préstamos	256	279	0	0
Otros	284	300	319	355
COSTOS VARIABLES (\$/KM)				
Combustible	0.46	0.50	0.51	0.51
Mantenimiento	0.19	0.30	0.36	0.44
Otros	0.10	0.11	0.14	0.18
BENEFICIOS (miles \$)	COMBUSTIBLE	MANTENIMIENTO	INMOBILIZACIÓN	TOTAL
NUEVO / 5 años	4.05	10.85	7.00	21.90
NUEVO / 10 años	4.10	14.25	4.20	22.55
NUEVO / 15 años	4.15	15.60	5.15	24.90

Fuente: Valores promedio, gasto de empresas diversas.

Considerando la figura 10, y suponiendo que los vehículos de 5, 10 y 15 años recorren el mismo kilometraje anual que uno nuevo, se puede elaborar la figura 11.

Tabla 4

Comparación de costos entre vehículos nuevos y usados

Comparación de costos entre vehículo nuevo y vehículo usado con el mismo kilometraje anual (120 000 km)

DATOS BÁSICOS	VEHÍCULO NUEVO	VEHÍCULO DE 5 AÑOS	VEHÍCULO DE 10 AÑOS	VEHÍCULO DE 15 AÑOS
km anual (miles)	120	120	120	120
Consumo (l/100 km)	60	65	66	67
Días inmovilización en taller	39	39	39	39
COSTOS FIJOS (PESOS/DÍA)				
Depreciación	240	240	0	0
Amortización préstamos	256	279	0	0
Otros	284	300	319	355
COSTOS VARIABLES (\$/KM)				
Combustible	0.46	0.50	0.51	0.51
Mantenimiento	0.19	0.27	0.30	0.31
Otros	0.10	0.11	0.12	0.13
BENEFICIOS (\$)	COMBUSTIBLE	MANTE-NIMIENTO	INMOBI-LIZACIÓN	TOTAL
NUEVO / 5 años	4.80	10.80	0.00	15.60
NUEVO / 10 años	4.90	11.85	0.00	16.75
NUEVO / 15 años	4.95	12.30	0.00	17.25

Fuente: Valores promedio, gasto de empresas diversas

2.9.14. Métodos de optimización

Permiten determinar uno o varios periodos de renovación vehicular. Pero en ningún momento permiten decidir cómo reponer las unidades, porque no toman en consideración algunos puntos críticos tan importantes como son la disponibilidad financiera de la compañía o su capacidad crediticia, y su política de renovación si es que la empresa la tiene definida.

2.9.14.1. Método del margen de utilidad

También es conocido como el método de la utilidad bruta. Consiste en clasificar los vehículos por orden decreciente de utilidad de operación anual y en descartar los que no cumplan con una norma preestablecida por la empresa, por ejemplo, la utilidad promedio por unidad. En este caso, no existe ninguna edad obligatoria para cambiar los vehículos, pues se puede optar tanto por reponer unidades adquiridas recientemente como antiguas; el único criterio de consideración son los resultados de operación de las unidades, los que determinan cuáles son los que se tienen que sustituir o hasta agotar el presupuesto anual, previsto para la renovación vehicular.

2.9.14.2. Método del costo total

Es el método de evaluación más completo y más preciso que se conozca hasta el momento. El costo anual total de un vehículo, se define como la suma de los costos anuales de posesión, de operación y de inmovilización. En donde el costo anual de inmovilización técnica, es la suma de los costos fijos que sobrelleva la unidad mientras está parada en un taller o esperando flete; y la pérdida comercial que implica no tener al vehículo trabajando. Debido a que siempre existe un costo mínimo más bajo que los otros, este valor mínimo absoluto es un buen indicador para determinar una norma general de reposición, para cada familia de vehículos.

2.9.14.3. Reemplazo por envejecimiento

Considérese la siguiente política de reemplazo: la parte es reemplazada después de que ésta ha estado en operación por un periodo de tiempo T . Note que, con esta política, llamada “reemplazo por envejecimiento”, si la parte falla en un periodo de tiempo t_f , es reemplazada y el siguiente reemplazo no se hace hasta $t_f + T_0$ en el momento que falle, cualquier cosa que suceda primero. Para determinar el costo del reemplazo por envejecimiento, representamos el costo de reemplazo de la unidad sin

falla, durante el mantenimiento preventivo como C_p . El costo de que falle la parte y reemplazarla inmediatamente es C_f , en todas las situaciones $C_f > C_p$, por que la falla en si misma tendrá consecuencias económicas significativas más allá que del costo de solo reemplazo. El costo por la falla del rozamiento desgastador en el alternador de un automóvil, quizás incluya el remolcado del carro, pérdida de tiempo de trabajo, alojamiento temporal, y así sucesivamente. El costo operacional de un componente sobre un periodo de tiempo considerado es entonces:

$$C = N_f C_f + N_m C_c \quad [21]$$

Donde N_f y N_m son, respectivamente, el número esperado de fallas y el número de reemplazos de partes sin fallar en un tiempo t . Para evaluar N_f y N_m , primero se evalúa el número total de reemplazos.

$$N = N_f + N_m \quad [22]$$

Aproximadamente a cómo van ocurriendo. Suponga que el tiempo total de operación es muy largo comparado con el tiempo medio entre reemplazos. Entonces se asume que N es grande. Con esto podemos modificar de:

$$\mu_n = \frac{t}{MTBF} \quad [23]$$

Importante: note que MTBR, tiempo promedio entre reemplazos, no es lo mismo que MTBF (tiempo promedio entre fallas), para las ocurrencias del reemplazo en la falla o en un periodo de tiempo T, cualquiera que ocurra primero.

Para calcular MTBR, se define $R'(t)$ como la probabilidad de que una parte operará por un periodo de tiempo mayor que t sin reemplazos intermedios. Dado que la parte es reemplazada automáticamente en un tiempo T, tenemos

$$R'(T) = \begin{cases} R(t), & t \leq T \\ 0, & t > T \end{cases} \quad [24]$$

Donde $R(t)$ es la confiabilidad de la parte. Con esta definición podemos calcular MTBR sustituyendo en la ecuación de tiempo medio para fallas

$$MTBF = \int_0^{\infty} R(t). dt \quad [25]$$

Obtenemos:

$$MTBR = \int_0^{\infty} R'(t). dt = \int_0^T R(t). dt \quad [26]$$

De aquí que el número de reemplazos, en un tiempo determinado, lo obtendremos de:

$$N = \int_0^T R(t). dt \quad [27]$$

Como solo una fracción de $R(T)$ de las partes sobrevivirán hasta el siguiente mantenimiento preventivo, el número de partes reemplazadas sin fallar será:

$$N_m = R(T) = \frac{t.R(T)}{\int_0^T R(t)dt} \quad [28]$$

Además, dado que la fracción $1 - R(T)$ fallará, el número tenemos:

$$N_f = 1 - R(T) = \frac{t.[1 - R(T)]}{\int_0^T R(t)dt} \quad [29]$$

Con esas dos cantidades determinadas, podemos utilizar la ecuación 1 para expresar el costo total como:

$$N_f = \frac{t \cdot [1 - R(T)]}{\int_0^T R(t) dt} C_f + \frac{t \cdot R(T)}{\int_0^T R(t) dt} C_c \quad [30]$$

Quizás ahora nos enfrentamos con la pregunta de escoger un intervalo de reemplazo T que minimice el costo.

Por cálculos elementales esto es idéntico a encontrar una T que satisfaga la ecuación

$$\frac{d}{dT} C(T) = 0 \quad [31]$$

Si se desarrolla esta operación en ecuación 9 y usamos la definición de tasa de falla $\lambda(t)$, obtenemos, después de algunas simplificaciones algebraicas,

$$R(T) + \lambda(T) \int_0^T R(t) dt - 1 = \frac{C_m}{C_f - C_m} \quad [32]$$

Esta es una ecuación trascendental para muchos modelos de tasa de falla que, si se quiere estimar el óptimo T, se necesita ser resuelta numéricamente. Es necesario el hacer notar que E. E. Lewis (1987) plantea esta sección considerando solamente los ampliamente usados parámetros de la distribución Weibull, esto con el fin de obtener algunos resultados elementales. De la función Weibull obtenemos la ecuación de confiabilidad y ecuación de tasa de falla obtenemos:

$$R(T) = e^{-(t/\theta)^m}; \quad \lambda(t) = \frac{m}{\theta} \left(\frac{t}{\theta}\right)^{m-1} \quad [33]$$

Donde para tasas de fallas crecientes, debemos de tener $m > 1$. Por lo tanto, ecuación 11 llega a ser

$$e^{-(t/\theta)^m} + \frac{m}{\theta} \left(\frac{t}{\theta}\right)^{m-1} \int_0^T e^{-(t/\theta)^m} dt = \frac{C_m}{C_f - C_m} \quad [34]$$

Supóngase que se considera que $C_f \gg C_m$, donde el costo de falla es mucho mayor que el de reemplazo por mantenimiento. Como podemos esperar, frecuentemente, el mantenimiento preventivo puede ser programado y justificado. Esto conduce a la condición de que $T \ll \theta$ esto nos permite expresar la confiabilidad como:

$$R(t) = 1 - \left(\frac{T}{\theta}\right)^m + \dots \quad [35]$$

Al lado izquierdo de la ecuación 35, Obteniéndose así

$$1 - \left(\frac{T}{\theta}\right)^m + \frac{m}{\theta} \left(\frac{t}{\theta}\right)^{m-1} \left[T - \frac{1}{m+1} \left(\frac{T}{\theta}\right)^{m+1} + \dots \right] - 1 \approx \frac{C_m}{C_f} \quad [36]$$

Manteniendo términos en orden de T^m , obtenemos

$$(m-1) \left(\frac{T}{\theta}\right)^m \approx \frac{C_m}{C_f} \quad [37]$$

O tambien:

$$T = \theta \left[\frac{1}{m-1} \cdot \frac{C_m}{C_f} \right]^{1/m} \quad [38]$$

Por lo que la tabla de control de costos se visualiza en la figura 7



Figura 7. Esquema de control de costos.

Fuente: BS GRUPO SAC.

2.10 Vida útil de componentes

La vida de los componentes depende directamente del trabajo realizado (desgaste + fatiga)

Trabajo = Potencia x tiempo → proporcional a los ciclos de carga Por ejemplo, algunos indicadores.

Motor → consumo de combustible

Cigüeñal/ metales → veces que se prende y apaga el motor Turbos → # de cambios de baja potencia a alta potencia y viceversa

Suspensión → número de baches por hora, tamaño de baches.

Dirección → número de curvas

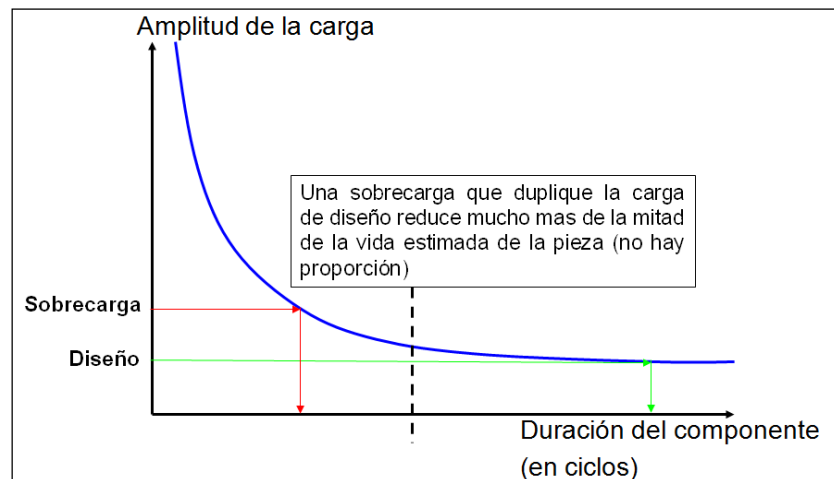


Figura 8. Vida útil de componentes.

Fuente: BS GRUPO SAC

Este índice se refiere a una vida útil media nominal y se puede calcular a través de la MTTF. Para calcularla hay que poner en funcionamiento una partida de equipos y mantenerlos funcionando hasta que el último deje de hacerlo. La vida útil es una consideración esencial al seleccionar un equipo para una aplicación específica; Se tienen las relaciones:

$$hi = \frac{n_i}{n} = f(t) \quad [39]$$

$$H_i = \sum_{j=1}^i h_j = \sum f(t) = F(t) \quad [40]$$

$$H'_i = 1 - \sum_{j=1}^i h_j = 1 - F(t) = R(t) \quad [41]$$

Finalmente, la MTBF

$$MTBF = \sum_1^{\infty} t \cdot f(t) \quad [42]$$

MTBF: Cuando se trata de unidades reparables

MTTF: Cuando se trata de unidades no reparables

2.10.1 Características de la fiabilidad e in fiabilidad

F (t_i): es la probabilidad de que el dispositivo esté averiado en el instante t_i

R (t_i): es la probabilidad de buen funcionamiento en el instante t_i
(complemento):

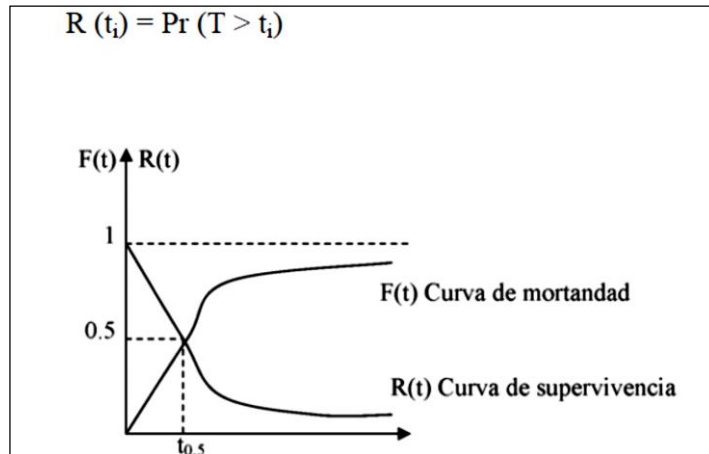


Figura 9. Características de Fiabilidad e Infiabilidad.

Fuente: Tecsup

2.10.2. Tasa de fallo

Recordando que la tasa de fallo $\lambda(t)$ es un estimador de la fiabilidad y se expresa frecuentemente en “avería/hora”

$$\lambda(t) = \frac{\text{número de fallos}}{\text{duración}} \quad [43]$$

2.10.3. Distribuciones teóricas en el terreno de la fiabilidad

La muestra y los resultados obtenidos, permiten estimar la distribución que caracteriza el conjunto mucho más vasto de los motores fabricados en condiciones similares.

Las distribuciones se encuentran más frecuentemente en terreno de la fiabilidad y que caracterizan estos “conjuntos mucho más vastos”, es decir poblaciones enteras de unidades fabricadas en condiciones similares.

Estas distribuciones típicas son:

- Distribución Exponencial
- Distribución de Weibull
- Distribución de Poisson

Todas estas distribuciones permiten modelar (según los casos), la fiabilidad de los productos en todos los períodos considerados (Weibull) o en alguno de los tres (Exponencial, Weibull, Poisson).

2.10.3.1. La distribución exponencial

Para el caso de que $\lambda(t)$ sea constante, nos encontramos ante una distribución de fallas de tipo exponencial. Matemáticamente podremos escribir la función:

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad [44]$$

El modelo probabilístico de Weibull es muy flexible, pues la ley tiene tres parámetros que permiten “ajustar” correctamente toda clase de

resultados experimentales y operacionales. Contrariamente al modelo exponencial, la ley de Weibull cubre los casos en que la tasa de fallo λ es variable y permite, por tanto, ajustarse a los períodos de “juventud” y a las diferentes formas de “envejecimiento”. Recordemos la curva “bañera” de $\lambda(t)$.

2.10.3.2. Distribución de Weibull

El modelo probabilístico de Weibull es muy flexible, pues la ley tiene tres parámetros que permiten “ajustar” correctamente toda clase de resultados experimentales y operacionales. Contrariamente al modelo exponencial, la ley de Weibull cubre los casos en que la tasa de fallo λ es variable y permite, por tanto, ajustarse a los períodos de “juventud” y a las diferentes formas de “envejecimiento”. Recordemos la curva “bañera” de $\lambda(t)$.

$$R = e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta} \quad [45]$$

Dónde:

- R = Confiabilidad en decimal
- e = logaritmo natural
- t = tiempo
- η = vida característica y β = Factor de forma

Interpretación de β (envejecimiento)

- $0 < \beta < 1$ Tasa fallas disminuyendo
- $\beta = 1$ Tasa fallas constante distribución exponencial
- $1 < \beta < 2$ Tasa fallas incrementando
- $\beta = 2$ Distribución lineal (Raleigh)
- $\beta > 2$ Tasa fallas incrementando
- $3 = \beta = 4$ Se asemeja a la normal.

Respuestas que puede proporcionar un análisis Weibull

- Qué tipo de mecanismo de falla es la causa raíz.
- Cuantas fallas se pueden esperar en determinado tiempo futuro.
- Que tan confiable es un equipo existente contra un equipo nuevo.
- Cuando debo de reemplazar una parte existente con una nueva para minimizar costos.

2.11. Planeación y programación del mantenimiento

La planeación consiste en conocer, determinar y preparar las actividades estrictamente necesarias a la hora de realizar una gestión, y en el caso presente, el mantenimiento de un sistema. La programación viene directamente después, como un ajuste en el tiempo o calendario, donde se establece cuándo se realizarán los trabajos de mantenimiento planeados y debidamente identificados. Un buen empleo y familiarización de la

planeación y programación del mantenimiento, contribuyen de manera significativa en el progreso y estabilidad de un sistema, de acuerdo a los siguientes objetivos:

- Minimizar tiempos de ocio en los trabajos de mantenimiento.
- Maximizar la eficiencia en los trabajos de mantenimiento, con respecto a tiempo, equipos y materiales a utilizar.
- Mantener el sistema de operación en las mejores condiciones de calidad.

2.11.1. Planeación

La planeación del mantenimiento comprende el proceso de determinación y preparación de todos los procesos y elementos involucrados en los trabajos de mantenimiento. Incluye la especificación de equipos y materiales, personal, actividades, procedimientos de seguridad, estándares de tiempo, establecimiento de prioridades, según sea el caso (de emergencia, urgente, de rutina). Además, debe involucrar un formato de orden de trabajo que permita llevar un control organizado de las actividades y situaciones.

La programación del mantenimiento involucra acatar y verificar la disponibilidad, en una fecha prevista, de cada uno de los recursos y

elementos necesarios para el trabajo de servicio especificado en la planeación del mantenimiento. Una buena programación, establece períodos y frecuencias de servicios según una clasificación de prioridades, además del análisis de la perdurabilidad en el tiempo de los tipos de mantenimiento realizados. En forma general, debe cumplir con las siguientes normas de acción:

- Clasificar las órdenes de trabajo, según el tipo de mantenimiento y su prioridad en la empresa.
- Considerar los tipos de mantenimiento en ejecución, en cuanto al tiempo de empleo, lugar de desempeño y posibilidad de combinar actividades relacionadas directa o indirectamente.
- Programar actividades diarias, bien sea de chequeo o inspección, además de las establecidas según el tipo de mantenimiento requerido.
- Optimizar los horarios de trabajo, según los tipos de mantenimiento programados.
- Desempeñar una eficiente asignación de trabajos y un registro organizado de las órdenes de trabajo cumplidas.

La programación tiene distintos métodos o formatos de identificarla en el tiempo. Una de las formas más frecuentes y sencillas es asignar la fecha

para el mantenimiento de un equipo o sistema en un calendario. La primera herramienta de programación conocida fue creada por Henry L. Gantt durante la Segunda Guerra Mundial. Ésta, consiste en una gráfica que indica los tipos de actividades a realizar, con su correspondiente fecha de inicio y finalización estimada. Es bastante simple, y no indica las posibles interrelaciones entre las actividades si se toma tal cual, pero se puede realizar modificaciones actualmente, gracias a la tecnología disponible en el mercado, donde se indique relación entre ciertos trabajos, y que la modificación de uno se vea reflejado en la programación del otro. A continuación, en la Figura, se muestra un ejemplo de programación de actividades por medio de la Gráfica de Gantt.

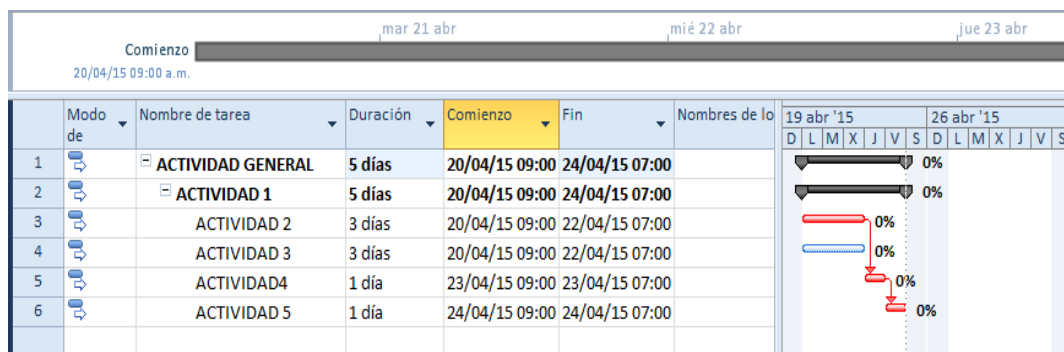


Figura 10. Ejemplo de formato de programación.

Fuente: Elaboración propia

2.11.2. Registro de historial de mantenimiento

La eficiente aplicación de un programa de mantenimiento, incluye una organizada fuente o historial de actividades ejecutadas, que permita realizar el análisis oportuno de los problemas y fallas presentadas en el tiempo. Dichos registros pueden ser tomados en papel o digitalmente. Un ejemplo de formato de registro se muestra en la Figura 2.3 a continuación.

Con el análisis y diagnóstico de los datos de mantenimiento y la elección de un sistema o software eficiente, es posible generar informes operacionales, ejecutivos y estratégicos, que determinen la mejor planeación y programación del mantenimiento posible. [5]

a) Flota Vehicular

Es un número determinado de automóviles que generalmente cumplen con ciertos requerimientos de trabajo. Pueden poseer características distintas, pero con una función en común.

b) Requerimiento de equipos

Es la cantidad de equipos necesarios para cumplir con una carga de trabajo determinada. En base a las actividades planificadas y los tiempos involucrados para su realización, se puede determinar si la cantidad de equipos existentes son suficientes para cumplir con las cargas anuales de trabajo. Se puede determinar el requerimiento de equipos de la siguiente forma:

$$RE = \frac{CT}{TDRE} \quad [46]$$

RE: Requerimiento de equipo

CT: Carga de Trabajo o Actividades, representada en horas semanales.

TDRE: Tiempo Disponible Real del Equipo, el cual es de 40 horas semanales

c) Pool

Es la cantidad de equipos destinados a reemplazar a un equipo requerido en las áreas de operación y servicio, cuando éste salga fuera de servicios.

2.11.3. Descripción de los equipos livianos de abit sac

2.11.3.1. Omnibuses Volvo modelo B270 F

Vehículo automóvil de cuatro o más ruedas destinado al transporte público, con capacidad para gran número de pasajeros.

Datos técnicos:

El motor diesel lleva por nombre de modelo, MWM 7,2 (litros) TCAE. Posee inyección de combustible con tecnología Common Rail y es de tipo Turboalimentado e Intercooler. Tiene una máxima potencia de 191,2 kW (260 CV) y un torque de 900 Nm (92 kgfm). El nivel de emisiones de este vehículo respeta la reglamentación CONAMA Fase V (Euro III).

Son dos las transmisiones que pueden ser equipadas en este vehículo. La caja Eaton FSB 6406B y la caja Eaton FSO 640A. Las dos son de tipo mecánica, de seis velocidades (totalmente sincronizadas), y tienen un espacio para 9.2 L de aceite. El embrague también pertenece a la marca Eaton, modelo CS39A-OR. Por su parte, la dirección hidráulica integral ZF8097, es de tipo esferas recirculantes. Tanto la transmisión como el embrague, facilitan la conducción, permitiendo que existan cambios de marchas más suaves y precisas. Respecto al sistema de frenos, cuenta con

tambor tipo S-Came en todos los neumáticos. Las llantas son de 190,5 mm x 225 mm (7.5 pulg x 22,5); mientras que la suspensión mecánica, tiene muelles parabólicos en los dos ejes del chasis de bus.

Este chasis de Volvo tiene una capacidad de eje delantero de 6 500 kg, eje de tracción de 10 500 kg, y una capacidad total de 17,000 kg. El peso total del chasis asciende a las 4 t y 390 kg.

B270F presenta un largo total de 11 000 mm, y cuenta con una distancia entre ejes de 5 950 mm. El voladizo trasero de 2 750 mm, es mayor en 450 mm al delantero.

El tablero de instrumentos cuenta con tacómetro, velocímetro con tacógrafo electrónico diario, y variados indicadores como líquido de refrigeración o nivel de combustible.

Las luces de aviso, muy importantes en todo vehículo, ayudan al conductor a percatarse del óptimo o mal funcionamiento del móvil. Entre las luces que trae este chasis, destaca la de presión de aceite, presión del aire de freno de servicio, sobrecalentamiento del sistema de refrigeración, entre otras.

La utilidad del chasis sueco se ve optimizada en carreteras y autopistas, darle uso como vehículo de transporte urbano de pasajeros es otra opción muy buena. El modelo B270F tiene la facultad de soportar distintos tipos de carrocería, a gusto del cliente.



Figura 11. Ómnibus Volvo B270F, carrocería Vegusti.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 12. Chasis Ómnibus Volvo B270F.

Fuente: Elaboración propia.

2.11.3.2. Camionetas pick up toyota hilux 4x4

La definición de camioneta es de un vehículo automóvil menor que el camión, empleado generalmente para el transporte de mercancías, un término que hoy en día se aplica informalmente a distintos tipos de automóviles, en concreto pickups, automóviles todoterreno, furgonetas, monovolúmenes, y familiares. En algunos sistemas legales, se hace una distinción entre automóviles y camionetas.

a) Datos Técnicos Camioneta TOYOTA Pickup DX Motor 2.5 D4-D (2KD-FTV)



Figura 13. Camioneta Toyota Hilux.

Fuente: Elaboración propia.

- Tipo 4 cilindros en línea - 16v - DOHC
- Turbo Diesel
- Potencia Máxima: 75 kW (102 CV) / 3 600 rpm
- Torque Máximo [Nm/rpm] 260 / 1 600 – 2 400
- Cilindrada [cm³] 2 494
- Diámetro x carrera de pistón: 92,0 mm x 93,8 mm
- Relación de compresión 18,5:1
- Alimentación Sistema de inyección directa y electrónica de combustible (Tipo Common Rail)
- Tracción 4x2, 4x4 y 4x4 reducida con accionamiento mecánico
- Transmisión Manual de 5 Velocidades
- Suspensión delantera independiente, con doble brazo de suspensión y resortes helicoidales.
- Barra estabilizadora trasera Eje rígido de elásticos longitudinales y amortiguadores.
- Dirección Hidráulica - piñón y cremallera
- Frenos delanteros tipo disco ventilados, frenos traseros tipo tambor con LSPV (válvula reguladora sensible a carga)
- Largo total (mm) 5 255, alto total (mm) 1 810, ancho total (mm) 1 760
- Distancia entre ejes: 3 085 mm

- Peso en orden de marcha: min-max 1 685-1 725 kg
- Peso bruto total: 2 740 kg
- Capacidad de carga: 1 055 kg
- Tanque Combustible: 80 l

b) Datos Técnicos Camioneta TOYOTA Pickup Motor 3.0 D4-D (2KD-FTV), SRV AT-SRV-SR

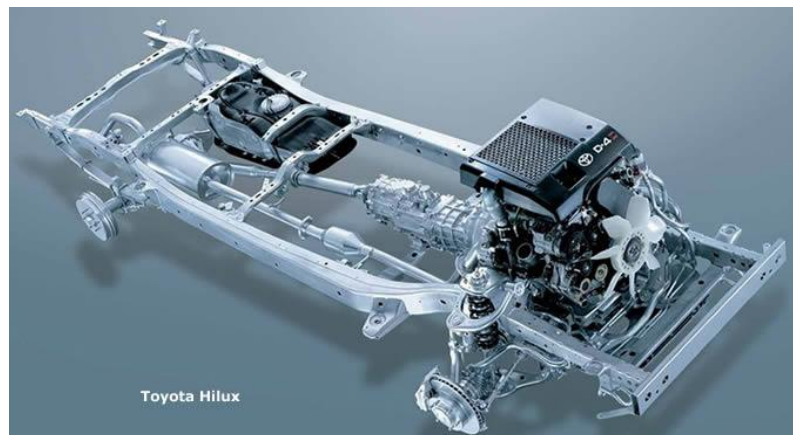


Figura 14. Chasis camioneta Toyota hilux.

Fuente: Manual de operación Toyota Hilux 2014

- Tipo 4 cilindros en línea - 16v - DOHC
- Turbo Diesel Intercooler - Turbo con geometría variable
- Potencia Máxima: 120 kW (160 CV) / 3 400 rpm
- Torque Máximo [Nm/rpm] 343 / 1 400 – 3 200
- Cilindrada: 2 982 cm³
- Diámetro x carrera de pistón 96,0 mm x 103,0 mm

- Relación de compresión 17,9:1
- Alimentación Sistema de inyección directa y electrónica de combustible (Tipo Common Rail)
- Tracción 4x2, 4x4 y 4x4 reducida con accionamiento mecánico ADD (Desconexión automática de diferencial)
- Transmisión Manual de 5 Velocidades
- Suspensión delantera Independiente, con doble brazo de suspensión y resortes helicoidales.
- Barra estabilizadora trasera eje rígido de elásticos longitudinales y amortiguadores, dirección hidráulica - piñón y cremallera, frenos delanteros tipo discos ventilados con sistema ABS. Frenos traseros con tipo tambor con LSPV (válvula reguladora sensible a carga) ABS
- Largo total (mm) 5 255, alto total (mm) 1 810, ancho total (mm) 1 760, Distancia entre ejes: 3 085 mm
- Peso en orden de marcha: min-max 1 685-1 725 kg, peso bruto total: 2 740 kg, capacidad de carga: 1 055 kg, tanque combustible: 80 l.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Variables del estudio

3.1.1. Identificación y caracterización de variables

La identificación y caracterización de variables se mostrarán por objetivos específicos:

Objetivo 1: Diagnosticar la situación actual de la flota de equipos livianos de la empresa Abit SAC en la UM Arasi.

- Inspección de la flota – Variable independiente
- Identificación de problemas mecánicos – Variable dependiente

Objetivo 2: Llevar a cabo una evaluación para la detección de necesidades del área de mantenimiento de la empresa Abit SAC.

- Evaluación del área de mantenimiento – variable independiente
- Identificación de necesidades del área de mantenimiento – Variable dependiente

Objetivo 3: Diseñar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para la flota de equipos livianos de Abit SAC en la UM Arasi.

- Estructura del plan de mantenimiento preventivo y correctivo – Variable independiente
- Funcionamiento del plan de mantenimiento – Variable dependiente

Objetivo4: Generar Indicadores de gestión para el plan de mantenimiento preventivo y correctivo

- Establecer indicadores de gestión de mantenimiento – variable independiente
- Identificación de necesidades del área de mantenimiento – Variable dependiente

3.1.2 Definición operacional de las variables

La definición operacional de las variables se presenta en la Tabla 5

Tabla 5

Operacionalización de variables e indicadores

Hipótesis Específicas	Objetivos Específicos	Variables	Indicador	Método	Prueba Estadística
a.- El diagnóstico de la situación actual de la flota de equipos livianos de la empresa Abit SAC en la UM Arasi permite identificar sus problemas.	Diagnosticar la situación actual de la flota de equipos livianos de la empresa Abit SAC en la UM Arasi, para identificar sus problemas.	Independiente: Inspección de la flota vehicular. Dependiente: Identificación de problemas.	Equipos Inoperativos Equipos deficientes Equipos Operativos	Historial de mantenimiento de equipos. Encuestas a los operadores. Análisis de Pareto.	Se presentan los datos en forma de tablas y gráficas.
b.- Una evaluación al área de mantenimiento de la empresa Abit SAC permitirá conocer su situación actual.	Evaluar la situación actual del área de mantenimiento de la empresa Abit SAC para la detección sus necesidades.	Independiente: Evaluación del área de mantenimiento Dependiente: Identificación de necesidades del área de mantenimiento	Gestión de mantenimiento. Inventario de repuestos. Cartillas de Mantenimiento.	Encuestas al personal. Diagrama de Causa y Efecto	Se presentan los datos en forma de tablas y diagramas.

Fuente: Elaboración propia

Continúa... Tabla 5

<p>c.- El diseño de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo depende del tipo de trabajo y a la zona de operación de los equipos livianos.</p>	<p>Diseñar un plan de mantenimiento preventivo, y correctivo de acuerdo al tipo de trabajo y zona de operación para implementarlo en la flota de equipos livianos de Abit SAC en la UM Arasi.</p>	<p>Independiente: La estructura del plan de mantenimiento preventivo y correctivo</p> <hr/> <p>Dependiente: El funcionamiento del plan de mantenimiento.</p>	<p>Plan de Mantenimiento Preventivo. Plan de Mantenimiento Correctivo. Programa de intercambio de componentes mayores.</p>	<p>Cartillas de Mantenimiento Preventivo. Cartillas de Mantenimiento Correctivo. Hojas de OTs. Formatos de Inspección. Formato para programación de mantenimientos preventivos. Formato para programación de mantenimientos correctivos. Determinación de la confiabilidad de los principales componentes de equipo (Estimación de vida útil en Mina).</p>	<p>Análisis Weibull.</p>
<p>d.- La Gestión del mantenimiento en la empresa Abit SAC, se puede medir mediante indicadores de gestión.</p>	<p>Generar Indicadores de gestión para el monitoreo del plan de mantenimiento diseñado.</p>	<p>Independiente: Establecer indicadores de gestión de mantenimiento</p> <hr/> <p>Dependiente: Monitoreo del plan de mantenimiento</p>	<p>disponibilidad utilización MTTR MTBS productividad</p>	<p>Selección de herramientas para medir la gestión del mantenimiento (KPI's "Indicadores de Gestión")</p>	<p>Se presentan las herramientas de medición por medio de modelos matemáticos.</p>

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Técnicas de investigación y análisis de datos

Para la realización de este trabajo, se examinaron y recolectaron datos relacionados con la planificación y puesta en marcha de las actividades de mantenimiento. La información recolectada fue teórica - práctica, necesaria para cumplir con los objetivos planteados. Las técnicas utilizadas fueron:

- Observación Directa:
- Encuestas
- La descripción
- Graficas
- Diagramas de flujo
- Diagrama de Pareto
- A.M.E.F (Análisis del modo y efecto de fallo):
- Documentación
- Manejo de programas de cómputo

3.2.1. Observación directa

Esta técnica se utilizó para identificar y describir los elementos que intervienen en el área de estudio, además de familiarizarse con los equipos livianos. Esta técnica, permitió visualizar la situación actual de los equipos

de la empresa Abit SAC, tal como se presentan de una manera espontánea, porque la información fue obtenida de las inspecciones de cada uno de ellos, de la bibliografía recopilada y reportes de los operadores.

3.2.2. Encuestas

Esta técnica se utilizó para complementar la etapa de planeación, ejecución, análisis de los datos y presentación de la información del personal involucrado en el mantenimiento. Aquí, se realizó la selección de una muestra para representar a la población definida para el estudio y se construyó un cuestionario válido para la medición de las variables de interés de la investigación, donde el personal expresó sus ideas.

3.2.3. La descripción

Esta técnica está relacionada con la observación directa, se crearon registros detallados exclusivamente de la experiencia y la observación realizadas.

3.2.4. Gráficas

En esta técnica se realizó una representación de la información obtenida mediante gráficas, para tener una mejor visión de los resultados de lo que se está analizando. Para aplicar esta técnica se utilizaron gráficas de línea, circulares, barras etc.

3.2.5. Diagramas de flujo

Se empleó para comprender y visualizar adecuadamente los procesos y procedimientos encontrados, así como para el desarrollo de los procedimientos que formarán parte del sistema de información.

3.2.6. Diagrama de Pareto

Se utilizó para establecer prioridades acerca del curso de acción a tomar, es decir identificar los factores más importantes que representen una mejora sustancial, para realizar un enfoque más preciso en las actividades a mejorar.

3.2.7. Diagrama de Ishikawa o espina de pescado

Este método proporcionó una manera metódica de examinar las causas y efectos de las fallas en los procedimientos utilizados, para ejecutar el mantenimiento. Con su utilización se estudió las causas de las fallas se evaluó la incidencia de estas en el proceso.

3.2.8. Documentación

Antes de empezar con la investigación, se llevó a cabo un proceso de revisión de registros y documentos de la empresa, relacionados con el funcionamiento y la inspección de los elementos de estudio. Por medio de este método, se extrajo información y se consultó escritos acerca del tema que se tomaron como punto de partida y sirvieron, además, para dar apoyo técnico en la elaboración del trabajo.

3.2.9. Manejo de programas de computación

Estos elementos, además de agilizar los cálculos y el procesamiento de la información, fueron útiles a la hora de presentar los resultados en forma más ordenada.

3.3. Limitaciones de la investigación

Para llevar a cabo los diferentes objetivos se presentaron ciertas limitaciones, entre las cuales se mencionan a la base de datos no actualizada, donde se refleje la información correspondiente a las características y especificaciones de cada uno de los vehículos que conforman la flota de Abit SAC en la UM Arasi SAC, Por lo tanto, la obtención de parámetros de tiempos de falla de algunos elementos críticos, serán tomados de otras unidades mineras. El diseño del plan de mantenimiento, está direccionado específicamente para aplicarlo en operaciones donde las condiciones son agrestes.

3.4. Descripción de las características de la investigación

3.4.1. Tipo de estudio

3.4.1.1. Según la estrategia

Para la elaboración del presente trabajo, se utilizó la estrategia de la Investigación Documental, ya que se consultaron documentos bibliográficos, manuales de información, especificaciones, procedimientos, consultas de criterios y metodología de mantenimiento.

Por otra parte, también se empleó la **Investigación de Campo** como estrategia secundaria, pues la información utilizada se obtuvo directamente de distintas áreas de este estudio de la empresa Abit SAC. De este modo, se deduce que la investigación de campo permite obtener una información más clara acerca de los hechos que se investigan, así como de sus causas y efectos, en el contexto donde se presentan.

3.4.1.2. Según su propósito

Durante la investigación se obtuvieron resultados que clasifica el trabajo, según su propósito, en **investigación Aplicada**, debido a que se usaron conocimientos teóricos, actualización de métodos e implantación de rutinas y/o frecuencias de mantenimiento, para ajustarlos al contexto de las actividades que se están realizando.

3.4.1.3. Según el nivel de conocimiento

Se identificaron las fallas y modos de fallas relacionados a los equipos analizados, y luego se describió la situación por medio de una Investigación Descriptiva, ya que comprendió la descripción, registro e interpretación del problema actual, además requirió de técnicas específicas, así como de

criterios y formatos de recolección de información, encuestas al personal y documentación.

3.5. Población y muestra

La población estuvo representada por los equipos livianos (Camionetas Toyota Hilux y Omnibuses Volvo con chasis modelo B270F) pertenecientes a la empresa Abit SAC, los mismos que operan en la unidad minera Arasi SAC. Para determinar la vida útil de los principales componentes de las camionetas se subdividió en subsistemas. Los sistemas analizados fueron: la estructura metálica, motor, dirección, transmisión, suspensión, equipo eléctrico, frenos, ruedas y neumáticos.

3.6. Equipos, materiales, sustancias y herramientas

3.6.1. Equipos

- Computador con procesados Core I7.
- Impresora
- Pen Drive
- Tablet
- Calculadora HP50G
- Disco Duro de 1TB

3.6.2. Materiales

- Papel bond blanco tamaño carta
- Consumibles para impresora
- Lápices
- Bolígrafos
- Borradores
- Carpetas

3.6.3. Sustancias (no se requieren)

3.6.4. Herramientas

- Microsoft Office
- Microsoft Excel
- Microsoft Project
- Microsoft Visio
- AutoCAD (Versión demo)
- Weybulsoft (Versión demo)
- Internet
- Software de Mantenimiento Toyota

3.7. Fases de la investigación

3.7.1 Revisión bibliográfica

En esta fase se procedió a investigar, consultar y recopilar información o temas de interés relacionado con el planteamiento del trabajo. Textos, trabajos de grado, documentos técnicos, red electrónica, manuales, entre otros, fueron las fuentes para las consultas y recopilación de la información de interés.

3.7.2 Diagnóstico de la situación actual de la flota de Abit SAC

Para el diagnóstico de la situación de actual de las camionetas y omnibuses, se realizaron inspecciones al área del taller mecánico ubicado en la unidad minera Arasi SAC, con el fin de familiarizarse con los equipos, verificar su estado y el comportamiento durante su operación.

Se recolectó información de las partes básicas de las camionetas, a través de la experiencia del personal mecánico y administrativo de mantenimiento. Con la información recolectada, se levantó un registro de las fallas de los subsistemas que conforman las camionetas, tomando en cuenta el tiempo de funcionamiento en relación al kilometraje recorrido y si los equipos trabajan de manera continua o discontinua.

Para los omnibuses, se tomó en cuenta la programación de mantenimientos preventivos que entregó el concesionario Autriza, adicionalmente se tomó en cuenta que los equipos son nuevos, y durante todo el proceso de investigación, no presentaron falla alguna.

3.7.3 Identificación de principales sistemas y componentes críticos de los vehículos

Para llevar a cabo el análisis previo a la selección de componentes principales a evaluar, se utilizó en diagrama de Pareto, tomando en cuenta los 6 últimos cambios de componentes en 6 diferentes vehículos, considerando a que recorrido en km se realizó el intercambio.

3.7.4 Cálculo de vida útil de los principales componentes

Se utilizarán los conceptos previos acerca del Reemplazo Preventivo Optimo de un ítem sujeto rotura. Construcción del Modelo.

Decimos que el costo total de reemplazo es:

$C(tp)$ =Costo total esperado del reemplazo por ciclo/tiempo esperado del ciclo.

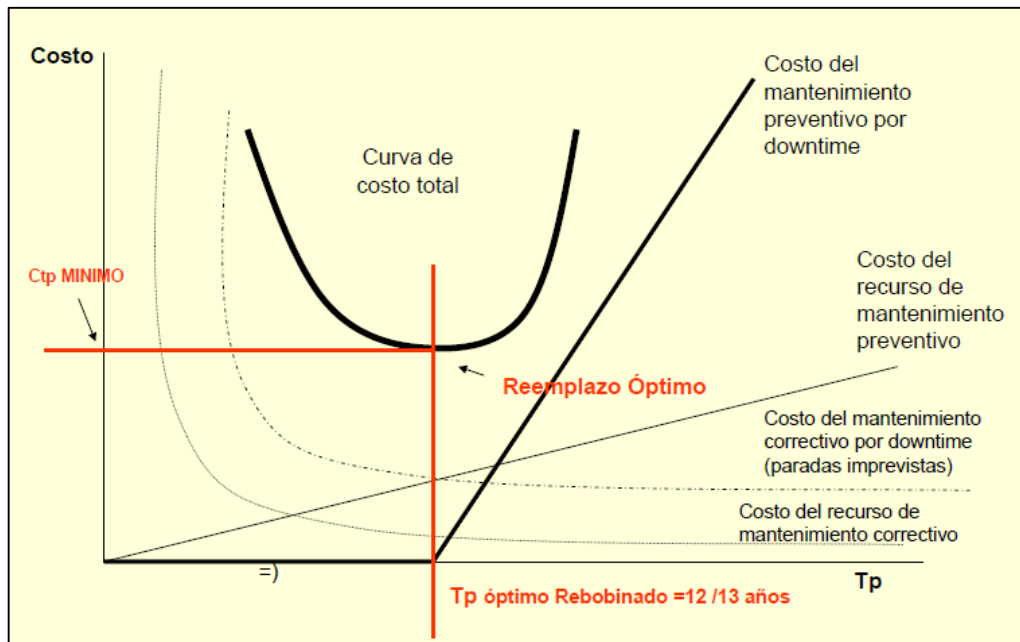


Figura 15. Grafico Costo Vs Tiempo de vida.

Fuente: BS GRUPO SAC

3.7.5 Diseño del plan de mantenimiento

En los capítulos anteriores, se muestran todo el entorno que debe llevarse a cabo para que la tarea propia de mantenimiento se realice de la mejor manera, en este punto se detallan los procedimientos específicos que se deben realizar y la programación para ellos.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DEL TRABAJO

4.1. Resumen de datos obtenidos en el diagnóstico de la situación actual de la empresa Abit SAC.

4.1.1. Descripción general de la empresa Abit SAC

La empresa Abit SAC, se dedica al alquiler de equipos livianos para minería, cuenta con omnibuses, minibuses y camionetas, las mismas que son arrendadas a todas las empresas relacionadas del Grupo Aruntani. Cuenta con alrededor de 220 trabajadores, los cuales están distribuidos en las diferentes operaciones mineras del Grupo Aruntani.

4.1.1.1. Ubicación política, geográfica de la unidad minera Arasi sac

Distrito de Ocuwiri, Provincia de Lampa, Departamento de Puno. Altitud: 4 800 m.s.n.m. Accesibilidad Lima – Arasi: Vía Juliaca: 4,5 h Vía Arequipa: 5,0 h.

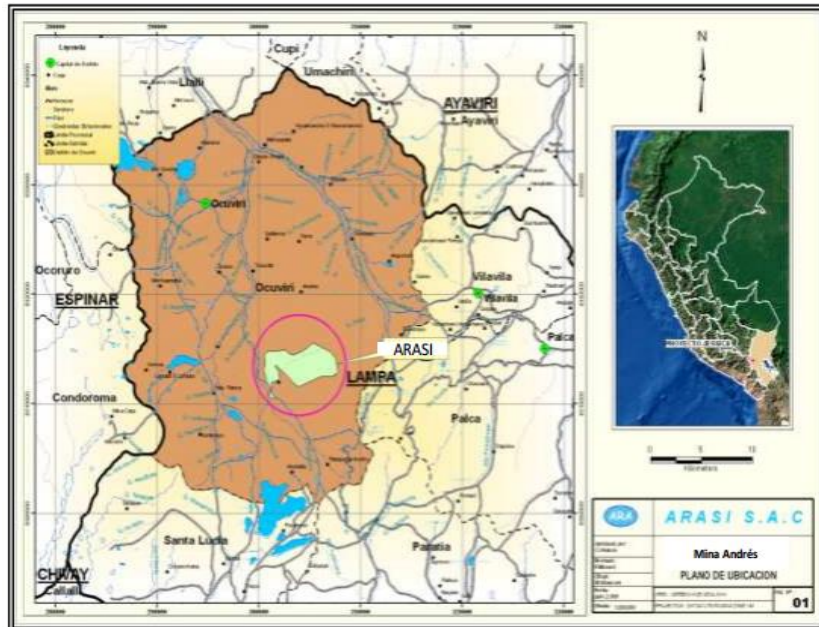


Figura 16. Ubicación geográfica de la Unidad Minera Arasi SAC.

Fuente: GRUPO ARUNTANI SAC

4.1.1.2. Descripción de principales actividades de Abit SAC en la unidad minera Arasi SAC

Transporte de personal, esta actividad se realiza a diario, se traslada personal del campamento minero hacia las diversas zonas de trabajo; como, por ejemplo: Tajo, talleres de mantenimiento, Planta, Pad de lixiviación, etc. Las vías por las cuales circulan los vehículos (omnibuses y camionetas), son particularmente trocha afirmada, con pendientes severas en algunos sectores.

4.1.2. Estructura organizativa de la empresa Abit SAC

La empresa Abit SAC, está organizada de la siguiente manera:

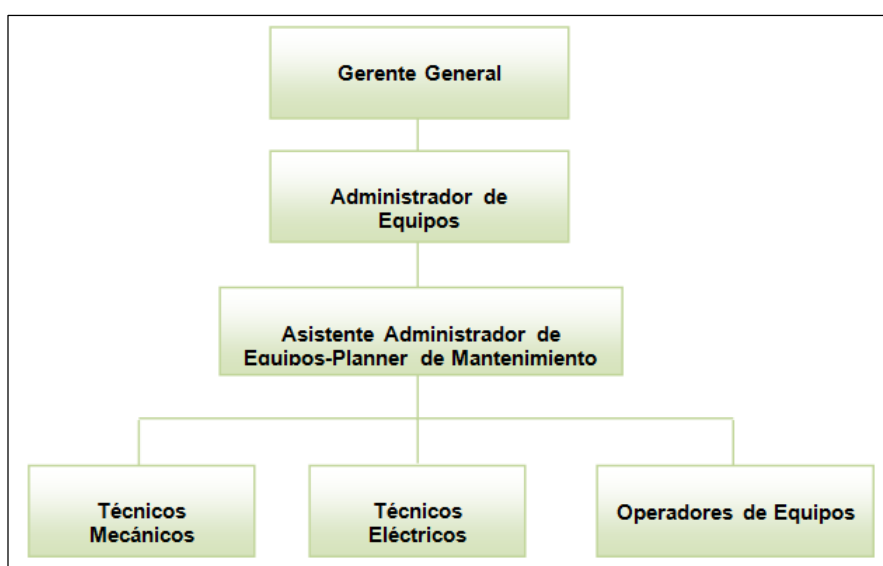


Figura 17. Estructura Organizativa de la empresa Abit SAC.

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2.1. Estructura organizativa del área de mantenimiento de Abit SAC

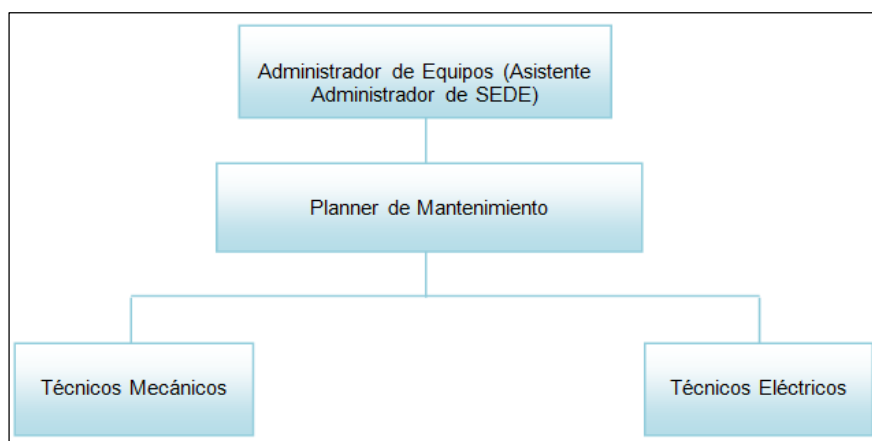


Figura 18. Estructura organizativa del área de mantenimiento de Abit

Fuente: Elaboración Propia

4.1.3. Diagnóstico general de mantenimiento en la empresa Abit SAC, formato de encuestas para el diagnóstico de la empresa

El departamento de mantenimiento general, realiza las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y existe poco personal para realizar todas las actividades de mantenimiento. La capacitación que recibe el personal, en algunos casos, no es adecuada ya que no hay una capacitación específica para el personal que realiza el mantenimiento de ciertos equipos. En la mayor parte de los casos, el mantenimiento que se realiza es de tipo correctivo de fallas, situación que

es indeseada ya que al ocurrir una falla significaría un paro indeseado, perdiéndose la continuidad del proceso.

Para lograr un buen análisis, se desarrolló dos tipos de encuestas, una dirigida al personal mecánico de la empresa, y la otra dirigida al personal que opera los equipos.

4.1.3.1. Encuestas dirigidas al personal mecánico de la empresa Abit SAC.

El detalle de las encuestas realizadas al personal del área de mantenimiento de la empresa se muestra en detalle en la Tabla 6 según estructura propuesta:

Tabla 6


Detalle de la encuesta dirigida a los mecánicos de la empresa Abit SAC

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN			
ENCUESTA DIRIGIDA A LOS MECANICOS DE LA EMPRESA ABIT SAC-UNIDAD DE ARASI			
N°	¿QUE VERIFICAR?	¿COMO?	¿Qué DESEO SABER?
1	EQUIPOS	¿Los equipos en la actualidad se encuentran operando sin problemas?	ESTADO, ANTIGUEDAD DE LA FLOTA
2	GESTION DE MANTENIMIENTO	¿Cree usted que el formato de check list diario es el adecuado?	MEDICION, KPI's
3	HERRAMIENTAS	¿La empresa cuenta con las herramientas necesarias y/o apropiadas para llevar a cabo sus mantenimientos preventivos y correctivos?	IMPLEMENTACION
4	INSTALACIONES	¿El espacio en donde se realizan los mantenimientos está bien distribuido y definido?	ESTADO, CONDICIONES
5	OPERACIÓN	¿Se realiza la evaluación del desempeño de cada operador?	CAPACITACIONES, CURSOS
6	PERSONAL MECANICO	¿Tienen al alcance la información necesaria para los mantenimientos (revistas, folletos, manuales, etc.)?	CAPACITACIONES, CURSOS
7	PLAN DE MANTENIMIENTO	¿Se planifican los mantenimientos correctivos, existe un Programa de Intercambio de Componentes, establecido?	TIPOS DE MANTE NIMIENTO ACTUAL
8	PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO	¿La empresa cuenta con algún programa para llevar el control de mantenimientos preventivos y correctivos?	PROGRAMACIONES , ORDEN PRIORIDAD DE MANTENIMIENTO

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7

Preguntas de la encuesta dirigida a los mecánicos de Abit SAC.

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN			
ENCUESTA DIRIGIDA A LOS MECANICOS DE LA EMPRESA ABIT SAC-UNIDAD DE ARASI			
NOMBRE:			
CARGO:		FECHA:	
N.	PREGUNTAS	SI	NO
1	¿Qué sistema del equipo es el que falla continuamente?		
2	¿Los equipos en la actualidad se encuentran operando sin problemas?		
3	¿Cree usted que el formato de check list diario es el adecuado?		
4	¿La empresa cuenta con las herramientas necesarias y/o apropiadas para llevar a cabo sus mantenimientos preventivos y correctivos?		
5	¿El espacio en donde se realizan los mantenimientos está bien distribuido y definido?		
6	¿Se realiza la evaluación del desempeño de cada operador?		
7	¿Tienen al alcance la información necesaria para los mantenimientos (revistas, folletos, manuales, etc.)?		
8	¿Se planifican los mantenimientos correctivos, existe un Programa de Intercambio de Componentes, establecido?		
9	¿La empresa cuenta con algún programa para llevar el control de mantenimientos preventivos y correctivos?		
Total			

Fuente: Elaboración Propia

4.1.3.2. Encuestas dirigidas al personal operador de equipos de la empresa Abit sac.

Para realizar las encuestas debemos tomar en consideración lo descrito en el recuadro:

Tabla 8


Detalle de la Encuesta dirigida a los Operadores de la empresa Abit SAC

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN			
ENCUESTA DIRIGIDA A LOS OPERADORES DE LA EMPRESA ABIT SAC-UNIDAD DE ARASI			
	¿QUE VERIFICAR?	¿COMO?	¿Qué DESEO SABER?
1	EQUIPOS	¿Los equipos en la actualidad se encuentran operando sin problemas?	ESTADO, ANTIGUEDAD DE LA FLOTA
2	GESTION DE MANTENIMIENTO	¿Cree usted que el formato de check list diario es el adecuado?	MEDICION, KPI's
3	HERRAMIENTAS	¿La empresa cuenta con las herramientas necesarias y/o apropiadas para llevar a cabo sus mantenimientos preventivos y correctivos?	IMPLEMENTACION
4	INSTALACIONES	¿La empresa cuenta con las Instalaciones necesarias y/o apropiadas para llevar a cabo sus mantenimientos preventivos y correctivos?	ESTADO, CONDICIONES
5	OPERACIÓN	¿Se controla la operación de los equipos?	CAPACITACIONES, CURSOS
6	PERSONAL MECANICO	¿El tiempo de respuesta del taller de Mantenimiento Abit SAC es oportuno y eficiente?	CAPACITACIONES, CURSOS
7	PLAN DE MANTENIMIENTO	¿Existe un plan de mantenimiento establecido para los equipos?	TIPOS DE MANTE NIMIENTO ACTUAL
8	PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO	¿La empresa cuenta con algún programa para llevar el control de mantenimientos preventivos y correctivos?	PROGRAMACIONES, ORDEN PRIORIDAD DE MANTENIMIENTO

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9

Preguntas de la encuesta dirigida a los operadores de Abit SAC.

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN			
ENCUESTA DIRIGIDA A LOS OPERADORES DE LA EMPRESA ABIT SAC-UNIDAD DE ARASI			
NOMBRE:			
CARGO:	FECHA:		
		SI	NO
1	¿Qué sistema del equipo es el que falla continuamente?		
2	¿Los equipos en la actualidad se encuentran operando sin problemas?		
3	¿Cree usted que el formato de check list diario es el adecuado?		
4	¿La empresa cuenta con las herramientas necesarias y/o apropiadas para llevar a cabo sus mantenimientos preventivos y correctivos?		
5	¿La empresa cuenta con las instalaciones necesarias y/o apropiadas para llevar a cabo sus mantenimientos preventivos y correctivos?		
6	¿Se controla la operación de los equipos?		
7	¿El tiempo de respuesta del taller de Mantenimiento Abit SAC es oportuno y eficiente?		
8	¿Existe un plan de mantenimiento establecido para los equipos?		
9	¿La empresa cuenta con algún programa para llevar el control de mantenimientos preventivos y correctivos?		
Total			

Fuente: Elaboración Propia

4.1.3.3. Evaluación de las encuestas realizadas

A. Personal mecánico

Tabla 10

Resultados de la encuesta al personal mecánico de Abit SAC.

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN				
ENCUESTA DIRIGIDA A LOS MECANICOS DE LA EMPRESA ABIT SAC- UNIDAD DE ARASI			CANTIDAD	
N.	PREGUNTAS	SI	NO	
1	¿Los equipos en la actualidad se encuentran operando sin problemas?	0	5	
2	¿Cree usted que el formato de check list diario es el adecuado?	0	5	
3	¿La empresa cuenta con las herramientas necesarias y/o apropiadas para llevar a cabo sus mantenimientos preventivos y correctivos?	0	5	
4	¿El espacio en donde se realizan los mantenimientos está bien distribuido y definido?	0	5	
5	¿Se realiza la evaluación del desempeño de cada operador?	0	5	
6	¿Tienen al alcance la información necesaria para los mantenimientos (revistas, folletos, manuales, etc.)?	3	2	
7	¿Se planifican los mantenimientos correctivos, existe un Programa de Intercambio de Componentes, establecido?	0	5	
8	¿La empresa cuenta con algún programa para llevar el control de mantenimientos preventivos y correctivos?	3	2	
Total Encuestados			5	

Fuente: Elaboración Propia

Resultados de la encuesta por pregunta

PREGUNTA 1. ¿Los equipos en la actualidad se encuentran operando sin problemas?

- SI – 0 %
- No – 100 %

PREGUNTA 2. ¿Cree usted que el formato de check list diario es el adecuado?

- SI – 0 %
- No – 100 %

PREGUNTA 3. ¿La empresa cuenta con las herramientas necesarias y/o apropiadas para llevar a cabo sus mantenimientos preventivos y correctivos?

- SI – 0 %
- No – 100 %

PREGUNTA 4. ¿El espacio en donde se realizan los mantenimientos está bien distribuido y definido?

- SI – 0 %
- No – 100 %

PREGUNTA 5. ¿Se realiza la evaluación del desempeño de cada operador?

- SI – 0 %
- No – 100 %

PREGUNTA 6. ¿Tienen al alcance la información necesaria para los mantenimientos (revistas, folletos, manuales, etc.)?

- SI – 60 %
- No – 40 %

PREGUNTA 7. ¿Se planifican los mantenimientos correctivos, existe un Programa de Intercambio de Componentes, establecido?

- SI – 0 %
- No – 100 %

PREGUNTA 8. ¿La empresa cuenta con algún programa para llevar el control de mantenimientos preventivos y correctivos?

- SI – 60 %
- No – 40 %

B. Personal operador de equipos

Tabla 11

Resultados de la encuesta al personal Operador de Abit SAC.

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN			
ENCUESTA DIRIGIDA A LOS OPERADORES DE LA EMPRESA ABIT SAC- UNIDAD DE ARASI		CANTIDAD	
N.	PREGUNTAS	SI	NO
1	¿Los equipos en la actualidad se encuentran operando sin problemas?	30	20
2	¿Cree usted que el formato de check list diario es el adecuado?	33	17
3	¿La empresa cuenta con las herramientas necesarias y/o apropiadas para llevar a cabo sus mantenimientos preventivos y correctivos?	17	33
4	¿La empresa cuenta con las Instalaciones necesarias y/o apropiadas para llevar a cabo sus mantenimientos preventivos y correctivos?	17	33
5	¿Se controla la operación de los equipos?	25	25
6	¿El tiempo de respuesta del taller de Mantenimiento Abit SAC es oportuno y eficiente?	18	32
7	¿Existe un plan de mantenimiento establecido para los equipos?	16	34
8	¿La empresa cuenta con algún programa para llevar el control de mantenimientos preventivos y correctivos?	16	34
Total Encuestados		50	

Fuente: Elaboración Propia

Resultados de la encuesta por pregunta

PREGUNTA 1. ¿Los equipos en la actualidad se encuentran operando sin problemas?

- SI – 60 %
- No – 40 %

PREGUNTA 2. ¿Cree usted que el formato de check list diario es el adecuado?

- SI – 66 %
- No – 34 %

PREGUNTA 3. ¿La empresa cuenta con las herramientas necesarias y/o apropiadas para llevar a cabo sus mantenimientos preventivos y correctivos?

- SI – 34 %
- No – 66 %

PREGUNTA 4. ¿La empresa cuenta con las Instalaciones necesarias y/o apropiadas para llevar a cabo sus mantenimientos preventivos y correctivos?

- SI – 34 %
- No – 66 %

PREGUNTA 5. ¿Se controla la operación de los equipos?

- SI – 50 %
- No – 50 %

PREGUNTA 6. ¿El tiempo de respuesta del taller de Mantenimiento Abit SAC es oportuno y eficiente?

- SI – 36 %
- No – 64 %

PREGUNTA 7. ¿Existe un plan de mantenimiento establecido para los equipos?

- SI – 32 %
- No – 68 %

PREGUNTA 8. ¿La empresa cuenta con algún programa para llevar el control de mantenimientos preventivos y correctivos?

- SI – 32 %
- No – 68 %

4.1.4. Proceso de mantenimiento actual

En el diagrama de Flujo de la Figura 19, se verifica que no existe un buen manejo documentario, lo que impide tener un mejor control en cuanto a solicitudes de repuestos, programas de intercambio de componentes, los registros de los mantenimientos preventivos y correctivos en general, se realizan en cuadernos que son relevados entre los mecánicos de turno; muchas veces la información no se registra correctamente.

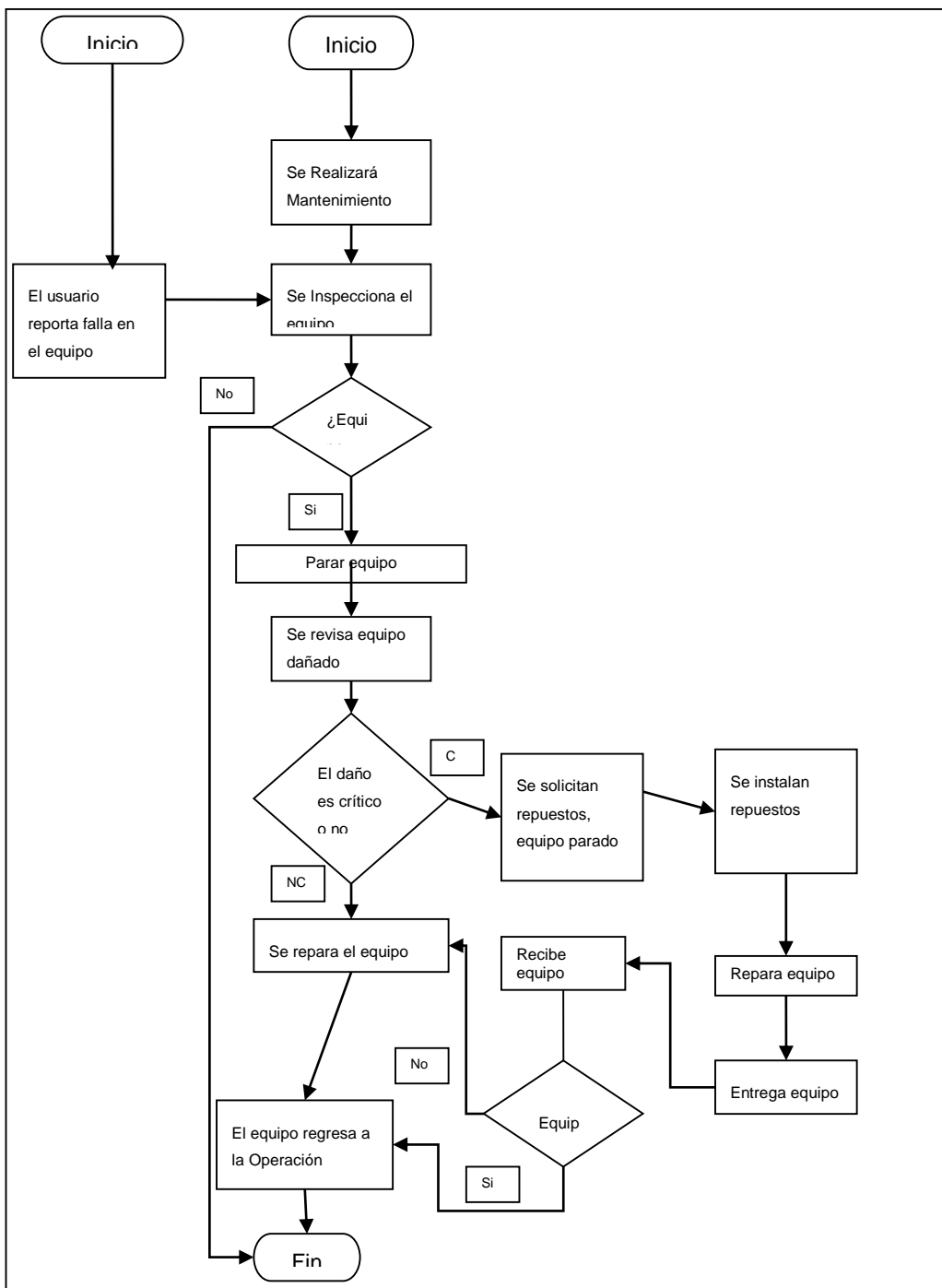


Figura 19. Diagrama de flujo actual, reporte de falla.

Fuente: Elaboración Propia

4.1.5. Responsables del departamento de mantención

El supervisor del departamento, es el encargado de realizar las tareas administrativas del departamento, así como de supervisar los trabajos que se están realizando en el taller de mantenimiento, situación que provoca que algunas veces el tiempo de la jornada de trabajo no le sea suficiente y le permita llevar un mejor registro y control del mantenimiento de la planta.

El medio ambiente actual es un factor que acelera el deterioro de los equipos, ya que la atmósfera contiene gases que se producen en la planta los cuales son altamente corrosivos y afectan todos los equipos que contengan partes metálicas; también el polvo y la humedad influyen en el funcionamiento del equipo.

Los repuestos o partes de intercambio del equipo en algunos casos tienen tiempos de entrega regularmente largos y esto demora el reemplazo de piezas dañadas cuando éstas no están en stock.

4.1.6. Información y registro de mantenimiento

No hay un archivo para colocar las hojas de servicios de mantenimiento en forma separada por equipos, las cuales en muchas ocasiones se

extravían y se pierde la información sobre qué tipo de mantenimiento se realizó, qué parte del equipo falló o la fecha en que ocurrió la misma, información que es valiosísima para poder determinar el tiempo promedio entre fallas. La información que existe sobre el mantenimiento de los equipos, está en manos de los mecánicos, electricistas, ayudantes, etc. quienes en algunas ocasiones anotan este tipo de información en pequeñas bitácoras personales, pero cuando se requiere esta información no es posible obtenerla ya que están fuera de su plan de trabajo o no la tienen consigo.

Los formatos existentes para la recolección son llenados por la persona que realiza el mantenimiento, quien en muchas ocasiones no especifica el tipo de servicio realizado y a qué parte del equipo, o en ocasiones el reporte de las reparaciones efectuadas se hace verbalmente al supervisor o al operador del equipo.

4.1.7. Programa de mantenimiento actual

4.1.7.1. Camionetas

En base a lo recomendado por Toyota; para vehículos comerciales.

Tabla 12

Programa de mantenimiento recomendado por Toyota para uso comercial (parte 1).


INTERVALOS DE SERVICIO (x1000 km)		1	5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95, 105, 115, 125, 135, 145	10, 50, 70, 110, 130	20, 140	30, 60, 90	40, 80	100	120	150	INTERVALOS POR MESES
1	Aceite de motor *1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	6 meses
2	Empaque de tapón de carter	R	R	R	R	R	R	R	R	R	6 meses
3	Filtro de aceite de motor	R	R	R	R	R	R	R	R	R	6 meses
4	Filtro de aire	I	I	I	I	R	I	I	R	R	
5	Bujías (convencionales)			R	R	R	R	R	R	R	
6	Bujías (Iridium)	Reemplace cada 100,000 kilómetros									
7	Correa transmisora	I	I	I	I	I	I	R	I	I	
8	Correa de distribución									R	
9	Sistema de frenos	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
10	Sistema de embrague	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
11	Líquido de freno						R		R		12 meses
12	Líquido de embrague						R		R		12 meses
13	Sistema de inyección*2	I	I	A	A	A	A	A	A	A	
14	Filtro de combustible				R		R	R	R		
15	Sedimentador de agua	I	I	I	I	I	I	I	I	I	3 meses
16	Sistema de refrigeración	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
17	Sistema de emisiones	I		I	I	I	I	I	I	I	6 meses
18	Refrigerante de motor (LLC)	I	I	I	I	I	R	I	R	I	24 meses
19	Refrigerante de motor (SLLC)	1er reemplazo a los 160,000 km después a los 80,000 km (inspeccionar en cada servicio)									24 meses
20	Aire acondicionado / calefacción	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
21	Aceite de diferenciales	I	I	I	I	I	R	I	R	I	12 meses
22	Aceite de transmisión *3 *4	I	I	I	I	I	R	I	R	I	12 meses
23	Aceite de transferencia	I	I	I	I	I	R	I	R	I	12 meses

20

Fuente:Manual de mantenimiento Toyota Hilux.

Tabla 13

Programa de mantenimiento recomendado por Toyota para uso comercial (parte 2).

MANTENIMIENTOS PERIÓDICOS (COMERCIALES)											
INTERVALOS DE SERVICIO (x1000 km)		1	5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95, 105, 115, 125, 135, 145	10, 50, 70, 110, 130	20, 140	30, 60, 90	40, 80	100	120	150	INTERVALOS POR MESES
24	Empaque de tapón de nivel (transmisión, transferencia, diferencial)			R	R	R	R	R	R	R	
25	Soportes/montantes	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
26	Carrocería	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
27	Sistema de dirección	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
28	Sistema de suspensión	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
29	Sistema de tren de fuerza	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
30	Sistema de escape	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
31	Sistema de luces	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
32	Neumáticos	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
33	Engrase de vehículo	A	I	A	A	A	A	A	A	A	3 meses
34	Sistema de limpiaparabrisas	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
35	Sistema de claxon	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
36	Batería	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
37	Control de calidad	I	I	I	I	I	I	I	I	I	

Legenda: R= Reemplazo, I= Inspección, A= Aplicar

Nota:
Los ítems de mantenimiento son obligatorios; la frecuencia de reemplazo, inspección o cambio puede hacerse más frecuente de acuerdo a diversos factores, entre ellos el tipo de vehículo, las condiciones de uso y manejo. Consulte con su concesionario el plan de mantenimiento adecuado para su vehículo.
 *1 Los vehículos que recorran menos de 5,000 kilómetros en 6 meses, el cambio de aceite debe realizarse cada 3 meses.
 *2 Utilizar limpiador de inyectores cada 10,000 kilómetros.
 Número de parte:
 08813-00860 Diesel
 08813-00830 Gasolina
 *3 Para vehículos A/T con fluido ATF type "WS" requiere cambio cada 80,000 kilómetros (ver manual de propietario).
 Número de parte:
 08886-02305
 *4 Para vehículos M/T con aceite de transmisión LF W 75 requiere cambio cada 80,000 kilómetros (ver manual de propietario).
 Número de parte:
 08885-81080


Fuente:Manual de Mantenimiento Toyota Hilux 2014.

4.1.7.2. Omnibuses

En base a lo recomendado por Automotriz Andina SA, no se realizará ningún cambio, solo se implementará las cartillas de mantenimiento para para Mantenimientos Preventivos y correctivos.

Tabla 14

Repuestos de alta rotación, para mantenimiento Preventivo y correctivo, recomendados por Volvo (parte 1).

 Volvo Perú S. A. Lima, Perú	
Anexo 1	
Repuestos en Stock para Mantenimiento	
Descripción	
Aceite de motor.	Turbocompresor.
Aceite de caja de cambios.	Bomba de agua.
Aceite de puente trasero.	Collarin de embrague.
Aceite de dirección hidráulica.	Disco de embrague delantero.
Filtro de aceite de motor.	Disco de embrague posterior.
Filtro de aceite de motor. By - pass.	Cilindro servo embrague - kit de reparación.
Filtro de combustible.	Bomba maestra de embrague - kit de reparac.
Filtro de aire de admisión. Primario.	Embrague. - plato intermedio.
Filtro de dirección hidráulica.	Cilindro servo embrague.
Filtro separador de agua del combustible.	Bomba maestra de embrague.
Líquido de refrigerante. Anticorrosivo.	Crucetas
Filtro de aire de admisión. Secundario.	Regulador de carga de baterías.
Filtro de aceite de caja de cambios	Kit de reparación de motor de arranque.
Líquido de frenos para embrague.	Kit de reparación de alternador.
Grasa de chasis.	Instrumentos de control.
Grasa de cabina.	Compresora de aire - reparación.
Filtro Secador de aire	Gobernador de presión de aire.
Filtro Cabina	Válvulas de freno - reparación.
Filtro de aire de tanque de combustible	Cilindro de freno delantero.
Válvula de retención de combustible.	Cilindro de freno posterior - primer eje.
Kit de reparación de turbocompresor.	Cilindro de freno posterior - segundo eje.
Freno motor – reparación	Forro de freno ruedas delanteras.
Correa de ventilador.	Forro de freno de ruedas posteriores.
Freno motor.	Pines y bocinas de dirección.
Amortiguadores delanteros.	Terminales de dirección.
Amortiguadores posteriores.	
Baterías	

Fuente:Manual de Mantenimiento Volvo B270F.

Tabla 15

Cronograma de mantenimiento Preventivo, recomendado por Volvo.

VOLVO Volvo Perú S. A. Lima, Perú	
Anexo 2	
<u>Cronograma de Mantenimiento Preventivo</u>	
Horas Estimadas	Descripción
500	Aceite de motor.
1500	Aceite de caja de cambios.
2000	Aceite de puente trasero.
5000	Aceite de dirección hidráulica.
500	Filtro de aceite de motor.
500	Filtro de aceite de motor. By - pass.
500	Filtro de combustible.
1000	Filtro de aire de admisión. Primario.
5000	Filtro de dirección hidráulica.
500	Filtro separador de agua del combustible.
8000	Líquido de refrigerante. Anticorrosivo.
2000	Filtro de aire de admisión. Secundario.
1500	Filtro de aceite de caja de cambios
2500	Líquido de frenos para embrague.
100	Grasa de chasis.
500	Grasa de cabina.
2500	Filtro Secador de aire
2500	Filtro Cabina
2500	Filtro de aire de tanque de combustible

Fuente:Manual de Mantenimiento Volvo B270F.

4.1.8. Catastro de equipos

Tabla 16

La flota vehicular Abit SAC Arasi.

N	DESCRIPCION	PLACA	TIPO-CILINDRADA
1	CAMIONETA TOYOTA HILUX TD	A3T-851	2.5
2	CAMIONETA TOYOTA HILUX TD	A6B-817	2.5
3	CAMIONETA TOYOTA HILUX TID	B9Q-803	2.5
4	OMNIBUS VOLVO B270F	B9X-951	NA
5	OMNIBUS VOLVO B270F	B9X-967	NA
6	OMNIBUS VOLVO B270F	B9Y-951	NA
7	OMNIBUS VOLVO B270F	B9Y-953	NA
8	OMNIBUS VOLVO B270F	B9Y-954	NA
9	CAMIONETA TOYOTA HILUX TID	C0S-703	3.0
10	CAMIONETA TOYOTA HILUX TID	C0S-712	3.0
11	CAMIONETA TOYOTA HILUX TID	C0T-729	3.0
12	CAMIONETA TOYOTA HILUX TID	C0U-795	3.0
13	CAMIONETA TOYOTA HILUX TD	C2Y-900	2.5
14	CAMIONETA TOYOTA HILUX TD	C3L-809	2.5
15	CAMIONETA TOYOTA HILUX TID	D2A-738	3.0
16	CAMIONETA TOYOTA HILUX TID	D2A-773	3.0
17	CAMIONETA TOYOTA HILUX TID	D2C-714	3.0
18	CAMIONETA TOYOTA HILUX TID	D2C-750	3.0
19	CAMIONETA TOYOTA HILUX TID	D2C-751	3.0
20	CAMIONETA TOYOTA HILUX TID	D2C-761	3.0
21	CAMIONETA TOYOTA HILUX TID	D2C-780	3.0
22	CAMIONETA TOYOTA HILUX TID	D2C-788	3.0
23	CAMIONETA TOYOTA HILUX TID	D2E-713	3.0
24	CAMIONETA TOYOTA HILUX TID	D2L-749	3.0
25	CAMIONETA TOYOTA HILUX TD	D3U-897	2.5
26	CAMIONETA TOYOTA HILUX TD	D3V-839	2.5
27	CAMIONETA TOYOTA HILUX TD	D3V-881	2.5
28	CAMIONETA TOYOTA HILUX TD	D3W-894	2.5
29	CAMIONETA TOYOTA HILUX TD	D3W-905	2.5
30	CAMIONETA TOYOTA HILUX TD	D3W-947	2.5
31	CAMIONETA TOYOTA HILUX TD	D3X-823	2.5
32	CAMIONETA TOYOTA HILUX TD	D3X-826	2.5
33	CAMIONETA TOYOTA HILUX TD	D3X-870	2.5
34	CAMIONETA TOYOTA HILUX TD	D3Y-928	2.5
35	CAMIONETA TOYOTA HILUX TD	D3Z-839	2.5
36	CAMIONETA TOYOTA HILUX TD	B2D-856	2.5

Fuente:Elaboracion Propia.

4.1.9. Diagnóstico general del departamento de mantenimiento

Antes de entrar al desarrollo del plan propuesto, se debe realizar un diagnóstico para saber cuál es la situación actual del departamento de mantenimiento, con respecto a su problema principal, para lo cual existen varias herramientas de ingeniería que facilitan el diagnóstico y nos dan una visión más amplia del problema. Uno de estos diagramas es el diagrama de causa y efecto o diagrama de espina de pescado.

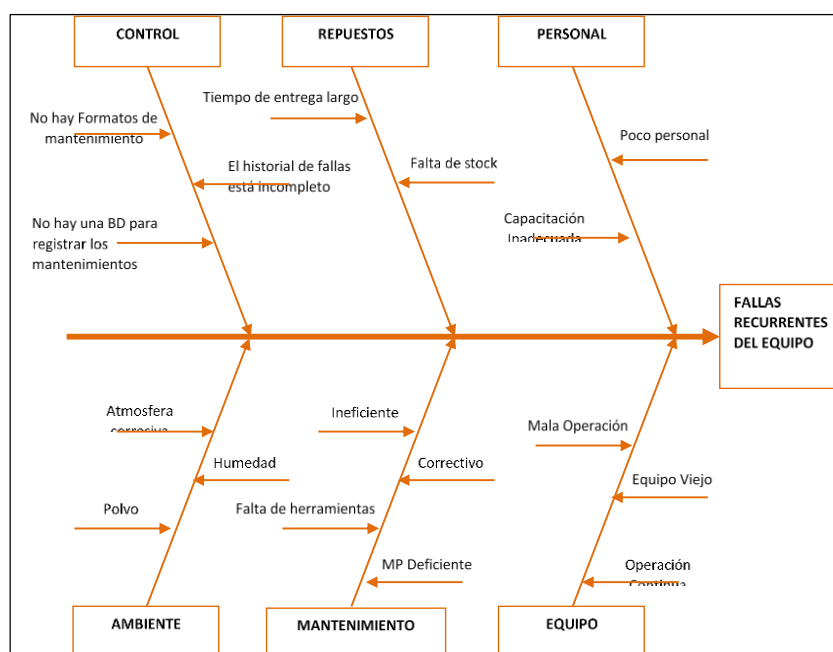


Figura 20. Diagrama de Ishikawa, Mostrando los Factores que causan las fallas recurrentes en los equipos.

Fuente:Elaboracion Propia.

4.2. Identificación de principales sistemas y componentes críticos de los vehículos.

4.2.1. Sistemas y subsistemas de estudio

Para un mejor estudio e identificación de los sistemas más críticos y con fallas recurrentes en las camionetas, se utilizó el diagrama de Pareto. Antes de realizar el análisis se subdividió el equipo en sistemas y subsistemas (ver fig.), con el único fin de identificar los componentes con más fallas.



Figura 21. Sistemas y subsistemas de una camioneta.

Fuente:Elaboracion Propia.

4.2.2. Identificación de los principales componentes para el estudio, según el diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto se basa en un fenómeno conocido como el Principio de Pareto.

El principio establece que hay usualmente pocos contribuyentes (lo poco vital) que son responsables por la mayor porción del problema investigado. Los demás contribuyentes (los muchos triviales) son típicamente responsables por una parte relativamente pequeña del problema. Es muy frecuente establecer por la regla a dedo, la regla del 80/20, la cual dice que el 80 % del problema investigado es causado por solo el 20 % de los contribuyentes. Habiendo mencionado el principio básico, se considerarán las últimas fallas detectados en los equipos, durante los primeros tres meses del periodo 2013; es así que se tiene el siguiente cuadro:

Tabla 17

Fallas - Periodo del 01-01-2013 al 31-03-2013 (3 meses)

FALLAS - PERIODO DEL 01-01-2013 AL 31-03-2013 (3 MESES)		
SISTEMA-SUB SISTEMA	TOTAL SISTEMA	TOTAL SUB SISTEMA
1.-ESTRUCTURA METALICA	5	
2.-MOTOR	2	
2.1.-DISTRIBUCION		
2.2.-ENCENDIDO		
2.3.-ALIMENTACION		
2.4.-LUBRICACION		
2.5.-REFRIGERACION		2
3.-DIRECCION	2	
4.-TRANSMISION	13	
4.1.-EMBRAGUE		9
4.2.-CAJA DE VELOCIDADES		1
4.3.-ARBOL DE TRANSMISION		
4.4.-MECANISMO CONICO		3
5.-SUSPENSION	6	
6.-EQUIPO ELECTRICO	10	
6.1.-BATERIA		2
6.2.-PUESTA EN MARCHA		
6.3.-GENERADOR DE ENERGIA		
6.4.-ILUMINACION		8
7.-FRENOS	7	
8.-RUEDAS Y NEUMATICOS	10	

Fuente:Elaboracion Propia.

Seguido a esto, según el diagrama de Pareto se seguirá cuatro pasos principales:

a. Determinación de los contribuyentes al problema investigado.

Tabla 18

Determinación de los contribuyentes

SISTEMA-SUB SISTEMA	TOTAL SUB SISTEMA
2.-MOTOR	
2.1.-DISTRIBUCION	
2.2.-ENCENDIDO	
2.3.-ALIMENTACION	
2.4.-LUBRICACION	
2.5.-REFRIGERACION	2
4.-TRANSMISION	
4.1.-EMBRAGUE	9
4.2.-CAJA DE VELOCIDADES	1
4.3.-ARBOL DE TRANSMISION	
4.4.-MECANISMO CONICO	3
6.-EQUIPO ELECTRICO	
6.1.-BATERIA	2
6.2.-PUESTA EN MARCHA	
6.3.-GENERADOR DE ENERGIA	
6.4.-ILUMINACION	8

Fuente: Elaboración propia

b. Determinación del nivel de contribución de cada contribuyente al problema.

Tabla 19

Determinación del nivel contribución al problema

SISTEMAS DEL VEHICULO	EVENTOS	% ACUMULADO	%
4.-TRANSMISION	13	24	24
6.-EQUIPO ELECTRICO	10	42	18
8.-RUEDAS Y NEUMATICOS	10	60	18
7.-FRENOS	7	73	13
5.-SUSPENSION	6	84	11
1.-ESTRUCTURA METALICA	5	93	9
2.-MOTOR	2	96	4
3.-DIRECCION	2	100	4
TOTAL	55		

Fuente: Elaboración propia

c. Diagrama de Pareto, mostrando los resultados.

Las barras están ordenadas de izquierda a derecha en orden descendente basado en sus alturas.

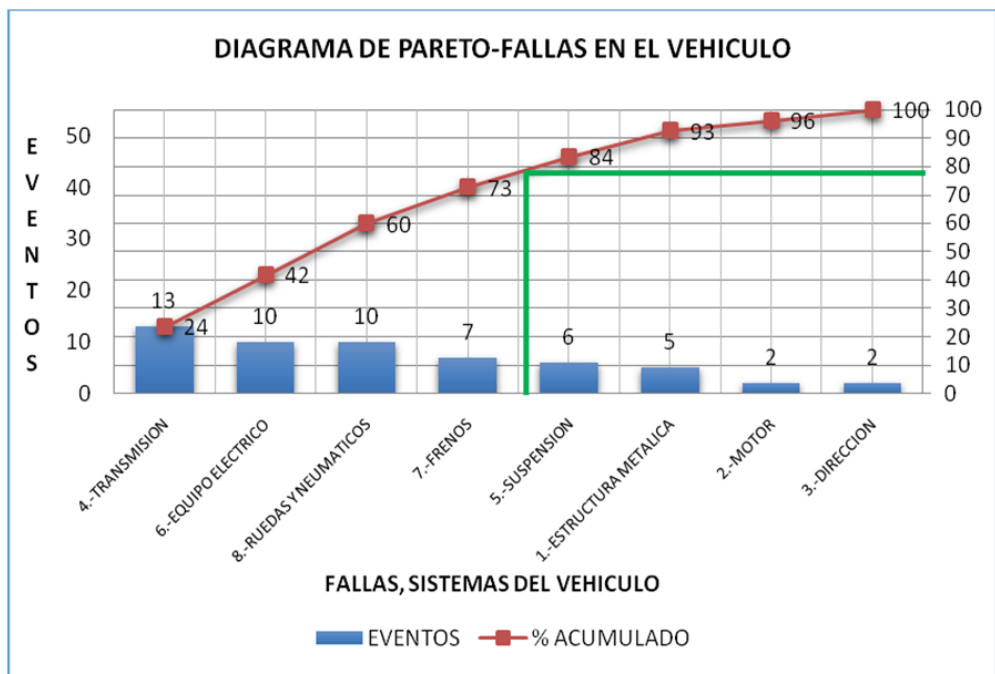


Figura 22. Diagrama de Pareto, fallas en los vehículos.

Fuente:Elaboracion Propia.

En base al estudio realizado, se tienen los siguientes componentes a estudiar:

Tabla 20

Componentes Mayores, por sistemas.

COMPONENTES MAYORES					
DESCRIPCION	SISTEMA	UND	CANT.	COSTO UNIT. S/.	SUBTOTAL S/.
Conjunto diferencial delantero	Transmisión	Und	1	S/. 6 500,00	S/. 6 500,00
Núcleo diferencial posterior	Transmisión	Und	1	S/. 1 635,41	S/. 1 635,41
Cremallera de dirección	Dirección	Und	1	S/. 900,00	S/. 900,00
Bomba de paletas de dirección	Dirección	Und	1	S/. 450,00	S/. 450,00
Turbocompresor	Motor	Und	1	S/. 2 800,00	S/. 2 800,00

Fuente:Elaboracion Propia.

Tabla 21

Tabla de Costos componentes menores, por sistema.

COMPONENTES MENORES					
Descripción	Sistema	Und	Cant.	Costo unit. S/.	Subtotal s/.
Pastillas de frenos	Frenos	Juego	1	S/. 345,48	S/. 345,48
Zapatas	Frenos	Juego	1	S/. 370,24	S/. 370,24
Conjunto disco de embrague, plato y collarín	Transmisión	Juego	1	S/. 1 226,55	S/. 1 226,55
Rodaje centro de cardan	Transmisión	Und	1	S/. 355,87	S/. 355,87
Llantas	Ruedas y neumáticos	Und	4	S/. 654,76	S/. 2 619,04
Rodajes de rueda delantera	Dirección	Und	2	S/. 350,00	S/. 700,00
Rodajes de rueda posterior	Dirección	Und	2	S/. 102,21	S/. 204,43
Amortiguadores delanteros	Suspensión	Und	2	S/. 560,13	S/. 1 120,25
Amortiguadores posteriores	Suspensión	Und	2	S/. 342,75	S/. 685,51
Batería	Equipo eléctrico	Und	1	S/. 681,42	S/. 681,42
Radiador	Refrigeración	Und	1	S/. 428,56	S/. 428,56
Conjunto eje palier	Dirección	Und	2	S/. 1,200,00	S/. 2,400,00
Aro de rueda	Neumáticos	Und	1	S/. 300,00	S/. 300,00

Fuente:Elaboracion Propia.

4.3. Cálculo de vida útil de los principales componentes

“La técnica del costo de reemplazo es particularmente útil para evaluar el costo asociado con daños en activos tangibles, cuyos costos de reparación y reemplazo, son fácilmente medibles. Esta información puede, entonces, ser usada para decidir si es más eficiente permitir que ocurra el daño y pagar los costos de reemplazo o invertir al inicio en prevención de la contaminación. La técnica es menos útil para activos únicos, tales como sitios históricos o culturales y áreas naturales únicas, las que no pueden ser reemplazadas y no pueden ser fácilmente restauradas, y aquellas donde los costos de restauración son inciertos”

4.3.1. Cálculo de la vida útil, conjunto diferencial delantero

Para el cálculo se analizará el diferencial de seis equipos, antes en la tabla siguiente se muestra el costo de restauración antes de la falla.

Tabla 22

Costo de restauración del conjunto diferencial antes que se produzca la falla.

COMPONENTES MAYORES				
Descripción	Sistema	Cantidad	Costo mano de obra	Costo s/.
Conjunto diferencial delantero	Transmisión	1 UND	S/. 37,16	S/. 6 500,00

Fuente: Elaboración Propia

Para ello, recopilamos el historial de fallas del diferencial delantero de seis equipos (tabla 23). En la Figura 23 se muestra físicamente el diferencial.



Figura 23. Diferencial delantero Toyota Hilux TDI 2013

Fuente: Manual Toyota Hilux

Tabla 23

Recopilando el Historial de fallas del diferencial delantero de seis equipos.

Equipo	Componente	Kilómetros de Falla
A6B-800	Diferencial delantero	84006
A2A-888	Diferencial delantero	78900
C6C-863	Diferencial delantero	79005
B9Q-803	Diferencial delantero	84239
A3S-872	Diferencial delantero	85540
A3L-862	Diferencial delantero	98615

Fuente: Manual Toyota Hilux

Para nuestros propósitos de cálculos de confiabilidad en relación a la vida útil de los componentes, con respecto al recorrido del vehículo (km),

nos interesa como dato el recorrido en km cuando se produce la falla. Por lo que, la Tabla 23 quedara ordenada para el análisis de la siguiente manera:

Tabla 24

Historial de fallas de seis equipos diferenciales ordenado por kilometraje

Equipo	COMPONENTE	Kilómetros de Falla
A2A-888	Diferencial delantero	78900
C6C-863	Diferencial delantero	79005
A6B-800	Diferencial delantero	84006
B9Q-803	Diferencial delantero	84239
A3S-872	Diferencial delantero	85540
A3L-862	Diferencial delantero	98615

Fuente: Elaboración propia

Análisis de la tendencia de Laplace. Se debe de justificar el análisis de confiabilidad con el análisis de tendencia de LAPLACE, para saber si es factible o no realizarlo. Para ello, para cada uno de los equipos, se verifica si el cálculo es factible o no realizarlo.

Tabla 25

Cálculo de rango mediana, Gamma 0

i	Ki	Rango Mediana	Ln(Ki)	ln(ln(1/(1-F(Ki))))
1	78900	0.203125	11.2759365	-1.482552207
2	79005	0.359375	11.2772664	-0.808982327
3	84006	0.515625	11.3386435	-0.32172725
4	84239	0.671875	11.3414133	0.108280828
5	85540	0.828125	11.3567394	0.565874908
6	98615	0.984375	11.4989787	1.425246549

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados graficamos la representación gráfica de Gamma 0 (Figura 24)

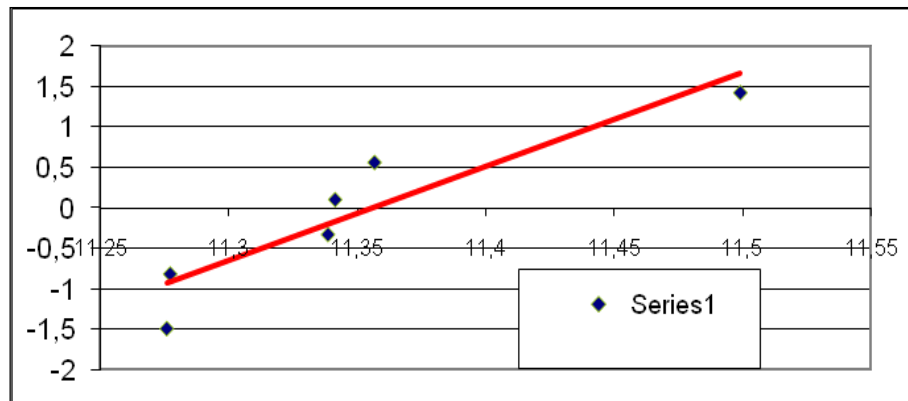


Figura 24. Representación gráfica de Gamma 0.

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de los parámetros “ β ”, “ α ”, “ η ”, “ r^2 ”, “ p ” y “ γ ”, aplicamos la ecuación de Weibull; obteniendo los siguientes resultados: Beta ($\beta = 11,64428733$); Intersección eje ($\alpha = -132,2269134$); Eta ($\eta = 85435,57964$); Cuadrado de Coeficiente ($R^2 = 0,853299723$); Coeficiente de correlación ($p = 0,923742238$); Gamma ($\gamma = 0$).

Para hallar la probabilidad de falla utilizamos la fórmula (47):

$$F(Km) = 1 - e^{(-(\frac{t}{\eta})^\beta)} \quad [47]$$

Para hallar la confiabilidad utilizamos la fórmula (48):

$$R(Km) = e^{(-(\frac{t}{\eta})^\beta)} \quad [48]$$

Dónde:

T= tiempo de falla (lo expresaremos en función al Km)

Y= parámetro de ubicación

n= parámetro de escala

β = parámetro de forma

Verificamos el valor de β , en la curva de la bañera (Figura 25)

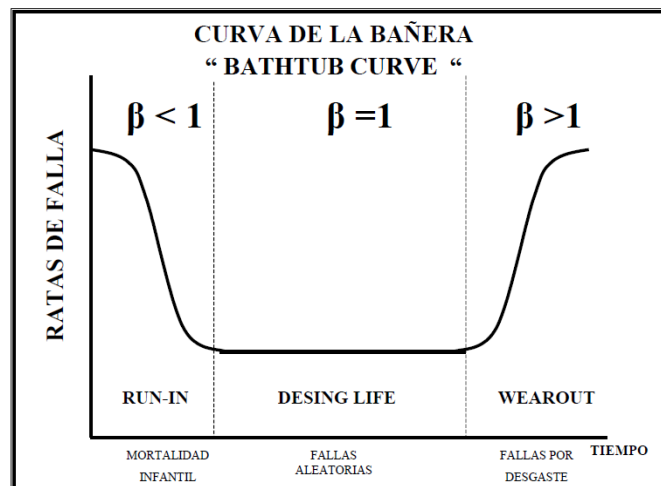


Figura 25. Curva característica de la bañera "Bathtubcurve"

Fuente: Manual Toyota Hilux

Luego, realizamos el cálculo de los parámetros: La Probabilidad de Falla F (km) y La Confiabilidad R (km) (Tabla 26). Con ello, graficamos las funciones: función de densidad de probabilidad; función acumulada de probabilidad; función de riesgo. Estas graficas se visualizan en las figuras siguientes

Tabla 26

Valores de los parámetros F y R para graficar las funciones.

Km	f(Km)	F(Km)	R(Km)	h(Km)
0	0	0,00%	100,00%	0
1250	4,02804E-24	0,00%	100,00%	4,02804E-24
.
.
.
95000	1,35149E-05	96,80%	3,20%	0,00042171
96250	8,82223E-06	98,18%	1,82%	0,000484667
97500	5,28629E-06	99,05%	0,95%	0,000556023

Fuente: Elaboración propia

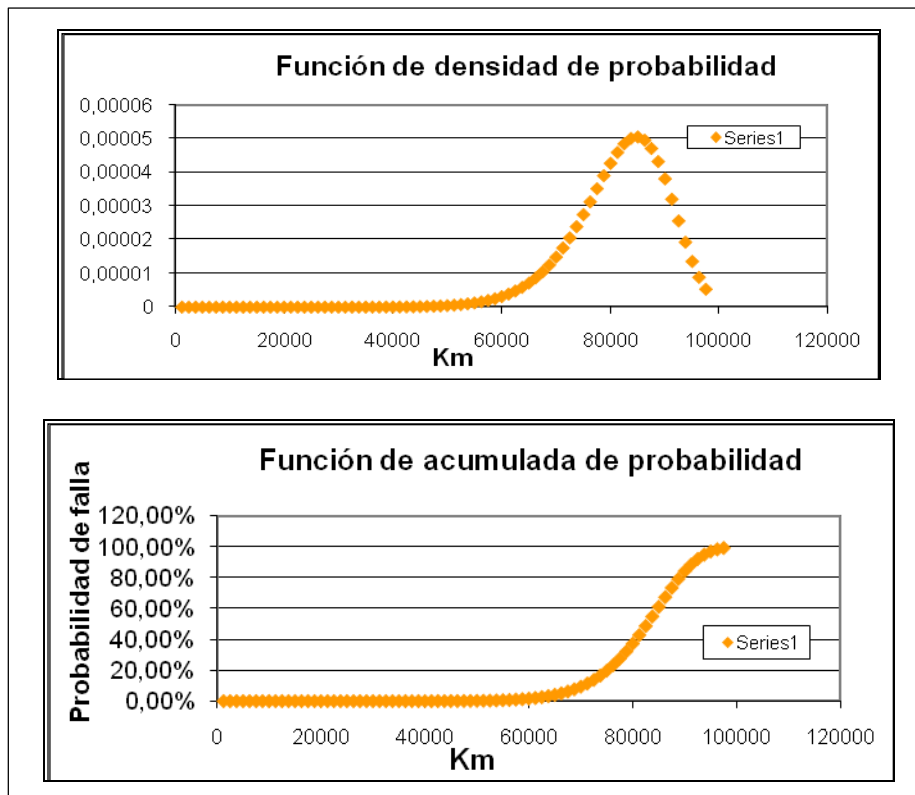


Figura 26. Graficas de funciones de probabilidad del diferencial

Fuente: Elaboración propia

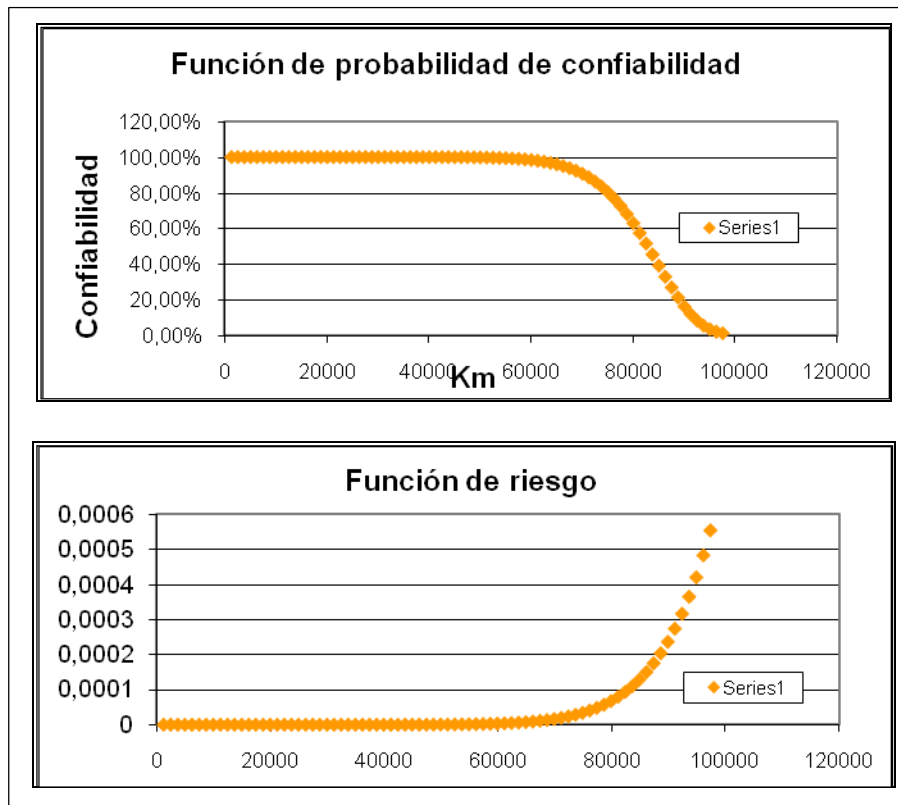


Figura 27. Graficas de funciones de probabilidad de confiabilidad y de riesgo

del diferencial

Fuente: Elaboración propia

Detalle de costos por Mantenimiento Preventivo (MP) y Mantenimiento Correctivo (MC); El costo por cambiar el repuesto antes que se produzca la falla es de S/.6 500,00. Por lo que, el costo de intercambio de componente, cuando falla el equipo es de S/.7 095,95.

Por lo que la gráfica de Costo Beneficio Óptimo del Intercambio de componente, diferencial delantero se muestra en la Figura 28.

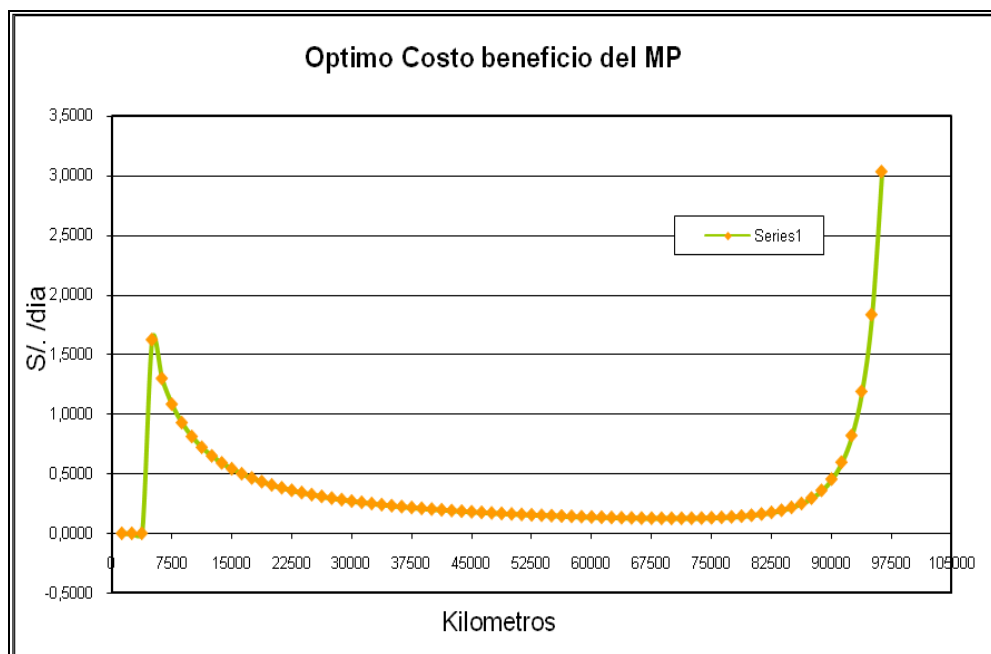


Figura 28. Grafica de costo beneficio óptimo de intercambio de diferencial
 Fuente: Elaboración propia

En base al cálculo y el detalle de la gráfica tenemos los parámetros mostrados en la Tabla 27.

Tabla 27

Calculo del kilometraje óptimo para el cambio del diferencial

Ki	f(Ki)	Ki*f(Ki)*dKi	Integral(Ki)*f(Ki)	F(Ki)	R(Ki)	M(Ki)	S/. /día
70000	1,4813E-05	1296,140459	1296,14046	9,36%	90,64%	13852,0939	0,1258

Fuente: Elaboración propia

El kilometraje óptimo para el intercambio de componente es de 70 000 km.

4.3.2. Cálculo de la vida útil, pastillas de freno

Para el cálculo de la vida útil de las pastillas de freno (Figura 29) perteneciente al sistema de freno de vehículo, procedemos de acuerdo al cálculo de vida útil realizado para el componente diferencial. Es decir, calculamos primero el costo de reparación antes que se produzca la falla. Datos que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 28

Costo de restauración de las pastillas de frenos antes que se produzca la falla

Componentes mayores				
Descripción	Sistema	Cantidad	Costo mano de obra	Costo s/.
Pastillas de freno	Frenos	1 JGO	S/. 37,16/HH	S/. 345,48

Fuente: Elaboración propia

En la figura siguiente se muestra las pastillas de frenos del sistema.



Figura 29. Juego de pastillas de freno.

Fuente: Manual Toyota Hilux.

Se recopila el Historial de fallas, e intercambio de componentes para las pastillas de freno delantero, de seis equipos y como para nuestros propósitos de cálculos de confiabilidad de componentes, en relación a la vida útil de los componentes, con respecto al recorrido del vehículo (km), solo nos interesa el recorrido en km cuando se produce la falla, por lo tanto, los datos para el análisis, teniendo en cuenta el evento de falla del 1 al 6, se muestran en la Tabla 29. (Ordenado)

Tabla 28

Historial de fallas de componentes de seis equipos

Equipo	COMPONENTE	Kilómetros de Falla	Evento de falla [i]
B2D-860	Pastillas de Freno	20715	1
C2Y-894	Pastillas de Freno	25346	2
A3L-862	Pastillas de Freno	26278	3
B9Q-811	Pastillas de Freno	27345	4
A9B-864	Pastillas de Freno	27348	5
C6C-863	Pastillas de Freno	29589	6

Fuente: Elaboración propia

Se tienen los eventos registrados para cada falla y estos se muestran en la misma Tabla 29.

Se debe de justificar el análisis de confiabilidad con el análisis de tendencia de LAPLACE, para saber si es factible o no realizarlo (Tabla 30)

Tabla 30

Kilometraje acumulado por eventos

i	Ki	Ki acumulado
1	20715	20715
2	25346	46061
3	26278	72339
4	27345	99684
5	27348	127032
6	29589	156621

Fuente: Elaboración propia

Se verifica que si es factible el análisis de confiabilidad. Por lo que se realiza el cálculo de rango mediana; Gamma 0 (Tabla 31) y su grafica correspondiente en la Figura 30.

Tabla 31

Calculo de rango mediana; Gamma 0 para pastillas

i	Ki	Rango Mediana	Ln(Ki)	ln(ln(1/(1-F(Ki))))
1	20715	0.203125	9.93861335	1.482552207
2	25346	0.359375	10.1403762	0.808982327
3	26278	0.515625	10.1764874	-0.32172725
4	27345	0.671875	10.216289	0.108280828
5	27348	0.828125	10.2163987	0.565874908
6	29589	0.984375	10.2951579	1.425246549

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se calcula los parámetros “ β ”, “ α ”, “ η ”, “ r^2 ”, “ p ” y “ γ ”, mediante la ecuación de Weibull. Obteniendo: Beta ($\beta = 7,701686804$); Intersección eje ($\alpha = -78,36471832$); Eta ($\eta = 26239,13172$); Cuadrado de Coeficiente ($R^2 = 0,834277442$); Coeficiente de correlación ($p = 0,913387893$); Gamma ($\gamma = 0$).

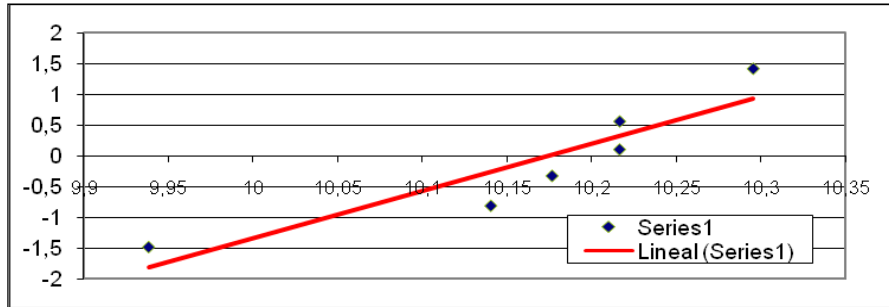


Figura 30. Representación gráfica de Gamma 0..

Fuente: Elaboración propia.

Verificamos el valor de β , en la curva de la bañera (Figura 25) y se observa que es mayor que 1, por lo que la falla será por desgaste.

Seguidamente procedemos a calcular los parámetros “F” y “R” para graficar las funciones de probabilidad, y riesgo mostradas en las figuras siguientes:

Tabla 32

Calculo de los parámetros F y R para pastillas

Km	f(Km)	F(Km)	R(Km)	h(Km)
0	0	0,00%	100,00%	0
425	2,93671E-16	0,00%	100,00%	2,93671E-16
850	3,05682E-14	0,00%	100,00%	3,05682E-14
1275	4,62783E-13	0,00%	100,00%	4,62783E-13
1700	3,18184E-12	0,00%	100,00%	3,18184E-12
.
31450	1,74685E-05	98,23%	1,77%	0,000988248
31875	1,23152E-05	98,86%	1,14%	0,001081269
32300	8,32284E-06	99,30%	0,70%	0,001181637
32725	5,37473E-06	99,58%	0,42%	0,001289824
33150	3,30539E-06	99,76%	0,24%	0,001406326

Fuente: Manual Toyota Hilux

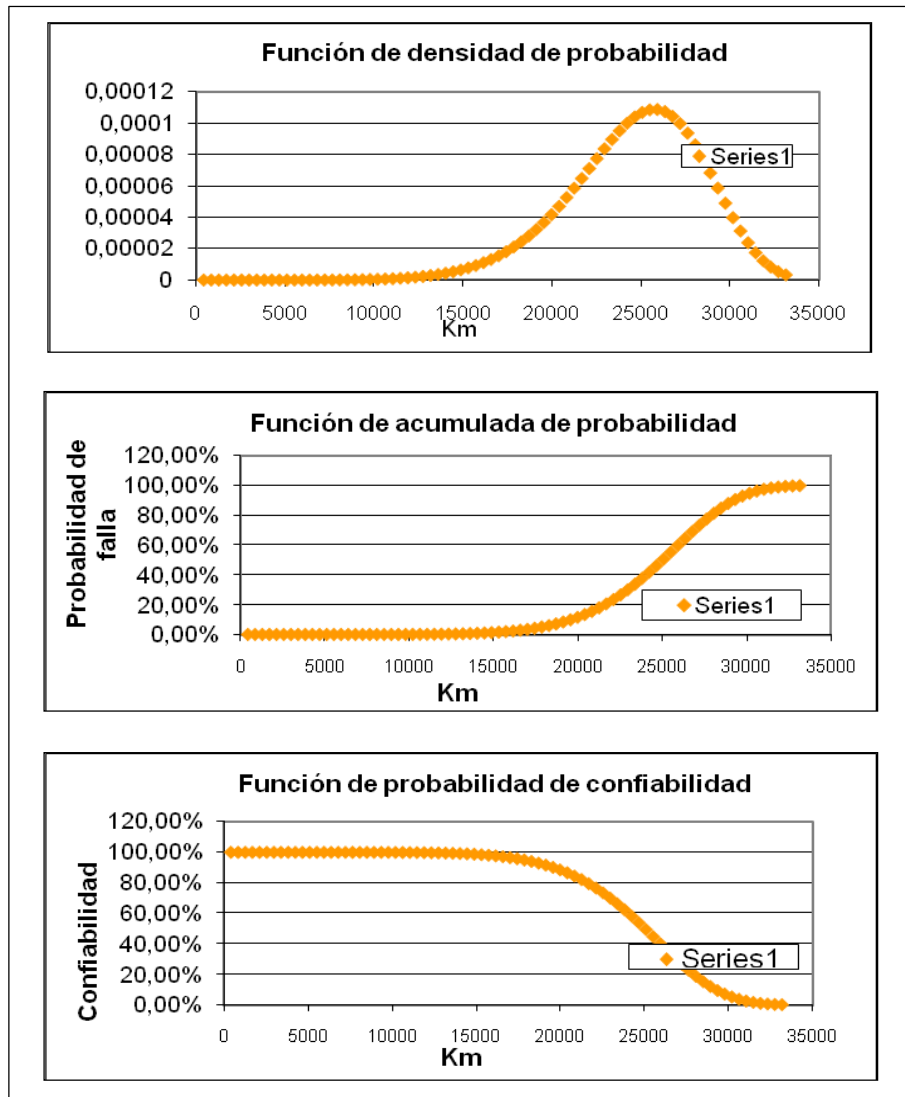


Figura 31. Grafica de las funciones de probabilidades y confiabilidad
Fuente: Elaboración propia.

La grafica de la función de riesgo se muestra en la Figura 32.

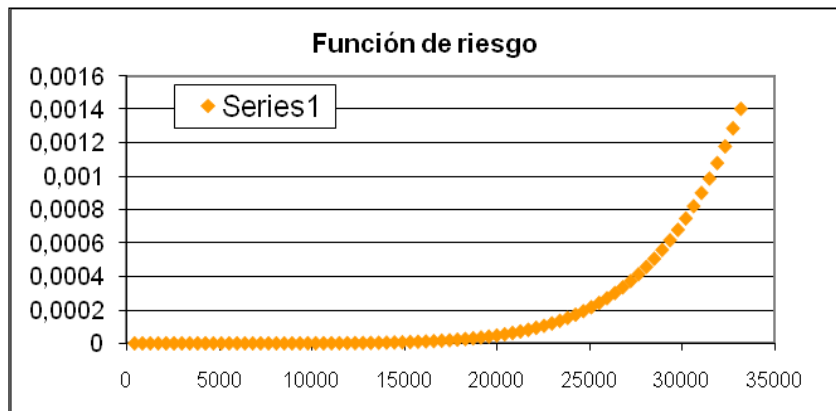


Figura 32. Grafica de la función de riesgo

Fuente: Elaboración propia.

Detalle de costos por Mantenimiento Preventivo (MP) y Mantenimiento Correctivo (MC). El costo por cambiar el repuesto antes que se produzca la falla es de S/. 345,48 (MP), el costo de intercambio de componente, cuando falla el equipo es de S/. 494,47 (MC).

La gráfica de Óptimo Costo Beneficio, realizando el intercambio del componente al momento óptimo teniendo en cuenta los cálculos anteriores se muestra en la Figura 33.

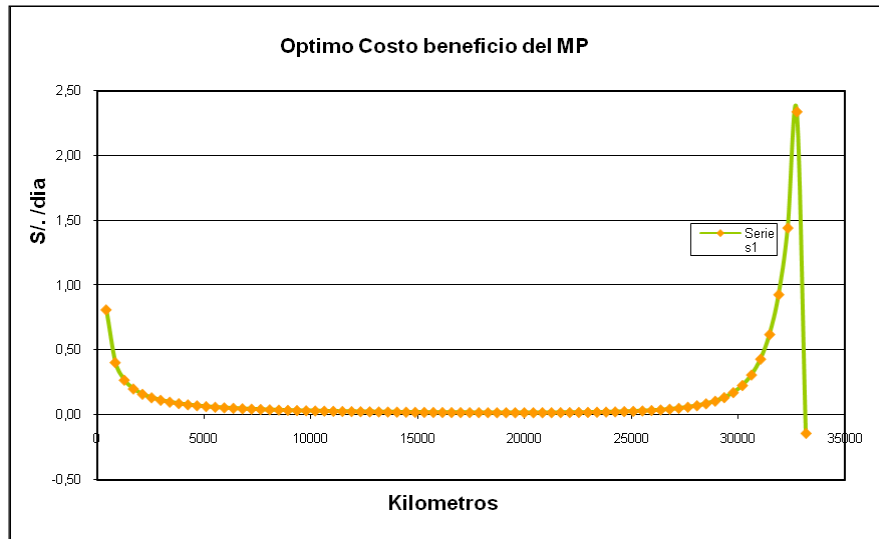


Figura 33. Grafica del optimo costo beneficio del MP de las pastillas
Fuente: Elaboración propia.

En base al cálculo y el detalle de la gráfica se presentan los parámetros siguientes

Tabla 33

Calculo del kilometraje óptimo para el cambio de pastillas de freno

Ki	f(Ki)	Ki*f(Ki)*dKi	Integral(Ki)*f(Ki)	F(Ki)	R(Ki)	M(Ki)	S./día
19975	4,17442E-05	354,3825624	354,382562	11,52%	88,48%	3077,04516	0,0201

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 33 se observa que el kilometraje óptimo para el intercambio del componente es de 19 975 Km,

4.3.3. Cálculo de la vida útil, zapatas de freno.

Para el cálculo de la vida útil de las zapatas de freno (Figura 34) perteneciente al sistema de freno de vehículo, procedemos de acuerdo al cálculo de vida útil realizado para los componentes anteriores. Es decir, calculamos primero el costo de reparación antes que se produzca la falla. Datos que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 34

Costo de restauración de las zapatas de frenos antes que se produzca la falla

Componentes Mayores				
Descripción	Sistema	Cantidad	Costo mano de obra	Costo S/.
Zapatas de freno	Frenos	1 JGO	S/. 37,16	S/. 370,24

Fuente: Elaboración propia.



Figura 34. Zapatas de freno

Fuente: Manual Toyota Hilux.

Se recopila el Historial de fallas, e intercambio de componentes para las zapatas de freno delantero, de seis equipos y como para nuestros propósitos de cálculos de confiabilidad de componentes, en relación a la vida útil de los componentes, con respecto al recorrido del vehículo (km), solo nos interesa el recorrido en km cuando se produce la falla, por lo tanto, los datos para el análisis, teniendo en cuenta el evento de falla del 1 al 6, se muestran en la Tabla 35. (Ordenado)

Tabla 35

Historial de fallas de zapatas de frenos de seis equipos

Equipo	COMPONENTE	Kilómetros de Falla	Evento de Falla, [i]
A9B-867	Fajas de Freno	38095	1
A2A-888	Fajas de Freno	39095	2
POC-082	Fajas de Freno	39548	3
A3S-872	Fajas de Freno	40040	4
A9B-864	Fajas de Freno	40492	5
A3T-854	Fajas de Freno	46134	6

Fuente: Elaboración propia

Se debe de justificar el análisis de confiabilidad con el análisis de tendencia de LAPLACE, para saber si es factible o no realizarlo. (Tabla 36)

Tabla 36

Kilometraje acumulado por eventos

i	Ki	Ki acumulado
1	38095	38095
2	39095	77190
3	39548	116738
4	40040	156778
5	40492	197270
6	46134	243404

Fuente: Elaboración propia

Se verifica que si es factible el análisis de confiabilidad. Por lo que se realiza el cálculo de rango mediana; Gamma 0 (Tabla 37) y su grafica correspondiente en la Figura 35.

Tabla 37

Calculo de rango mediana; Gamma 0

I	Ki	Rango Mediana	Ln(Ki)	ln(ln(1/(1-F(Ki))))
1	38095	0,203125	10,5478383	1,482552207
2	39095	0,359375	10,5737499	-0,808982327
3	39548	0,515625	10,5852704	-0,32172725
4	40040	0,671875	10,5976342	0,108280828
5	40492	0,828125	10,6088597	0,565874908
6	46134	0,984375	10,7393055	1,425246549

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se calcula los parámetros “ β ”, “ α ”, “ η ”, “ r^2 ”, “ p ” y “ γ ”, mediante la ecuación de Weibull. Obteniendo: Beta ($\beta = 13,73300589$); Intersección eje ($\alpha = -145,7760312$); Eta ($\eta = 40741,91286$); Cuadrado de Coeficiente ($R^2 = 0,809943742$); Coeficiente de correlación ($p = 0,899968745$); Gamma ($\gamma = 0$).

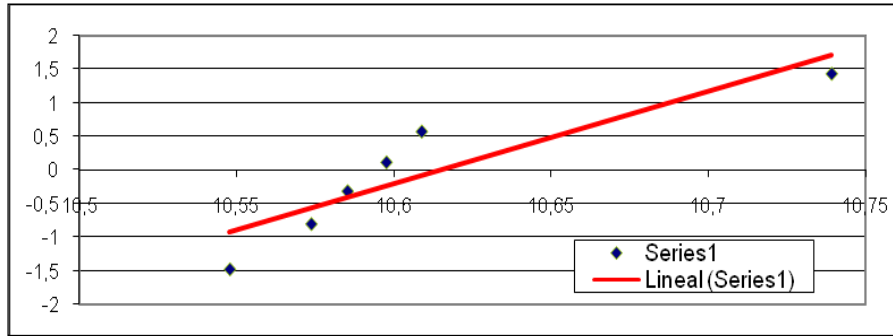


Figura 35. Representación gráfica de Gamma 0

Fuente: Elaboración propia.

Verificamos el valor de β , en la curva de la bañera (Figura 25) y se observa que es mayor que 1, por lo que la falla será por desgaste.

Seguidamente procedemos a calcular los parámetros “F” y “R” para graficar las funciones de probabilidad, y riesgo mostradas en las figuras siguientes:

Tabla 38

Calculo de parámetros F y R para las zapatas

Km	f(Km)	F(Km)	R(Km)	h(Km)
0	0	0,00%	100,00%	0
500	1,56329E-28	0,00%	100,00%	1,56329E-28
1000	1,06428E-24	0,00%	100,00%	1,06428E-24
1500	1,85878E-22	0,00%	100,00%	1,85878E-22
2000	7,2456E-21	0,00%	100,00%	7,2456E-21
2500	1,24174E-19	0,00%	100,00%	1,24174E-19
3000	1,26545E-18	0,00%	100,00%	1,26545E-18
.
36500	6,66484E-05	19,82%	80,18%	8,31269E-05
37000	7,57382E-05	23,38%	76,62%	9,88506E-05
37500	8,51392E-05	27,40%	72,60%	0,000117275

Fuente: Manual Toyota Hilux

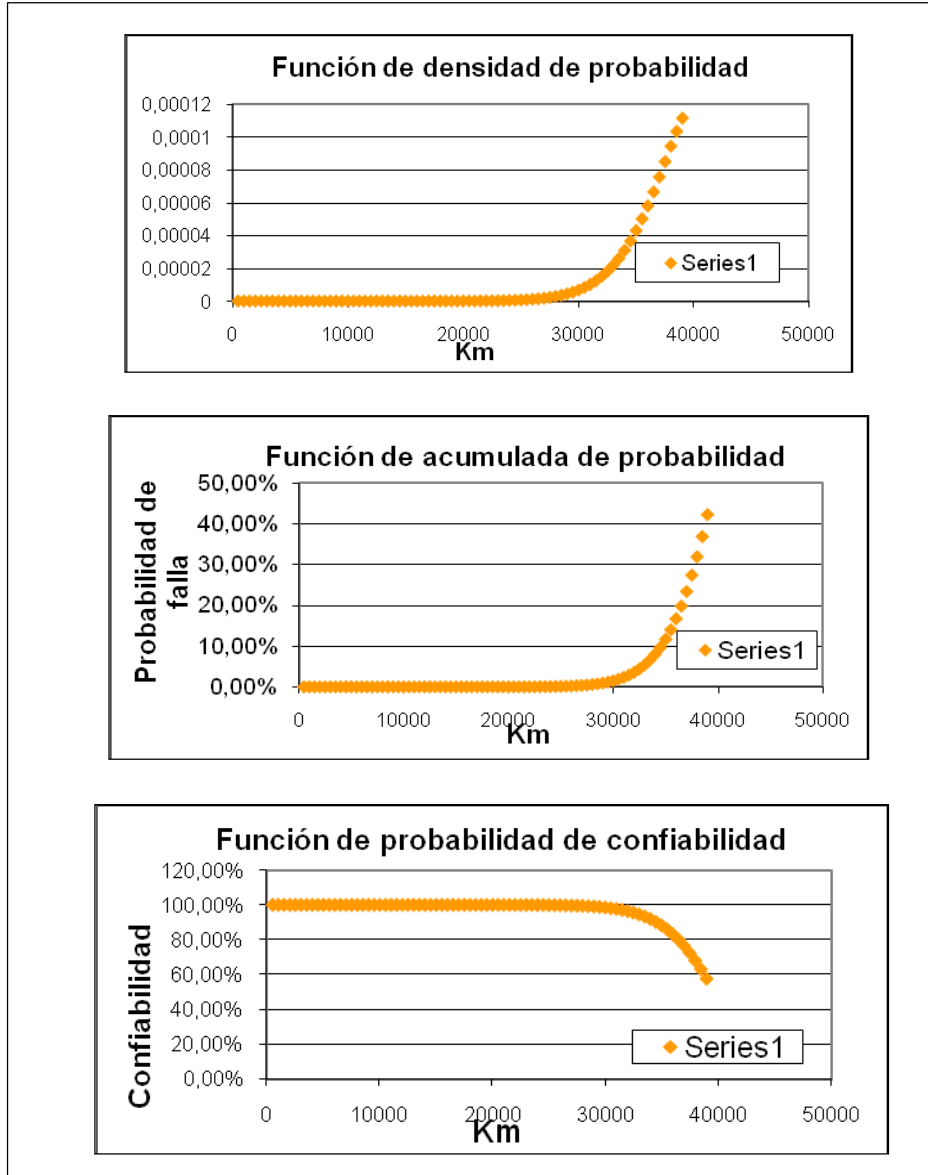


Figura 36. Grafica de funciones de probabilidades y confiabilidad.

Fuente: Elaboración propia.

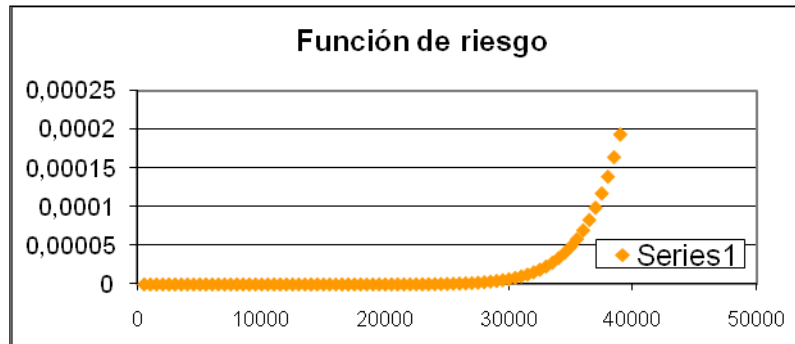


Figura 37. Grafica de la función de riesgo

Fuente: Elaboración propia.

Detalle de costos por Mantenimiento Preventivo (MP) y Mantenimiento Correctivo (MC). El costo por cambiar el repuesto antes que se produzca la falla es de S/. 370,24, el costo de intercambio de componente, cuando falla el equipo es de S/. 593,72

La gráfica de Óptimo Costo Beneficio, realizando el intercambio del componente al momento óptimo teniendo en cuenta los cálculos anteriores se muestra en la Figura 38.

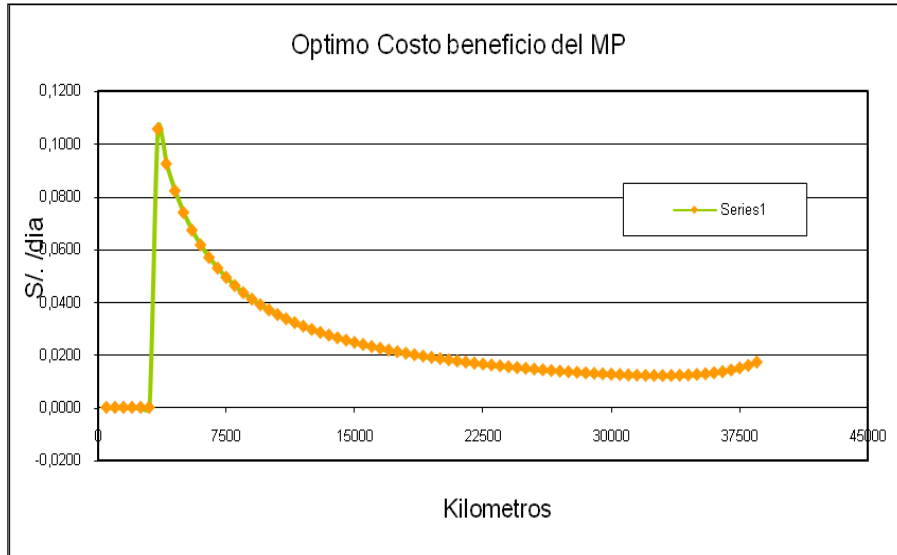


Figura 38. Grafica del optimo costo beneficio del MP de las zapatas
Fuente: Elaboración propia.

En base al cálculo y el detalle de la gráfica se presentan los parámetros siguientes

Tabla 39

Calculo del kilometraje óptimo para el cambio de las zapatas de freno

Ki	f(Ki)	Ki*f(Ki)*dKi	Integral(Ki)*f(Ki)	F(Ki)	R(Ki)	M(Ki)	S./día
33500	2,60564E-05	436,4443437	436,444344	6,58%	93,42%	6635,56553	0,0121

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 39 se observa que el kilometraje óptimo para el intercambio del componente es de 33 500 km,

4.3.4. Cálculo de la vida útil, conjunto disco de embrague, plato y Collarín.

El cálculo de la vida útil de conjunto disco de embrague plato y collarin (Figura 39) perteneciente al sistema de transmisión del vehículo, procedemos de acuerdo al cálculo de vida útil realizado para los componentes anteriores. Es decir, calculamos primero el costo de reparación antes que se produzca la falla. Datos que se muestra en la siguiente tabla

Tabla 40

Costo de restauración de los componentes del embrague antes que se produzca la falla

Componentes mayores				
Descripción	Sistema	Cantidad	Costo mano de obra	Costo
Conjunto disco de embrague, plato y collarín	Transmisión	1 JGO	S/. 37,16	S/. 1 226,55

Fuente: Elaboración propia



Figura. 39 Conjunto disco de embrague, plato y collarín.

Fuente: Manual Toyota Hilux.

Se recopila el Historial de fallas, e intercambio de componentes para el conjunto disco de embrague, plato y collarin, de seis equipos y como para nuestros propósitos de cálculos de confiabilidad de componentes, en es importante el parámetro recorrido del vehículo (km), tomamos los datos cuando se produce la falla, por lo tanto, los datos para el análisis, teniendo en cuenta el evento de falla del 1 al 6, se muestran en la Tabla 41 (Ordenado)

Tabla 41

Historial de fallas del conjunto embrague, disco y collarin de seis equipos

Equipo	Componente	Km de Falla
A9B-867	Conjunto Disco, collarín y plato de embrague	58587
A3S-874	Conjunto Disco, collarín y plato de embrague	54229
B2C-845	Conjunto Disco, collarín y plato de embrague	54471
B2C-847	Conjunto Disco, collarín y plato de embrague	62446
B2D-860	Conjunto Disco, collarín y plato de embrague	58304
B9Q-811	Conjunto Disco, collarín y plato de embrague	60756

Fuente: Elaboración propia

Se debe de justificar el análisis de confiabilidad con el análisis de tendencia de LAPLACE, para saber si es factible o no realizarlo. (Tabla 42)

Tabla 42

Kilometraje acumulado por eventos para el embrague

i	Ki	Ki acumulado
1	54229	54229
2	54471	108700
3	58304	167004
4	58587	225591
5	60756	286347
6	62446	348793

Fuente: Elaboración propia

Se verifica que si es factible el análisis de confiabilidad. Por lo que se realiza el cálculo de rango mediana; Gamma 0 (Tabla 43) y su grafica correspondiente en la Figura 40

Tabla 43

Calculo de rango mediana; Gamma 0 para el embrague

I	Ki	Rango Mediana	Ln(Ki)	ln(ln(1/(1-F(Ki))))
1	54229	0,203125	10,9009711	-1,482552207
2	54471	0,359375	10,9054237	-0,808982327
3	58304	0,515625	10,973426	-0,32172725
4	58587	0,671875	10,9782681	0,108280828
5	60756	0,828125	11,0146211	0,565874908
6	62446	0,984375	11,0420575	1,425246549

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se calcula los parámetros “ β ”, “ α ”, “ η ”, “ r^2 ”, “ p ” y “ γ ”, mediante la ecuación de Weibull. Obteniendo: Beta ($\beta = 17,40617268$); Intersección eje ($\alpha = -191,016178$); Eta ($\eta = 58340,28901$); Cuadrado de Coeficiente ($R^2 = 0,930083328$); Coeficiente de correlación ($p = 0,964408279$); Gamma ($\gamma = 0$).

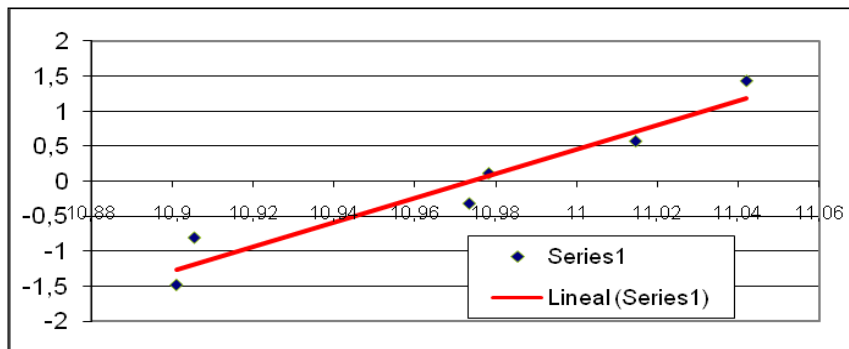


Figura 40. Representación gráfica de Gamma 0

Fuente: Elaboración propia.

Verificamos el valor de β , en la curva de la bañera (Figura 25) y se observa que es mayor que 1, por lo que la falla será por desgaste.

Seguidamente procedemos a calcular los parámetros “F” y “R” para graficar las funciones de probabilidad, y riesgo mostradas en las figuras siguientes:

Tabla 44

Calculo de parámetros F y R para componentes del embrague

Km	f(Km)	F(Km)	R(Km)	h(Km)
0	0	0,00%	100,00%	0
850	2,20792E-34	0,00%	100,00%	2,20792E-34
1700	1,91749E-29	0,00%	100,00%	1,91749E-29
2550	1,48497E-26	0,00%	100,00%	1,48497E-26
3400	1,66527E-24	0,00%	100,00%	1,66527E-24
4250	6,47749E-23	0,00%	100,00%	6,47749E-23
.
62900	2,52092E-05	97,54%	2,46%	0,001025469
63750	1,18475E-05	99,07%	0,93%	0,001278094
64600	4,37398E-06	99,72%	0,28%	0,001588315
65450	1,20204E-06	99,94%	0,06%	0,001968233
66300	2,30391E-07	99,99%	0,01%	0,002432287

Fuente: Elaboración propia

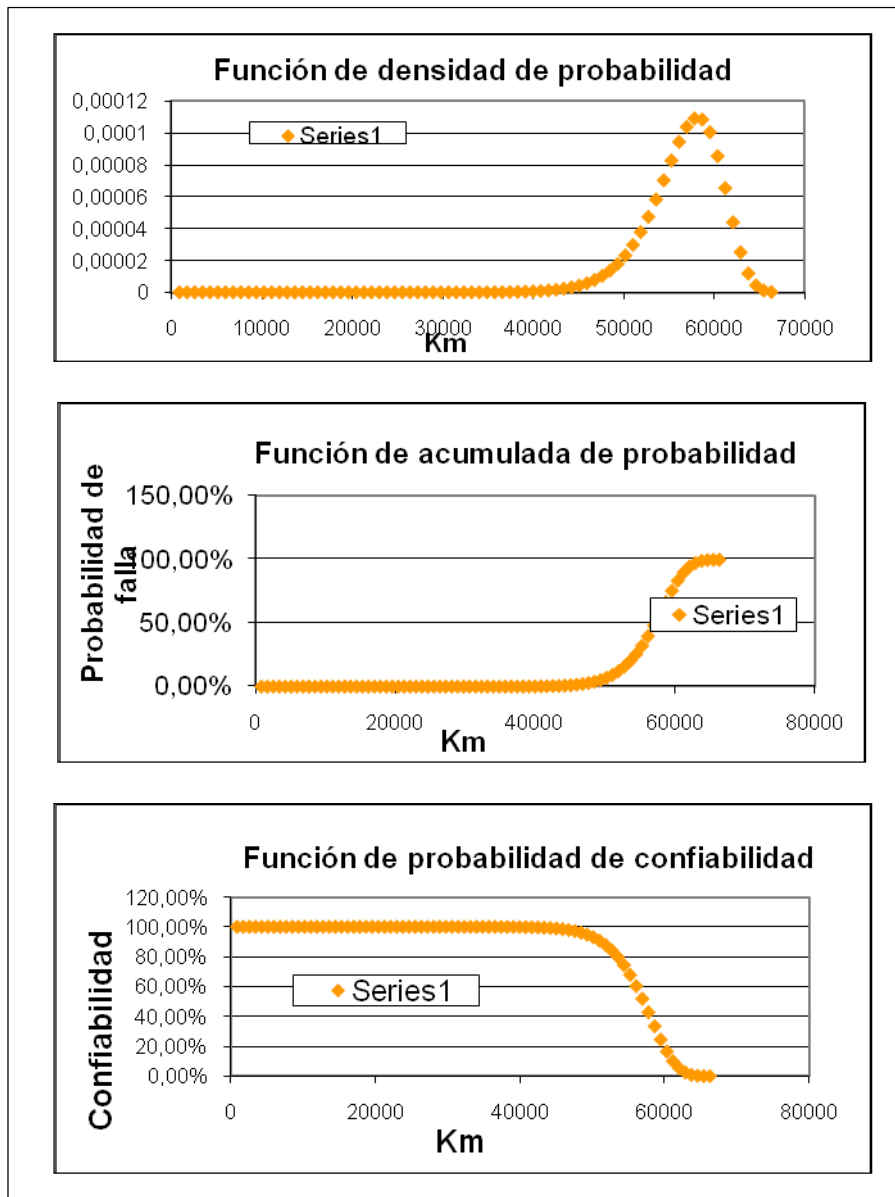


Figura 41. Grafica de funciones de probabilidades y confiabilidad.

Fuente: Elaboración propia.

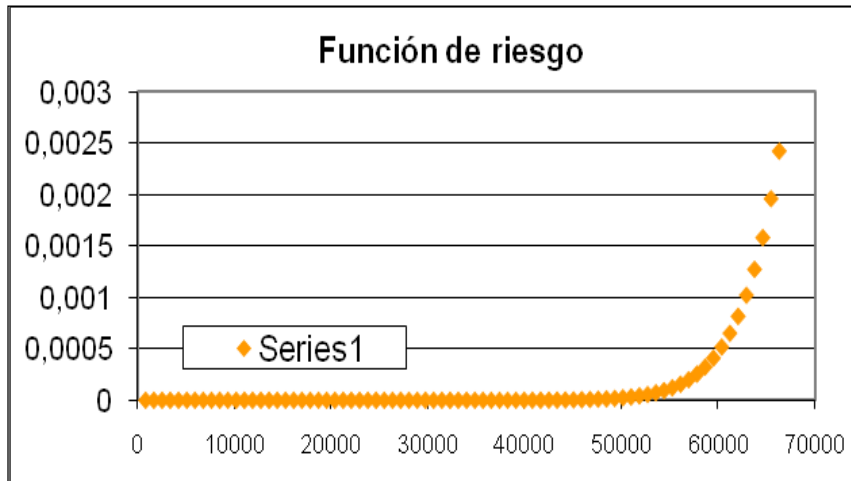


Figura 42. Grafica de funciones de riesgo.

Fuente: Elaboración propia.

Detalle de costos por Mantenimiento Preventivo (MP) y Mantenimiento Correctivo (MC). El costo por cambiar el repuesto antes que se produzca la falla es de S/.1 226,55 (MP), el costo de intercambio de componente, cuando falla el equipo es de S/.1 896,99 (MC)

La gráfica de Óptimo Costo Beneficio, realizando el intercambio del componente al momento óptimo.

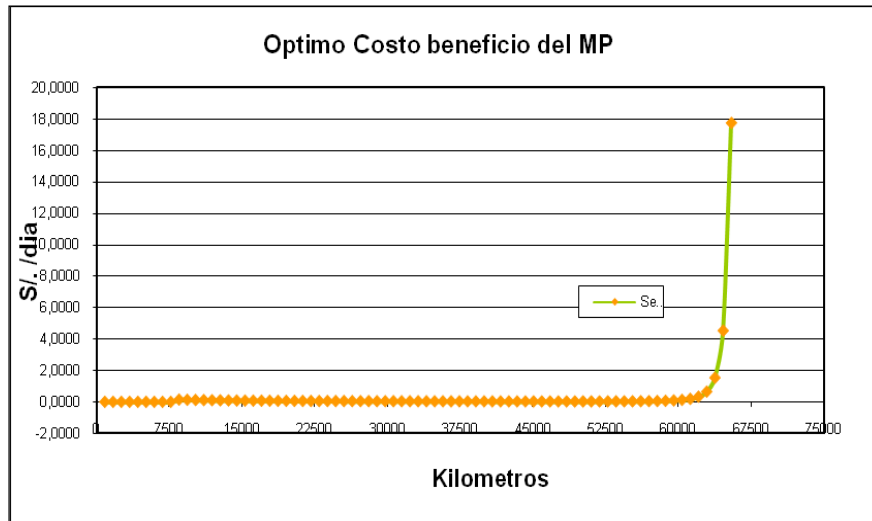


Figura 43. Grafica del optimo costo beneficio del MP del embrague
 Fuente: Elaboración propia.

En base al cálculo y el detalle de la gráfica se presentan los parámetros siguientes

Tabla 45

Calculo del kilometraje óptimo para el cambio del embrague

Ki	f(Ki)	Ki*f(Ki)*dKi	Integral(Ki)*f(Ki)	F(Ki)	R(Ki)	M(Ki)	S/./dia
49300	1.78613E-05	748.4783095	748,478309	5,20 %	94,80%	14404,0057	0,0266

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 45 se observa que el kilometraje óptimo para el intercambio del componente es de 49 300 km,

4.3.5. Cálculo de la vida útil, rodaje centro de cardan

El cálculo de la vida útil de conjunto disco del rodaje centro de cardan (Figura 44) perteneciente al sistema de transmisión del vehículo, procedemos de acuerdo al cálculo de vida útil realizado para los componentes anteriores. Es decir, calculamos primero el costo de reparación antes que se produzca la falla. Datos que se muestra en la siguiente tabla

Tabla 46

Costo de restauración del rodaje centro de cardan antes que se produzca la falla

Componentes mayores				
Descripción	Sistema	Cantidad	Costo Mano de Obra	COSTO S/.
Rodaje centro de cardan	Transmisión	1 UND	S/. 37,16	S/. 355,87

Fuente: Elaboración propia



Figura. 44 Rodaje centro de cardan.

Fuente: Manual Toyota Hilux.

Se recopila el Historial de fallas, e intercambio de componentes para el rodaje centro de cardan, de seis equipos y ya que, para nuestros propósitos de cálculos de confiabilidad de componentes, en es importante el parámetro recorrido del vehículo (km), tomamos los datos cuando se produce la falla, por lo tanto, los datos para el análisis, teniendo en cuenta el evento de falla del 1 al 6, se muestran en la Tabla 47 (Ordenado)

Tabla 47

Historial de fallas del rodaje centro cardan de seis equipos

Equipo	COMPONENTE	Kilómetros de Falla	Evento de falla [i]
A3L-862	Rodaje Centro de Cardan	62349	1
POC-081	Rodaje Centro de Cardan	63900	2
B9Q-811	Rodaje Centro de Cardan	76087	3
B2D-860	Rodaje Centro de Cardan	78143	4
B9Q-803	Rodaje Centro de Cardan	82084	5
B2C-847	Rodaje Centro de Cardan	84085	6

Fuente: Elaboración propia

Se debe de justificar el análisis de confiabilidad con el análisis de tendencia de LAPLACE, para saber si es factible o no realizarlo. (Tabla 42)

Tabla 48

Kilometraje acumulado por eventos para el rodaje

i	Ki	Ki acumulado
1	62349	62349
2	63900	126249
3	76087	202336
4	78143	280479
5	82084	362563
6	84085	446648

Fuente: Elaboración propia

Se verifica que si es factible el análisis de confiabilidad. Por lo que se realiza el cálculo de rango mediana; Gamma 0 (Tabla 49) y su grafica correspondiente en la Figura 45

Tabla 49

Calculo de rango mediana; Gamma 0 para el rodaje

i	Ki	Rango Mediana	Ln(Ki)	ln(ln(1/(1-F(Ki))))
1	62349	0,203125	11,0405029	-1,482552207
2	63900	0,359375	11,0650746	-0,808982327
3	76087	0,515625	11,2396327	-0,32172725
4	78143	0,671875	11,2662958	0,108280828
5	82084	0,828125	11,3154984	0,565874908
6	84085	0,984375	11,3395835	1,425246549

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se calcula los parámetros “ β ”, “ α ”, “ η ”, “ r^2 ”, “ p ” y “ γ ”, mediante la ecuación de Weibull. Obteniendo: Beta ($\beta = 7,467382051$); Intersección eje ($\alpha = -83,80319508$); Eta ($\eta = 74799,53586$); Cuadrado de Coeficiente ($R^2 = 0,863559348$); Coeficiente de correlación ($p = 0,92927894$); Gamma ($\gamma = 0$).

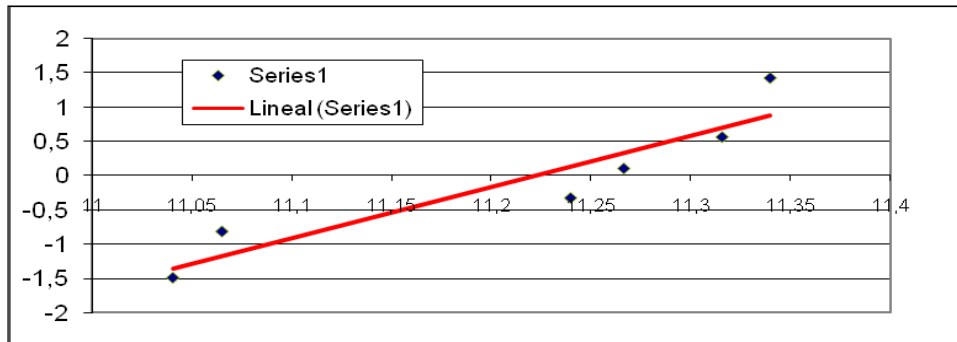


Figura 45. Representación gráfica de Gamma 0

Fuente: Elaboración propia

Verificamos el valor de β , en la curva de la bañera (Figura 25) y se observa que es mayor que 1, por lo que la falla será por desgaste.

Seguidamente procedemos a calcular los parámetros “F” y “R” para graficar las funciones de probabilidad, y riesgo mostradas en las figuras siguientes:

Tabla 50

Calculo de los parámetros F y R para el rodaje

Km	f(Km)	F(Km)	R(Km)	h(Km)
0	0	0,00%	100,00%	0
1250	3,21221E-16	0,00%	100,00%	3,21221E-16
2500	2,84236E-14	0,00%	100,00%	2,84236E-14
3750	3,91317E-13	0,00%	100,00%	3,91317E-13
5000	2,5151E-12	0,00%	100,00%	2,5151E-12
.
91250	4,37806E-06	98,79%	1,21%	0,000361097
92500	2,98239E-06	99,24%	0,76%	0,000394311
93750	1,94366E-06	99,55%	0,45%	0,000430072
95000	1,20791E-06	99,74%	0,26%	0,000468537
96250	7,13366E-07	99,86%	0,14%	0,00050987
97500	3,98896E-07	99,93%	0,07%	0,000554245

Fuente: Elaboración propia

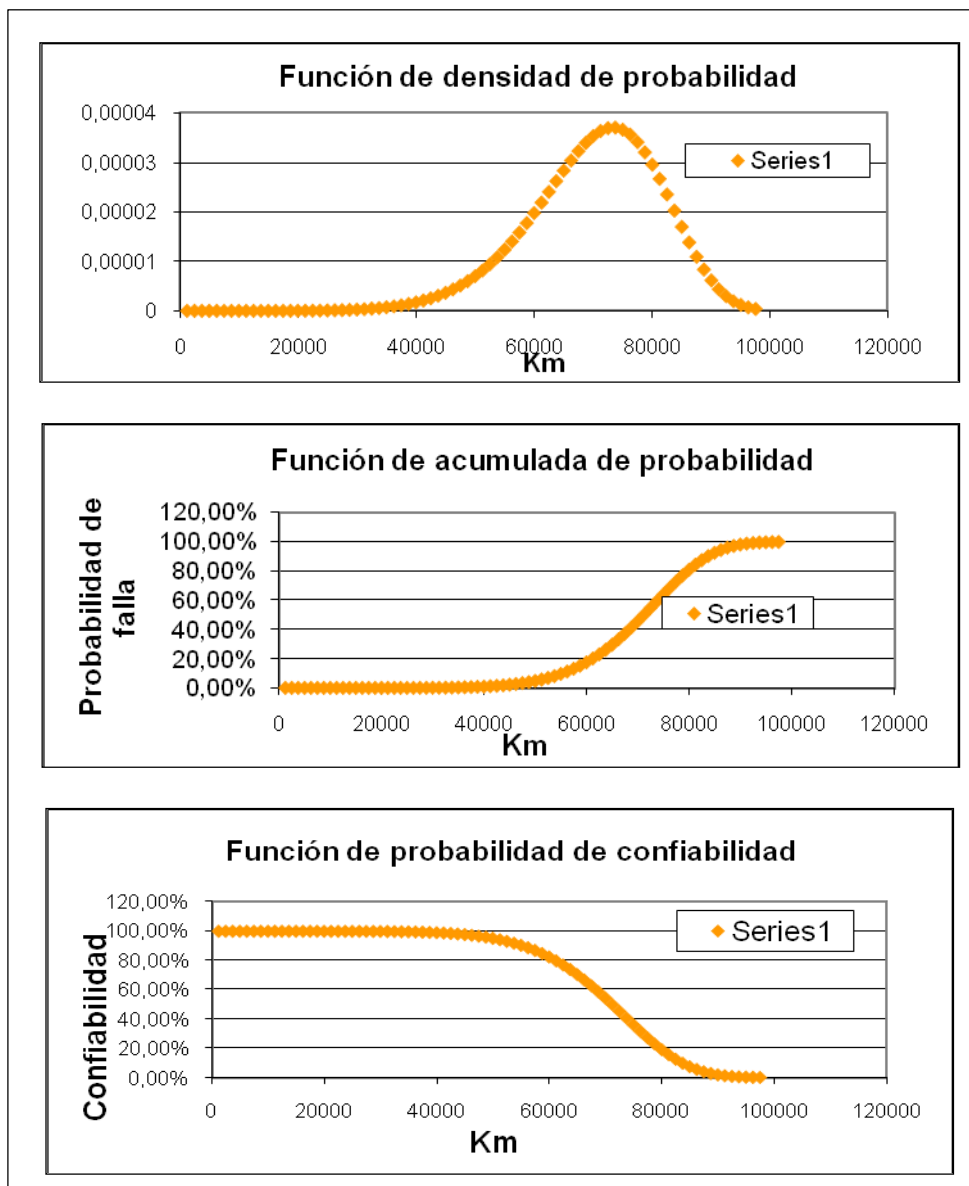


Figura 46. Grafica de funciones de probabilidades y confiabilidad.

Fuente: Elaboración propia.

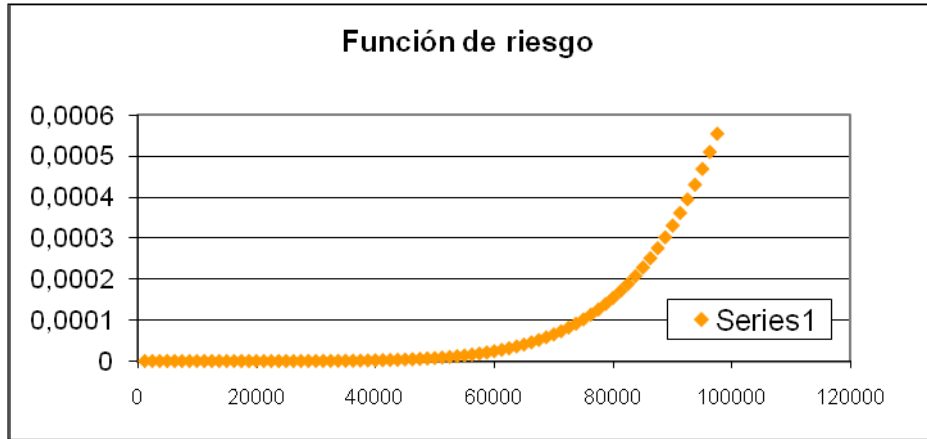


Figura 47. Grafica de funciones de riesgo.

Fuente: Elaboración propia.

Detalle de costos por Mantenimiento Preventivo (MP) y Mantenimiento Correctivo (MC). El costo por cambiar el repuesto antes que se produzca la falla es de S/. 355,87 (MP), el costo de intercambio de componente, cuando falla el equipo es de S/. 579,35 (MC)

La gráfica de Óptimo Costo Beneficio, realizando el intercambio del componente al momento óptimo.

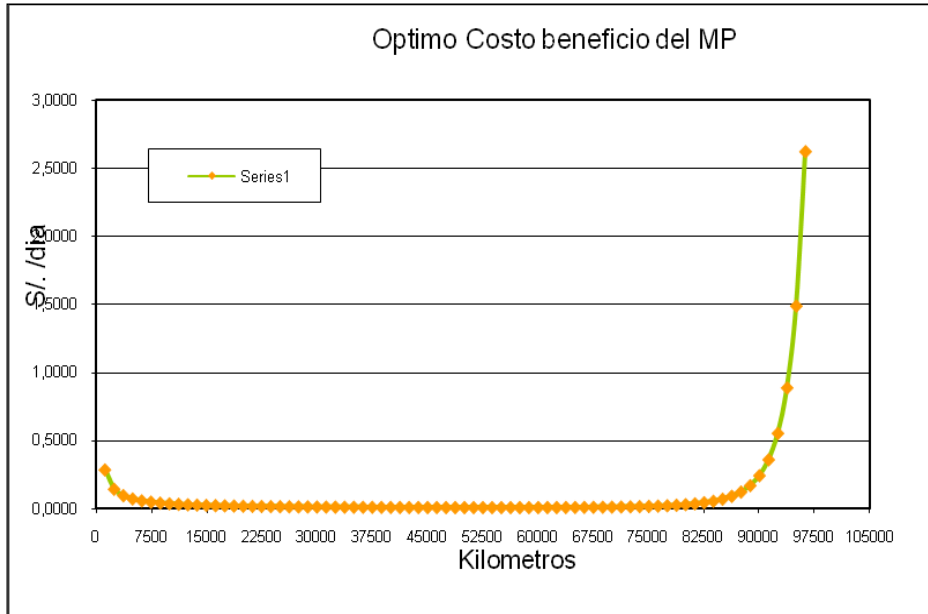


Figura 48. Grafica del optimo costo beneficio del MP de las zapatas
Fuente: Elaboración propia.

En base al cálculo y el detalle de la gráfica se presentan los parámetros siguientes

Tabla 51

Calculo del kilometraje óptimo para el cambio del rodaje centro cardan

Ki	f(Ki)	Ki*f(Ki)*dKi	Integral(Ki)*f(Ki)	F(Ki)	R(Ki)	M(Ki)	S./día
57 500	1,58333E-05	1138,017604	1138,0176	13,09%	86,91%	8694,83067	0,0075

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 51 se observa que el kilometraje óptimo para el intercambio del componente es de 57 500 km,

4.3.6. Cálculo de la vida útil, llantas

El cálculo de la vida útil de la rueda neumática más conocida como “llanta” (Figura 49) perteneciente al sistema de transmisión del vehículo, procedemos de acuerdo al cálculo de vida útil realizado para los componentes anteriores. Es decir, calculamos primero el costo de reparación antes que se produzca la falla. Datos que se muestra en la siguiente tabla

Tabla 52

Costo de restauración de la llanta antes que se produzca la falla

Componentes mayores				
Descripción	Sistema	Cantidad	Costo Mano de Obra	COSTO S/.
Llantas	Ruedas y neumáticos	4 UND	S/. 37,16/HH	S/. 2 619,04

Fuente: Elaboración propia



Figura 49. Rueda Neumática (Llanta)

Fuente: Manual Toyota Hilux.

Se recopila el Historial de fallas, e intercambio de componentes para el rodaje centro de cardan, de seis equipos y ya que, para nuestros propósitos de cálculos de confiabilidad de componentes, en es importante el parámetro recorrido del vehículo (km), tomamos los datos cuando se produce la falla, por lo tanto, los datos para el análisis, teniendo en cuenta el evento de falla del 1 al 6, se muestran en la Tabla 53 (Ordenado)

Tabla 53

Historial de fallas de la rueda neumática (llanta) de seis equipos, ordenado

Equipo	COMPONENTE	Kilómetros de Falla	Evento de falla [i]
C6C-863	Llantas	43584	1
A6B-800	Llantas	45338	2
A2A-888	Llantas	47887	3
A3L-862	Llantas	48231	4
B9Q-803	Llantas	48720	5
A3S-872	Llantas	49721	6

Fuente: Elaboración propia

Se debe de justificar el análisis de confiabilidad con el análisis de tendencia de LAPLACE, para saber si es factible o no realizarlo. (Tabla 54)

Tabla 54

Kilometraje acumulado por eventos para las llantas

i	Ki	Ki acumulado
1	43584	43584
2	45338	88922
3	47887	136809
4	48231	185040
5	48720	233760
6	49721	283481

Fuente: Elaboración propia

Se verifica que si es factible el análisis de confiabilidad. Por lo que se realiza el cálculo de rango mediana; Gamma 0 (Tabla 55) y su grafica correspondiente en la Figura 45

Tabla 55

Calculo de rango mediana; Gamma 0 para las llantas

i	Ki	Rango Mediana	Ln(Ki)	ln(ln(1/(1-F(Ki))))
1	43584	0,203125	10,6824454	-1,482552207
2	45338	0,359375	10,7219008	-0,808982327
3	47887	0,515625	10,7765993	-0,32172725
4	48231	0,671875	10,7837572	0,108280828
5	48720	0,828125	10,7938449	0,565874908
6	49721	0,984375	10,8141827	1,425246549

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se calcula los parámetros “ β ”, “ α ”, “ η ”, “ r^2 ”, “ p ” y “ γ ”, mediante la ecuación de Weibull. Obteniendo: Beta ($\beta = 19,45709445$); Intersección eje ($\alpha = -209,4852622$); Eta ($\eta = 47406,9145$); Cuadrado de Coeficiente ($R^2 = 0,887059094$); Coeficiente de correlación ($p = 0,941838146$); Gamma ($\gamma = 0$).

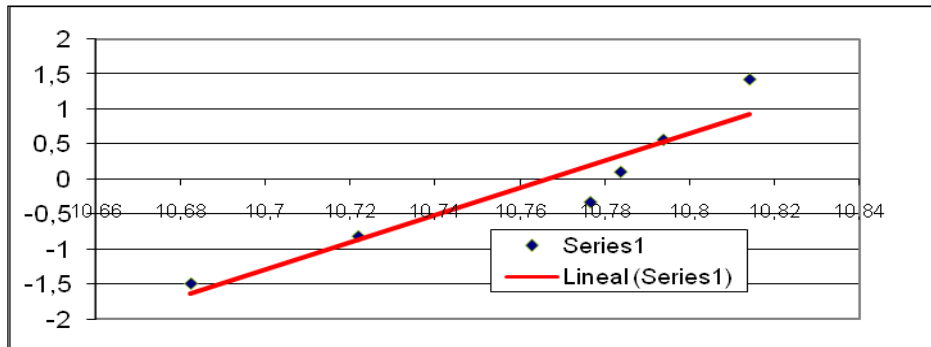


Figura 50. Representación gráfica de Gamma 0

Fuente: Elaboración propia

Verificamos el valor de β , en la curva de la bañera (Figura 25) y se observa que es mayor que 1, por lo que la falla será por desgaste.

Seguidamente procedemos a calcular los parámetros “F” y “R” para graficar las funciones de probabilidad, y riesgo mostradas en las figuras siguientes:

Tabla 56

Calculo de los parámetros F y R para las llantas

Km	f(Km)	F(Km)	R(Km)	h(Km)
0	0	0,00%	100,00%	0
650	1,69431E-38	0,00%	100,00%	1,69431E-38
1300	6,09721E-33	0,00%	100,00%	6,09721E-33
1950	1,08459E-29	0,00%	100,00%	1,08459E-29
2600	2,19417E-27	0,00%	100,00%	2,19417E-27
3250	1,3488E-25	0,00%	100,00%	1,3488E-25
.
47450	0,000150827	63,86%	36,14%	0,000417367
48100	0,000142419	73,45%	26,55%	0,000536511
48750	0,000122816	82,13%	17,87%	0,000687345
49400	9,45279E-05	89,23%	10,77%	0,0008777
50050	6,3104E-05	94,35%	5,65%	0,001117197

Fuente: Elaboración propia

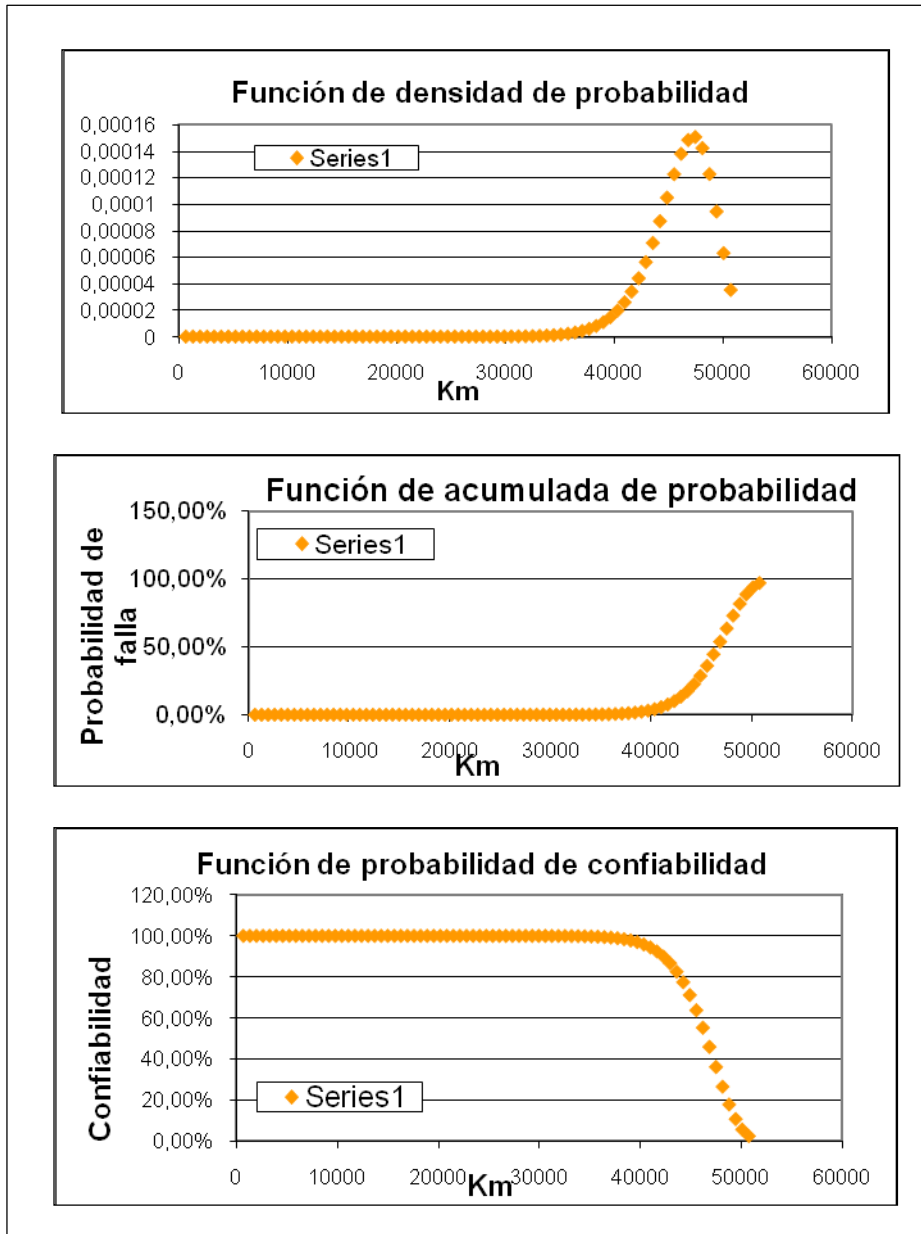


Figura 51. Grafica de funciones de probabilidades y confiabilidad.

Fuente: Elaboración propia.

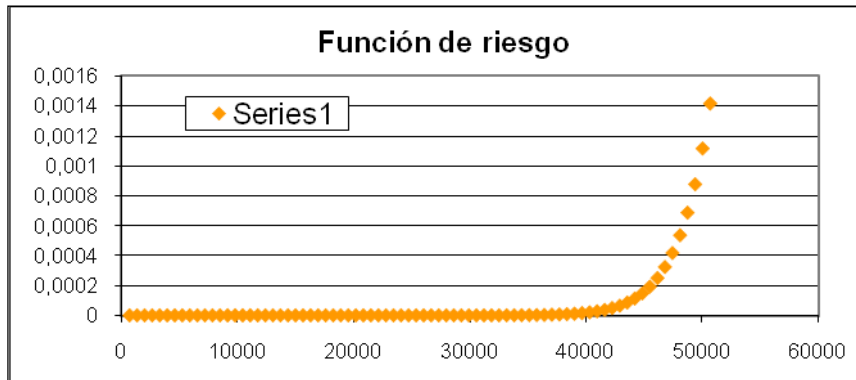


Figura 52. Grafica de funciones de riesgo.

Fuente: Elaboración propia.

Detalle de costos por Mantenimiento Preventivo (MP) y Mantenimiento Correctivo (MC). El costo por cambiar el repuesto antes que se produzca la falla es de S/.2 619,04 (MP), el costo de intercambio de componente, cuando falla el equipo es de S/.2 991,51. (MC)

Gráfica de Óptimo Costo Beneficio, realizando el intercambio del componente al momento óptimo.

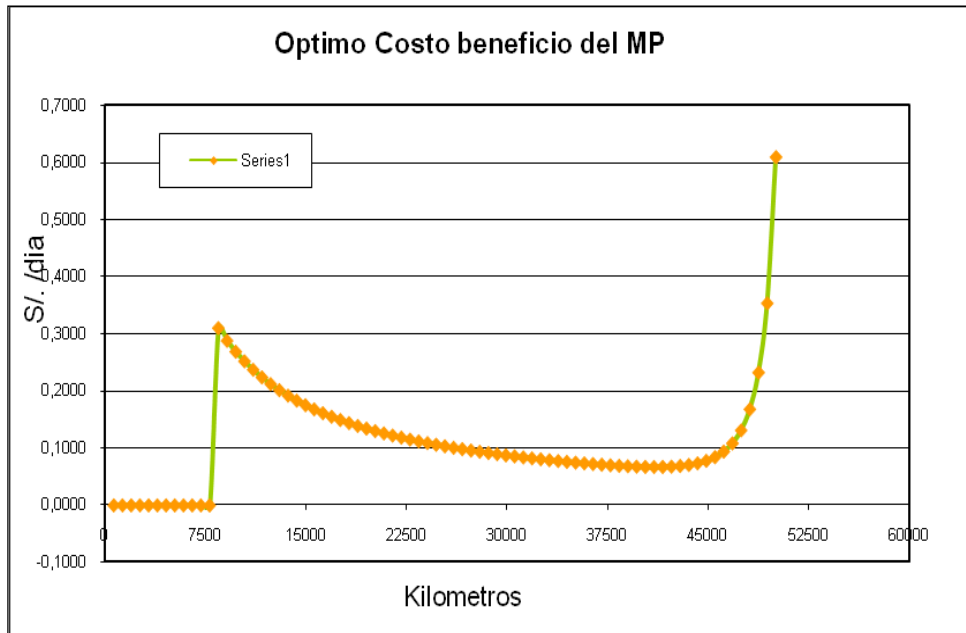


Figura 53. Grafica del optimo costo beneficio del MP de las llantas
Fuente: Elaboración propia.

En base al cálculo y el detalle de la gráfica se presentan los parámetros siguientes

Tabla 57

Calculo del kilometraje óptimo para el cambio de las llantas

Ki	f(Ki)	Ki*f(Ki)*dKi	Integral(Ki)*f(Ki)	F(Ki)	R(Ki)	M(Ki)	\$./día
40950	2,59681E-05	691,2053417	691,205342	5,63%	94,37%	12284,4378	0,0671

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 57 se observa que el kilometraje óptimo para el intercambio del componente es de 40 950 km,

4.3.7. Cálculo de la vida útil, batería.

El cálculo de la vida útil de la batería (Figura 54) perteneciente al sistema de arranque y eléctrico del vehículo, se realiza de acuerdo al cálculo de vida útil realizado para los componentes anteriores. Es decir, calculamos primero el costo de reparación antes que se produzca la falla. Datos que se muestra en la siguiente tabla

Tabla 58

Costo de restauración de la batería antes que se produzca la falla

Componentes mayores				
Descripción	Sistema	Cantidad	Costo Mano de Obra	COSTO S/.
Batería	Equipo eléctrico	1 UND	S/. 37,16/HH	S/. 681,42

Fuente: Elaboración propia



Figura 54. Batería

Fuente: Manual Toyota Hilux-Grupo Pana.

Se recopila el Historial de fallas, e intercambio de componentes para la batería, de seis equipos y ya que, para nuestros propósitos de cálculos de confiabilidad de componentes, en es importante el parámetro recorrido del vehículo (km), tomamos los datos cuando se produce la falla, por lo tanto, los datos para el análisis, teniendo en cuenta el evento de falla del 1 al 6, se muestran en la Tabla 59 (Ordenado)

Tabla 59

Historial de fallas de la batería de seis equipos, ordenado

Equipo	COMPONENTE	Kilómetros de Falla	Evento de falla [i]
B9Q-811	Batería	58740	1
B9Q-803	Batería	63494	2
A3L-862	Batería	72423	3
C2Y-894	Batería	76988	4
A6B-800	Batería	82645	5
B9Q-811	Batería	89730	6

Fuente: Elaboración propia

Se debe de justificar el análisis de confiabilidad con el análisis de tendencia de LAPLACE, para saber si es factible o no realizarlo. (Tabla 54)

Tabla 60

Kilometraje acumulado por eventos

i	Ki	Ki acumulado
1	58740	58740
2	63494	122234
3	72423	194657
4	76988	271645
5	82645	354290
6	89730	444020

Fuente: Elaboración propia

Se verifica que si es factible el análisis de confiabilidad. Por lo que se realiza el cálculo de rango mediana; Gamma 0 (Tabla 61) y su grafica correspondiente en la Figura 55

Tabla 61

Calculo de rango mediana; Gamma 0

i	Ki	Rango Mediana	Ln(Ki)	ln(ln(1/(1-F(Ki))))
1	58740	0,203125	10,9808762	-1,482552207
2	63494	0,359375	11,0587007	-0,808982327
3	72423	0,515625	11,1902792	-0,32172725
4	76988	0,671875	11,2514048	0,108280828
5	82645	0,828125	11,3223096	0,565874908
6	89730	0,984375	11,4045604	1,425246549

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se calcula los parámetros “ β ”, “ α ”, “ η ”, “ r^2 ”, “ p ” y “ γ ”, mediante la ecuación de Weibull. Obteniendo: Beta ($\beta = 6,347062673$); Intersección eje ($\alpha = -71,18134651$); Eta ($\eta = 74224,42355$); **Cuadrado de Coeficiente** ($R^2 = 0,973771091$); Coeficiente de correlación ($p = 0,986798505$); Gamma ($\gamma = 0$).

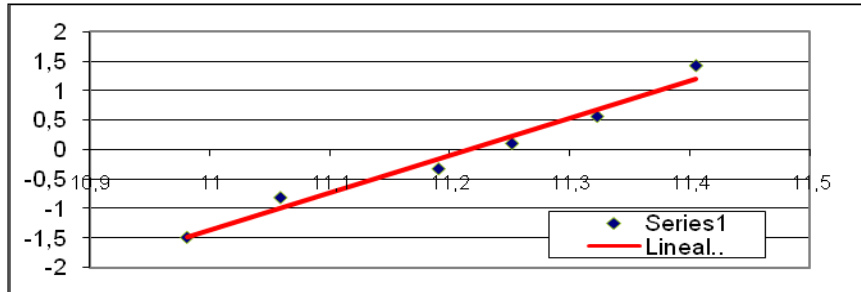


Figura 55. Representación gráfica de Gamma 0

Fuente: Elaboración propia

Verificamos el valor de β , en la curva de la bañera (Figura 25) y se observa que es mayor que 1, por lo que la falla será por desgaste.

Seguidamente procedemos a calcular los parámetros “F” y “R” para graficar las funciones de probabilidad, y riesgo mostradas en las figuras siguientes:

Tabla 62

Calculo de los parámetros F y R para la batería

Km	f(Km)	F(Km)	R(Km)	h(Km)
0	0	0,00%	100,00%	0
1250	2,80723E-14	0,00%	100,00%	2,80723E-14
2500	1,14263E-12	0,00%	100,00%	1,14263E-12
3750	9,98794E-12	0,00%	100,00%	9,98794E-12
5000	4,65084E-11	0,00%	100,00%	4,65084E-11
6250	1,53361E-10	0,00%	100,00%	1,53361E-10
7500	4,06539E-10	0,00%	100,00%	4,06539E-10
.
91250	6,32173E-06	97,55%	2,45%	0,000257978
92500	4,86576E-06	98,25%	1,75%	0,000277446
93750	3,64885E-06	98,78%	1,22%	0,000298091
95000	2,66201E-06	99,17%	0,83%	0,000319968
96250	1,88641E-06	99,45%	0,55%	0,000343133
97500	1,29638E-06	99,65%	0,35%	0,000367644

Fuente: Elaboración propia

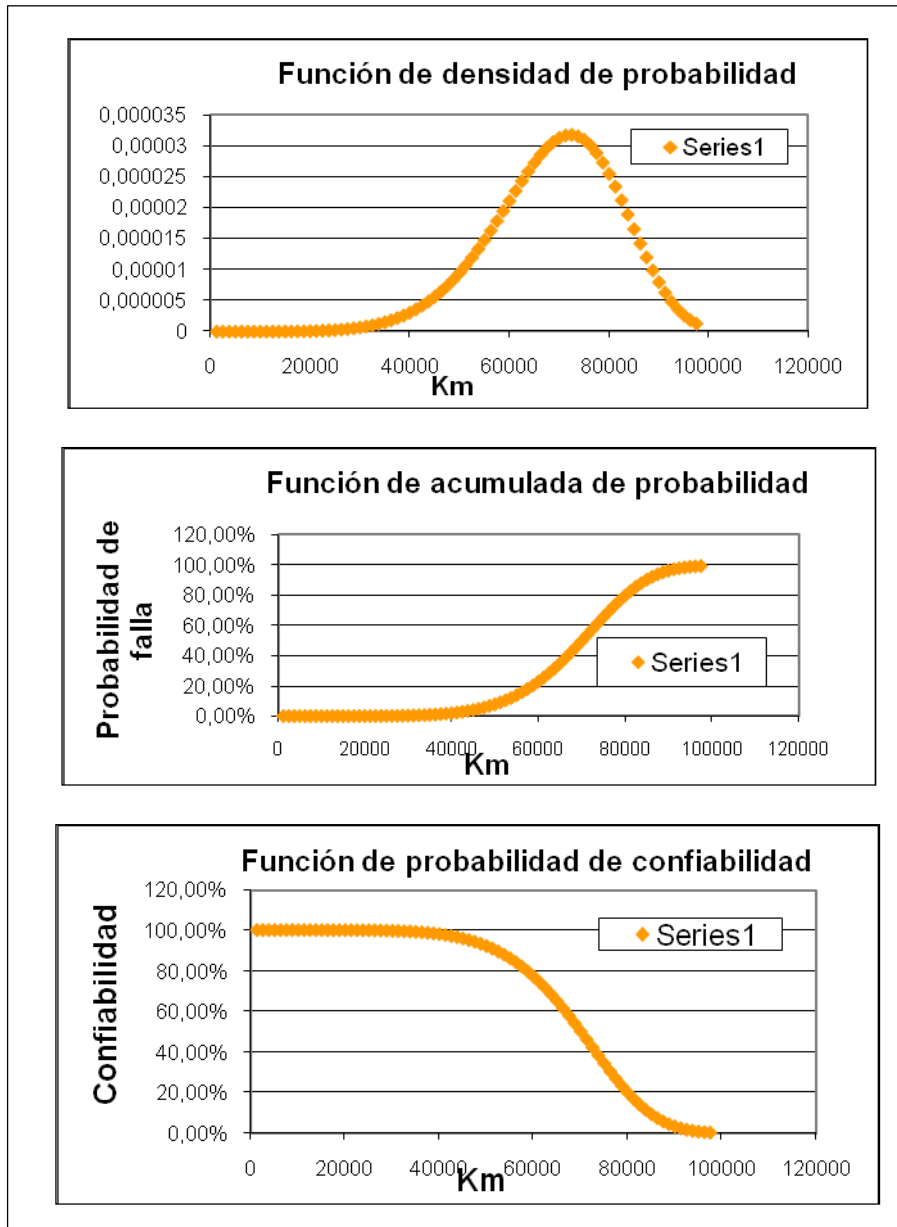


Figura 56. Grafica de funciones de probabilidades y confiabilidad.

Fuente: Elaboración propia.

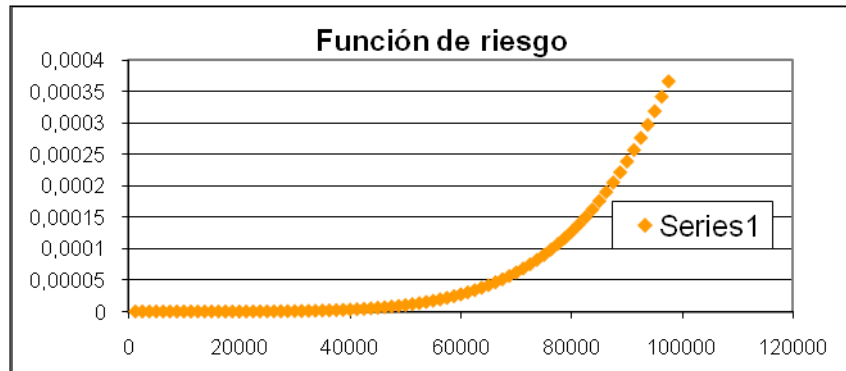


Figura 57. Grafica de funciones de riesgo.
Fuente: Elaboración propia.

Detalle de costos por Mantenimiento Preventivo (MP) y Mantenimiento Correctivo (MC). El costo por cambiar el repuesto antes que se produzca la falla es de S/. 681,42 (MP), el costo de intercambio de componente, cuando falla el equipo es de S/. 755,91 (MC).

La gráfica de Óptimo Costo Beneficio, realizando el intercambio del componente al momento óptimo

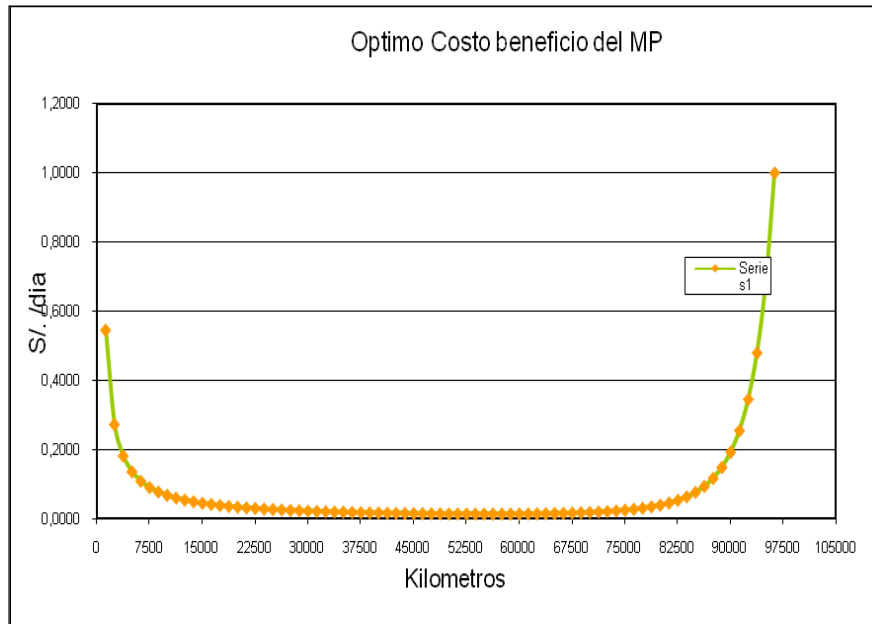


Figura 58. Grafica del optimo costo beneficio del MP de las llantas
Fuente: Elaboración propia.

En base al cálculo y el detalle de la gráfica se presentan los parámetros siguientes

Tabla 63

Calculo del kilometraje óptimo para el cambio de la batería

Ki	f(Ki)	Ki*f(Ki)*dKi	Integral(Ki)*f(Ki)	F(Ki)	R(Ki)	M(Ki)	\$/día
57500	1,7916E-05	1287,715536	1287,71554	17,95%	82,05%	7174,99327	0,0143

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 63 se observa que el kilometraje óptimo para el intercambio de la batería es de 57 500 km,

4.4. Contraste cálculo de vida útil obtenidos vs los propuestos por

Toyota

Tabla 64

Vida útil de componentes y partes.

Componentes y Partes Estudiados.			
N°	Descripción	Km de cambio	
		Propuesto	Según el programa actual
1	Conjunto diferencial delantero	70000	90000
2	Pastillas de freno	19975	25000
3	Zapatillas de freno	33500	40000
4	Conjunto disco de embrague, plato y collarín	49300	60000
5	Rodaje centro de cardan	57500	60000
6	Llantas	40950	45000
7	Batería	57500	60000

Fuente: Elaboración propia.

4.5. Determinación del programa de mantenimiento preventivo

Tabla 65

Programa de mantenimiento preventivo propuesto.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CAMIONETAS TOYOTA HILUX TID 3.0 TD 2.5-ABIT SAC ARASI														
REPUESTO INSUMO	N/P	TIPO DE PM DURACION KM	PM1	PM2	PM1	PM2	PM1	PM3	PM1	PM2	PM1	PM2	PM1	PM4
			2500	5000	7500	10000	12500	15000	17500	20000	22500	25000	27500	30000
ACEITE DE CORONA DELANTERA Y POSTERIOR	SAE 80W90	7500			R			R			R			R
ACEITE DE DIRECCION	ATF 220	7500			R			R			R			R
ACEITE DE TRANSMISION	SAE 80W90	7500			R			R			R			R
ACEITE DE MOTOR	SAE 15W40	2500	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
EMPAQUE TAPON DE CARTER	90430-12031	5000		R		R		R		R		R		R
FAJAS DE FRENO	044950K120	30000												R
FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	90915-YZB3	5000		R		R		R		R		R		R
FILTRO DE AIRE	17801-0C010	10000				R				R				R
FILTRO DE AIRE DE CABINA	8713952020	15000						R						R
FILTRO DE COMBUSTIBLE	23390-0L010	5000		R		R		R		R		R		R
GRASA	SKF LGMT2	2500	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
LIQUIDO REFIRGERANTE		15000						R						R
MANTENIMIENTO DE PALIERES*		7500			R			R			R			R
PASTILLAS DE FRENO	04465-0K260	15000						R						R
RETEN LATERAL LH	90311-47012	15000						R						R
RETEN LATERAL RH	90311-47013	15000						R						R

* ESTE MANTENIMIENTO IMPLICA CAMBIO DE PONCHOS, GRASA Y REEMPLAZO DE ABRAZADERAS SEGÚN EL ESTADO/R=REEMPLAZO

Fuente: Elaboración propia.

4.6. Diseño del plan de mantenimiento

4.6.1. Estructura organizacional propuesta

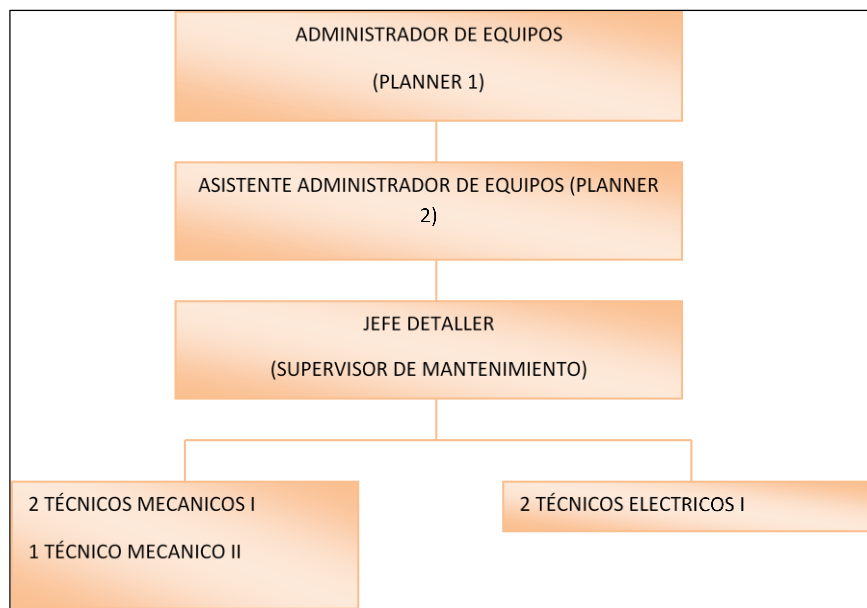


Figura 59. Estructura organizacional propuesta para el área de Mantenimiento en mina.

Fuente: Elaboración Propia.

4.6.2. Control de la administración de mantenimientos correctivos

(mc):

Los MC deberán de estar regidos bajo un programa de mantenimiento, el cual será emitido por el Administrador de ABIT SAC (planner 1).

El programa de mantenimiento será plasmado y registrado en las órdenes de trabajo, las cuales serán generadas bajo codificación por los Asistentes Administrativos (Planner 2).

Las OTs deberán de ser emitidas de forma diaria, como consecuencia de la labor realizada durante todo el transcurso de la jornada laboral del día y verificadas por el Administrador de ABIT SAC (planner 1), quien dará conformidad.

La información básica y necesaria para que se generen las OT provendrá de las siguientes fuentes:

4.6.3. Formatos, documentos y cartillas de mantenimiento.


4.6.3.1. backlogs (solicitudes de compra)

Los backlogs o cargas de trabajo, serán realizadas por el personal de mantenimiento (Mecánicos-Eléctricos) como solicitud de la compra de un repuesto o la solicitud de la programación de la parada de un equipo para su reparación oportuna, previo análisis o inspección. Los backlogs podrán ser emitidos por el Administrador de ABIT SAC (Planner 1), bajo el sustento del análisis estadístico y según el programa de mantenimiento a largo plazo.

4.6.3.1.1. Formato de Backlog

Tabla 66

Formato de Backlog.

	REGISTRO DE BACKLOG Y SOLICITUD DE REPUESTOS	Nº 000402		
EQUIPO N° _____ FECHA _____ PROYECTO _____		S/C <input type="text"/>		
		O/C <input type="text"/>		
TIPO DE INSPECCION				
<input type="checkbox"/> REP. OPERADOR	<input type="checkbox"/> INSPECCION (CAMPO)	<input type="checkbox"/> MANTENIMIENTO PREVENT.		
<input type="checkbox"/> OTROS				
SINTOMA _____ _____				
ACCION _____ _____				
SISTEMA				
<input type="checkbox"/> MOTOR	<input type="checkbox"/> CAJA CAMBIOS	<input type="checkbox"/> CHASIS		
<input type="checkbox"/> ELECTRICO	<input type="checkbox"/> DIFERENCIAL	<input type="checkbox"/> SUSPENSION		
<input type="checkbox"/> TRANSMISION	<input type="checkbox"/> FRENOS Y EMBRAGUES	<input type="checkbox"/> NEUMATICOS		
		<input type="checkbox"/> SISTEMA HIDRAULICO		
		<input type="checkbox"/> SISTEMA DIRECCION		
		<input type="checkbox"/> CABINA / SALON		
PRIORIDAD				
<input type="checkbox"/> URGENTE	<input type="checkbox"/> CORRECTIVO PROGRAMADO	<input type="checkbox"/> PROXIMO PM		
<input type="checkbox"/> POR MONITOREO				
SOLICITUD DE REPUESTOS				
ITM	CANT	COD. ALMACEN	N° DE PARTE	DESCRIPCION
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
SOLICITADO POR		NOMBRE	FIRMA	FECHA
APROB. DE SUPERVISOR				
APROB. JEFE DE MANTENIMIENTO				
APROB. ADM. ABIT				

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

4.6.3.1.2. Registro de backlogs

Documento en digital actualizado diariamente por el Asistente Administrativo (planner 2), referente al stock de almacén. Este registro deberá de contar con los siguientes puntos, en un archivo de Excel:

Nº de backlog, se deberá de indicar el número del backlog que figura en la parte superior del documento.

Equipo, se deberá de indicar el equipo por el cual se ha generado el backlog.

Fecha de solicitud, indicar la fecha en la cual se generó el backlog.

Razón de backlog, indicar cuál es el motivo por el cual se está solicitando la generación del backlog, en este punto se indicará el problema del equipo.

Sistema, indicar el sistema del cual proviene el repuesto solicitado.

Prioridad del backlog, se debe de indicar en qué medida es necesaria la compra del repuesto.

Cantidad, indicar la cantidad de repuestos requeridos

Nº de parte, indicar el número de parte perteneciente al repuesto solicitado.

Descripción, indicar el detalle del repuesto.

Nombre del solicitante, todo backlog deberá de indicar el nombre de la persona que está haciendo la solicitud del repuesto.

Aprobación de la solicitud, todo backlog deberá ser aprobado por el Administrador de Abit SAC o por el sucesor inmediato (Asistente Administrativo).

Nº de solicitud, todo registro backlog deberá de tener un número de solicitud que deberá de ser registrada apenas se tenga un número emitido por almacén.

Proveedor, se deberá de llevar un registro del proveedor al cual se solicita el repuesto, con el fin de llevar un rendimiento y confiabilidad de los repuestos ofrecidos por los proveedores.

Comprador, todo registro de backlogs deberá de tener el nombre del comprador al cual se le hará el seguimiento respectivo conforme a la compra del repuesto solicitado. El seguimiento deberá de ser establecido vía telefónica para que quede en todo momento constatación de la comunicación electrónica. El responsable directo del seguimiento de los repuestos, herramientas e insumos es el Administrador de ABIT SAC, ya que él, según la prioridad, presionara al comprador.

Fecha de programación del backlog, todo registro de backlogs deberá de tener una fecha de aplicación del repuesto. Esta fecha deberá de comprometer al comprador a entregar el repuesto cuando solicita Administración ABIT SAC.

Fecha de entrega del repuesto en mina, todo registro de backlogs deberá de tener una fecha entrega, proporcionada mediante correo electrónico por el comprador; esta fecha será coordinada entre el planner de mantenimiento y el comprador del repuesto.

Fecha de llegada a mina, todo registro de backlogs, una vez entregado el repuesto en mina deberá de indicar la fecha de llegada a mina, para así poder medir la efectividad de la logística de la corporación de manera que se eliminen a futuro los tiempos muertos.

Estado del backlog, todo backlog deberá de tener registrado el estado o situación en la que se encuentra en backlog, los siguientes estados deberán de ser los siguientes:

Pendiente: Si el backlog aún no llega a mina.

Stock: Si el backlog se encuentra en almacén mina.

Instalado: Si el backlog ya fue instalado.

Observaciones de planificación, el registro del backlogs deberá de tener las observaciones emitidas por los planners. Estas observaciones podrían tener las siguientes índoles. Si el repuesto fue aplicado a otro equipo distinto al cual se solicitó originalmente.

Nota: En caso de que el repuesto fue aplicado a otro equipo, el backlog deberá de ser repuesto nuevamente al equipo al que fue originado al principio.

Este seguimiento es determinado y ejecutado por los Administradores de ABIT SAC. El Administrador de ABIT SAC junto con el Asistente Administrativo, deberá de trabajar diariamente bajo un control de backlogs o cargas de trabajo que dan como resultado a la solicitud de las OT.

4.6.3.2. Check list diario del operador

Los check list de operador es el reporte diario que realiza el operador antes de iniciar sus labores de operación del equipo.

Los check list deberán de ser entregados diariamente al Asistente Administrativo (Planner 2). Este trámite de entrega lo hará el operador de cada camioneta, con la respectiva firma del supervisor de cada frente.

El Asistente Administrativo (Planner 2), evaluará cada reporte del operador según sea la prioridad e informará inmediatamente al Administrador de ABIT SAC (planner 1), para que se programe la inspección del equipo, previa coordinación con el área al cual está asignado el equipo. El Administrador de ABIT SAC (planner 1) y el Asistente Administrativo (Planner 2), son responsables directos del levantamiento de las observaciones reportadas por el operador, delegando la responsabilidad a un personal del área de mantenimiento ABIT SAC; en caso en este documento conste de alguna implementación de seguridad, el encargado directo será el área de Seguridad de Abit SAC. Las observaciones serán cotejadas por el mecánico, quien será el único que podrá efectuar un backlog como solución al problema reportado.

4.6.3.2.1. FORMATO DE CHECK LIST DIARIO

Tabla 68

Formato de check list de inspección diario de equipos



LISTADO DE INSPECCION DIARIA DE CAMIONETA - CHECK LIST

CAMIONETA:	CODIGO:
CONDUCTOR:	FECHA:
SUPERVISOR:	TURNO:
CONTROL DE KILOMETRAJE TRABAJADO DE LA CAMIONETA	
(1) KM. MANTO y/o REPARACION	KILOMETRAJE INICIAL
(2) KM. STAND BY	KILOMETRAJE FINAL
TOTAL KM. (1+2+3)	(3) KM. TRABAJADOS
REVISIONES AUTOMÁTICAS DIARIAS EJECUTADAS POR EL CONDUCTOR	
1.- Nivel de aceite motor	
2.- Nivel de Agua del Radiador	
3.- Nivel de Aceite Transmisión	
4.- Nivel de aceite sistema hidráulico	
5.- Fugas de aceite	
6.- Fugas de Refrigerante motor	
7.- Estado de mangueras en general	
8.- Estado de Fajas en General	
9.- Estado de llantas y presión de Inflado	
10.- Herramientas de Contingencia (Lampa y Pico)	
11.- Alrededor de toda la Camioneta (rajadura, pernos flojos, etc)	
12.- Funcionamiento de Instrumentos de tablero de mando	
13.- Sistema Eléctrico (luces,cableado,alternador, arrancador, etc)	
14.- Purgar condensador de tanque de aire	
15.- Purgar sedimentos y condensador de depósito de combustible	
16.- Limpieza de Espejos, ventanas, cabina	
17.- Kit de Herramientas (Gata, Llave de ruedas, varilla de gata, alicate, desarmador plano,estrella, llaves de boca)	
18.- Estado de extintor	
19.- Radio transmisor	
OBSERVACIONES ADICIONALES	
DEPARTAMENTO MECANICO	SUPERVISOR DE AREA
CONDUCTOR	

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

4.6.3.2.2. Formato en excel para el ingreso de los formatos de check list

La Base de datos en donde se registrará todos los reportes será:

Tabla 69

Formato de base de datos, para ingreso de Check List de inspección diario parte 1.

SEGUIMIENTO Y CONTROL DE BACKLOG

N°	EQUIPO			REPORTADO					CORREGIDO		Descripcion
	COD.	TIPO	DESCRIPCION	HOROM /KM	FECHA	D / R	POR	LUGAR	HOROM/KM	FECHA	
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

Tabla 70

Formato de base de datos, para ingreso de Check List de inspección diario parte 2.

PROBLEMA				Repuestos					
Tarea a efectuar	Prioridad	OBSERVACIONES	PENDIENTE?	N° BACKLOG	N° S/C	Fecha S/C	N° O/C	Fecha de entrega	Observaciones

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

4.6.3.3. Inspecciones de campo

Las inspecciones de campo, deberán de ser realizadas semanalmente o deberán de ser manejadas según el cálculo del Administrador de ABIT SAC y por el área de seguridad Abit SAC, con los datos obtenidos de la confiabilidad semanal o mensual de las flotas de los equipos.

Esto se registrará mediante el siguiente análisis.

Análisis de confiabilidad con Weibull (dependiente del historial del equipo en el tiempo)

De una manera más rápida se tomará la mitad del tiempo hasta la falla.

Tiempo óptimo de inspecciones = $MTTF/2$

Los formatos de inspección serán establecidos por el planner de mantenimiento, según el MTTF de cada componente a inspeccionar.

Los mecánicos tienen el deber de realizar un backlog como medida preventiva de solución, frente a las observaciones rescatadas en cada inspección.

4.6.3.3.1. Formato de inspecciones, check list general de equipo

Tabla 71

Formato de Check List de inspección semanal parte 1.

EVALUACION TECNICA DE CAMIONETA						
PLACA:		FECHA DE EVALUACIÓN:				
N° SERIE:		CODIGO:				
MARCA:		ORIGEN:				
MODELO:		DESTINO:				
KILOMETRAJE:						
IT	DESCRIPCION	B	M	R	NO	OBSERVACIONES
MOTOR						
01	Funcionamiento de motor					
02	Tapa de llenado de aceite de motor					
03	Varilla de medición de nivel de aceite					
04	Faja de ventilador					
05	Estado del radiador					
06	Tapa de radiador					
07	Estado de mangueras de radiador y enfriador					
08	Bomba de agua					
SISTEMA DE ADMISION Y ESCAPE						
01	Estado de filtros de aire					
02	Tuberías de múltiple de admisión					
03	Tuberías de múltiple de escape					
04	Silenciador					
05	Soportes de silenciador					
SISTEMA DE COMBUSTIBLE						
01	Bomba de cebado de combustible					
02	Tanque de combustible					
03	Tapa de tanque de combustible					
04	Estado de cañerías					
05	Fugas de combustible					
SISTEMA ELECTRICO						
01	Alternador					
02	Acumulador (batería)					
03	Bornes de batería					
04	Cables de baterías					
05	Cableado del circuito en general					
06	Medidor de nivel de tanque de combustible					
07	Plumilla limpia parabrisas					
08	Circulina					
09	Claxon					
10	Arrancador					
11	Chapa de contacto					
12	Luces de alta y baja					
13	Luces de direccionales					
14	Luces de estacionamiento					
15	Luces de frenos					
16	Luces de la cabina					
17	Luces de retroceso					
18	Alarma de retroceso					
19	Faro pirata/neblinero					
20	Trico					
21	Tablero de control					
SISTEMA DE TRANSMISION						
01	Disco de embrague					
02	Nivel de líquido					
03	Dificultad de encroche de cambios					
04	Fugas de aceite					
05	Cardanes					
06	Soportes de cardan					
07	Estado de paliers					
08	Estado de Caja de transferencia					
SISTEMA DE FRENO						
01	Bomba maestra de freno					
02	Fugas de líquido de freno					
03	Estado de pastillas de freno					
04	Estado de zapatas de freno					
05	Freno de estacionamiento					
SISTEMA DE DIRECCION						
01	Bomba hidráulica de dirección					
02	Alineamiento de dirección					

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

4.6.3.3.2. Formato en Excel para el ingreso de las inspecciones, check list general de equipo.

Los datos se guardaran en un formato en Excel con las siguientes características:

Tabla 73

Formato de base de datos, registro de Check List de inspección semanal parte 1.

FECHA	TURNO	TIPO DE REPORTE	OPERADOR / CONDUCTOR	EQUIPO	H (KM) DE INSPECCION	AREA	TIPO	AREA DE TRABAJO	FALLA REPORTADA	SISTEMA

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

Tabla 74

Formato de base de datos, registro de Check List de inspección semanal parte 2.

ÁREA	ESTADO ACTUAL	Nº BL	Nº DE SOLICITUD	Nº DE O. C.	FECHA PROGRAMADA	OBSERVACIÓN	#	Detección	#	Ocurrencia	#

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

4.6.3.4. Cartillas de mantenimiento

Para llevar un control estricto, al respecto de los mantenimientos preventivos y correctivos, necesitamos cartillas en donde se registren los datos de cada intercambio de componentes, así como de cada mantenimiento que se realice al equipo; para esto presentamos, 12 cartillas para el mantenimiento preventivo de las camionetas Toyota Hilux, cuatro cartillas para los mantenimientos preventivos de los omnibuses Volvo B270F, y una cartilla para registrar todos los mantenimiento correctivos en general para ambos tipos de equipo liviano.



4.6.3.4.1. Cartillas de mantenimiento preventivo de camionetas

Se visualizan en las páginas siguientes en función del recorrido del vehículo:

- a) **Para camionetas:** 2 500 km; 5 00 km, 7 500 km; 10 000 km; 12 500 km; 15 00 km; 17 500 km ; 20 00 km; 22 500 km; 25 00 km; 27 500 km; 30 000 km.
- b) **Para omnibuses:** MP 01 a 250 h; MP 02 a 500 h; MP 03 a 1000 h; MP 04 a 2000 h

Tabla 75

Mantenimiento preventivo 01 2 500 km

 ABIT SAC						ORDEN DE TRABAJO						NUMERO DE O.T.		UNIDAD / EQUIPO		TIPO DE MTTD (marcar X)			CATEGORIA OT (marcar X)	
INICIO DE OT			FIN DE OT			DESCRIPCION DE LABOR						FECHA/HORA DE RECEPCION		FECHA/HORA DE ENTREGA		PM	MC	MPD	PROG.	NO PROG.
FECHA	HORA	HOROMETRO	FECHA	HORA	HOROMETRO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO 01 2500KM						ESTADO INICIAL DEL EQUIPO		STANDBY	OPERATIVO	INOPERATIVO				
Actividad	Cód. SMCS	Posición	N.Parte:	Descripción del N/P :		Responsable	TIPO DE CARGO				 *Todo trabajo de reparación requiere el bloqueo de la máquina. *Todo bloqueo es individual y se hace en la llave de corte general de energía. *El aceite caliente puede causar daños severos a la piel.									
IT	Código de Personal	Fecha	Hora Inicio	Hora Término	Act / Dem	Turno	DESCRIPCIÓN DEL EVENTO (ACTIVIDAD O DEMORA)										OBSERVACIONES			
1							INSPECCION GENERAL DEL EQUIPO - CHECK LIST DE INGRESO A TALLER													
2							REALIZACION DEL IPERC.													
3							LAVADO DE LA UNIDAD													
4							REMOVER FILTROS DE ACEITE Y COMBUSTIBLE													
5							INSPECCIONAR / LIMPIAR FILTRO DE AIRE / INSTALAR													
6							INSPECCIONAR / LIMPIAR FILTRO DE CABINA													
7							INSTALAR FILTROS DE COMBUSTIBLE Y ACEITE													
8							CAMBIAR ACEITE DE MOTOR													
9							ENGRASE DE ARBOL DE TRANSMISION													
10							INSPECCION DEL MOTOR DE COMBUSTION													
11							INSPECCION DEL SISTEMA DE TRANSMISION													
12							INSPECCION DEL SISTEMA DE SUSPENSION													
13							INSPECCION DEL SISTEMA ELECTRICO													
14							INSPECCION DEL SISTEMA DE DIRECCION													
15							MEDICION DE PRESIONES DE INFLADO DE NEUMATICOS													
16							ENTREGA DEL EQUIPO / REVISION DEL CHECK LIST													
17							ORDEN Y LIMPIEZA													
18							GENERACION DE BACKLOGS													
19																				
20																				



IT	COD REC.	FECHA	CANT	UND	CODIGO DE ARTICULO	N/P	DESCRIPCION DEL ARTICULO	CONDICIÓN	IT	COD REC.	FECHA	CANT.	UND	CODIGO DE ARTICULO	N/P	DESCRIPCION DEL ARTICULO	CONDICIÓN
1			1	PZA	RVE10901005	90915-YZZB3	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	NUEVO	6			1 3/4	GL		SAE 15W40	ACEITE DE MOTOR	
2			1	PZA	RVE10905003	23390-0L010	FILTRO DE COMBUSTIBLE	NUEVO	7								
3									8								
4									9								
5									10								

OBSERVACIONES:																ESTADO FINAL DEL EQUIPO	STANDBY	OPERATIVO	INOPERATIVO
RESPONSABLE DE LA TAREA:						V°B° JEFE DE TALLER:						V°B° PLANEAMIENTO:							

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

Tabla 76



Mantenimiento preventivo 02 5 000 km

 ABIT SAC		ORDEN DE TRABAJO					NUMERO DE O.T.		UNIDAD / EQUIPO			TIPO DE MTTQ (marcar X)			CATEGORIA OT (marcar X)				
INICIO DE OT			FIN DE OT			DESCRIPCION DE LABOR					FECHA/HORA DE RECEPCION		FECHA/HORA DE ENTREGA			ESTADO INICIAL DEL EQUIPO	STAND BY	OPERATIVO	NO OPERATIVO
FECHA	HORA	HOROMETRO	FECHA	HORA	HOROMETRO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO 02 5000 KM													
Actividad	Cód. SMCS	Posición	N.Parte:	Descripción del N/P :		Responsable	TIPO DE CARGO		 *Todo trabajo de reparación requiere el bloqueo de la máquina. *Todo bloqueo es individual y se hace en la llave de corte general de energía. *El aceite caliente puede causar daños severos a la piel.										
IT	Código de Personal	Fecha	Hora Inicio	Hora Término	Act / Dem	Turno	DESCRIPCIÓN DEL EVENTO (ACTIVIDAD O DEMORA)					OBSERVACIONES							
1							INSPECCION GENERAL DEL EQUIPO - CHECK LIST DE INGRESO A TALLER												
2							REALIZACION DEL IPERC												
3							LAVADO DE LA UNIDAD												
4							DRENAR ACEITE DE MOTOR												
5							REMOVER FILTROS DE ACEITE Y COMBUSTIBLE												
6							INSPECCIONAR / LIMPIAR FILTRO DE AIRE / INSTALAR												
7							INSPECCIONAR / LIMPIAR FILTRO DE CABINA												
8							INSTALAR FILTROS DE COMBUSTIBLE Y ACEITE												
9							LLENAR ACEITE DE MOTOR												
10							ENGRASE DE ARBOL DE TRANSMISION												
11							LIMPIEZA Y REGULACION DE FRENOS												
12							CAMBIO DE EMPAQUE DEL TAPON DEL CARTER												
13							INSPECCION DEL MOTOR DE COMBUSTION												
14							INSPECCION DEL SISTEMA DE TRANSMISION												
15							INSPECCION DEL SISTEMA DE SUSPENSION												
16							INSPECCION DEL SISTEMA ELECTRICO												
17							INSPECCION DEL SISTEMA DE DIRECCION												
18							MEDICION DE PRESIONES DE INFLADO DE NEUMATICOS												
19							ENTREGA DEL EQUIPO / REVISION DEL CHECK LIST												
20							ORDEN Y LIMPIEZA												
21							GENERACION DE BACKLOGS												
22																			
23																			
IT	COD REC.	FECHA	CANT	UND	CODIGO DE ARTICULO	N/P	DESCRIPCION DEL ARTICULO	CONDICIÓN	IT	COD REC.	FECHA	CANT.	UND	CODIGO DE ARTICULO	N/P	DESCRIPCION DEL ARTICULO	CONDICIÓN		
1			1	PZA	RVE10901005	90915-YZZB3	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	NUEVO	6			1	3/4	GL	SAE 15W40	ACEITE DE MOTOR			
2			1	PZA	RVE10905003	23390-0L010	FILTRO DE COMBUSTIBLE	NUEVO	7										
3			1	PZA	RVE08201813	90430-12031	EMPAQUE TAPON DEL CARTER	NUEVO	8										
4									9										
5									10										
OBSERVACIONES:															ESTADO FINAL DEL EQUIPO	STAND BY	OPERATIVO	NO OPERATIVO	
RESPONSABLE DE LA TAREA:						VºBº JEFE DE TALLER:						VºBº PLANEAMIENTO:							

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

Tabla 77



Mantenimiento preventivo 01 7 500 km

		ORDEN DE TRABAJO					NUMERO DE O.T.		UNIDAD / EQUIPO		TIPO DE MTTO (marcar X)			CATEGORIA OT (marcar X)									
INICIO DE OT			FIN DE OT			DESCRIPCION DE LABOR					FECHA/HORA DE RECEPCION		FECHA/HORA DE ENTREGA		ESTADO INICIAL DEL EQUIPO		STANDBY		OPERATIVO		INOPERATIVO		
FECHA	HORA	HOROMETRO	FECHA	HORA	HOROMETRO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO 01 7500KM																	
Actividad	Cód. SMCS	Posición		N.Parte:		Descripción del N/P:		Responsable		TIPO DE CARGO		 *Todo trabajo de reparación requiere el bloqueo de la máquina. *Todo bloqueo es individual y se hace en la llave de corte general de energía. *El aceite caliente puede causar daños severos a la piel.											
A23	1000	P0		Ninguno		Ninguno																	
IT	Código de Personal	Fecha	Hora Inicio	Hora Término	Act / Dem	Turno	DESCRIPCIÓN DEL EVENTO (ACTIVIDAD O DEMORA)					OBSERVACIONES											
1							INSPECCION GENERAL DEL EQUIPO - CHECK LIST DE INGRESO A TALLER																
2							REALIZACION DEL IPERC																
3							LAVADO DE LA UNIDAD																
4							REMOVER FILTROS DE ACEITE Y COMBUSTIBLE																
5							INSPECCIONAR / LIMPIAR FILTRO DE AIRE / INSTALAR																
6							INSPECCIONAR / LIMPIAR FILTRO DE CABINA																
7							INSTALAR FILTROS DE COMBUSTIBLE Y ACEITE																
8							CAMBIAR ACEITE DE MOTOR																
9							ENGRASE DE ARBOL DE TRANSMISION																
10							INSPECCION DEL MOTOR DE COMBUSTION																
11							INSPECCION DEL SISTEMA DE TRANSMISION																
12							INSPECCION DEL SISTEMA DE SUSPENSION																
13							INSPECCION DEL SISTEMA ELECTRICO																
14							INSPECCION DEL SISTEMA DE DIRECCION																
15							MEDICION DE PRESIONES DE INFLADO DE NEUMATICOS																
16							ENTREGA DEL EQUIPO / REVISION DEL CHECK LIST																
17							ORDEN Y LIMPIEZA																
18							GENERACION DE BACKLOGS																
19																							
20																							
IT	COD REC.	FECHA	CANT	UND	CODIGO DE ARTICULO	N/P	DESCRIPCION DEL ARTICULO	CONDICIÓN	IT	COD REC.	FECHA	CANT.	UND	CODIGO DE ARTICULO	N/P	DESCRIPCION DEL ARTICULO	CONDICIÓN						
1			1	PZA	RVE10901005	90915-YZZB3	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	NUEVO	6			1 3/4	GL		SAE 15W40	ACEITE DE MOTOR							
2			1	PZA	RVE10905003	23390-0L010	FILTRO DE COMBUSTIBLE	NUEVO	7														
3									8														
4									9														
5									10														
OBSERVACIONES:															ESTADO FINAL DEL EQUIPO			STANDBY		OPERATIVO		INOPERATIVO	
RESPONSABLE DE LA TAREA:					V°B° JEFE DE TALLER:					V°B° PLANEAMIENTO:													

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

Tabla 78



Mantenimiento preventivo 02 10 000 km

						ORDEN DE TRABAJO						NUMERO DE O.T.			UNIDAD / EQUIPO			TIPO DE MTO (marcar X)			CATEGORIA OT (marcar X)	
INICIO DE OT			FIN DE OT			DESCRIPCION DE LABOR						FECHA/HORA DE RECEPCION			FECHA/HORA DE ENTREGA			PM	MC	MPD	PROG.	NO PROG.
FECHA	HORA	HOROMETRO	FECHA	HORA	HOROMETRO							MANTENIMIENTO PREVENTIVO 02 10000 KM			ESTADO INICIAL DEL EQUIPO			STAND BY			OPERATIVO	
Actividad	Cód. SMCS	Posición		N.Parte:		Descripción del N/P:		Responsable	TIPO DE CARGO		 *Todo trabajo de reparación requiere el bloqueo de la máquina. *Todo bloqueo es individual y se hace en la llave de corte general de energía. *El aceite caliente puede causar daños severos a la piel.											
A24	1000	PD		Ninguno		Ninguno																
IT	Código de Personal	Fecha	Hora Inicio	Hora Término	Act / Dem	Turno	DESCRIPCIÓN DEL EVENTO (ACTIVIDAD O DEMORA)					OBSERVACIONES										
1							INSPECCION GENERAL DEL EQUIPO - CHECK LIST DE INGRESO A TALLER															
2							REALIZACION DEL IPERC															
3							LAVADO DE LA UNIDAD															
4							DRENAR ACEITE DE MOTOR															
5							REMOVER FILTROS DE ACEITE Y COMBUSTIBLE															
6							INSPECCIONAR / LIMPIAR FILTRO DE AIRE / INSTALAR															
7							INSPECCIONAR / LIMPIAR FILTRO DE CABINA															
8							INSTALAR FILTROS DE COMBUSTIBLE Y ACEITE															
9							LLENAR ACEITE DE MOTOR															
10							ENGRASE DE ARBOL DE TRANSMISION															
11							LIMPIEZA Y REGULACION DE FRENOS															
12							CAMBIO DE EMPAQUE DEL TAPON DEL CARTER															
13							INSPECCION DEL MOTOR DE COMBUSTION															
14							INSPECCION DEL SISTEMA DE TRANSMISION															
15							INSPECCION DEL SISTEMA DE SUSPENSION															
16							INSPECCION DEL SISTEMA ELECTRICO															
17							INSPECCION DEL SISTEMA DE DIRECCION															
18							MEDICION DE PRESIONES DE INFLADO DE NEUMATICOS															
19							ENTREGA DEL EQUIPO / REVISION DEL CHECK LIST															
20							ORDEN Y LIMPIEZA															
21							GENERACION DE BACKLOGS															
22																						
23																						
IT	COD REC.	FECHA	CANT	UND	CODIGO DE ARTICULO	N/P	DESCRIPCION DEL ARTICULO	CONDICIÓN	IT	COD REC.	FECHA	CANT.	UND	CODIGO DE ARTICULO	N/P	DESCRIPCION DEL ARTICULO	CONDICIÓN					
1			1	PZA	RVE10901005	90915-YZZB3	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	NUEVO	6			1 3/4	GL		SAE 15W40	ACEITE DE MOTOR						
2			1	PZA	RVE10905003	23390-0L010	FILTRO DE COMBUSTIBLE	NUEVO	7													
3			1	PZA	RVE08201813	90430-12031	EMPAQUE DEL CARTER	NUEVO	8													
4									9													
5									10													
OBSERVACIONES:																	ESTADO FINAL DEL EQUIPO	STAND BY	OPERATIVO	INOPERATIVO		
RESPONSABLE DE LA TAREA:								V°B° JEFE DE TALLER:				V°B° PLANEAMIENTO:										

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

Tabla 79



Mantenimiento preventivo 01 12 500 km

 ABIT SAC		ORDEN DE TRABAJO					NUMERO DE O.T.		UNIDAD / EQUIPO		TIPO DE MTTTO (marcar X)			CATEGORIA OT (marcar X)						
							PM	MC	MPD	PROG.	NO PROG.									
INICIO DE OT			FIN DE OT			DESCRIPCION DE LABOR					FECHA/HORA DE RECEPCION		FECHA/HORA DE ENTREGA							
FECHA	HORA	HOROMETRO	FECHA	HORA	HOROMETRO						ESTADO INICIAL DEL EQUIPO	STAND BY	OPERATIVO	INOPERATIVO						
MANTENIMIENTO PREVENTIVO 01 12500KM																				
Actividad	Cód. SMCS	Posición		N.Parte:	Descripción del N/P :	Responsable.	TIPO DE CARGO													
A23	1000	P0		Ninguno	Ninguno		 *Todo trabajo de reparación requiere el bloqueo de la máquina. *Todo bloqueo es individual y se hace en la llave de corte general de energía. *El aceite caliente puede causar daños severos a la piel.													
IT	Código de Personal	Fecha	Hora Inicio	Hora Término	Act / Dem	Turno	DESCRIPCIÓN DEL EVENTO (ACTIVIDAD O DEMORA)					OBSERVACIONES								
1							INSPECCION GENERAL DEL EQUIPO - CHECK LIST DE INGRESO A TALLER													
2							REALIZACION DEL IPERC													
3							LAVADO DE LA UNIDAD													
4							REMOVER FILTROS DE ACEITE Y COMBUSTIBLE													
5							INSPECCIONAR / LIMPIAR FILTRO DE AIRE / INSTALAR													
6							INSPECCIONAR / LIMPIAR FILTRO DE CABINA													
7							INSTALAR FILTROS DE COMBUSTIBLE Y ACEITE													
8							CAMBIAR ACEITE DE MOTOR													
9							ENGRASE DE ARBOL DE TRANSMISION													
10							INSPECCION DEL MOTOR DE COMBUSTION													
11							INSPECCION DEL SISTEMA DE TRANSMISION													
12							INSPECCION DEL SISTEMA DE SUSPENSION													
13							INSPECCION DEL SISTEMA ELECTRICO													
14							INSPECCION DEL SISTEMA DE DIRECCION													
15							MEDICION DE PRESIONES DE INFLADO DE NEUMATICOS													
16							ENTREGA DEL EQUIPO / REVISION DEL CHECK LIST													
17							ORDEN Y LIMPIEZA													
18							GENERACION DE BACKLOGS													
19																				
20																				
IT	COD REC.	FECHA	CANT	UND	CODIGO DE ARTICULO	N/P	DESCRIPCION DEL ARTICULO	CONDICIÓN	IT	COD REC.	FECHA	CANT.	UND	CODIGO DE ARTICULO	N/P	DESCRIPCION DEL ARTICULO	CONDICIÓN			
1			1	PZA	RVE10901005	90915-YZZB3	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	NUEVO	6			1 3/4	GL		SAE 15W40	ACEITE DE MOTOR				
2			1	PZA	RVE10905003	23390-0L010	FILTRO DE COMBUSTIBLE	NUEVO	7											
3									8											
4									9											
5									10											
OBSERVACIONES:															ESTADO FINAL DEL EQUIPO			STAND BY	OPERATIVO	INOPERATIVO
RESPONSABLE DE LA TAREA:						VºBº JEFE DE TALLER:						VºBº PLANEAMIENTO:								

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

Tabla 80

Mantenimiento preventivo 03 15 000 km

 ABIT SAC						ORDEN DE TRABAJO						NUMERO DE O.T.		UNIDAD / EQUIPO		TIPO DE MTTO (marcar X)			CATEGORIA OT (marcar X)	
INICIO DE OT			FIN DE OT			DESCRIPCION DE LABOR						FECHA/HORA DE RECEPCION		FECHA/HORA DE ENTREGA						
FECHA	HORA	HOROMETRO	FECHA	HORA	HOROMETRO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO 03 15000 KM						CAMIONETA DE SUB GERENCIA								
Actividad	Cód. SMCS	Posición	N.Parte:		Descripción del N/P :		Responsable	TIPO DE CARGO		 *Todo trabajo de reparación requiere el bloqueo de la máquina. *Todo bloqueo es individual y se hace en la llave de corte general de energía. *El aceite caliente puede causar daños severos a la piel.										
A25	1000	P0	Ninguno		Ninguno				DESCRIPCIÓN DEL EVENTO (ACTIVIDAD O DEMORA)										OBSERVACIONES	
IT	Código de Personal	Fecha	Hora Inicio	Hora Término	Act / Dem	Turno	DESCRIPCIÓN DEL EVENTO (ACTIVIDAD O DEMORA)										OBSERVACIONES			
1							INSPECCION GENERAL DEL EQUIPO - CHECK LIST DE INGRESO A TALLER													
2							REALIZACION DEL IPERC													
3							LAVADO DE LA UNIDAD													
4							REMOVER FILTROS DE ACEITE Y COMBUSTIBLE													
5							INSPECCIONAR / CAMBIAR FILTRO DE AIRE													
6							INSPECCIONAR / CAMBIAR FILTRO DE CABINA													
7							INSTALAR FILTROS DE COMBUSTIBLE Y ACEITE													
8							CAMBIAR ACEITE DE MOTOR													
9							CAMBIO DE EMPAQUE DEL TAPON DEL CARTER													
10							ENGRASE DE ARBOL DE TRANSMISION													
11							LIMPIEZA Y REGULACION DE FRENOS													
12							INSPECCION / CAMBIO DE PASTILLAS DE FRENO													
13							CAMBIO DE ACEITE DE CAJA DE TRANSFERENCIA													
14							CAMBIO DE ACEITE DE DIRECCION													
15							CAMBIO DE ACEITE DE CONJUNTO DIFERENCIAL DELANTERO													
16							INSPECCION DEL MOTOR DE COMBUSTION													
17							INSPECCION DEL SISTEMA DE TRANSMISION													
18							INSPECCION DEL SISTEMA DE SUSPENSION													
19							INSPECCION DEL SISTEMA ELECTRICO													
20							INSPECCION DEL SISTEMA DE DIRECCION													
21							MEDICION DE PRESIONES DE INFLADO DE NEUMATICOS													
22							ENTREGA DEL EQUIPO / REVISION DEL CHECK LIST													
23							ORDEN Y LIMPIEZA													
24							GENERACION DE BACKLOGS													


IT	COD REC.	FECHA	CANT	UND	CODIGO DE ARTICULO	N/P	DESCRIPCION DEL ARTICULO	CONDICIÓN	IT	COD REC.	FECHA	CANT.	UND	CODIGO DE ARTICULO	N/P	DESCRIPCION DEL ARTICULO	CONDICIÓN
1			1	PZA	RVE10901005	90915-YZB3	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	NUEVO	7			1 3/4	GL		SAE 15W40	ACEITE DE MOTOR	
2			1	PZA	RVE10905003	23390-0L010	FILTRO DE COMBUSTIBLE	NUEVO	8			2,5	LT		SAE 80W90	ACEITE	
3			1	PZA	RVE10903001	17801-0C010	FILTRO DE AIRE	NUEVO	9			1	LT		ATF 220	ACEITE DE DIRECCION	
4			1	PZA	RVE08201813	90430-12031	TAPON DEL CARTER	NUEVO	10								
5			1	JGO	RVE08201565	04465-0K260	PASTILLAS DE FRENO	NUEVO	11								
6			1	PZA	RPE04803370	8713952020	FILTRO DE AIRE DE CABINA	NUEVO	12								

OBSERVACIONES:																ESTADO FINAL DEL EQUIPO		STAND BY		OPERATIVO		INOPERATIVO	
RESPONSABLE DE LA TAREA:						VºBº JEFE DE TALLER:						VºBº PLANEAMIENTO:											

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

Tabla 81



Mantenimiento preventivo 01 17 500 km

ABIT		ABIT SAC		ORDEN DE TRABAJO				NUMERO DE O.T.		UNIDAD / EQUIPO		TIPO DE MTO (marcar X)			CATEGORIA OT (marcar X)		
INICIO DE OT		FIN DE OT				DESCRIPCION DE LABOR		FECHA/HORA DE RECEPCION		FECHA/HORA DE ENTREGA		PM	MC	MPD	PROG.	NO PROG.	
FECHA	HORA	HOROMETRO	FECHA	HORA	HOROMETRO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO 01 17500KM						ESTADO INICIAL DEL EQUIPO	STAND BY	OPERATIVO	INOPERATIVO		
Actividad	Cód. SMCS	Posición	N.Parte:	Descripción del N/P :	Razón Trabajo	TIPO DE CARGO		 *Todo trabajo de reparación requiere el bloqueo de la máquina. *Todo bloqueo es individual y se hace en la llave de corte general de energía. *El aceite caliente puede causar daños severos a la piel.									
A2500	1300	P5	Ninguno	Ninguno	100			DESCRIPCIÓN DEL EVENTO (ACTIVIDAD O DEMORA)								OBSERVACIONES	
IT	Código de Personal	Fecha	Hora Inicio	Hora Término	Act / Dem	Turno											
1							INSPECCION GENERAL DEL EQUIPO - CHECK LIST DE INGRESO A TALLER										
2							REALIZACION DEL IPERC										
3							LAVADO DE LA UNIDAD										
4							REMOVER FILTROS DE ACEITE Y COMBUSTIBLE										
5							INSPECCIONAR / LIMPIAR FILTRO DE AIRE / INSTALAR										
6							INSPECCIONAR / LIMPIAR FILTRO DE CABINA										
7							INSTALAR FILTROS DE COMBUSTIBLE Y ACEITE										
8							CAMBIAR ACEITE DE MOTOR										
9							ENGRASE DE ARBOL DE TRANSMISION										
10							INSPECCION DEL MOTOR DE COMBUSTION										
11							INSPECCION DEL SISTEMA DE TRANSMISION										
12							INSPECCION DEL SISTEMA DE SUSPENSION										
13							INSPECCION DEL SISTEMA ELECTRICO										
14							INSPECCION DEL SISTEMA DE DIRECCION										
15							MEDICION DE PRESIONES DE INFLADO DE NEUMATICOS										
16							ENTREGA DEL EQUIPO / REVISION DEL CHECK LIST										
17							ORDEN Y LIMPIEZA										
18							GENERACION DE BACKLOGS										
19																	
20																	
IT	COD REC.	FECHA	CANT	UND	CODIGO DE ARTICULO	N/P	DESCRIPCION DEL ARTICULO	CONDICIÓN	IT	COD REC.	FECHA	CANT.	UND	CODIGO DE ARTICULO	N/P	DESCRIPCION DEL ARTICULO	CONDICIÓN
1			1	PZA	RVE10901005	90915-YZZB3	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	NUEVO	6			1 3/4	GL		SAE 15W40	ACEITE DE MOTOR	
2			1	PZA	RVE10905003	23390-0L010	FILTRO DE COMBUSTIBLE	NUEVO	7								
3									8								
4									9								
5									10								
OBSERVACIONES:												ESTADO FINAL DEL EQUIPO	STAND BY	OPERATIVO	INOPERATIVO		
RESPONSABLE DE LA TAREA:					V°B° JEFE DE TALLER:					V°B° PLANEAMIENTO:							

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

Tabla 82



Mantenimiento preventivo 02 20 000 km

 ORDEN DE TRABAJO						NUMERO DE O.T.	UNIDAD / EQUIPO			TIPO DE MTTTO (marcar X)			CATEGORIA OT (marcar X)				
INICIO DE OT			FIN DE OT			DESCRIPCION DE LABOR	FECHA/HORA DE RECEPCION	FECHA/HORA DE ENTREGA			PM	MC	MPD	PROG.	NO PROG.		
FECHA	HORA	HOROMETRO	FECHA	HORA	HOROMETRO			ESTADO INICIAL DEL EQUIPO	STAND BY		OPERATIVO	NO OPERATIVO					
MANTENIMIENTO PREVENTIVO 02 20000 KM																	
Actividad	Cód. SMCS	Posición	N.Parte:	Descripción del N/P:	Responsable	TIPO DE CARGO	 *Todo trabajo de reparación requiere el bloqueo de la máquina. *Todo bloqueo es individual y se hace en la llave de corte general de energía. *El aceite caliente puede causar daños severos a la piel.										
A26	1000	P0	Ninguno	Ninguno													
IT	Código de Personal	Fecha	Hora Inicio	Hora Término	Act / Dem	Turno	DESCRIPCIÓN DEL EVENTO (ACTIVIDAD O DEMORA)					OBSERVACIONES					
1							INSPECCION GENERAL DEL EQUIPO - CHECK LIST DE INGRESO A TALLER										
3							LAVADO DE LA UNIDAD										
4							DRENAR ACEITE DE MOTOR										
5							REMOVER FILTROS DE ACEITE Y COMBUSTIBLE										
6							INSPECCIONAR / LIMPIAR FILTRO DE CABINA										
7							INSPECCIONAR / LIMPIAR FILTRO DE AIRE / INSTALAR										
8							INSTALAR FILTROS DE COMBUSTIBLE Y ACEITE										
9							LLENAR ACEITE DE MOTOR										
10							ENGRASE DE ARBOL DE TRANSMISION										
11							LIMPIEZA Y REGULACION DE FRENS										
12							CAMBIO DE EMPAQUE DEL TAPON DEL CARTER										
13							INSPECCION DEL MOTOR DE COMBUSTION										
14							INSPECCION DEL SISTEMA DE TRANSMISION										
15							INSPECCION DEL SISTEMA DE SUSPENSION										
16							INSPECCION DEL SISTEMA ELECTRICO										
17							INSPECCION DEL SISTEMA DE DIRECCION										
18							MEDICION DE PRESIONES DE INFLADO DE NEUMATICOS										
19							ENTREGA DEL EQUIPO / REVISION DEL CHECK LIST										
20							ORDEN Y LIMPIEZA										
21							GENERACION DE BACKLOGS										
22																	
23																	
IT	COD REC.	FECHA	CANT	UND	CODIGO DE ARTICULO	N/P	DESCRIPCION DEL ARTICULO	CONDICIÓN	IT	COD REC.	FECHA	CANT.	UND	CODIGO DE ARTICULO	N/P	DESCRIPCION DEL ARTICULO	CONDICIÓN
1			1	PZA	RVE10901005	90915-YZ2B3	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	NUEVO	6			1 3/4	GL		SAE 15W40	ACEITE DE MOTOR	
2			1	PZA	RVE10905003	23390-0L010	FILTRO DE COMBUSTIBLE	NUEVO	7								
3			1	PZA	RVE08201813	90430-12031	EMPAQUE DE TAPON DEL CARTER	NUEVO	8								
4									9								
5									10								
OBSERVACIONES:											ESTADO FINAL DEL EQUIPO	STAND BY	OPERATIVO	NO OPERATIVO			
RESPONSABLE DE LA TAREA:					VºBº JEFE DE TALLER:					VºBº PLANEAMIENTO:							

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

Tabla 83

Mantenimiento preventivo 01 22 500 km

 ABIT SAC						ORDEN DE TRABAJO						NUMERO DE O.T.		UNIDAD / EQUIPO		TIPO DE MTTTO (marcar X)			CATEGORIA OT (marcar X)	
INICIO DE OT			FIN DE OT			DESCRIPCION DE LABOR						FECHA/HORA DE RECEPCION		FECHA/HORA DE ENTREGA		PM	MC	MPD	PROG.	NO PROG.
FECHA	HORA	HOROMETRO	FECHA	HORA	HOROMETRO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO 01 22500KM										ESTADO INICIAL DEL EQUIPO	STAND BY	OPERATIVO	INOOPERATIVO	
Actividad	Cód. SMCS	Posición		N.Parte:	Descripción del N/P :	Responsable	TIPO DE CARGO	 *Todo trabajo de reparación requiere el bloqueo de la máquina. *Todo bloqueo es individual y se hace en la llave de corte general de energía. *El aceite caliente puede causar daños severos a la piel.												
A23	1000	P0		Ninguno	Ninguno			DESCRIPCIÓN DEL EVENTO (ACTIVIDAD O DEMORA)										OBSERVACIONES		
IT	Código de Personal	Fecha	Hora Inicio	Hora Término	Act / Dem	Turno														
1							INSPECCION GENERAL DEL EQUIPO - CHECK LIST DE INGRESO A TALLER													
2							REALIZACION DEL IPERC													
3							LAVADO DE LA UNIDAD													
4							REMOVER FILTROS DE ACEITE Y COMBUSTIBLE													
5							INSPECCIONAR / LIMPIAR FILTRO DE AIRE / INSTALAR													
6							INSPECCIONAR / LIMPIAR FILTRO DE CABINA													
7							INSTALAR FILTROS DE COMBUSTIBLE Y ACEITE													
8							CAMBIAR ACEITE DE MOTOR													
9							ENGRASE DE ARBOL DE TRANSMISION													
10							INSPECCION DEL MOTOR DE COMBUSTION													
11							INSPECCION DEL SISTEMA DE TRANSMISION													
12							INSPECCION DEL SISTEMA DE SUSPENSION													
13							INSPECCION DEL SISTEMA ELECTRICO													
14							INSPECCION DEL SISTEMA DE DIRECCION													
15							MEDICION DE PRESIONES DE INFLADO DE NEUMATICOS													
16							ENTREGA DEL EQUIPO / REVISION DEL CHECK LIST													
17							ORDEN Y LIMPIEZA													
18							GENERACION DE BACKLOGS													
19																				
20																				



IT	COD REC.	FECHA	CANT	UND	CODIGO DE ARTICULO	N/P	DESCRIPCION DEL ARTICULO	CONDICIÓN	IT	COD REC.	FECHA	CANT.	UND	CODIGO DE ARTICULO	N/P	DESCRIPCION DEL ARTICULO	CONDICIÓN	
1			1	PZA	RVE10901005	90915-YZZB3	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	NUEVO	6			1 3/4	GL		SAE 15W40	ACEITE DE MOTOR		
2			1	PZA	RVE10905003	23390-0L010	FILTRO DE COMBUSTIBLE	NUEVO	7									
3									8									
4									9									
5									10									

OBSERVACIONES:																ESTADO FINAL DEL EQUIPO	STAND BY	OPERATIVO	INOOPERATIVO
RESPONSABLE DE LA TAREA:						VºBº JEFE DE TALLER:						VºBº PLANEAMIENTO:							

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

Tabla 84



Mantenimiento preventivo 02 25 000 km

 ABIT SAC						ORDEN DE TRABAJO						NUMERO DE O.T.			UNIDAD / EQUIPO			TIPO DE MTTD (marcar X)			CATEGORIA OT (marcar X)	
INICIO DE OT			FIN DE OT			DESCRIPCION DE LABOR						FECHA/HORA DE RECEPCION			FECHA/HORA DE ENTREGA			PM	MC	MPD	PROG.	NO PROG.
FECHA	HORA	HOROMETRO	FECHA	HORA	HOROMETRO							FECHA/HORA DE RECEPCION			FECHA/HORA DE ENTREGA			ESTADO INICIAL DEL EQUIPO		STANDBY		OPERATIVO
Actividad			Cód. SMCS		Posición		N.Parte:		Descripción del N/P :		Responsable		TIPO DE CARGO		 *Todo trabajo de reparación requiere el bloqueo de la máquina. *Todo bloqueo es individual y se hace en la llave de corte general de energía. *El aceite caliente puede causar daños severos a la piel.							
A26			1000		P0		Ninguno		Ninguno													
IT	Código de Personal	Fecha	Hora Inicio	Hora Término	Act / Dem	Turno	DESCRIPCIÓN DEL EVENTO (ACTIVIDAD O DEMORA)						OBSERVACIONES									
1							INSPECCION GENERAL DEL EQUIPO - CHECK LIST DE INGRESO A TALLER															
2							REALIZACION DEL IPERC															
3							LAVADO DE LA UNIDAD															
4							DRENAR ACEITE DE MOTOR															
5							REMOVER FILTROS DE ACEITE Y COMBUSTIBLE															
6							INSPECCIONAR / LIMPIAR FILTRO DE AIRE / INSTALAR															
7							INSPECCIONAR / LIMPIAR FILTRO DE CABINA															
8							INSTALAR FILTROS DE COMBUSTIBLE Y ACEITE															
9							LLENAR ACEITE DE MOTOR															
10							ENGRASE DE ARBOL DE TRANSMISION															
11							LIMPIEZA Y REGULACION DE FRENOS															
12							CAMBIO DE EMPAQUE DEL TAPON DEL CARTER															
13							INSPECCION DEL MOTOR DE COMBUSTION															
14							INSPECCION DEL SISTEMA DE TRANSMISION															
15							INSPECCION DEL SISTEMA DE SUSPENSION															
16							INSPECCION DEL SISTEMA ELECTRICO															
17							INSPECCION DEL SISTEMA DE DIRECCION															
18							MEDICION DE PRESIONES DE INFLADO DE NEUMATICOS															
19							ENTREGA DEL EQUIPO / REVISION DEL CHECK LIST															
20							ORDEN Y LIMPIEZA															
21							GENERACION DE BACKLOGS															
22																						
23																						
IT	COD REC.	FECHA	CANT	UND	CODIGO DE ARTICULO	N/P	DESCRIPCION DEL ARTICULO	CONDICIÓN	IT	COD REC.	FECHA	CANT.	UND	CODIGO DE ARTICULO	N/P	DESCRIPCION DEL ARTICULO	CONDICIÓN					
1			1	PZA	RVE10901005	90915-YZZB3	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	NUEVO	6			1 3/4	GL			ACEITE MOTOR SAE 15W40	ACEITE DE MOTOR					
2			1	PZA	RVE10905003	23390-0L010	FILTRO DE COMBUSTIBLE	NUEVO	7													
3			1	PZA	RVE08201813	90430-12031	EMPAQUE DEL CARTER	NUEVO	8													
4									9													
5									10													
OBSERVACIONES:															ESTADO FINAL DEL EQUIPO		STANDBY		OPERATIVO		NOOPERATIVO	
RESPONSABLE DE LA TAREA:						VºBº JEFE DE TALLER:						VºBº PLANEAMIENTO:										

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

Tabla 85


Mantenimiento preventivo 01 27 500 km

						ORDEN DE TRABAJO						NUMERO DE O.T.		UNIDAD / EQUIPO			TIPO DE MTTTO (marcar X)			CATEGORIA OT (marcar X)				
																	<input type="checkbox"/> PM <input type="checkbox"/> MC <input type="checkbox"/> MPD <input type="checkbox"/> PROG. <input type="checkbox"/> NO PROG.							
INICIO DE OT			FIN DE OT			DESCRIPCION DE LABOR						FECHA/HORA DE RECEPCION		FECHA/HORA DE ENTREGA			ESTADO INICIAL DEL EQUIPO		STAND BY		OPERATIVO		NO OPERATIVO	
FECHA	HORA	HOROMETRO	FECHA	HORA	HOROMETRO							MANTENIMIENTO PREVENTIVO 01 27500KM												
Actividad	Cód. SMCS	Posición		N.Parte:		Descripción del N/P :		Responsable		TIPO DE CARGO		 *Todo trabajo de reparación requiere el bloqueo de la máquina. *Todo bloqueo es individual y se hace en la llave de corte general de energía. *El aceite caliente puede causar daños severos a la piel.												
A23	1000	P0		Ninguno		Ninguno																		
IT	Código de Personal	Fecha	Hora Inicio	Hora Término	Act / Dem	Turno	DESCRIPCIÓN DEL EVENTO (ACTIVIDAD O DEMORA)						OBSERVACIONES											
1							INSPECCION GENERAL DEL EQUIPO - CHECK LIST DE INGRESO A TALLER																	
2							REALIZACION DEL IPERC																	
3							LAVADO DE LA UNIDAD																	
4							REMOVER FILTROS DE ACEITE Y COMBUSTIBLE																	
5							INSPECCIONAR / LIMPIAR FILTRO DE AIRE / INSTALAR																	
6							INSPECCIONAR / LIMPIAR FILTRO DE CABINA																	
7							INSTALAR FILTROS DE COMBUSTIBLE Y ACEITE																	
8							CAMBIAR ACEITE DE MOTOR																	
9							ENGRASE DE ARBOL DE TRANSMISION																	
10							INSPECCION DEL MOTOR DE COMBUSTION																	
11							INSPECCION DEL SISTEMA DE TRANSMISION																	
12							INSPECCION DEL SISTEMA DE SUSPENSION																	
13							INSPECCION DEL SISTEMA ELECTRICO																	
14							INSPECCION DEL SISTEMA DE DIRECCION																	
15							MEDICION DE PRESIONES DE INFLADO DE NEUMATICOS																	
16							ENTREGA DEL EQUIPO / REVISION DEL CHECK LIST																	
17							ORDEN Y LIMPIEZA																	
18							GENERACION DE BACKLOGS																	
19																								
20																								
IT	COD REC.	FECHA	CANT	UND	CODIGO DE ARTICULO	N/P	DESCRIPCION DEL ARTICULO	CONDICIÓN	IT	COD REC.	FECHA	CANT.	UND	CODIGO DE ARTICULO	N/P	DESCRIPCION DEL ARTICULO	CONDICIÓN							
1			1	PZA	RVE10901005	90915-YZZB3	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	NUEVO	6															
2			1	PZA	RVE10905003	23390-0L010	FILTRO DE COMBUSTIBLE	NUEVO	7															
3			1 3/4	GL		SAE 15W40	ACEITE DE MOTOR		8															
4									9															
5									10															
OBSERVACIONES:																ESTADO FINAL DEL EQUIPO		STAND BY		OPERATIVO		NO OPERATIVO		
RESPONSABLE DE LA TAREA:								VºBº JEFE DE TALLER:								VºBº PLANEAMIENTO:								

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

Tabla 86

Mantenimiento preventivo 04 30 000 km

ABIT		ABIT SAC		ORDEN DE TRABAJO			NUMERO DE O.T.		UNIDAD / EQUIPO		TIPO DE MTTO (marcar X)			CATEGORIA OT (marcar X)		
INICIO DE OT			FIN DE OT			DESCRIPCION DE LABOR		FECHA/HORA DE RECEPCION		FECHA/HORA DE ENTREGA		PM	MC	MPD	PROG.	NO PROG.
FECHA	HORA	HOROMETRO	FECHA	HORA	HOROMETRO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO 04 30000KM						ESTADO INICIAL DEL EQUIPO		STAND BY	OPERATIVO	INOPERATIVO
Actividad	Cód. SMCS	Posición		N.Parte:		Descripción del N/P:		Razón Trabajo	TIPO DE CARGO	 *Todo trabajo de reparación requiere el bloqueo de la máquina. *Todo bloqueo es individual y se hace en la llave de corte general de energía. *El aceite caliente puede causar daños severos a la piel.						
A2500	1300	P5		Ninguno		Ninguno		100								
IT	Código de Personal	Fecha	Hora Inicio	Hora Término	Act / Dem	Turno	DESCRIPCIÓN DEL EVENTO (ACTIVIDAD O DEMORA)				OBSERVACIONES					
1							INSPECCION GENERAL DEL EQUIPO - CHECK LIST DE INGRESO A TALLER									
3							LAVADO DE LA UNIDAD									
4							REMOVER FILTROS DE ACEITE Y COMBUSTIBLE									
5							INSPECCIONAR / CAMBIAR FILTRO DE AIRE									
6							INSTALAR FILTROS DE COMBUSTIBLE Y ACEITE									
7							CAMBIAR ACEITE DE MOTOR									
8							CAMBIO DE EMPAQUE DEL TAPON DEL CARTER									
9							INSPECCION / CAMBIO DEL FILTRO DE CABINA									
10							ENGRASE DE ARBOL DE TRANSMISION									
11							ENGRASE DE PALIERES									
							CAMBIO DE SELLOS DE DIFERENCIAL DELANTERO LH Y RH									
12							INSPECCION / CAMBIO DE PASTILLAS DE FRENO									
13							LIMPIEZA Y REGULACION DE FRENOS									
14							INSPECCION / CAMBIO DE ZAPATAS DE FRENO									
15							CAMBIO DE LIQUIDO DE FRENO									
16							CAMBIO DE ACEITE DE CAJA DE TRANSFERENCIA Y TRANSMISION									
17							CAMBIO DE ACEITE DE DIRECCION									
18							CAMBIO DE ACEITE DE CONJUNTO DIFERENCIAL DELANTERO Y POSTERIOR									
19							INSPECCION DEL MOTOR DE COMBUSTION									
20							REVISAR HOLSURA DE VALVULAS									
21							INSPECCION DEL SISTEMA DE TRANSMISION									
22							INSPECCION DEL SISTEMA DE SUSPENSION									
23							INSPECCION DEL SISTEMA ELECTRICO									
24							INSPECCION DEL SISTEMA DE DIRECCION									
25							MEDICION DE PRESIONES DE INFLADO DE NEUMATICOS									
26							ENTREGA DEL EQUIPO / REVISION DEL CHECK LIST									
27							ORDEN Y LIMPIEZA									
28							GENERACION DE BACKLOGS									

IT	COD REC.	FECHA	CANT.	UND	CODIGO DE ARTICULO	N/P	DESCRIPCION DEL ARTICULO	CONDICIÓN	IT	COD REC.	FECHA	CANT.	UND	CODIGO DE ARTICULO	N/P	DESCRIPCION DEL ARTICULO	CONDICIÓN
1			1	PZA	RVE10901005	90915-YZZB3	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	NUEVO	7			1	PZA	RVE08201229	90311-47012	RETEN LATERAL LH	NUEVO
2			1	PZA	RVE10905003	23390-0L010	FILTRO DE COMBUSTIBLE	NUEVO	8			1	PZA	RPE04803370	8713952020	FILTRO DE AIRE DE CABINA	
3			1	PZA	RVE10903001	17801-0C010	FILTRO DE AIRE	NUEVO	9			1	3/4	GL	SAE 15W40	ACEITE DE MOTOR	
4			1	PZA	RVE08201813	90430-12031	TAPON DEL CARTER	NUEVO	10			2.2	GL	SAE 80W90	ACEITE DE TRANSMISION		
5			2	PZA	RVE08201565	04465-0K260	PASTILLAS DE FRENO	NUEVO	11			1	LT	ATF 220	ACEITE DE DIRECCION		
6			1	PZA	RVE08201234	90311-47013	RETEN LATERAL RH	NUEVO	12								


OBSERVACIONES:												ESTADO FINAL DEL EQUIPO		STAND BY	OPERATIVO	INOPERATIVO	
RESPONSABLE DE LA TAREA:						V°B° JEFE DE TALLER:						V°B° PLANEAMIENTO:					

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

4.6.3.4.2. Cartillas de mantenimiento preventivo omnibuses

Tabla 87


Mantenimiento Preventivo 01 (250 h)

						ORDEN DE TRABAJO						NUMERO DE O.T.		UNIDAD / EQUIPO				TIPO DE MTTTO (marcar X)			CATEGORIA OT (marcar X)	
												BUS:						MP	MC	MPD	PROGRAMADO	NO PROGRAMADO
INICIO DE OT			FIN DE OT			DESCRIPCION DE LABOR												ESTADO INICIAL DEL EQUIPO	STAND BY	OPERATIVO	INOPERATIVO	
FECHA	HORA	HOROMETRO	FECHA	HORA	HOROMETRO	Mantenimiento Preventivo 01 (250hr.).												PROBLEMA: Aceite de motor cumplido con sus horas de trabajo.				
Actividad	Cód. SMCS	Posición		N. Parte:		Descripción N/P:		Responsable		Tipo de Cargo		MODO DE FALLA: Cambió de Aceite de motor por horas de trabajo.										
A19	1000	P0		Ninguno		Ninguno																
IT	Código de Personal	Fecha	Hora Inicio	Hora Término	Horas	Act / Dem	Turno	DESCRIPCIÓN DEL EVENTO (ACTIVIDAD O DEMORA)										OBSERVACIONES DE ACTIVIDAD Y DEMORAS				
1								A49	Lavar el equipo.													
2																						
3								A44	Muestrear todos los compartimientos.													
4																						
5								A43	Drenar aceite de motor.													
6																						
7								A510	Cambiar filtros.													
8																						
9								A43	Llenar aceite de motor.													
10																						
11								A40	Comprobar niveles e inspección general.													
12																						
13								A42	Engrase general de todos los puntos.													
14																						
15																						
RECURSOS (MANO DE OBRA, HERRAMIENTAS, REPUESTOS, INSUMOS, MISCELANEOS, ETC)																						
IT	COD REC.	FECHA	NºVALE	Cant.	Und.	COD. ARTICULO	N/P	DESCRIPCIÓN DE ARTI. O N/P	CONDICIÓN	IT	COD REC.	FECHA	Nº VALE	Cant.	Und.	COD. ARTICULO	N/P	DESCRIPCIÓN DE N/P	CONDICIÓN			
1	R80			1	Kg			Trapo industrial.	Nuevo	11												
2	R10			1	Pza			Filtro de aceite de motor.	Nuevo	12												
3	R10			1	Pza			Filtro de combustible.	Nuevo	13												
4	R10			1	Pza			Filtro separador de agua.	Nuevo	14												
5	R20				Gl.			Aceite de motor 15W-40	Nuevo	15												
6										16												
7										17												
8										18												
9										19												
10										20												
Observaciones:												ESTADO FINAL DEL EQUIPO	STAND BY	OPERATIVO	INOPERATIVO							
Solicitado por:						VºBº JEFE MANTTO:		VºBº PLANEAMIENTO:				VºBº JEFE DE TALLER:										

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

Tabla 88


Mantenimiento Preventivo 02 (500 h)

 ABIT SAC-ARU		ORDEN DE TRABAJO				NUMERO DE O.T.		UNIDAD / EQUIPO		TIPO DE MTTTO (marcar X)			CATEGORIA OT (marcar X)										
										<input checked="" type="checkbox"/> ME <input type="checkbox"/> MC <input type="checkbox"/> MPD	<input type="checkbox"/> PROGRAMADO <input checked="" type="checkbox"/> NO PROGRAMADO												
INICIO DE OT			FIN DE OT			DESCRIPCION DE LABOR				ESTADO INICIAL DEL EQUIPO		STAND BY		OPERATIVO		IMPERATIVO							
FECHA	HORA	HOROMETRO	FECHA	HORA	HOROMETRO	Mantenimiento Preventivo 02 (500hr.).				PROBLEMA: Aceite de motor cumplido con sus horas de trabajo.													
Actividad	Cód. SMCS	Posición		N.Parte:	Descripción N/P :	Responsable	Tipo de Cargo		MODO DE FALLA: Cambió de Aceite de motor por horas de trabajo.														
A20	1000	P0		Ninguno	Ninguno		ANABI																
IT	Código de Personal	Fecha	Hora Inicio	Hora Término	Horas	Act / Dem	Turno	DESCRIPCIÓN DEL EVENTO (ACTIVIDAD O DEMORA)								OBSERVACIONES DE ACTIVIDAD Y DEMORAS							
1								Lavar el equipo.															
2																							
3								Muestrear todos los compartimientos.															
4																							
5								Drenar aceite de motor.															
6																							
7								Cambiar filtros.															
8																							
9								Llenar aceite de motor.															
10																							
11								Comprobar niveles e inspección general.															
12																							
13								Engrase general de todos los puntos.															
14																							
15																							
RECURSOS (MANO DE OBRA, HERRAMIENTAS, REPUESTOS, INSUMOS, MISCELANEOS, ETC)																							
IT	COD REC.	FECHA	NºVALE	Cant.	Und.	COD. ARTICULO	N/P	DESCRIPCIÓN DE ARTI. O N/P	CONDICIÓN	IT	COD REC.	FECHA	Nº VALE	Cant.	Und.	COD.ARTICULO	N/P	DESCRIPCIÓN DE N/P	CONDICIÓN				
1				1	Kg	MOF06101036		Trapo industrial.	Nuevo	11													
2				1	Pza			Filtro de aceite de motor.	Nuevo	12													
3				1	Pza			Filtro de combustible.	Nuevo	13													
4				1	Pza			Filtro separador de agua.	Nuevo	14													
5				1	Pza			Filtro de aire primario	Nuevo	15													
6					Gl.			Aceite de motor 15W-40	Nuevo	16													
7										17													
8										18													
9										19													
10										20													
Observaciones:											ESTADO FINAL DEL EQUIPO							STAND BY		OPERATIVO		IMPERATIVO	
Solicitado por:						VºBº JEFE MANTTO:		VºBº PLANEAMIENTO:				VºBº JEFE DE TALLER:											

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

Tabla 89


Mantenimiento Preventivo 03 (1 000 h)

						ORDEN DE TRABAJO						NUMERO DE O.T.			UNIDAD / EQUIPO			TIPO DE MTTT (marcar X)			CATEGORIA OT (marcar X)					
INICIO DE OT			FIN DE OT			DESCRIPCION DE LABOR												ESTADO INICIAL DEL EQUIPO			ESTADO BY		PROGRAMADO		NO PROGRAMADO	
FECHA	HORA	HOROMETRO	FECHA	HORA	HOROMETRO	Mantenimiento Preventivo 03 (1000hr.).												PROBLEMA: Aceites cumplido con sus horas de trabajo.			OPERATIVO		INOPERATIVO			
Actividad	Cód. SMCS	Posición		N. Parte:		Descripción N/P :		Razón Trabajo		Tipo de Cargo		MODO DE FALLA: Cambió de Aceites por horas de trabajo.														
A1000	1300	P5		Ninguno		Ninguno		100																		
IT	Código de Personal		Fecha	Hora Inicio	Hora Término	Horas	Act / Dem	Turno	DESCRIPCIÓN DEL EVENTO (ACTIVIDAD O DEMORA)										OBSERVACIONES DE ACTIVIDAD Y DEMORAS							
1									Lavar el equipo.																	
2																										
3									Muestrear todos los compartimientos.																	
4																										
5									Drenar fluidos.																	
6																										
7									Cambiar filtros.																	
8																										
9									Llenar fluidos.																	
10																										
11									Comprobar niveles e inspección general.																	
12																										
13									Engrase general de todos los puntos.																	
14																										
15																										
RECURSOS (MANO DE OBRA, HERRAMIENTAS, REPUESTOS, INSUMOS, MISCELANEOS, ETC)																										
IT	COD REC.	FECHA	NºVALE	Cant.	Und.	COD. ARTICULO	N/P	DESCRIPCIÓN DE ARTI. O N/P	CONDICIÓN	IT	COD REC.	FECHA	Nº VALE	Cant.	Und.	COD. ARTICULO	N/P	DESCRIPCIÓN DE N/P	CONDICIÓN							
1	R80			2	Kg	MOF06101036		Trapo industrial.	Nuevo	11																
2	R10			1	Pza			Filtro de aceite de motor.	Nuevo	12																
3	R10			1	Pza			Filtro de combustible.	Nuevo	13																
4	R10			1	Pza			Filtro separador de agua.	Nuevo	14																
5	R10			1	Pza			Filtro de aire primario	Nuevo	15																
6	R10			1	Pza			Filtro de aire secundario	Nuevo	16																
7	R20				Gl.			Aceite de motor 15W-40	Nuevo	17																
8	R20				Gl.			Aceite transmisión 80W90	Nuevo	18																
9	R20				Gl.			Aceite de corona 85W140.	Nuevo	19																
10										20																
Observaciones:															ESTADO FINAL DEL EQUIPO			STAND BY		OPERATIVO		INOPERATIVO				
Solicitado por:						VºBº JEFE MANTTO:			VºBº PLANEAMIENTO:			VºBº JEFE DE TALLER:														

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

Tabla 90

Mantenimiento Preventivo 04 (2 000 h)

 ABIT SAC-ARU			ORDEN DE TRABAJO			NUMERO DE O.T.		UNIDAD / EQUIPO		TIPO DE MTTO (marcar X)			CATEGORIA OT (marcar X)						
										MP	MC	MPD	PROGRAMADO	NO PROGRAMADO					
INICIO DE OT			FIN DE OT			DESCRIPCION DE LABOR													
FECHA	HORA	HOROMETRO	FECHA	HORA	HOROMETRO	Mantenimiento Preventivo 04 (2000hr.).													
PROBLEMA: Aceites cumplido con sus horas de trabajo.										ESTADO INICIAL DEL EQUIPO	STAND BY	OPERATIVO	INOPERATIVO						
Actividad	Cód. SMCS	Posición	N.Parte:	Descripción N/P :	Razón Trabajo	Tipo de Cargo	MODO DE FALLA: Cambió de Aceites por horas de trabajo.												
A2000	1300	P5	Ninguno	Ninguno	100														
IT	Código de Personal	Fecha	Hora Inicio	Hora Término	Horas	Act / Dem	Turno	DESCRIPCIÓN DEL EVENTO (ACTIVIDAD O DEMORA)						OBSERVACIONES DE ACTIVIDAD Y DEMORAS					
1						A49		Lavar el equipo.											
2																			
3						A44		Muestrear todos los compartimientos.											
4																			
5						A43		Drenar fluidos.											
6																			
7						A510		Cambiar filtros.											
8																			
9						A43		Llenar fluidos.											
10																			
11						A40		Comprobar niveles e inspección general.											
12																			
13						A42		Engrase general de todos los puntos.											
14																			
15																			
RECURSOS (MANO DE OBRA, HERRAMIENTAS, REPUESTOS, INSUMOS, MISCELANEOS, ETC)																			
IT	COD REC.	FECHA	NºVALE	Cant.	Und.	COD. ARTICULO	N/P	DESCRIPCIÓN DE ARTI. O N/P	CONDICIÓN	IT	COD REC.	FECHA	Nº VALE	Cant.	Und.	COD.ARTICULO	N/P	DESCRIPCIÓN DE N/P	CONDICIÓN
1	R80			2	Kg	MOF06101036		Trapo industrial.	Nuevo	11									
2	R10			1	Pza			Filtro de aceite de motor.	Nuevo	12									
3	R10			1	Pza			Filtro de combustible.	Nuevo	13									
4	R10			1	Pza			Filtro separador de agua.	Nuevo	14									
5	R10			1	Pza			Filtro de aire primario	Nuevo	15									
6	R10			1	Pza			Filtro de aire secundario	Nuevo	16									
7	R20				Gl.			Aceite de motor 15W-40	Nuevo	17									
8	R20				Gl.			Aceite de transmisión.	Nuevo	18									
9	R20				Gl.			Aceite de corona	Nuevo	19									
10	R20				Gl.	LUB05503007		Líquido de embrague.	Nuevo	20									
Observaciones:															ESTADO FINAL DEL EQUIPO	STAND BY	OPERATIVO	INOPERATIVO	
Solicitado por:					VºBº JEFE MANTTO:					VºBº PLANEAMIENTO:					VºBº JEFE DE TALLER:				

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

4.6.4. Control de la administración de mantenimientos preventivo

Permiten detectar y solucionar problemas presentes en los equipos antes que fallen. Así mismo, cumplir con los programas de mantenimientos preventivos e inspecciones a los equipos.

4.6.5. Programación de pms

La programación de mantenimiento preventivo se inicia por la captura diaria de horómetros y/o Km. Esta tarea se designará al asistente Administrativo (Planner 2), quien ingresará la data al formato de Excel donde se puede estimar para qué fecha se tendrá que intervenir el equipo para realizar su PM.

Para la fecha programada de PM, la secuencia es la siguiente:

- Todos los PM deberán realizarse en el taller.
- Para la fecha de PM de un equipo se ha de aprovechar la parada del equipo para realizar trabajos correctivos programados.
- El equipo debe pasar por lavado.
- Los filtros deben estar fuera del almacén, desde un día antes con anticipación.

- Se deberá llenar correctamente la plantilla de PM, indicando las observaciones que se puedan haber detectado.
- Las muestras de aceites obtenidas del equipo deberán ser rotuladas correctamente y entregadas al Administrador de Abit SAC (Planner 1).
- Todo PM 2, 3, 4 deberá ir acompañado con su “corte de filtro” mediante esta prueba se podrá saber, inmediatamente, si existen partículas visibles en el papel filtro.
- El programa de mantenimiento preventivo se realiza los viernes de cada semana, el cual deberá ser validado y respetado para la siguiente semana.

Así mismo el proceso para todos los mantenimientos estará definido por el diagrama de flujo:

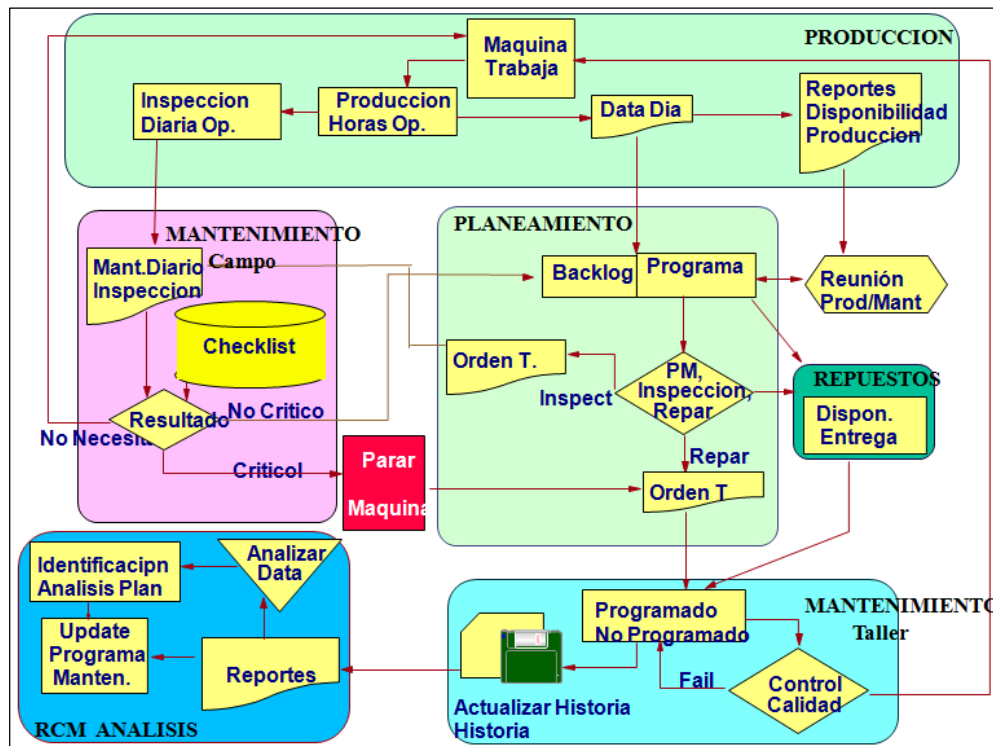


Figura 60. Organización del mantenimiento

Fuente: Ferreyros SA.

4.6.6. Programación de engrase

El engrase de cada unidad se realizará aprovechando el MP programado. Se emitirá un formato para cada unidad, en donde se registrará la fecha de cada engrase y las zonas engrasadas, dicho formato quedará registrada para poder programar a futuro el próximo engrase.

4.6.7. Programación de inspecciones semanales

Se deberá programar inspecciones semanales a los equipos.

Para lo cual se procederá con lo siguiente:

- Las inspecciones se realizarán de cada 4-7 días después de su MP.
- Toda inspección se realizará en taller mantenimiento ABIT SAC.
- La inspección se realizará mediante formatos de inspección según el equipo.
- Después de toda inspección deberá realizarse un backlog.
- Realizar seguimiento de los repuestos pendientes y obtener fechas tentativas de entrega, para poder programar junto con mantenimiento correctivo la parada y trabajos en el equipo.

Para realizar una correcta inspección de los equipos, se deberá de seguir el siguiente procedimiento:

Tabla 91

Procedimiento de Engrase.

N°	TIPO DE INSPECCIÓN	DETALLE
1	Lavado de la unidad	Limpieza completa del equipo, en el lavadero.
2	Revisión del sistema eléctrico	Inspección de luces de baja, alta, emergencia, claxon y alarma de retroceso.
3	Inspección de neumáticos	Medición de cocada, inspección de flancos.
4	Inspección de Sistema de Frenos	Verificar estado de pastillas y fajas de freno, según corresponda (camionetas o omnibuses)
5	Engrase General	Sistema de transmisión

Fuente: Elaboración Propia.

4.6.8. Pedido de filtros y aceites

Los pedidos de filtros son realizados por los Administradores de Abit SAC, tomando en cuenta lo siguiente:

- Stock mínimo en almacén (para un mes).
- Pedir filtros originales.
- Entregar a almacén el backlog y recibir una copia de la solicitud generada.
- Hacer seguimiento a las órdenes de compra generadas y los despachos.

4.6.9. Análisis de aceites

Preparar, enviar muestras de aceites, solicitar, interpretar, registrar y archivar resultados de las muestras de aceites enviadas a MUR WY SAC – JULIACA.

Cuando los resultados de las muestras sean enviadas por correo, estos deben ingresarse a la data de resultados que se tienen en una hoja de Excel. Al tenerlos en Excel es posible filtrar por equipo, modelo, sistema, por contaminantes, etc.

La interpretación de resultados debe ser analizado con los mecánicos, para informar sobre los indicadores de contaminación y la evolución de partes por millón detectados.

Después de coordinar con correctivos, revisar las inspecciones y evaluaciones, interpretar los resultados. Se tomarán decisiones de cambio de componentes y/o backlog.

4.6.10. Administración del historial de equipos y control de intercambio de componentes

La administración del historial de equipos e intercambio de componentes será controlada por el Administrador de Abit SAC.

4.6.10.1. Historial de equipos

El historial de equipos es toda la información concerniente a la vida de los equipos durante su periodo de uso. Esta información debe de constar de las siguientes partes:

- Fecha de realización del trabajo.
- Horometro y/o km inicial y final del equipo en la fecha de realización del trabajo
- El sistema al cual se ha intervenido.
- Componente intervenido.
- El personal que ha realizado la intervención.
- Tiempo cronológico utilizado en la reparación
- La falla intervenida.
- La causa de la falla intervenida.

Estos parámetros citados deberán de considerarse como la información mínima requerida para el llenado del registro digital en archivo de Excel. Momentáneamente se incluirán, dentro del historial de los equipos, la información proporcionada por el personal mecánico de mantenimiento. El Asistente Administrador (Planner 2) ingresará diariamente esta información. Idealmente, el historial deberá de ser llenado bajo la información aplicada en las OT generada por el Administrador de Abit (Planner 1) cada fin de semana.

El Administrador de Abit (Planner 1), tiene la responsabilidad de velar el correcto llenado del historial de equipos, revisando frecuentemente la calidad de información llenada en el registro del historial. La base de datos, en donde se registraran los mantenimientos realizados, deberá de estar hecha en formato Excel y debe también de considerar lo mostrado en una tabla tal como se muestra en la figura siguiente:

IT	MES	OT	CODIGO DE EQUIPO	TIPO	SERIE / PLACA	PROPIEDAD	FECHA DE INICIO	HORA DE INICIO	FECHA DE FIN	HORA DE FIN	TIEMPO (HRS)	DETENCION (DIAS)	Km inicial	Km final	total km taller

Figura 61. Base de datos, registro de Reportes de trabajo, parte 1.

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

TIPO MANTTO	CATEGORIA	ESTADO INICIAL	ESTADO FINAL	DESCRIPCION GENERAL DEL TRABAJO	PROBLEMA	ACTIVIDAD	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	CODIGO SISTEMA SMCS	DESCRIPCION SISTEMA	POSICION	DESCRIPCION POSICION	N/P	Descripción del N/P	TIPO DE CARGO	MODO DE FALLA

Figura 62. Base de datos, registro de Reportes de trabajo, parte 2.

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

DNI PERSONAL	NOMBRES DEL PERSONAL	FECHA INICIO	HORA INICIO	FECHA FIN	HORA TERMINO	TIEMPO ACTIVIDAD	ACT / DEM	DESCRIPCION	TURNO	CAMBIO DE PUNTA	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD SECUNDARIA	OBSERVACIONES	RESPONSABLE DE TAREA	JEFE / SUPERVISOR DE TALLER

Figura 63. Base de datos, registro de Reportes de trabajo, parte 3.

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

4.6.10.2. Administración del control de intercambio de componentes

La administración del control de intercambio de componentes será manejada por el Administrador de Abit (Planner 1). El control será llevado desde una plantilla de Excel por cada equipo, en cual se plasmará las horas de cada componente y se tendrá una proyección del siguiente mantenimiento planeado en referencia al componente analizado.

Esta información debe de ser rescatada directamente del historial de equipos.

Para poder llevar el análisis del costo beneficio óptimo del reemplazo de un componente, se tendrá que evaluar dicha información con al menos cuatro datos por componentes, en estos datos deberán definirse los modos de falla, así como cualquier tipo de intervención a los componentes; también se agregará la información de los mantenimientos preventivos 1, 2, 3 y 4 según la evaluación del Administrador de Abit (Planner 1), ya que se buscará aquellas intervenciones preventivas que afecten positivamente al componente evaluado.

4.6.10.3. Generación de la programación semanal

El Administrador de Abit (Planner 1), evaluará la realización de las tareas para la siguiente semana, teniendo siempre en consideración las horas aplicadas al equipo por mantenimiento, evitando exagerar según sea el caso de la prioridad, la cantidad de mano de obra del mantenimiento programado del equipo, preservando el objetivo de la disponibilidad total mensual que se ofrece a operaciones.

El Asistente Administrador (Planner 2), deberá de tener las OT listas cada fin de semana, cada viernes a primera hora, a razón de ser evaluadas por el área de trabajo de mantenimiento.

El planner deberá de tener en consideración el análisis de los puntos vistos anteriormente en este documento como son: Backlogs, check list diario, inspecciones de campo y monitoreo de condiciones.

4.6.10.4. Generación de la programación mensual

El Administrador de Abit (Planner 1), evaluará la realización de las tareas para el siguiente mes, teniendo siempre en consideración las horas aplicadas al equipo por mantenimiento, evitando exagerar según sea el caso de la prioridad, la cantidad de mano de obra del mantenimiento programado del equipo, preservando el objetivo de la disponibilidad total mensual que se ofrece a operaciones.

4.6.10.4.1. Cuadro en excel para calcular los próximos mantenimientos preventivos

Tabla 92

Programación de mantenimientos preventivos para toda la flota.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO									PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO QUINCENAL							
CC. ABIT	EQUIPOS	ULTIMO MANTTO			PROXIMO MANTTO				LECTURA DE Km	FECHA DE LECTURA	HORAS FALTANTES PARA PM	Kms PROM DIA	DIFER. HORAS/DIA	DIAS FALTANTES Y/O DE RETRASO	FECHA MANTO.	FECHA MANTO.
		HORAS PM	Km MOTOR	FECHA	TIPO DE PM	HORAS DE PM	HORAS MOTO	DESCRIPCION DEL PM								
OZ.CA.544	D3W - 894 VOLADURA Nº17	15000	46953	23-ene-13	PM01	17500	49,453	PM01 17500 HM:49453	47073.0	23/05/2015	2380	345	7	7	30-may	07-jun
OZ.CA.009	A3T- 854 EN REPARACION SIN AREA BUEN ESTADO	12500	104363	23-dic-12	PM03	15000	106,863	PM03 15000 HM:106863	110552.0	23/05/2015	-3689	259	-14	-15	23-may	31-may
OZ.CA.554	D3V - 839 MANTENIMIENTO MOVIL 21	30000	93543	11-ene-13	PM01	2500	96,043	PM01 2500 HM:96043	95059.0	23/05/2015	984	261	4	4	27-may	04-jun
OZ.CA.555	D3W - 905 DEP. ELECTRICO Nº 5	30000	60428	4-ene-13	PM01	2500	62,928	PM01 2500 HM:62928	61379.0	23/05/2015	1549	475	3	4	27-may	08-jun
OZ.CA.553	D3W - 947 MAYA SAC Nº 14	10000	44608	18-ene-13	PM01	12500	47,108	PM01 12500 HM:47108	46165.0	23/05/2015	943	821	1	2	25-may	28-may
OZ.CA.604	C2Y - 900 EN REPARACION SIN AREA BUEN ESTADO	30000	97388	13-ene-13	PM01	2500	99,888	PM01 2500 HM:99888	98806.0	23/05/2015	1082	128	8	9	01-jun	05-jul
OZ.CA.546	D3X - 826 EN REPARACION SIN AREA BUEN ESTADO	2500	67150	13-ene-13	PM02	5000	69,650	PM02 5000 HM:69650	68489.0	23/05/2015	1161	245	5	5	28-may	14-jun
OZ.CA.560	A6B - 817 PLANTA JESSICA Nº18	17500	111320	1-ene-13	PM02	20000	113,820	PM02 20000 HM:113820	114584.0	23/05/2015	-764	234	-3	-4	23-may	10-jun
OZ.CA.562	D3X - 823 PLANTA ANDRES Nº 2	17500	52556	11-ene-13	PM02	20000	55,056	PM02 20000 HM:55056	55325.0	23/05/2015	-269	553	0	-1	23-may	28-may
OZ.CA.502	A6C - 834 EN CONAAUTO LIMA SIN AREA	15000	135102	29-nov-12	PM01	17500	137,602	PM01 17500 HM:137602	0.0	23/05/2015	137602	0	0	0	23-may	#¡VALOR!
OZ.CA.503	D3X - 870 AJANI Nº 36	27500	62120	12-ene-13	PM04	30000	64,620	PM04 30000 HM:64620	64583.0	23/05/2015	37	472	0	1	24-may	05-jun
OZ.CA.504	D3U - 897 AJANI Nº 32	5000	67417	20-13-13	PM01	7500	69,917	PM01 7500 HM:69917	71007.0	23/05/2015	-1090	337	-3	-4	23-may	06-jun
OZ.CA.507	A3T-851 EN REPARACION SIN AREA BUEN ESTADO	12500	133006	23-dic-12	PM03	15000	135,506	PM03 15000 HM:135506	133934.0	23/05/2015	1572	132	12	12	04-jun	07-jul
OZ.CA.176	C0S-703 SUPERVISION MANTENIMIENTO CMTA NUEVA	5000	4978	1-ene-13	PM01	7500	7,478	PM01 7500 HM:7478	7741.0	23/05/2015	-263	257	-1	-2	23-may	09-jun
OZ.CA.171	C0S-712 OP. MINA CMTA NUEVA	7500	9365	19-ene-13	PM02	10000	11,865	PM02 10000 HM:11865	10286.0	23/05/2015	1579	402	4	4	27-may	09-jun
OZ.CA.646	C0T-729 ADMINISTRACION CMTA NUEVA	12500	13039	21-ene-13	PM03	15000	15,539	PM03 15000 HM:15539	14769.0	23/05/2015	770	983	1	1	24-may	27-may
OZ.CA.640	C0U-795 SUPERINTENDENCIA GENERAL CMTA NUEVA	2500	5289	13-ene-13	PM02	5000	7,789	PM02 5000 HM:7789	6880.0	23/05/2015	909	311	3	3	26-may	10-jun
OZ.CA.663	D2L-749 SUP. PLANTA CMTA NUEVA	5000	5000	24-ene-13	PM01	7500	7,500	PM01 7500 HM:7500	6143.0	23/05/2015	1357	420	3	4	27-may	09-jun
OZ.CA.660	D2C-761 SUPERINTENDENCIA S2 CMTA NUEVA	2500	4949	14-ene-13	PM02	5000	7,449	PM02 5000 HM:7449	6865.0	23/05/2015	584	514	1	2	25-may	30-may
OZ.CA.666	D2C-780 CENTRO MEDICO CMTA NUEVA	5000	4882	15-ene-13	PM01	7500	7,382	PM01 7500 HM:7382	6573.0	23/05/2015	809	521	2	2	25-may	30-may
OZ.CA.657	D2A-738 SEGURIDAD AJANI CMTA NUEVA	2500	5508	12-ene-13	PM02	5000	8,008	PM02 5000 HM:8008	7668.0	23/05/2015	340	676	1	1	24-may	28-may
OZ.CA.650	D2C-714 ALMACEN CMTA NUEVA	2500	4135	14-ene-13	PM02	5000	6,635	PM02 5000 HM:6635	5683.0	23/05/2015	952	399	2	3	26-may	08-jun

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

4.6.10.5. Control de la administración de neumáticos

El control de la administración de neumáticos, es el resultado del monitoreo de condiciones aplicado al desgaste de la cocada de los neumáticos.

El Administrador de Abit (Planner 1), deberá de llevar formatos de registro por neumáticos, para evaluar su rendimiento \$/h de manera que se pueda definir la mejor marca y modelo para nuestras condiciones de trabajo en la mina.

El Administrador de Abit (Planner 1), podrá proyectar sus rendimientos bajo el análisis de degradación de componentes.

Administrador de Abit (Planner 1), presentará un informe final por el control de administración de neumáticos.

4.6.10.6. Generación del reporte mensual de la gestión del mantenimiento.

La generación del reporte mensual de la gestión del mantenimiento, la deberá de emitir el Administrador de Abit (Planner 1), comprometido con cumplir el Programa de Mantenimiento y la optimización del AREA DE MANTENIMIENTO ABIT:

4.6.10.6.1. Formato en excel cálculo de indicadores de gestión flota camionetas

PARAMETROS DE LA FLOTA CAMIONETAS TOYOTA HILUX

MES	HORAS TRABAJADAS	NÚMERO DE PARADAS	MANTTO	HORAS STNDBY	DEMORAS (horas)	TOTAL HORAS	MTBS (horas)	MTTR (horas)	DISPONIBILIDAD MECÁNICA	USAJE	INDICE DE DISPONIBILIDAD
ENERO							#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
FEBRERO							#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
MARZO							#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
ABRIL							#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
MAYO							#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
JUNIO							#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
JULIO							#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
AGOSTO							#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
SEPTIEMBRE							#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
OCTUBRE							#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
NOVIEMBRE							#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
DICIEMBRE							#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
TOTAL	0.0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

UNIDAD	TARGET	MTTR	MTTR	MTBS	MTBS
CAMIONETAS	92%	6	3	80	60
CAMIONETAS	92%	6	3	80	60
CAMIONETAS	92%	6	3	80	60
CAMIONETAS	92%	6	3	80	60
CAMIONETAS	92%	6	3	80	60
CAMIONETAS	92%	6	3	80	60
CAMIONETAS	92%	6	3	80	60
CAMIONETAS	92%	6	3	80	60
CAMIONETAS	92%	6	3	80	60
CAMIONETAS	92%	6	3	80	60
CAMIONETAS	92%	6	3	80	60
CAMIONETAS	92%	6	3	80	60
CAMIONETAS	92%	6	3	80	60
CAMIONETAS	92%	6	3	80	60
CAMIONETAS	92%	6	3	80	60

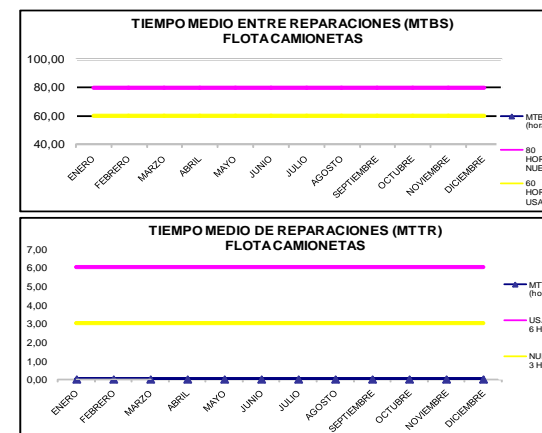
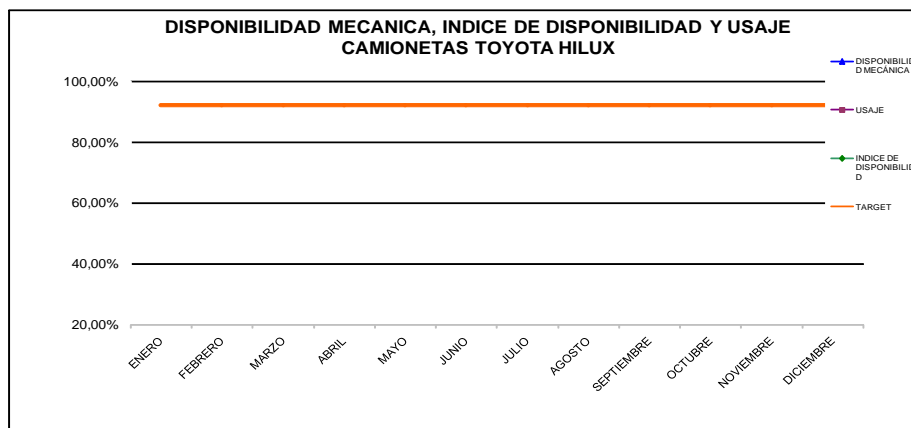


Figura 64. Formato en Excel, reporte de indicadores de gestión del mantenimiento-camionetas.

Fuente: Grupo Aruntani SAC.

4.6.11. Equipamiento del taller:

4.6.11.1. Equipos de lavado y limpieza

- 01 lavadora de piezas
- 01 Hidrolavadora

4.6.11.2. Bancos de prueba

- 01 banco de prueba eléctrica (Para medir alternadores, arrancadores, indicadores de voltaje y amperaje)

4.6.11.3. Máquinas herramientas

- 01 Esmeril de 101,6 mm (4 pulg)
- 01 esmeril de 190,5 mm (7,5 pulg)
- 01 Esmeril de 228,9 mm (9 pulg)
- 01 Esmeril de Banco de 0,4757 kW (1 HP) de potencia
- 01 Taladro vertical
- 02 Taladros manuales
- 01 Cizalla para cortes de metal

4.6.11.4. Equipo de soldar y prensa

- 01 Prensa de 20 t con bomba eléctrica.
- 01 soldadora estacionaria de marca Solandina RN400

4.6.11.5. Equipos de comunicación

- 01 Equipo Base de comunicación de marca Motorola

4.6.11.6. Herramientas

El taller de mecánica de la empresa está equipado con las herramientas necesaria para realizar todo tipo de trabajo mecánico. Entre los cuales se especifican:

A. Para el mantenimiento de las camionetas Toyota Hilux.

Entre las herramientas que se pueden mencionar: Compresora de aire estacionaria, baldes engrasadores manuales, mesas metálicas de trabajo con sus respectivos tornillos de banco, pistola neumática, cargador de baterías, juego de llaves de boca y corona, juego de dados, juego de destornilladores, juego de llaves torx, juego de llaves Allen, juego de llaves hexagonales, tecles de 1 y 3 t; etc.

B. Para el mantenimiento de la flota de omnibuses

Las mismas herramientas usadas para vehículos camionetas, agregando: Pistola de impacto, embudos medianos y grandes, bandejas de

cambio de aceite, escáner multimarca para vehículos a diésel, cables de alta tensión con pinzas tipo lagartos en las puntas, torqui metro, camillas con ruedas para mecánicos, juego de pinzas, juego de alicates, micrómetro de 0 a 50 mm, pie de rey de 300 mm, juego de brocas, martillo de bronce y goma, llave stilson y francesa para trabajos especiales, juego de punzones, entre los más principales.

4.6.11.7. Herramientas de llantería

- 01 Maquina enllantadora y 02 barretas

4.6.12. Seguridad

El plan de mantenimiento de la empresa Abit SAC, se regirá en base al reglamento interno de seguridad y salud ocupacional de la empresa Arasi SAC, para lo cual se tiene las principales consideraciones:

- Pag. 26-Equipo de protección personal EPP
- Pag. 32-Herramientas Manuales y equipos portátiles
- Pag. 52-Equipos y Maquinas

Adicionalmente se deberá de respetar los estándares y PETS del área de mantenimiento.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo, se muestran y analizan los resultados obtenidos en el desarrollo del trabajo, para la implementación del programa de mantenimiento preventivo y correctivo para la flota de equipo liviano.

Para analizar la situación actual de la flota de equipos livianos de la empresa Abit SAC en la Unidad Minera de Arasi SAC, se recopiló el historial de mantenimientos preventivos y correctivos, los mismos que se muestran en la Tabla 18; teniendo como objeto de estudio a los principales sistemas como son: la estructura metálica, motor, dirección, transmisión, suspensión, equipo eléctrico, frenos, ruedas y neumáticos.

Para determinar el nivel de criticidad e influencia de cada falla (por sistema), respecto al buen funcionamiento del vehículo, se utilizó el diagrama de Pareto. Según se aprecia en la Figura 22, tenemos que los principales contribuyentes al problema y son: la transmisión, equipo eléctrico, ruedas y neumáticos y frenos; para el cálculo de vida útil de los

componentes nos hemos basado específicamente en estos cuatro sistemas, todo esto en función a la regla del 80/20. En la Tabla 20, se tiene una tabla, la cual detalla cinco componentes mayores (en cuanto a costo e importancia para el funcionamiento del vehículo), de ellos se ha escogido el conjunto diferencial delantero para objeto de cálculo.

En la En la Tabla 21, tenemos 13 componentes menores por sistema, de los cuales se ha escogido: las pastillas de freno; juego de zapatas de freno; conjunto disco, plato y collarín de embrague; rodaje centro de cardan; llantas y batería. Se aplicó la distribución de Weibull para calcular la vida útil de cada componente y escoger el kilometraje de cambio oportuno, en base al Costo Beneficio Óptimo del Intercambio de componente.

En la parte 4.3.1. **Cálculo de la vida útil, conjunto diferencial delantero**, se muestran los cálculos para cada uno de los componentes; En la Tabla 27, tenemos los resultados obtenidos, para el conjunto diferencial delantero, y que el kilometraje óptimo para el cambio es de 70 000 km, pero Toyota recomienda que se reemplace a los 90 000 km. De acuerdo a los registros, los reemplazos se dieron por debajo del kilometraje recomendado por Toyota.

Para las pastillas de freno según la tabla 33, se obtuvo que el reemplazo óptimo debe de llevarse a cabo a los 19 975 km pero Toyota recomienda el cambio a los 25 000 km.

Para las zapatas de freno según la Tabla 39, se obtuvo que el cambio debe darse a los 33500 Km, pero Toyota recomienda que se haga el reemplazo a los 40 000 km.

Para el conjunto disco de embrague, plato y collarín según la Tabla 45, se obtuvo que el cambio debe darse a los 49 300 km, pero Toyota recomienda que el cambio se dé a los 60 000 km.

Para el rodaje centro de cardan de acuerdo a la Tabla 51, se obtuvo que el cambio óptimo debe dare a los 57 500 km pero Toyota recomienda que se haga el reemplazo a los 60 000 km.

Para las llantas de acuerdo a la Tabla 57, se obtuvo que el cambio óptimo debe darse a los 40 950 km, mientras que el fabricante Good Year, recomienda el cambio a los 45 000 km.

Para la batería de acuerdo a la Tabla 63, el cambio óptimo obtenido debe ser a los 57 500 km, pero el fabricante Etna recomienda el cambio a los 60 000 km de recorrido.

Todos los cálculos obtenidos fueron obtenidos en base a datos registrados en las unidades mineras de Anabi SAC y Arasi SAC.

Para obtener datos acerca de las necesidades del área de mantenimiento de la empresa Abit SAC; se aplicaron dos tipos de encuestas. En la Tabla 6 y 8, se puede apreciar los parámetros puestos en consideración, para obtener el estado de antigüedad de la flota, los KPI's que se utilizan en la gestión de mantenimiento, la implementación de herramientas con las que cuenta el taller, el estado de las instalaciones del taller, el nivel de capacitación de los operadores, los manuales con los que cuentan los mecánicos, la efectividad del plan de mantenimiento actual, las prioridades de la programación del mantenimiento; se aplicaron dos encuestas, la primera (Tabla 7) se aplicó a los técnicos mecánicos, y la segunda a los operadores (Tabla 9)

Para la pregunta: ¿Los equipos en la actualidad se encuentran operando sin problemas?. En cuanto al personal mecánico, de los 5 encuestados el 100 % indica que los equipos se encuentran operando con

problemas; en cuanto al personal operador, de un total de 50 personas el 40 % indica que los equipos operan con problemas y el otro 60 % indica que los equipos operan sin problemas.

Para la pregunta: ¿Cree usted que el formato de check list diario es el adecuado?. El 100 % del personal técnico mecánico indica que no, en cuanto al personal operador el 66 % indica que si y el 34 % indica que no.

Para la pregunta: ¿La empresa cuenta con las herramientas necesarias y/o apropiadas para llevar a cabo sus mantenimientos preventivos y correctivos? . El 100 % del personal técnico mecánico indica que no, y en cuanto el personal operador de equipos el 34 % indica que si y el 66 % responde que no.

Para la pregunta: ¿La empresa cuenta con las Instalaciones necesarias y/o apropiadas para llevar a cabo sus mantenimientos preventivos y correctivos?. El 34 % de los operadores indican que sí, mientras que un 66 % indica que no; para el personal mecánico se indagó al respecto, con lo siguiente; ¿El espacio en donde se realizan los mantenimientos está bien distribuido y definido?. Al respecto el 100 % respondió que no.

Para la pregunta: ¿Se realiza la evaluación del desempeño de cada operador?. El 100 % de los Técnicos mecánicos indicaron que no, en cuanto al personal operador de equipos, con una pregunta similar: ¿Se controla la operación de los equipos?. El 50 % respondió que sí y el otro 50 % respondió que no.

Para la pregunta: ¿Tienen al alcance la información necesaria para los mantenimientos (revistas, folletos, manuales, etc.)?. El 60 % de los técnicos mecánicos respondieron que sí y el otro 40 % respondió que no.

Para el personal técnico mecánico se formuló la pregunta: ¿Se planifican los mantenimientos correctivos, existe un Programa de Intercambio de Componentes, establecido? El 100 % opina que no.

Para el personal técnico mecánico, se formuló la pregunta: ¿La empresa cuenta con algún programa para llevar el control de mantenimientos preventivos y correctivos? El 60 % del personal técnico mecánico indica que si, mientras que un 40 % indica lo contrario.

Para los operadores de equipo, a la pregunta: ¿El tiempo de respuesta del taller de Mantenimiento Abit SAC es oportuno y eficiente? El 36 % respondió que sí, mientras que un 64 % respondió que no.

Para los operadores de equipos, a la pregunta: ¿Existe un plan de mantenimiento establecido para los equipos? El personal operador; un 32 % respondió que sí, y un 68 % respondió que no.

Los operadores de equipos, a la pregunta: ¿La empresa cuenta con algún programa para llevar el control de mantenimientos preventivos y correctivos?, un 32 % del personal operador de equipos respondió que sí y un 68 % respondió que no. El total de encuestados fueron: 5 técnicos mecánicos y 50 operadores de equipos.

Para el diseño del plan de mantenimiento preventivo y correctivo, para la flota de equipos livianos de Abit SAC en la UM Arasi; primero se propuso una nueva estructura organizacional, para el área de Mantenimiento en mina; luego de esto se propuso las herramientas necesarias para el buen control de la administración del mantenimiento correctivo, así como los formatos para hacer que esto se cumpla, se presentó el formato de BACKLOGS (solicitudes de compra, Tabla 66), las mismas que serán llenadas por el personal técnico mecánico, para realizar pedidos de repuestos, se diseñó una base de datos en excel, para registrar los backlogs generados (ver Tabla 67).

Se elaboró el formato de check list de operador (ver Tabla 68), para reportar el estado del vehículo; así mismo se elaboró una Base de Datos para registrar los check list (ver Tabla 69). Adicional a este formato, se elaboró un formato de check list de inspección general (ver Tabla 71), con su respectiva base de datos en formato Excel (ver Tabla 72)

Para el programa de mantenimiento preventivo de las camionetas, se elaboraron 12 cartillas, una por cada tipo de mantenimiento, según se muestra en la parte: 4.6.3.4.1. **Cartillas de mantenimiento preventivo camionetas**; del mismo modo para los omnibuses, se elaboraron 4 cartillas, según se muestra en la parte: 4.6.3.4.2. **Cartillas de mantenimiento preventivo omnibuses.**

Para el registro de los mantenimientos correctivos, se generó otra cartilla de mantenimiento (ver Tablas del 75 al 90)

Para el control de la administración del mantenimiento preventivo, se desarrollará de acuerdo al diagrama de flujo mostrado en la (Figura 60).

Para la administración del historial de equipos y control de intercambio de componentes, se elaboró una base de datos para registrar cada cambio de componente (ver figuras 61, 62 y 63)

Para el equipamiento del taller, se consideraron: equipos de lavado y limpieza, bancos de prueba, máquina herramientas, equipos de soldar y prensa, equipos de comunicación, herramientas para el mantenimiento de la flota de camionetas y para el mantenimiento de la flota de ómnibuses, y por último las herramientas de llantería.

Para el cálculo de los próximos mantenimientos preventivos, se elaboró una base de datos en Excel, el mismo que nos permite programar los próximos mantenimientos (cada 2 500 km, ver Tabla 94)

Para el reporte de los Indicadores de gestión del plan de mantenimiento preventivo y correctivo, ya sea un reporte diario, semanal y mensual de indicadores de la flota de camionetas y minibuses, se tomó en consideración los siguientes indicadores: MTBS, MTTR, **disponibilidad mecánica, usaje, índice de disponibilidad** (Ver Fig. 64 y 65)

CONCLUSIONES

El análisis de los resultados producto del estudio de la situación actual de la flota de vehículos livianos, mediante la observación directa, encuestas, organización de datos, cálculos de vida útil de componentes mediante la ecuación de Weibull, aplicación de Diagrama de Pareto, Método Ishikawa, revisión de normas y procedimientos, nos permite emitir las siguientes conclusiones:

La Empresa Abit SAC no cuenta con un registro de documentación claramente establecido en el departamento de Mantenimiento sobre el historial de reparaciones y de mantenimiento, lo cual se debe al poco conocimiento de metodologías de reportes de trabajos y planes de mantenimiento.

El diseño y aplicación de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, acorde al tipo de trabajo y zona de operación, debería aumentar

la disponibilidad de cada uno de los vehículos livianos a los cuales se hace referencia y disminuir los costos en que se incurre, por la necesidad imperante de aplicar mantenimiento correctivo de manera rutinaria.

El realizar el intercambio de un componente oportunamente, aplicando modelos matemáticos para Optimización de Reemplazo Preventivo, como la ecuación de Weibull para determinar parámetros de la distribución de fallas, junto con los costos esperados de reemplazo en función del tiempo, permite obtener parámetros para realizar intercambio de componentes.

Se llevó a cabo un análisis de los diferentes indicadores de gestión, dando como resultado una serie de medidas cuantitativas correspondientes a la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de la flota en general. Dichos datos servirán como punto de comparación para el futuro análisis y comparación con un punto anterior a la aplicación del plan de mantenimiento propuesto en el presente trabajo.

RECOMENDACIONES

En función de los resultados y conclusiones obtenidos para este estudio se recomiendan las siguientes acciones:

Aplicar el plan de mantenimiento propuesto en el desarrollo del presente trabajo.

El Departamento de Mantenimiento de Equipos Livianos de la Gerencia de Abit SAC, debe desarrollar e implantar normas y procedimientos de mantenimiento preventivo, que permitan manejar los registros e historia de fallas de vehículos livianos como evidencias auditables.

El Departamento de Mantenimiento de Equipos Livianos de la Empresa Abit SAC, debe aumentar la frecuencia de ejecución de actividades básicas como el lavado de carrocería, engrase de rodamientos, crucetas, terminales y limpieza de sistemas de inyección de combustible de los vehículos livianos dentro de los planes de mantenimiento preventivo, para contrarrestar los efectos del polvo.

Aplicar periódicamente indicadores de gestión del mantenimiento como disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad, y el cumplimiento del programa de mantenimiento, para evaluar la gestión de mantenimiento.

Ejecutar análisis mensuales de costos de mantenimiento para determinar el valor promedio de la hora hombre del personal que labora en el taller de mantenimiento.

REFERENCIA BIBLIOGRÀFICA

A. Balbin, L. Furlanetto, A. Roversi, F. Turco. "Manual de Mantenimiento de Instalaciones Industriales".

Amendola, Luis; (2006), "Gestión de Proyectos de Activos Industriales, Asset Management" Editorial: Universidad Politécnica de Valencia (2006). Valencia – España.

Amendola, Luis; Gonzales Jose. (1998), "Documento Técnico Análisis de Criticidad Complejo Gasífero Planta de Metanol – Mitsubishi Gas Chemical& Mitsubishi Corporation"

Carlos Mario Perez. "Los modelos de Gestión Integral de Activos". Citado Agosto 2013 y disponible en: <http://www.rcm2-soporte.com>

Carlos. S., (2007) "Diseño de un Sistema de Mantenimiento para Equipos Móviles de transporte de Carga Terrestre"

Christian H. Mundarain C. (2009). "Diseño de un programa de mantenimiento basado en condicion, enfocado a la mejora de la efectividad de los activos rotativos caso: Planta Supermetanol C. A. Universidad del Oriente de Venezuela". Pp 175

Conoco Phillips. (2002), "Criticality Analysis for Maintenance"

Duffuaa R. (2004). "Sistemas de Mantenimiento, Planeamiento y Control".

Editorial Limusa S. A. Mexico. Pp 419

Ernesto Gransch Sanjinez; (2008). "Manual de la gestión del Mantenimiento

Industrial". Diplomado Internacional en Gerencia de Mantenimiento,

BS Grupo S.A.C. Arequipa - Peru. Pp 393

Ernesto Gransch Sanjinez; (2010). "Organización y Gestión Integral del

Mantenimiento". Ediciones Diaz de Santos S.A. Madrid - España

F. Rey S. ; (2001). "Manual del Mantenimiento Integral en la Empresa".

Edición Fundación Confetemetal Madrid - España.

L. Amendola; (2012). "Diagnóstico del Estado Actual de la Gestión del

Mantenimiento de Activos Físicos PASS 55 Estándar Internacional

Caso: Planta de Autoción - España". Universidad Politécnica de

Valencia. Valencia – España, Pp 334

M. Coaquera L. (2010). "Evaluación del mantenimiento de los vehículos

compactadores de residuos sólidos de la municipalidad provincial de

Tacna: Diseño de un programa de mantenimiento". UNJBG – Tacna,

Pp 207.

Mairym. P., (2009) "Optimización de la flota de camionetas tipo pick – up asignadas a las áreas administrativas de CVG ferrominera Orinoco, C.A."

Norsok Standard. (2001), "Criticality Analysis for Maintenance", Oslo

PMM Institute for Learning. (2007), "Documento Técnico: Análisis de Criticidad Orientado a la Gestión de Activos Físicos". PMM Institute for Learning, Asset & Project Management. Valencia - España.

Ruben Eduardo klimasauskas. "Mantenimiento en Minería - Primera Parte". Citado Agosto 2013, y disponible en:<http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/mineria.pdf>

Santiago Garcia Garrido. (2011), "Operación y mantenimiento de centrales de Ciclo Combinado", Ediciones Diaz de Santos S.A. Madrid

Wireman, Terry (1991, 1998, 1999), "Developing Performance Indicators for Managing Maintenance", Industrial Press, New York, NY.

(2011, 12). Definición Y Clasificación Del Mantenimiento. ClubEnsayos.com. Recuperado 12, 2011, de <https://www.clubensayos.com/Tecnología/Definicion-Y-Clasificacion-Del-Mantenimiento/112905.html>

ANEXOS

ANEXO 1

SIGNIFICADO DE TERMINOS CLAVES

Planificar: trazar los planos para la ejecución de una obra.

Planificación: plan general, metódicamente organizado y frecuentemente de gran amplitud, para obtener un objetivo determinado.

Pensar por adelantado lo que se va a hacer

Programar: idear y ordenar las acciones necesarias para realizar un Proyecto

Programación: acción y efecto de programar

Asignar la fecha y hora y los recursos para ejecutar un plan.

PAS 55 (8) es una (Publicly Available Specification)

Especificación disponible públicamente que describe las mejores prácticas en la gestión de los activos, cubre todos los aspectos de un sistema de

Gestión de Activos, PAS 55 fue desarrollada por la BSI (British Standards Institution) y por el Instituto de la Gestión de Activos (IAM) fue publicada en Mayo del 2004. La última versión es del 2008 PAS 55-1:2008

ANEXO 2

TALLER DE MANTENIMIENTO ABIT SAC ARASI

a) INFRAESTRUCTURA

Ubicación: El taller de mantenimiento está ubicado al sureste con respecto al tajo Jesica, con coordenadas centrales de 305123.18 E, 8313815.39 N.

- Distrito : Ocuvi
- Provincia: Lampa
- Departamento / Región : Puno
- Área: El área construida es de 1 057,31 m².

Características: El área construida para taller de mantenimiento es de 676,00 m²; para lavadero de equipos pesados de 334,38 m²; para SSHH, vestuario y duchas un área de 46,93 m²; un área libre de 1 139,10 m², haciendo un total de 2 196,41 m².

b) TALLER DE MANTENIMIENTO

La estructura del taller está formada por un conjunto de vigas columnas de acero, apoyados sobre columnas cortas o pedestales de concreto armado. El concreto en la zapata es de $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$, las losas intermedia y exteriores son de concreto armado, teniendo resistencias de $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ y 175 kg/cm^2 respectivamente, la resistencia del acero es $f'y= 4200 \text{ kg/cm}^2$.

La estructura está conformada por columnas de acero estructural de $2''\times 2''\times 1/4''$ y de $2''\times 2''\times 1/4''$, las vigas son de $2''\times 2''\times 1/4''$, los diseños son de acuerdo a las cargas a los que estarán sometidos por los agentes externos.

La cobertura lateral como los techos será de calamina galvanizada y planchas traslucida de polipropileno, ambas de $1.80 \times 0.90 \times 4 \text{ mm}$.

c) LAVADERO DE EQUIPO

Su estructura es de concreto armado en su totalidad, en la construcción de la rampa el concreto es de resistencia $f'c=210 \text{ kg}$, el acero es de $\varnothing=1/2''$ $f_y=4200 \text{ kg cm}^2$.

El piso del lavadero es de concreto armado $f^c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

El cimientado es de concreto ciclópeo, el sobrecimiento es de concreto simple $f^c = 175 \text{ kg/cm}^2$, el muro es de ladrillo tipo King Kong.

d) DISTRIBUCIÓN

Tabla A1

EL taller cuenta con las siguientes áreas:

Área de Servicios Eléctricos	77.98 m ²
Área de Soldadura	51.85 m ²
Área de Taller de Mantenimiento	376.87 m ²
Área de Lavadero de equipo pesado	334.38 m ²
Área de reparación de componentes hidráulicos y neumáticos	51.85 m ²
Reparación de motores	77.98 m ²
Uso múltiple	46.93 m ²

Fuente: Empresa ABIT SAC

ANEXO 3

IMÁGENES DE LOS AMBIENTES DE MANTENIMIENTO Y DE LA FLOTA VEHICULAR



Figura A1 Imagen del taller de mantenimiento

Fuente: Empresa ABIT SAC



Figura A2 Imagen de un vehículo en pleno mantenimiento

Fuente: Empresa ABIT SAC



Figura A3 Imagen de la camioneta Toyota Hilux Intercooler Diesel
Fuente: Empresa ABIT SAC



Figura A4 Imagen de una flota de camionetas marca Toyota
Fuente: Empresa ABIT SAC

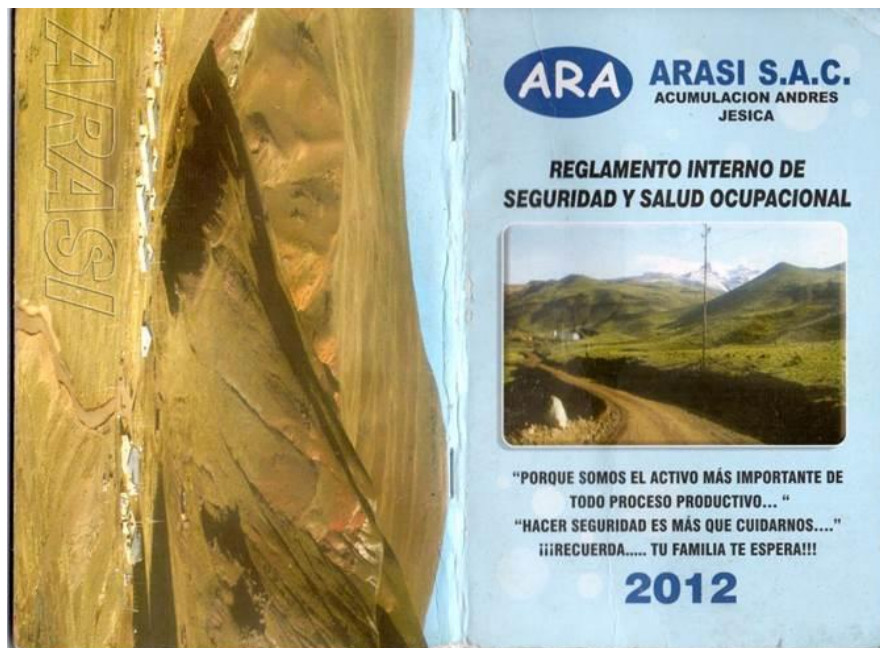


Figura A5 Imagen del ómnibus Volvo B27 OF, con carrocería Veguzti
Fuente: Empresa ABIT SAC

ANEXO 4

REGLAMENTO DE SEGURIDAD

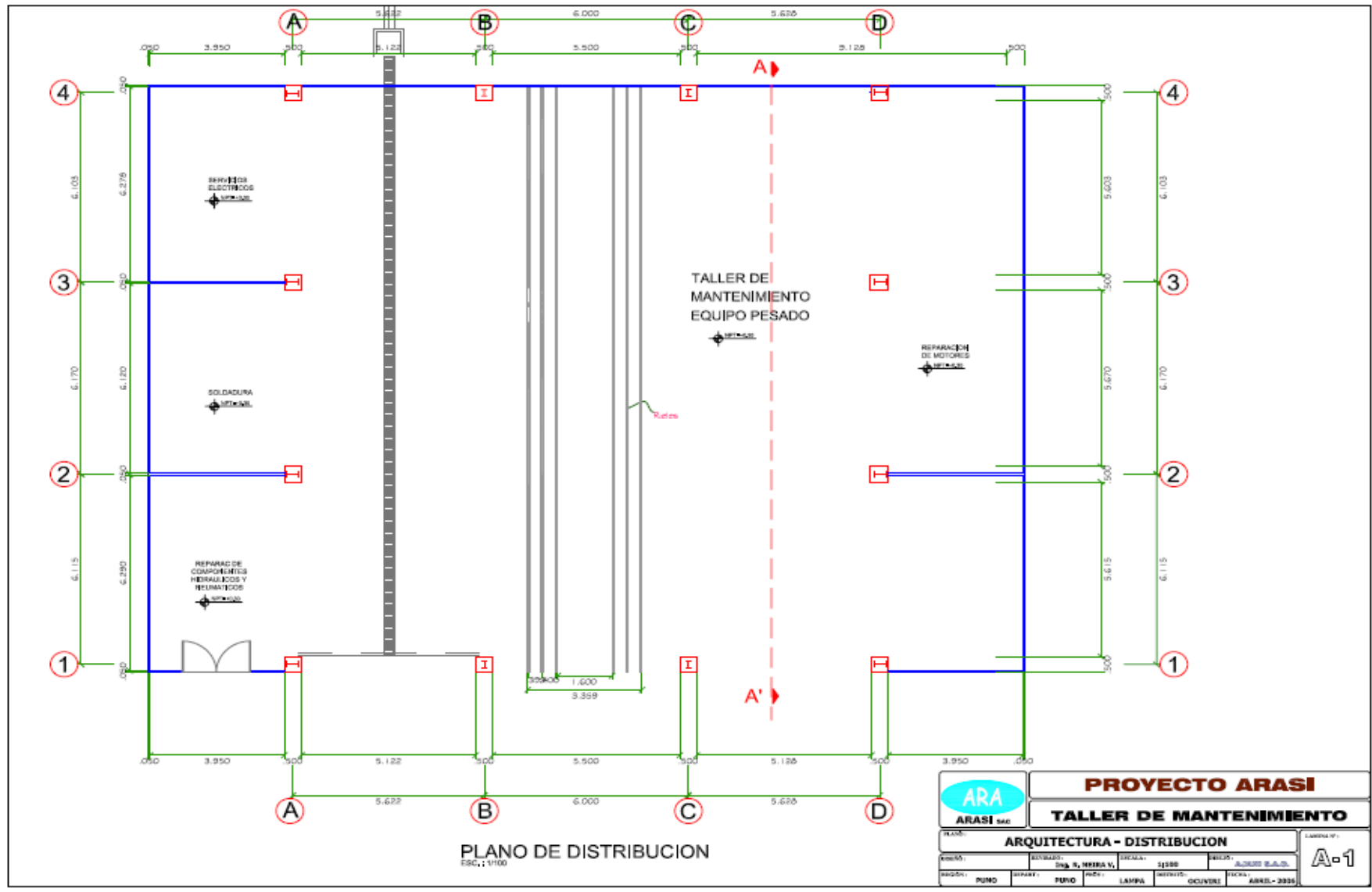
La empresa cuenta con un Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y que tiene carácter exclusivo de uso interno. Su presentación se muestra en la figura siguiente.

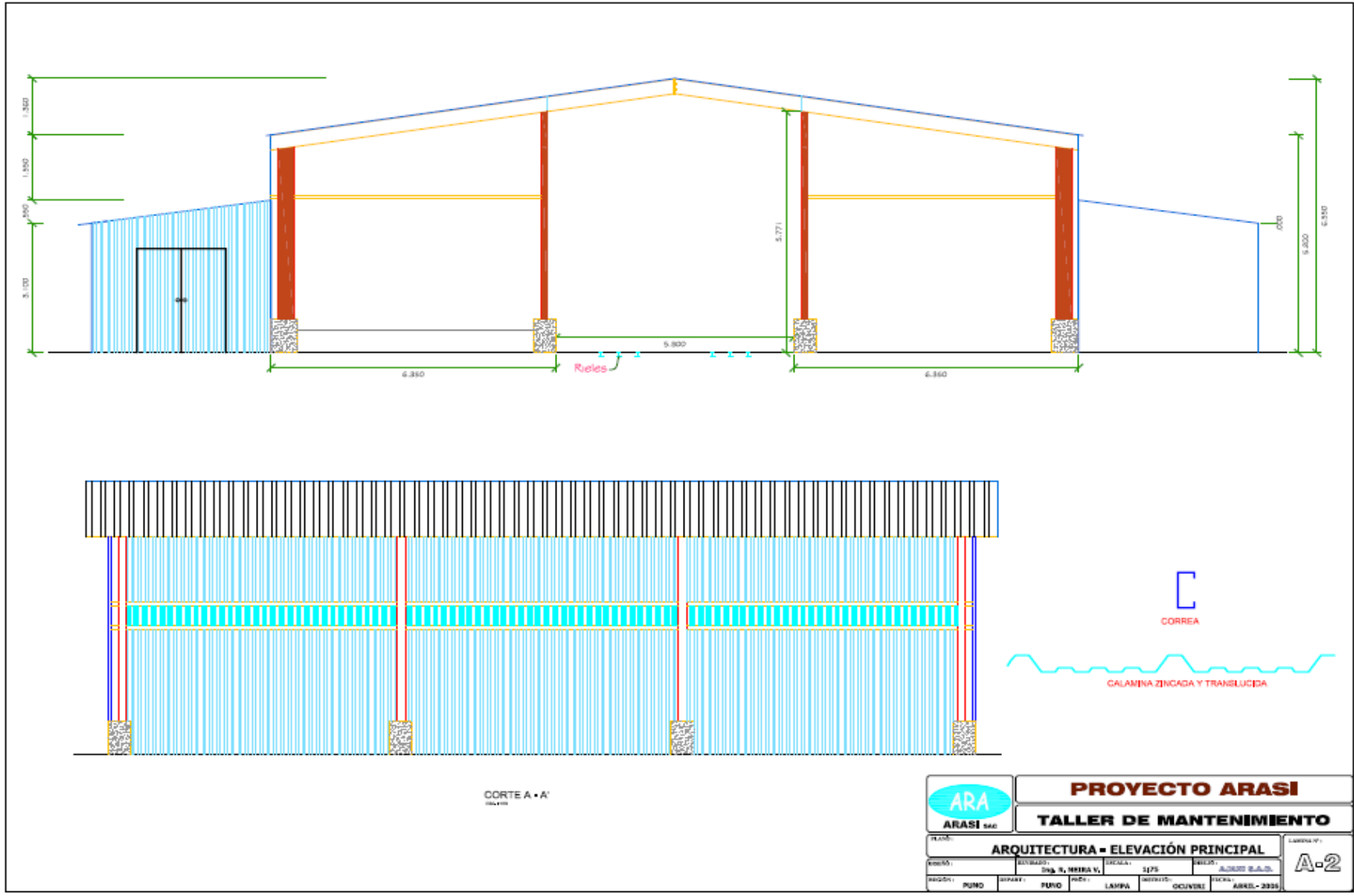


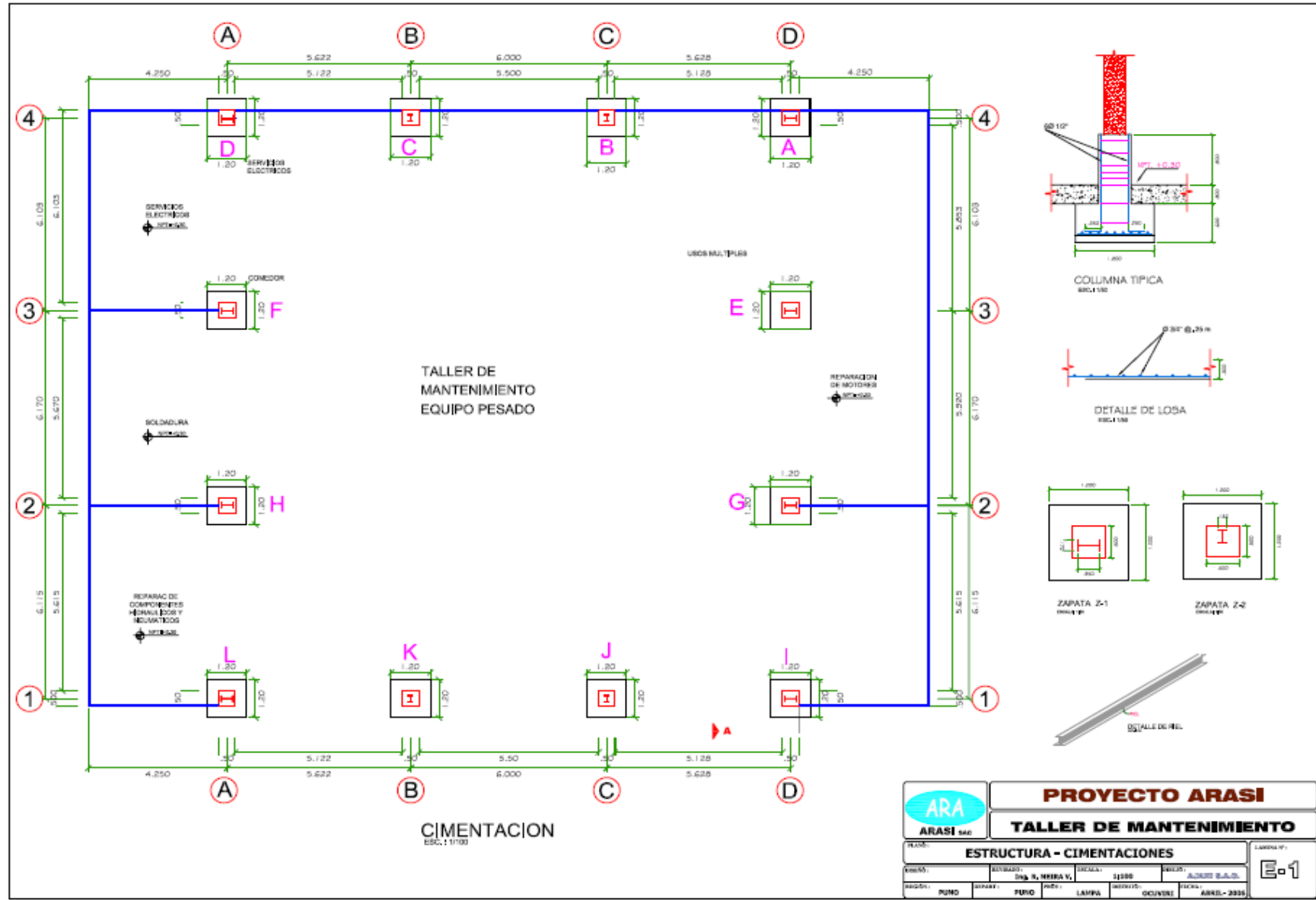
ANEXO 5

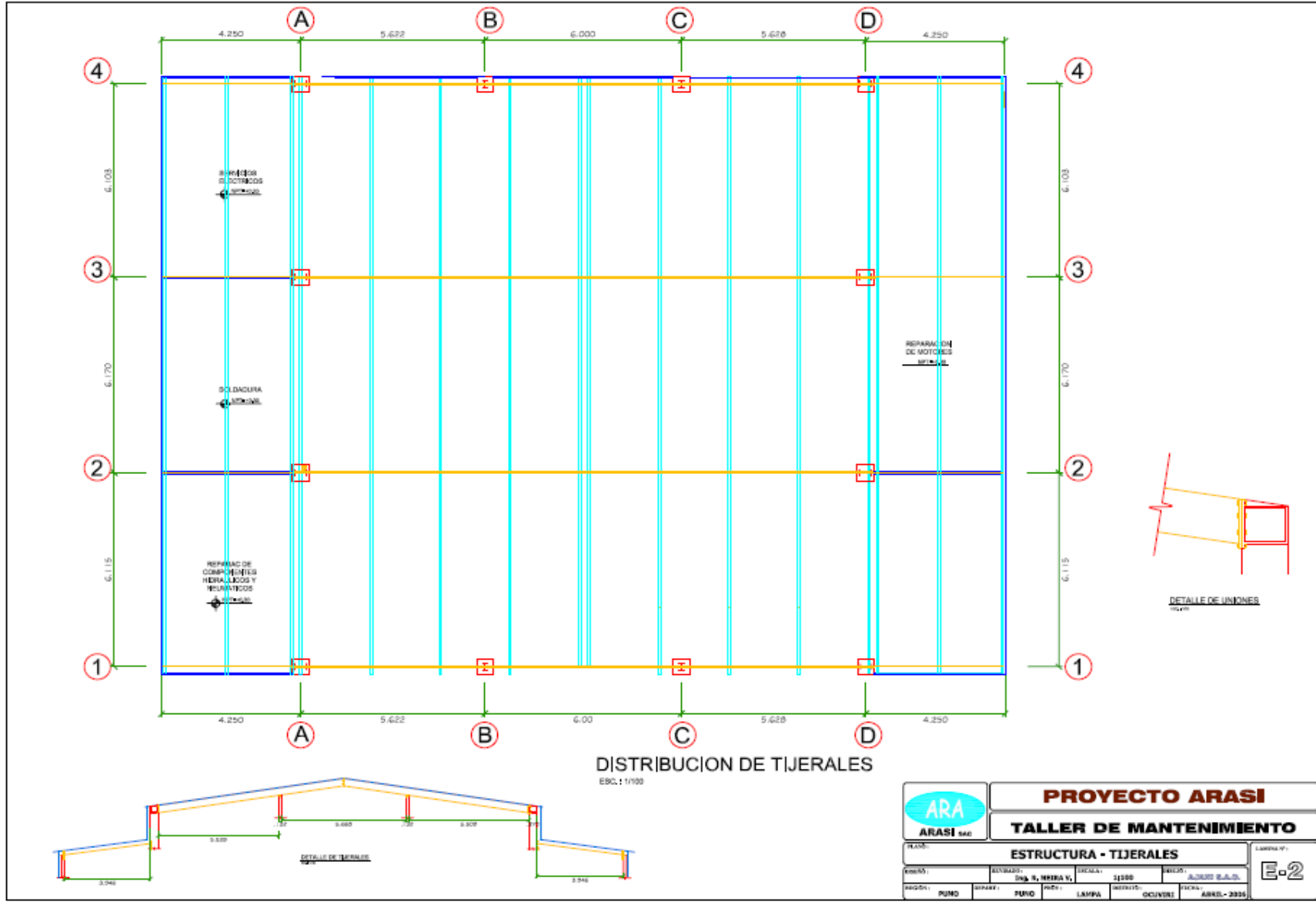
PLANOS DE DISTRIBUCION DEL TALLER DE MANTENIMIENTO

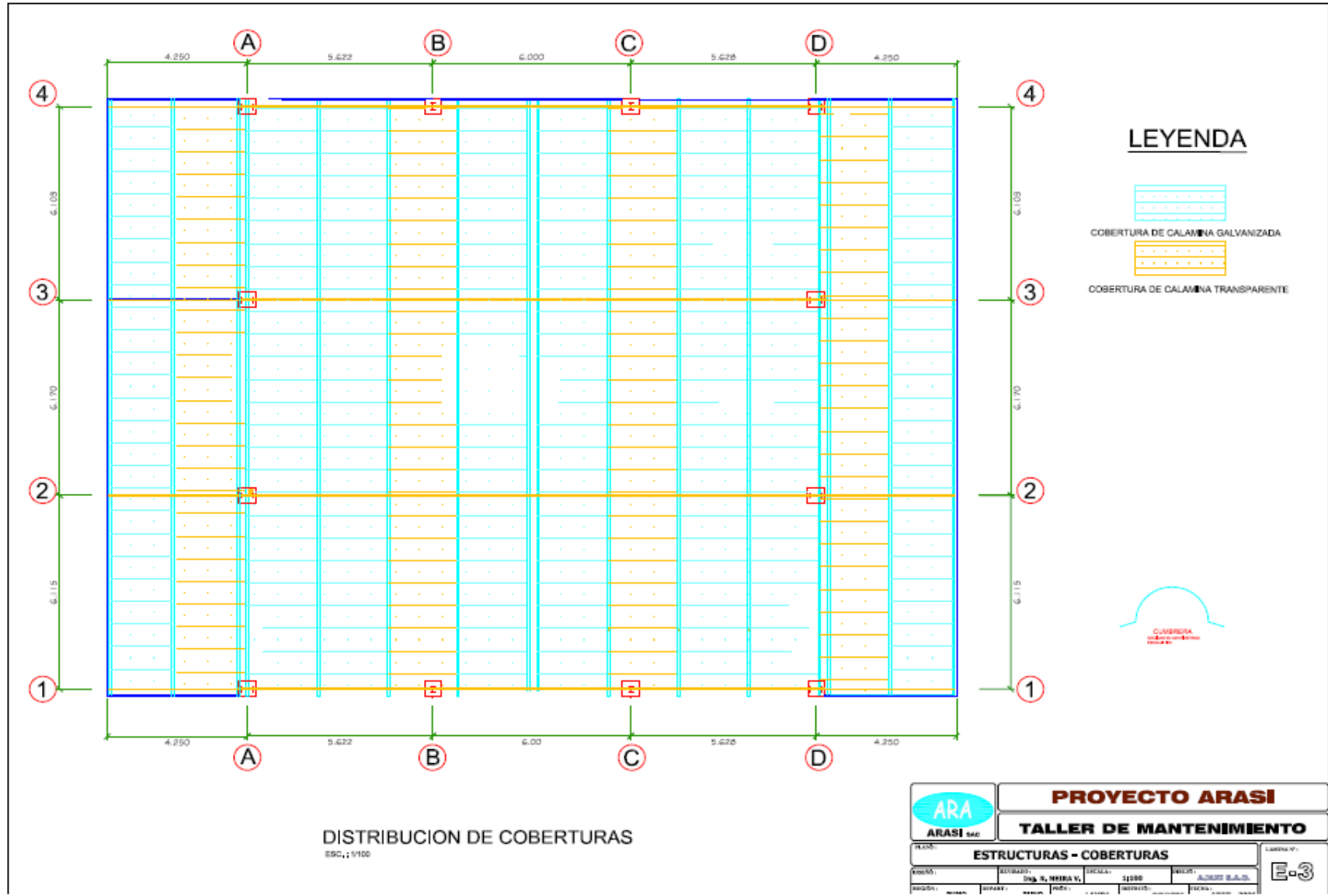
Se muestran en las páginas siguientes:

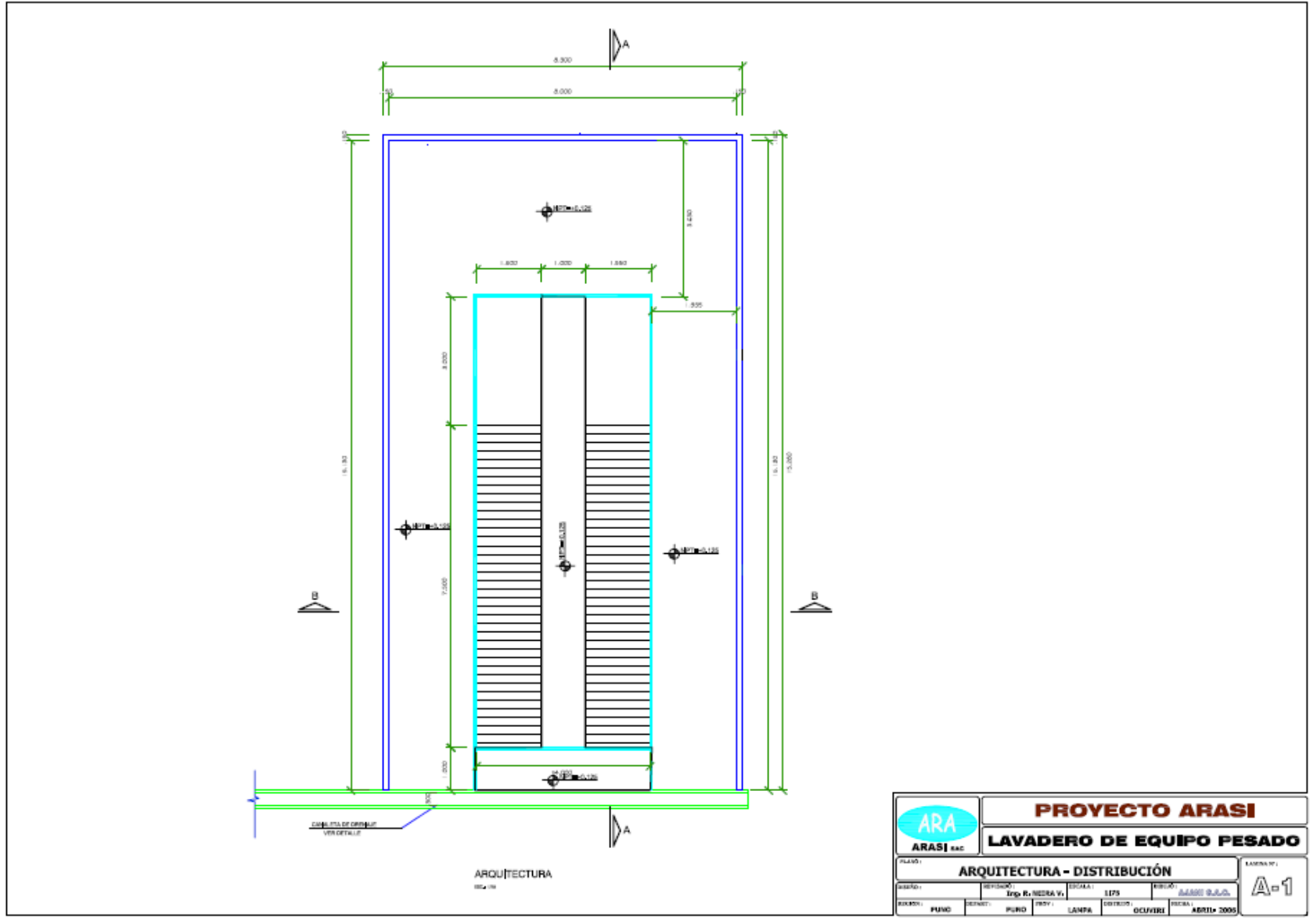




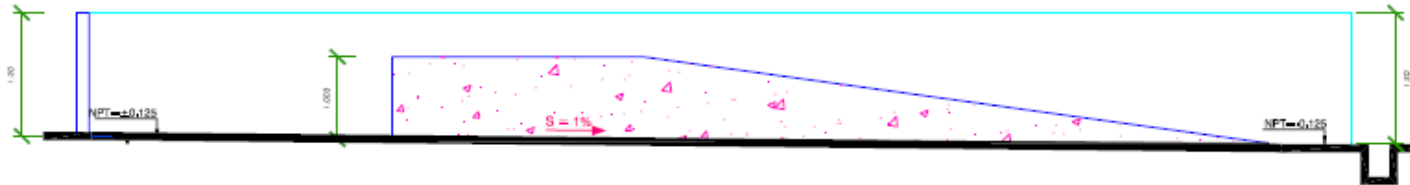




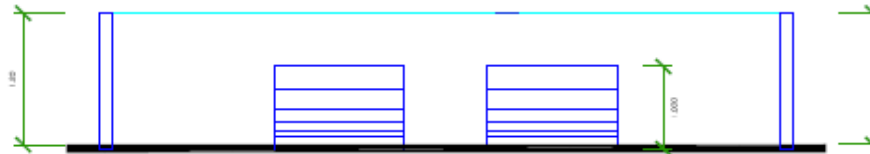




		PROYECTO ARASI	
		LAVADERO DE EQUIPO PESADO	
ARQUITECTURA - DISTRIBUCIÓN			
PLANO:	DISEÑADO:	ESCALA:	FECHA:
	Eric R. NEDRA V.	1:75	04/01/2018
CLIENTE:	DISEÑADO:	DISTRIBUCIÓN:	APROBADO:
PUNO	PUNO	LANZA	OCIVIRE
			ABRIL 2005
			LÁMINA Nº:
			A-1

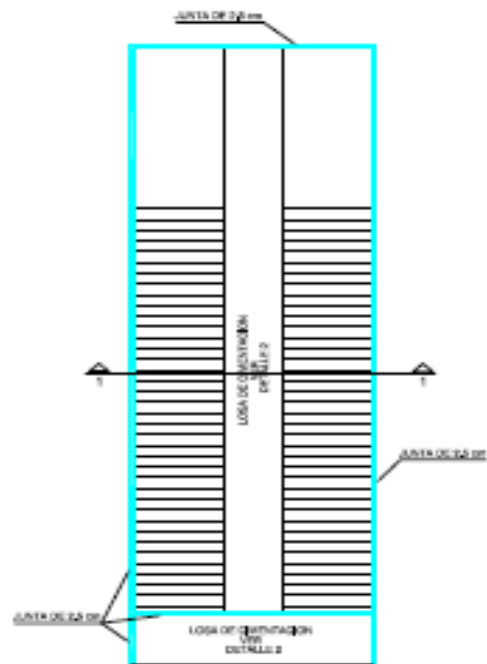


CORTE A-A
ESC. 1/30

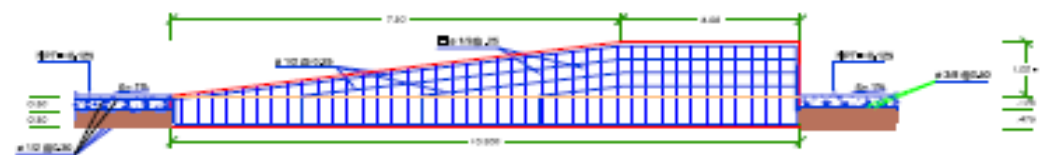


CORTE B-B
ESC. 1/30

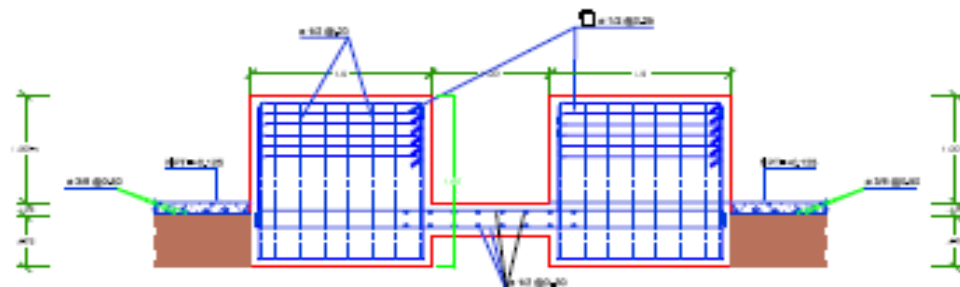
		PROYECTO ARASI			
		LAVADERO DE EQUIPO PESADO			
PLANO:		ARQUITECTURA CORTE, ELEVACIÓN			LÁMINA N.º:
DISEÑO:	REVISOR:	ING. H. NEIRA V.	ESCALA:	1:30	PROYECTO:
PROYECTO:	DEPARTAMENTO:	PURO	PROYECTO:	LAMPA	DETALLE:
					FECHA:
					ABRIL • 2006
					A-2



RAMPA



DETALLE DE ARMADURA DE RAMPA



DETALLE DE RAMPA
CORTE 1-1

	PROYECTO ARASI			
	LAVADERO DE EQUIPO PESAD			
ESTRUCTURA - DETALLE				
PROYECTO:	PROYECTO:	PROYECTO:	PROYECTO:	PROYECTO:
PROYECTO:	PROYECTO:	PROYECTO:	PROYECTO:	PROYECTO:
PROYECTO:	PROYECTO:	PROYECTO:	PROYECTO:	PROYECTO:
PROYECTO:	PROYECTO:	PROYECTO:	PROYECTO:	PROYECTO: